



gil K
Tol

Novática es órgano oficial y de formación continua de la Asociación de Técnicos de Informática

ATI tiene un acuerdo internacional con ACM y como miembro de FESI, colabora con IFIP y CEPIS
Septiembre y octubre de 1994

Director
Julián Marcelo

Director Adjunto
Miguel Sarries Griñó

Ayudantes de dirección
Tomás Brunete, Jorge Llácer

Diseño gráfico
Joan Batallé

JUNTA EDITORIAL

Carlos Delgado Kloos, Xavier Iribarne,
Jordi Rupmann, Miguel Sarries

CONSEJO EDITORIAL Y COORDINADORES DE SECCIONES

Arquitecturas
Antonio Pérez Ambite, FI-UPM
(1)3367373/aperez@fi.upm.es

Calidad del software
Juan Carlos Granja, ETSI Informática U. Granada
fax(58)243179; gilsuis@ugr.es

Capítulo de estudiantes de ACM
Saúl Escuredo, aj0299@zipi.fi.upm.es

Derecho privado informático
Isabel Hernando Collazos, Prof. de Derecho Civil
F.Derecho Donostia, UPV; (43)210300 fax (43)219404

Educación asistida por informática
María González; (3)3718462

Enseñanza universitaria de la informática
J. Angel Velázquez; FI-UPM
(1)3367449; fax(1)3367412/avelazquez@fi.upm.es

Informática Gráfica
Eurographics, sección española: Xavier Pueyo;
Enric Torres; (3)4017434, fax(3)4017436

Ingeniería del Conocimiento
DSIC, UPV Federico Barber, Vicente Botti;
(6)3877352; fax 59 {vbotti, fbarber}@dsic.upv.es

Ingeniería de Software
Luis Fernández; F.I. UPM, Dep^oLSIIS
(1)3367452; fax(1)3367412/lfernandez@fi.upm.es

Organización y Sistemas
Raúl M^o Abril (3)3232877

Sistemas Abiertos
Xavier Romañach (1)5559435/
jromanac@b008.eunet.es

Novática no asume por fuerza la opinión de los artículos firmados; permite su reproducción, salvo los marcados con © -"copyright"- a quien cite procedencia y envíe un ejemplar

Dirección y Redacción (ATI Valencia)
Tirso de Molina 3, 14^a, 46009 Valencia
(6)3480418; fax (6)3480683/
jmarcelo@guest4.atimdr.es

Administración y Publicidad (ATI Cataluña)
Via Laietana 41, 1^a, 08003 Barcelona
(3)4125235; fax (3)4127713 / secregen@ati.es

Delegación (ATI Madrid)
Padilla 66, 3^a, 28006 Madrid
(1)4029391; fax (1)3093685 / secrendr@atimdr.es

Imprenta: CIMAGOTIPO, S.L.
Pallars, 161, 08005 Barcelona
(3)4854070; fax (3) 4854326
Depósito Legal: B 15.154-1975
ISBN: 0211-2124; CODEN NOVAEC

Sumario: Bidecenario de Novática

Presentación: 1974, 1984, 1994 ... <i>Julián Marcelo</i>	2
Acerca de la Sociedad de la Información <i>Michel Carpentier, Director-General de la DG XIII (CCE)</i> Conclusiones de la Presidencia del Consejo Europeo (Corfú, 24-25.6.94) Europa y la Sociedad de Información Global: Programa de Acción	3 4 5
Calidad del software Estudio gráfico para el análisis de la calidad del software <i>Juan A. Martínez, Juan C. Granja, Manuel J. Barranco, Pedro González</i> Control de versiones: un enfoque práctico <i>Manuel J. Barranco, Juan C. Granja, Juan A. Martínez, Pedro González</i> Estudio de factores de calidad del software partiendo de la ERCU <i>Pedro González, Juan C. Granja, Juan A. Martínez, Manuel J. Barranco</i>	7 11 18
Ingeniería de software Propuesta para aumentar la consistencia del Análisis y Diseño de los SI <i>José Ramón Zubizarreta</i>	21
Administraciones Públicas Experiencia del Proyecto SOSENET <i>Francisco Delgado Azuara</i>	27
Arquitecturas y redes Servicios de redes telemáticas en parques científicos y tecnológicos <i>Lucas Ruiz Plaza</i>	31
Ingeniería del Conocimiento Redes bayesianas, representación del conocimiento en control supervisor <i>Xavier Alamán Roldán</i>	35
Organización y Sistemas Gestión de Entornos distribuidos <i>Xavier Navarro</i> Nuevos paradigmas en gestión empresarial: sistemas expertos y redes neuronales <i>Francesc Miralles</i>	41 49
Educación asistida por informática DATAFOR, Diseño y Tratamiento de cuestionarios sobre formación <i>Antonio Cañabate, Xavier Llinàs, M^a Clara Torrens Mazzei</i>	59
Informática gráfica Proyecto de recuperación digital de la tipografía Ibarra <i>Sandra S. Baldassarri, Ignacio Pulido, Francisco J. Serún</i>	65
Enseñanza universitaria de la informática Formación universitaria y profesión <i>Julián Marcelo</i>	69
Informaticus mundi Solución para análisis y toma de decisiones en instalaciones de regadío <i>José de Zayas, Eulogio Toledo, Narciso Ocegüera</i>	73
If: Erase una vez un mundo habitado por unos seres llamados procesos <i>Javier Laguno Centeno</i>	75
Derecho privado informático Los responsables de las BD personales (obligaciones generales) <i>Isabel Hernando Collazos</i>	76
Correo del Lector	79

Presentación

Julián Marcelo

1974, 1984, 1994 ...

Este Novática 111 (cabalístico número, producto de dos primos, 37*3, en la más pura tradición criptográfica) culmina 20 años de 'aventura Novática'. Un desafío que me confió ATI en 1974, como primer Director de una Asociación y una Revista entonces sostenida por 500 profesionales ávidos de comunicarse entre sí y con ese entorno fascinante que nos sacaba de ciertos fantasmas del siglo XIX (¡con cierto retraso!). Aquellas circunstancias, superadas pero no olvidables, se enmarcaban en un primer salto tecnológico hacia la **telemática** (monografía del Novática nº 1), notable neologismo para la distribución a pantallazos de un centralismo organizado en **bases de datos** (curioso '**paleo-logismo**' para los multificheros interrelacionados). Novática fué recogiendo entonces las primeras mieles y hieles del doble reconocimiento, académico y laboral, hacia una profesión en rampa de despegue que hasta entonces se nutría de las demás.

En la década siguiente, la informática empezó a instalarse en muchos sectores de la sociedad. Los 'gurús' (de Toffler a JJSS, el famoso y olvidado Servan Schreiber) lanzaron oleadas sucesivas de revoluciones informáticas sobre un mundo desprevenido (y algo mustio por las crisis del petróleo y de los imperios, todo hay que decirlo). De esa resaca nos quedaron, y no es poco, el minitel y la microinformática, o sea una profesionalidad también distribuida, por la que el tratamiento de información se centrifugaba asequiblemente hacia otras profesiones, invirtiendo el flujo anterior. En esa nueva sensibilidad práctica no cabían los oscuros vaticinios de un '1984' de Orwell; vaticinios que se esforzaron en desarmar múltiples y sesudos congresos y artículos (aunque algunos seguimos algo inquietos). En esas fechas, yo estaba en la Oficina Intergubernamental para la Informática, con sede en Roma, dirigiendo 'Agora', un Novática de lujo, en tres idiomas y ténico, del que Novática y otras publicaciones nacionales afortunadamente extraían no poco material.

Así fué llegando este 1994, en un periodo de incertidumbre técnica y de crisis profesional, con el contenido de la **sociedad de la información** y sus 'infopistas' infraestructurales. Las 'sendas' de 1974, donde traqueteaba la 'diligencia' informática, ampliadas a 'carreteras' en 1984 para sostener el 'utilitario' de los usuarios del micro, se ensancharán para circulación segura de los vertiginosos 'trailers' que nutren a cientos de millones de consumidores ávidos de bits multimediáticos. La antorcha que sostenían en 1974 unos algo retraídos y distraídos 'ratones' de biblioteca, laboratorio y sala de máquinas, ha ido pasando hacia 1984 por las gargantas de tecno-sociólogos tonantes pero poco efectivos (y más a favor que en contra de la modernidad); para que las autoridades políticas enciendan en 1994 el fuego olímpico de la información. Novática, que ha ido 'registrando' esta carrera hasta la misma entrada en el estadio con el número 110 anterior sobre Infopistas, no puede por menos que 'reportar' en este número algunos documentos y decisiones esenciales que nos van a afectar desde la cumbre europea de Corfú en junio, y especialmente su resolución sobre la sociedad global de la información, cuya construcción asume.

Empiezan pues los entrenamientos socio-informacionales en todas las canchas y especialidades: los profesionales españoles y especialmente los 4.500 socios de ATI, somos un equipo, mejor o peor entrenado, pero que tiene que participar si no quiere perder de antemano. ATI y Novática tienen ante sí nuevos desafíos y por tanto entran en una 'crisis' (decisión, en griego) que ojalá derive a crecimiento. Nadie sabe a ciencia

cierta qué entorno tendremos dentro de otros 20 años (el 2014), pero su 'cultura de la información' seguro que diferirá mucho más de la actual 'sociedad de la información', que ésta respecto a las 'sociedad con informáticos' de 1974. Los grandes desafíos informáticos de mañana pueden estar, por ejemplo, en la clarificación de campos y ciencias aún hoy oscuras, más que sombrías, como la psicología, economía y sus puentes sociológicos. Puede también que la vulnerabilidad creciente de la sociedad de la información exija movimientos compensadores: **ecosistémico** en un entorno no sostenedor de crecimientos salvajes; **endosinérgico**, con información crecientemente 'protésica' con la persona, o sea multiplicadora de sus capacidades intelectuales y materiales; '**biomático**', cada vez más basado en el carbono biológico que en el silicio pétreo o en el fotón óptico; y más cooperativamente **solidario**.

El contenido de este Novática aniversario no quiere ser motivo de gasto ni recordatorio de veteranía: sólo desearía cargarse simbólicamente de futuro. Como aquel número '0' que conmemora, tampoco este Novática tiene monografía (la 'sociedad de los informáticos' no es monográfica, ni iterativamente). La 'poligrafía' de este Novática comprende simplemente artículos, no pedidos y siempre bien recibidos, de sus colaboradores espontáneos. Es por tanto un número más de la revista, una muestra de la actual vitalidad de su producción.

No hay que engañarse: una revista son sus colaboradores: por eso este número ordinario rinde homenaje al millar largo de profesionales de todo tipo y nivel que han colaborado con Novática en estos veinte años. Pero tan modesto homenaje, testimonial sólo en apariencia, quiere ser sobre todo un doble mensaje de futuro y de pasado: la nueva Novática que habrá de salir en 1995 y se ha ido perfilando en editoriales anteriores, entraña no pocas responsabilidades ante la profesión, para quienes queremos verla con material tan exigente como eficaz; pero tampoco hay que olvidar que la salida de una revista bimestral es un esfuerzo de tenacidad que incumbe a todos: este 'bidecenario' se celebra con el número 111, no el 120: esto significa que, aún sumando algunos extraordinarios (y restando para compensar algunos otros 'dobles'), se han perdido 9 números en el camino, aquel año y medio de una época también oscura para ATI, hacia 1986, que no debería repetirse.

Como saben los socios-lectores, se han convocado elecciones anticipadas a la Junta Directiva General, creo recordar que por segunda vez en la historia de ATI (pero ATI ahora sigue funcionando con sus territoriales). La nueva Junta, según el artículo 3.1.8 de los Estatutos vigentes, "*tendrá las siguientes competencias exclusivas: .. n) el nombramiento del director del órgano oficial de expresión de ATI y de los responsables de sus diferentes publicaciones*". El cargo, que siempre tuve a disposición de la Junta, lo está aún más por esta circunstancia: pero pensando, erróneamente o no, cumplido el encargo de mi segunda dirección desde 1988, mi disponibilidad no significa renuncia a seguir, aunque en condiciones algo menos difíciles que las que ha venido soportando esta dirección (y a veces los lectores, con otro año de presupuesto agotado en octubre, con lo que la Junta anterior pospone hasta enero el último número de 1994). Este editorial (etimológicamente, producto del editor), hecho algo de hitos y ritos, de himnos y ritmos, termina por si acaso cumplimentando al sufrido lector de 45 (de los 111) Nováticas hechos bajo mi responsabilidad: "*ligero de equipaje*", como decía Machado, nuestro Epicuro-Montaigne casero.

Michel Carpentier,
Director-General de la DG XIII (CCE)

(traducido de CORDIS Focus por Julián Marcelo)

Acerca de la Sociedad de la Información

La revolución digital apuntará a una reorganización de los sectores industriales clave y a la aparición de nuevos servicios que tienen el potencial de transformar la sociedad europea y la vida cotidiana de los ciudadanos europeos. El 'Documento Blanco' y el Informe Bangemann son respuestas importantes por parte de la Unión a estos cambios tecnológicos e industriales, con la idea de abordarlos desde un punto de vista político.

La Revolución Digital

Los progresos tecnológicos en electrónica, ordenadores, equipo y software de telecomunicaciones permiten transmitir y procesar voz, datos e imágenes de una forma que hace unos años era impensable. Ahora podemos emplear más tiempo para la creatividad, en vez de estar buscando y organizando la información. La revolución digital apunta a una convergencia de sectores tradicionalmente separados, basados en la información -electrónica, ordenadores, audiovisual y telecomunicaciones- que podrían a largo plazo fusionarse en una sola industria multimedia y así generar nuevos servicios, de los que muchos aún son difíciles de imaginar o describir. Su aparición ya se puede vislumbrar y transformará nuestros esquemas de organización económica, social e interpersonal.

Mantenerse al ritmo de cambio

La Unión Europea está obligada a afrontar las consecuencias políticas de estas transformaciones tecnológicas. Sobre la base del 'Documento Blanco' ('Delors') de la Comisión en materia de crecimiento, competitividad y empleo que subraya la importancia de nuevas infraestructuras de información, los mandatarios y gobiernos europeos solicitaron a un grupo de personalidades de alto nivel que trazaran medidas concretas en dirección a la sociedad de información. El grupo dirigido por el Comisario Bangemann dió a conocer su informe 'Europa y la Sociedad de la Información Global' el 26 de mayo.

El Informe comienza con dos mensajes claves. El primero, que el advenimiento de la sociedad de la información es inevitable y provocará una revolución industrial comparable a la que tuvo lugar el siglo pasado; y el segundo, que la entrada de Europa en la edad de la información será dirigido por el mercado. En consecuencia, se debe establecer un marco regulador común al nivel de la Unión, maximizando el efecto del mercado al mismo tiempo que se garantiza un nivel apropiado de protección de la propiedad intelectual y los datos personales así como la seguridad de las redes.

Hay que darse prisa. Los países que se adapten rápidamente a las nuevas posibilidades ofrecidas por la tecnología de la información impondrán las reglas del juego a los que vengán detrás. Se necesitará el esfuerzo coordinado de todos los estados miembros de la UE para aportar los enormes recursos requeridos para establecer la Sociedad de la Información. Una multitud de acciones mal planificadas y poco entusiastas mitigarán en gran parte los beneficios esperados del esfuerzo.

El Informe propone un conjunto de iniciativas basadas en una asociación entre los sectores público y privado para promover el desarrollo de una red de comunicación transeuropea y contribuir a la creación de una masa crítica de demanda. Propone proyectos de aplicación en diez sectores prometedores como el teletrabajo, la educación a distancia o la telemedicina. El Informe además pide la creación de un comité formado por las principales personalidades económicas y sociales implicadas en la ejecución del Plan de Acción incluido y la convocatoria de un Consejo para gestionar únicamente las medidas necesarias.

Ciertas cuestiones de gran importancia están en peligro

Los peligros y las perspectivas de la Sociedad de la Información son trascendentales. La Sociedad de la Información posee el potencial de estimular el crecimiento económico, de reforzar la competitividad de las empresas europeas, de mejorar el funcionamiento del mercado interno, de fomentar una mayor cohesión económica y social entre los estados miembros, de mejorar los servicios públicos (salud, transporte o educación) y de aproximar a los ciudadanos y a los políticos.

Europa se encuentra en posición de competitividad fuerte y puede tener buenas perspectivas en la Era de la Información. Una asociación equilibrada entre las autoridades públicas y los actores privados -sean operadores de redes, fabricantes de software y de equipos, productores de contenidos o vendedores- es la mejor forma para que los beneficios de la Sociedad de la Información se realicen y aseguren a todos los europeos su disfrute en sus vidas diarias.

Las Conclusiones de Corfú

En la cumbre de junio en Corfu, los Jefes de Estado y de Gobierno europeos estuvieron de acuerdo en que la actual y sin precedentes revolución tecnológica en el área de la información abre enormes posibilidades para el progreso económico, el empleo y la calidad de vida. Tomaron nota sobre la necesidad de ímpetu político y de establecimiento de un instrumento de coordinación permanente; y en particular la designación en cada Estado Miembro de una persona con responsabilidad a nivel ministerial para coordinar todos los aspectos relacionados con la Sociedad de Información. La Cumbre indicó que el marco regulador necesario tiene que establecerse lo más pronto posible y pidió a la Comisión que hiciera un programa abarcando el resto de medidas necesarias a nivel comunitario. Por lo tanto, la Comisión presentará en julio una comunicación respecto a estas cuestiones al Consejo y al Parlamento europeos.

Deseamos afrontar los desafíos y oportunidades de la Era de la Información. Con acciones resueltas pero no exentas de cuidado, la Tecnología de Información y Comunicación promete transformar las vidas de todos los europeos para mejor.

Consejo Europeo
Corfú, 24 y 25 de junio de 1994

(traducido de 'CORDIS Focus' por Julián Marcelo)

Conclusiones de la Presidencia sobre la Sociedad de la Información

1. El 'Documento blanco' ['Delors'] sobre Crecimiento, Competitividad, Empleo

En diciembre de 1993 el Consejo Europeo en Bruselas adoptó un plan de acción basado en el 'Documento blanco' de la Comisión sobre una estrategia a medio plazo para el crecimiento, la competitividad y el empleo. Este plan subrayaba, como requisito previo para el éxito de su ejecución, una economía sana, abierta y también dirigida a la solidaridad.

Actualmente se confirman indicios de recuperación económica y torna un crecimiento económico no inflacionario. El Consejo Europeo considera esencial que la mejora en la situación económica no conlleve una reducción de esfuerzos para fomentar el ajuste estructural en Europa, sino que debería explotarse para acelerar las reformas esenciales, particularmente en el campo del empleo cuya situación es todavía muy preocupante.

El éxito de la conclusión de la Ronda Uruguay dentro de las líneas establecidas por el Consejo Europeo ha creado un entorno político del comercio internacional que puede proporcionar un apoyo efectivo a la recuperación económica y a la creación de empleo. El Consejo Europeo hace un llamamiento a las Instituciones Comunitarias y a los Estados Miembros para que hagan todo lo necesario que permita completar la ratificación de la Ronda a tiempo y lograr que la nueva Organización Mundial del Mercado pueda llevar a cabo su tarea de asegurar el cumplimiento de las normas redactadas conjuntamente y promover avances en la lucha contra condiciones injustas de comercio. También habrá que discutir en este contexto los temas sociales y de medio ambiente.

Sobre la base del informe del Presidente de la Comisión, el Consejo Europeo analizó en profundidad los diferentes elementos del plan de acción acordado en el Consejo de Bruselas. El Consejo Europeo pone particular énfasis en los siguientes puntos que darían un nuevo empuje al debate de seguimiento sobre el 'Documento blanco':

- i. Apoyo para las reformas dirigidas a mejorar la eficacia de los sistemas de empleo en los estados miembros.
- ii. Medidas específicas para explotar completamente el potencial de empleo de las pequeñas y medianas empresas.
- iii. Coordinación reforzada de la política de investigación.
- iv. Implantación rápida de los proyectos transeuropeos de alta prioridad en el campo del transporte y la energía.
- v. Explotación total de las posibilidades y oportunidades ofrecidas por la Sociedad de la Información.
- vi. Fomento del nuevo modelo de desarrollo sostenible, incluida la dimensión ambiental.

[...] La Sociedad de la Información

El Consejo Europeo ha tomado en consideración el Informe del grupo de representantes principales de la industria, operadores y usuarios que han revisado varios aspectos de esta cuestión bajo la presidencia del Sr. BANGEMANN. El Consejo Europeo considera que la revolución tecnológica actual y sin precedente en el área de la información abre enormes posibilidades para el progreso económico, el empleo y la calidad de vida, al mismo tiempo que representa un reto de gran envergadura. El sector privado es quien debe responder primariamente a este reto, evaluando el reto y tomando las iniciativas necesarias básicamente en materia de financiación. Sin embargo el Consejo Europeo, como la Comisión, considera que la Comunidad y sus Estados Miembros juegan un papel importante de apoyo a este desarrollo, dando el impulso político, creando un marco regulador claro y estable (especialmente en lo referente al acceso a mercados, compatibilidad entre redes, derechos de propiedad intelectual, protección de datos y derechos de autor) y dando ejemplo en áreas que estén bajo su tutela. El Consejo Europeo está en general de acuerdo con los áreas de aplicación establecidas por el Grupo (teletrabajo, formación a distancia, redes intercentros universitarios y centros de investigación, servicios telemáticos para las PYMES, gestión del tráfico de carretera, control del tráfico aéreo, redes sanitarias, contratación electrónica, redes administrativas e infopistas urbanas). El Consejo Europeo también ha destacado la importancia de los aspectos lingüísticos y culturales de la sociedad de la información.

Tras tomar nota de los resultados del grupo Bangemann, el Consejo Europeo considera que la importancia y complejidad de los temas suscitados por la nueva sociedad de la información justifican la creación de un instrumento de coordinación permanente para asegurar que los distintos sectores involucrados -públicos y privados- trabajan en la misma dirección. Este instrumento de coordinación, que debe ponerse en marcha tan pronto como sea posible, debería basarse en la designación en cada Estado Miembro de una persona responsable de nivel ministerial para coordinar todos los aspectos de la cuestión (político, financiero y reglamentario) para asegurar entre todos un enfoque coordinado para el Consejo. La comisión deberá actuar de forma simejante.

Al nivel de la Comunidad, el marco necesario tiene que establecerse lo más pronto posible. El Consejo Europeo pide al Consejo y al Parlamento Europeo que adopte medidas inmediatas (antes de finalizar el año) en las áreas ya cubiertas por propuestas existentes. Además pide a la Comisión que establezca lo más pronto posible un programa que cubra las demás medidas necesarias al nivel Comunitario.

El Consejo Europeo valorará el progreso de esta cuestión en su reunión de Essen.

'Informe Bangemann' Resumen de las Recomendaciones

(traducido de 'CORDIS Focus' por Julián Marcelo)

1. Marco de Reglamentación

Evolución del dominio de reglamentación

Los Estados Miembros deberían acelerar el proceso iniciado de liberalización del sector de Telecomunicaciones:

- abriendo a la competencia las infraestructuras y servicios que aún están en área de monopolio
- removiendo las cargas políticas no comerciales y las restricciones presupuestarias impuestas a los operadores de telecomunicaciones
- estableciendo programas y plazos claros para la implementación de medidas prácticas que permitan lograr estos objetivos

Debería establecerse una autoridad a nivel europeo cuyos términos de referencia puedan exigir atención inmediata.

Interconexión e Interoperabilidad

La interconexión de las redes y la interoperabilidad de los servicios y aplicaciones deberían ser objetivos primordiales de la Unión Europea. Se debería revisar el proceso de estandarización europeo para aumentar su rapidez y sensibilidad al mercado.

Tarifas

Con carácter de urgencia se deberían ajustar las tarifas de las líneas contratadas y las de larga distancia e internacionales reduciéndolas en línea con los precios de otras regiones industrializadas avanzadas del mundo. Este ajuste debería acompañarse con un reparto equitativo entre operadores de obligaciones del servicio público.

Masa Crítica

Se debería fomentar la conciencia pública, prestando una atención particular al sector de la pequeña y mediana empresa, a las administraciones públicas y a las generaciones jóvenes.

Dimensión Mundial

La apertura del mercado europeo debería encontrar su contrapartida en los mercados y redes de otras regiones del mundo. Es muy importante para Europa que se tomen las medidas adecuadas para garantizar la igualdad de acceso.

2. Completando la Agenda

La Sociedad de la Información es global. La acción de la Unión Europea debería aspirar a crear un marco de regulación común y consensuado para la protección de los derechos de propiedad intelectual, intimidad y seguridad de información en Europa e internacionalmente, si fuese adecuado.

Europa y la Sociedad de Información Global: Plan de Acción

Derechos de Propiedad Intelectual

La protección de la propiedad intelectual debe afrontar los nuevos retos de la globalización y los multimedia, continuando la importancia de su prioridad tanto en los niveles europeo como internacional.

Intimidad

Sin la seguridad legal de un enfoque homogéneo en toda la Unión Europea, la falta de confianza del consumidor ciertamente bloqueará el rápido desarrollo de la sociedad de la información. Debido a la importancia y sensibilidad del tema de la intimidad, se necesita una decisión inmediata por parte de los Estados Miembros sobre la Directiva propuesta por la Comisión que establece los principios generales sobre protección de datos.

Protección electrónica, protección legal y seguridad

Se debería acelerar el trabajo al nivel europeo sobre la protección electrónica y legal así como sobre la seguridad.

Propiedad de los 'media' (medios de comunicación)

Hay que considerar urgentemente cómo se pueden evitar legislaciones nacionales divergentes respecto a la propiedad de los 'media' que pueden socavar el mercado interno. Deben surgir normas efectivas para proteger el pluralismo y la competencia.

Competencia

La competencia es un elemento clave en la estrategia europea. La aplicación de las normas de competencia debería reflejar la realidad de los mercados globales emergentes y de la velocidad de cambio del entorno.

3. Construyendo los módulos

Redes

Se debe dar prioridad a la extensión de la disponibilidad de EURO-ISDN [NdT: Red Europea Digital de Servicios Integrados], en línea con las propuestas actuales de la Comisión, y a reducciones en las tarifas para favorecer al mercado. El Consejo debería apoyar la implementación de la Infraestructura Europea de Banda Ancha y asegurar su interconectividad con la gama entera de las redes europeas de telecomunicaciones y televisión por cable y satélite. Se debería crear un Comité de Dirección Europea de Banda ancha que incluya a los actores afectados, para desarrollar así una perspectiva común, controlando y facilitando la realización del concepto global por medio de demostraciones, selección y definición de estándares.

Respecto a las comunicaciones móviles y por satélite

- deberían reducirse las tarifas para comunicaciones móviles
- debería promoverse GSM en Europa e internacionalmente

- debería establecerse un marco regulador para las comunicaciones por satélite
- debería urgirse a la industria de satélite europea para desarrollar proyectos de prioridad común y para participar activamente en el desarrollo de sistemas mundiales.

Servicios Básicos

Se debería fomentar con actuaciones coherentes y urgentes la provisión y el uso extendido de servicios básicos transeuropeos normalizados, incluyendo el correo electrónico, la transferencia de archivos, servicios de vídeo, tanto al nivel europeo como en los Estados Miembros. La Comisión debería iniciar la creación de un 'Foro de Servicios Básicos Europeos' para acelerar la disponibilidad de estándares unificados para estos servicios.

Aplicaciones

Tener iniciativas en el dominio de las aplicaciones es el medio más eficaz para enfrentarse a un despegue lento de la oferta y la demanda: tienen una función de demostración que promueve su uso. El Grupo ha identificado las siguientes iniciativas:

- Teletrabajo
- Formación a distancia
- Redes de Centros Universitarios y de Investigación
- Servicios Telemáticos para las PYMEs
- Gestión del tráfico por carretera
- Control del tráfico aéreo
- Redes de Sanidad
- Contratación electrónica
- Red de administración pública transeuropea
- Infopistas urbanas.

4. Financiación

Se debería confiar la creación de la sociedad de la información al sector privado y a las fuerzas del mercado. Los fondos públicos existentes deberían reenfocarse más específicamente a los objetivos de los requerimientos de la sociedad de la información. Al nivel de la Unión Europea, esto puede significar la reorientación de asignaciones actuales comprendidas en el Cuarto Programa Marco para la investigación y desarrollo y en los Fondos Estructurales.

5. Seguimiento

Dada la urgencia e importancia de las tareas a realizar, la Unión Europea habrá de tener un Consejo capaz de manejar la totalidad de las cuestiones relacionadas con la sociedad de información. Teniendo esto en cuenta, cada Estado Miembro podría designar un ministro la Unión que lo represente en un Consejo de Ministros dedicado a la sociedad de información. La Comisión debería funcionar de manera similar.

La Comisión debería formar una Junta Directiva compuesta por figuras eminentes procedentes de todos los sectores relacionados, incluyendo el de los afectados sociales, para trabajar sobre el marco de implementación de la sociedad de la información y para promover la conciencia pública sobre sus oportunidades y desafíos. Esta Junta debería informar periódicamente a las instituciones de la Unión Europea sobre el progreso de la implementación de las recomendaciones contenidas en este Informe.

Objetivos de las aplicaciones

Teletrabajo

Crear centros piloto de teletrabajo en 20 ciudades para fin de 1995 que impliquen al menos a 20.000 trabajadores. La meta es que el 2% de los trabajadores de 'cuello blanco' sean teletrabajadores hacia 1996; y alcanzar 10 millones de puestos de teletrabajo para el 2.000.

Formación a distancia

Proyectos piloto en al menos 5 países en 1995. Hacia 1996 el uso de formación a distancia por el 10% de las PYMEs y administraciones públicas. Campañas de concienciación en las asociaciones profesionales y autoridades educativas.

Redes de Centros Universitarios y de Investigación

Hacia 1997, enlace por redes de comunicación avanzada entre el 30% de los centros universitarios y de investigación. Su extensión en la medida de lo tecnológicamente factible al resto de países europeos.

Servicios Telemáticos para las PYMEs

Acceso de las PYMEs en 1995 a los servicios telemáticos transeuropeos. Hacia 1996 uso de redes telemáticas por el 40% de las PYMEs con más de 50 empleados. Priorización de los enlaces de las PYMEs con las redes administrativas.

Gestión del tráfico por carretera

Hacia 1996 implementación de sistemas telemáticos para gestión del tráfico por carretera en 10 áreas metropolitanas y 2.000 km de autopista. Hacia el 2000, 30 áreas metropolitanas y la red transeuropea de autopistas.

Control del tráfico aéreo

Establecimiento en 1994 de un Comité Directivo con representantes de las autoridades públicas, de las aviaciones civil y militar, industria aérea y sindicatos. Definición de normas de procedimientos de comunicación e intercambio de mensajes de datos y voz entre los centros ATC y con las aeronaves. Ha de funcionar antes del 2000 un sistema transeuropeo.

Redes de Sanidad

Enlace a escala europea de los principales proveedores privados del sector de salud. A fines de 1995 implementación en los Estados Miembros de redes primarias regionales y nacionales entre practicantes, especialistas y hospitales.

Contratación electrónica

En los próximos 2/3 años, contratación con procedimientos electrónicos por una masa crítica del 10% de las autoridades adjudicantes.

Red de administración pública transeuropea

Hacia 1995-96 implementación de redes interconectadas de intercambio en los sectores de tributos, aduanas e impuestos de comercio exterior, estadística, seguridad social, salud, ...

Infopistas urbanas

Hacia 1997, instalación y operación en un máximo de 5 ciudades europeas con hasta 40.000 viviendas por ciudad.

Juan Antonio Martínez Guirado; Juan Carlos Granja Alvarez; Manuel J. Barranco García; Pedro González García

Grupo de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería del Software
Universidad de Granada
E-MAIL : GILSIIS@UGR.ES

Estudio gráfico para el análisis de la calidad del software

1. Introducción

La importancia, cada vez mayor, del software frente al hardware en el coste de un sistema informático lleva a exigir mayores niveles de calidad en los productos software finales. La mejora en la calidad de los productos software comporta establecer un proceso de garantía de calidad en todo el ciclo de vida del producto que permita seguir el desarrollo de éste. Un estudio del proceso de producción del software puede ayudar a reflejar la tendencia de la calidad, ya que este proceso puede evolucionar de distintas formas, alterando positiva o negativamente la calidad del producto final. De esta forma, se pueden detectar los factores más críticos y establecer las medidas adecuadas para aumentar la calidad.

Para llevar a cabo este seguimiento del proceso de producción y de la tendencia en la calidad, es necesario disponer de un **grupo de control de calidad** que se encargue de determinar cuales son los requerimientos de calidad y de vigilar que las características del producto software desarrollado coincidan con estos requerimientos. En este trabajo las **métricas de software** proporcionan una ayuda esencial para comprender, manejar y controlar los procesos de desarrollo y mantenimiento. Para aprovechar las ventajas que proveen las métricas, éstas deben integrarse dentro de un plan de aseguramiento de calidad. En este sentido, pueden usarse para establecer objetivos de productividad y calidad y establecer una línea base contra la que comparar todas las mejoras que se hagan en el software.

2. Estado del arte

Nuestro sistema de control de calidad se basa en un Grupo de Control de Calidad (GCC) que actúa en el seno de la empresa de software [GRA92]. Su esquema de trabajo se podría resumir de la siguiente forma (**figura 1**): el GCC se compone de dos elementos diferentes: **EDPRAI**, Elemento de Dirección del Programa de Revisiones y Análisis de la Información; y **EDPI** (Elemento Decisor en Primera Instancia). EDPRAI tiene funciones de recogida de información sobre el desarrollo del software, tratamiento estadístico de esa información, aplicación de las métricas cuantitativas, etc... Se encarga básicamente de recoger toda la información posible de cada etapa del proceso de producción de software y transformar esa información en otra más apta para ser estudiada por el EDPI. Este elemento

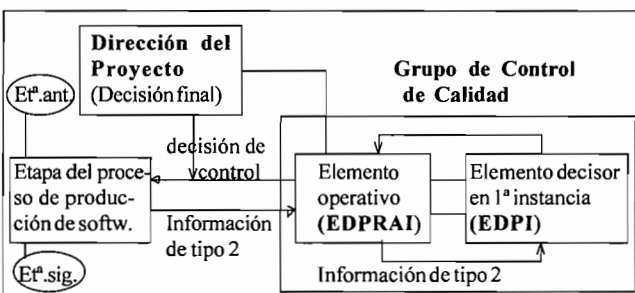


Figura 1: El modelo de control de calidad del GCC

decisor se encargará del estudio a través de un ciclo de reiteraciones de los impactos entre factores de calidad y errores de desarrollo, dando soluciones para la mejora de la planificación del proyecto.

La herramienta principal (**figura 2**) en este método es la **matriz de relaciones lógicas (MRL)** donde se representa la influencia o no de unas variables sobre otras (0 ó 1). En una dimensión están los errores detectados por EDPRAI (y después modelizados para su mejor estudio), y en la otra los factores de calidad a estudiar en cuestión (determinados por medio de la ERCU, Especificación de Requerimientos de Calidad de Usuario y de la labor del EDPRAI). Los errores o defectos detectados [PRE93] se pueden encontrar en una (o más) de las siguientes causas:

- Especificación incompleta o errónea.
- Mala interpretación de la comunicación del cliente.
- Desviación deliberada de la especificación.
- Violación de los estándares de programación.
- Error en la representación de los datos.
- Interfaz de módulo inconsistente.
- Error en la lógica de diseño.
- Prueba incompleta o errónea.
- Documentación imprecisa o incompleta.
- Error en la traducción del diseño al lenguaje de programación.
- Interfaz hombre-máquina ambiguo o inconsistente.

3. Definición del problema

Problema: el método seguido por el GCC utiliza métricas cuya interpretación se hace individualmente para cada una y no proporciona una técnica para relacionar los valores estimados de esas métricas con los factores de calidad del producto. La matriz de relaciones lógicas, además, no establece niveles de calidad a partir del número de errores obtenido, por lo que no permite visualizar claramente la evolución de la calidad del producto a lo largo del desarrollo. Esto implica un retraso de tiempo en las evaluaciones y decisiones que deben tomar el EDPI y EDPRAI para mejorar la calidad.

4. Solución aportada

Se trata de dar una estructura consistente y objetiva al proceso de control de calidad, concretando:

Factor de calidad afectado	Defectos detectados					Suma
	Error 1	Error 2	Error 3	Error n		
FACILIDAD DE USO	0	0	0	1	1	1
CORRECCIÓN	0	1	1	0	0	2
INTEGRIDAD	1	0	0	0	0	1
FAC. DEMANTENIMIENTO	0	0	0	0	0	0
Sumas	1	1	1	1	1	4

Figura 2: Ejemplo de MRL entre errores y factores de calidad.

- Los factores de calidad que intervienen en la matriz de relaciones lógicas y la importancia de cada uno en la evaluación de la calidad total.
- La estimación de los niveles mínimo y máximo de calidad en función de las métricas de uso común. Para esto puede ayudar un **árbol de clasificación** que determine qué medidas son las que influyen en la baja calidad.
- El uso de un **grafo de múltiples métricas** para analizar la matriz de relaciones lógicas y ver la tendencia de la calidad con respecto a los distintos factores (**grafos de calidad**).

5. Etapa 1ª del método de control de calidad

El EDPRAI se encargará en la **Etapa 1** de las siguientes tareas:

1) Recoger las Especificaciones de Requerimientos de Calidad del Usuario (ERCU).

2) **Establecer el orden de importancia que tiene cada factor de calidad en la matriz de relaciones lógicas.** Se da un **% de peso o participación de cada factor (P)** sobre la calidad total del producto. Estos pesos dependen de los productos particulares y las ERCU recogidas anteriormente. Como éstas pueden revisarse en cada fase o ciclo del proceso de desarrollo, los índices de participación podrán ir variando, de forma que, por ejemplo, un factor de calidad pierda importancia en beneficio de otro. Como factores de calidad a incluir en la MRL, por ser los más usados [PRE93], tomaremos:

- **Facilidad de uso:** esta 'amistad con el usuario' se puede medir por la habilidad intelectual y/o física requerida para aprender el sistema, o bien el tiempo requerido para llegar a ser moderadamente eficiente en el uso del sistema.
- **Corrección:** grado con que el software realiza la función requerida.
- **Integridad:** habilidad de un sistema contra posibles ataques al programa, datos o documentos.
- **Facilidad de Mantenimiento:** facilidad para poder corregir, adaptar o mejorar un programa en caso de error.

3) Estimación de las métricas de uso común: Cálculo de a) las métricas de tamaño y complejidad de Halstead y McCabe:

- Complejidad ciclomática: n° de regiones dentro del grafo.
- Longitud de programa: $N = n_1 \log_2 n_1 + n_2 \log_2 n_2$
- Tamaño de módulo: $V = N \log_2 (n_1 + N_2)$
(n_1 : n° de operadores; n_2 : n° de operandos; N_1 : n° de ocurrencias de operadores; N_2 : n° de ocurrencias de operandos)

b) La métrica de complejidad de la estructura de datos :

- Polinomios de TSAI [XEN92].
- c) Estimaciones de esfuerzo y tiempo :
- Método COCOMO básico [PRE93].

De las cinco métricas utilizadas, cuatro (longitud de programa, tamaño de módulo, esfuerzo y tiempo) van a depender en gran parte del lenguaje de codificación utilizado. Por esta razón, es más conveniente poner como base del cálculo de niveles de calidad, el valor de la **complejidad ciclomática**, que es más independiente del lenguaje de codificación.

4) **Estimación del nivel objetivo y nivel máximo de calidad** como valores estándares para todo el desarrollo. Estos valores servirán como patrones de referencia para la evaluación de la calidad en cada fase del proyecto. Para esto construimos un árbol de clasificación como el de la **figura 3**, cuyos valores numéricos reales deberían estimarse en base a la experiencia y a partir de datos históricos de otros proyectos.

Este árbol ayudará a establecer unos niveles de calidad a alcanzar (nodos finales del grafo) en función de los valores de las métricas de uso común. Estos niveles de calidad pueden medirse como la **densidad de errores o número de errores por módulo o por producto**. Por ejemplo: para proyectos cuya complejidad ciclomática sea menor de 5, tengan una estimación en líneas de código entre 1000 y 3000, y se estime su tamaño de procedimiento menor que 25, estableceremos (según vemos en el ejemplo) una densidad de errores máxima de 17. Este valor se tomaría como margen máximo de calidad para todo el desarrollo del proyecto. La letra **R** en el grafo indicaría casos en los que es necesario proceder a una reestructuración del software, por tener éste unas estimaciones de tamaño y complejidad no aconsejables para su buen mantenimiento. Se ha llegado a probar que no es aconsejable tener módulos cuya complejidad ciclomática sea superior a 10 (medidas realizadas por McCabe), o con tamaño de módulo mayor que 50 [VAL92]; aunque ésta última medida dependerá en gran parte del lenguaje de codificación utilizado. También podrían incluirse en el árbol otras ramas que reflejaran los aspectos de esfuerzo y tiempo.

6. Etapa 2ª del método de control de calidad

1) Elaboración de la **matriz de relaciones lógicas**. El EDPRAI delimitará las variables que intervendrán y los defectos o errores aparecidos durante la etapa en examen. Desarrollamos una MRL en cada fase del proyecto, donde recogemos los errores cometidos para cada factor de calidad. De esta forma, podemos ir elaborando paralelamente otra matriz donde se reflejará la suma total de errores cometidos en cada etapa (**figura 4**).

Para un desarrollo evolutivo o en espiral, sería lógico que los índices de calidad vayan mejorando o disminuyendo en cada ciclo. De esta forma podemos ir elaborando los grafos de múltiples métricas (**GRAFOS DE CALIDAD**) a partir de esta matriz, y ver así la evolución de la calidad en las distintas etapas. De la misma forma que para los factores, también podrían desarrollarse grafos de calidad para ver la evolución de los tipos de errores en el proyecto. Así mismo, las MRL y los grafos pueden calcularse por fases y **por módulos de programa**, siendo de esta forma más fácil detectar los módulos o procedimientos más críticos en cuanto a calidad.

2) Elaboración del **grafo de calidad** a partir de la matriz de relaciones, los pesos de cada factor (P_i) y los niveles de calidad a alcanzar.

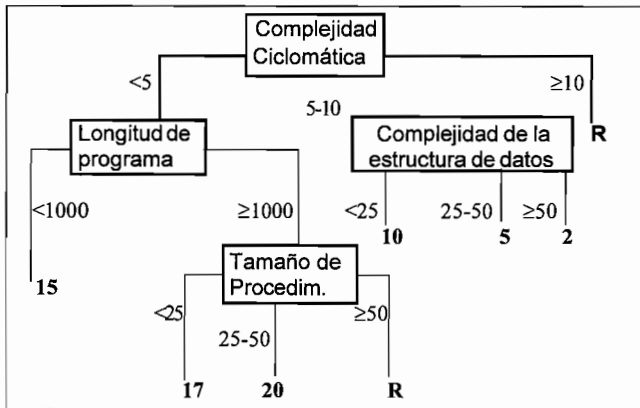


Figura.3 : Árbol de clasificación

Forma de elaborar el grafo

En estos grafos el círculo del dibujo se divide en tantos sectores o áreas del mismo tamaño como factores de calidad intervengan en la MRL. Un pequeño círculo concéntrico representa las metas para cada factor de calidad: arco objetivo (NIVEL OBJETIVO DE CALIDAD). El centro del grafo representa el mejor caso, y el borde exterior el peor caso (NIVEL MÁXIMO DE CALIDAD). Los factores de calidad deben ser elegidos o interpretados de forma que números menores para ese factor representen mejor nivel de calidad. En cada sector o área colocamos un punto para representar la evaluación del proyecto con respecto a ese factor. La evaluación será tanto mejor cuanto más cerca esté el punto del círculo central (mínimo establecido). A continuación se dibujan dos líneas que unan cada punto con la intersección entre el círculo central (arco objetivo) y los lados del sector. El polígono formado representa el rendimiento total del proyecto.

Como la importancia de cada factor de calidad sobre el valor total puede variar de una etapa a otra del desarrollo, el número de errores a representar en el grafo se calcula aplicándole a éste un **coeficiente de multiplicación**. Este coeficiente se halla a partir del porcentaje de participación del factor correspondiente, según la siguiente fórmula:

Coeficiente de Multiplicación para el factor i de la fase j:

$$M(i,j) = (P(i,j)/100) * N^{\circ}\text{factores}$$

siendo P(i,j) el % de peso del factor i en la fase j.

Valor de calidad final para el factor i de la fase j:

$$C(i,j) = T(i,j) * M(i,j)$$

siendo T(i,j) el número de errores del factor i en la fase j, según indique la MRL.

Los valores finales obtenidos para cada factor de calidad pueden estar en uno de estos tres casos:

- Si el valor obtenido para un factor de calidad está por debajo del nivel objetivo, se considerará **SATISFACTORIA** la calidad del producto con respecto a ese factor.

- Si el valor de un factor está entre el nivel objetivo y el nivel máximo, se considerará un valor de calidad **MEJORABLE**.

- Si el factor indica un valor por encima del nivel máximo, la calidad del producto será **INACEPTABLE** con respecto a ese factor.

Factor de Calidad	Fases	1	2	3	n
Facilidad de uso		4	4	3	2
Corrección		1	1	1	1
Integridad		3	3	2	2
Fac.de Mantenimiento		4	3	3	3

Figura.4 : Matriz SUMA de errores por fases.

EJEMPLO: consideramos un proyecto cuyos márgenes de calidad se establecen en 2 (nivel objetivo) y 5 (nivel máximo) (estos valores son hipotéticos, y la suposición de otro rango solo implicaría un cambio en la escala de representación de los grafos de calidad). Asociamos a este proyecto la siguiente MRL y tabla de distribución de pesos, en la que se han considerado cuatro fases de desarrollo:

FASES	1ª	2ª	3ª	4ª
FACTORES				
Fac.de uso	4	4	3	2
Corrección	5	4	1	1
Integridad	3	3	2	2
Fac.manten	4	4	3	3

Figura 5: Matriz SUMA de errores por fases. T(i,j)

FASES	1ª	2ª	3ª	4ª
FACTORES				
Fac.de uso	25%	50%	50%	50%
Corrección	25%	25%	25%	25%
Integridad	25%	13%	20%	25%
Fac.manten	25%	12%	5%	0%

Figura 6: Tabla de participación de factores de calidad en cada fase del proyecto. P(i,j)

En esta tabla la suma de porcentajes de columnas debe ser igual a 100. Para calcular los valores a representar en los grafos de calidad, aplicamos los % de peso al número de errores de cada factor, según se muestra en el ejemplo :

Coeficiente de Multiplicación para 'Facilidad de Uso' en la segunda fase: $M(1,2) = (50/100) * 4 = 2$

Valor de calidad final para 'Facilidad de Uso' en la segunda fase: $C(1,2) = T(1,2) * M(1,2) = 4 * 2 = 8$

Una vez calculados todos los valores, obtenemos una nueva MRL:

FASES	1ª	2ª	3ª	4ª
FACTORES				
Fac.de uso	4	8	6	4
Corrección	5	4	1	1
Integridad	3	1.56	1.6	2
Fac.manten	4	1.92	0.6	0

Los grafos de calidad correspondientes al proyecto anterior quedarían según vemos en el **gráfico 1**.

3) Análisis del grafo y conclusión sobre aspectos relacionados con la evolución de la calidad (misión de EDPI y EDPRAI). Como vemos, el significado de las áreas o sectores se comprende claramente.

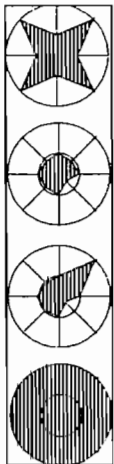
Algunos aspectos analizables en el ejemplo propuesto anteriormente serían :

-El factor 'facilidad de uso' se dispara por encima del valor máximo de calidad, ya que su factor de peso aumenta de forma considerable a partir de la 2ª fase.

-El factor 'facilidad de mantenimiento' pierde toda su importancia al finalizar la 3ª fase, por lo que su evaluación con respecto a la calidad total no se tiene en cuenta en la siguiente fase (se considera su valor óptimo o mejor caso).

-Los factores corrección, integridad y facilidad de mantenimiento, son satisfactorios o suficientes al término de la cuarta fase del proyecto, debido a que representan valores de calidad por debajo del mínimo exigido. Solo quedaría como factor crítico la 'facilidad de uso'.

Algunas figuras características a las que se llega como resultado de la evolución de los grafos de calidad en un producto son :



ESTRELLA: calidad **mejorable** para todos los factores de calidad implicados en el producto. Ninguno alcanza el valor objetivo, pero se mantienen en límites razonables.

OJO: nivel **satisfactorio o suficiente** de calidad. Todos los factores cumplen el objetivo prefijado.

PUNTA DE FLECHA: Existe un factor crítico que disminuye la calidad total, mientras el resto de los factores ya han alcanzado sus valores objetivo.

TARTA: Calidad **inaceptable** del producto en esta fase de desarrollo. Ningún factor se encuentra dentro de los límites razonables del grafo.

Resumiendo, el área del polígono total y de los polígonos individuales pueden analizarse fácilmente para ver la evolución de la calidad total y de la calidad con respecto a ciertos factores; es decir, nos permite ver que dimensiones son las responsables del incremento de calidad y cuales están aún por mejorar.

7. Etapa 2ª del método de control de calidad

Una vez analizado el grafo anterior solo quedarían por plantear las cuestiones para el futuro, en forma de **procedimientos de actuación** para mejorar la calidad (misión del EDPRAI): distribución de los recursos técnicos, implementación de nuevas técnicas de diseño, uso de herramientas CASE, etc...

8. Conclusiones/ Discusiones

Las métricas y factores de calidad, su estudio e interpretación, son esenciales en los procesos de calidad llevados a cabo en el desarrollo de productos software. Centrándonos para esto en el trabajo de evaluación de la matriz de relaciones lógicas por

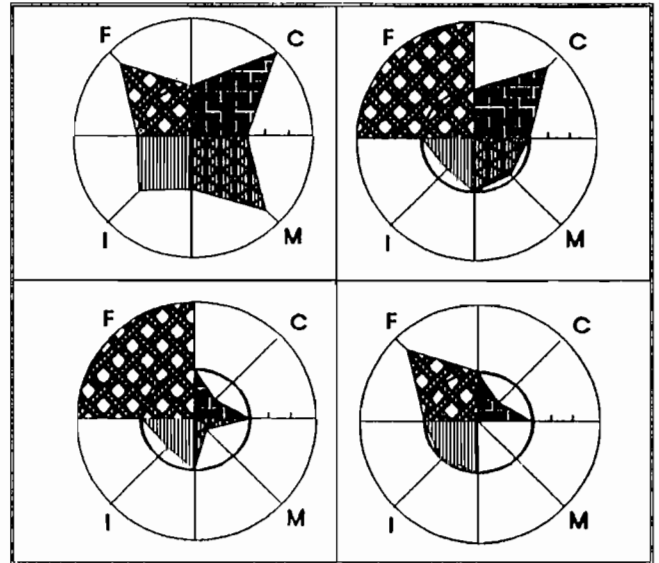


Gráfico 1: Grafos de Calidad

un grupo de control de calidad, podremos tomar decisiones globales con relación a la evolución del nivel de calidad total y a los cambios en factores individuales.

Las medidas de métricas y factores de calidad calculadas en el desarrollo, son más útiles cuando se ven en relación con otras medidas, más que vistas por sí mismas. En este sentido, los grafos de calidad proporcionan un medio eficaz para representar las medidas de forma combinada y ofrecer así, un esquema de la evolución de la calidad del producto. Estos grafos permiten visualizar cada medida preservando la integridad y el significado de cada una, y ofreciendo además una vista compuesta y un balance de metas.

De esta forma podremos detectar los factores más críticos y establecer las medidas correctoras adecuadas, tratando de distribuir los recursos técnicos y humanos de que dispone el proyecto. Se trata, pues, de aumentar la calidad no sólo en el producto en curso, sino en el proceso de desarrollo que seguimos para futuros proyectos, buscando ahorro de tiempo de desarrollo y reducción en costes de producción y mantenimiento.

Referencias

- [PLE92] Shari Pleegeer, Joseph C. Fitzgerald and Dale A. Rippey. "Using multiple metrics for analysis of improvement". Software Quality Journal 1. 1992.
- [GRA92] Juan Carlos Granja Alvarez. "Contribución al estudio de las técnicas de garantía de calidad". Novática Vol.XVIII, núm 99. 1992.
- [SED92] Carl Seddio. "Applying review and product metrics to the software engineering process: a case study". Software Quality Journal 1.1992.
- [VAL92] Véronique Valette. "Software measurement: Data collection and Analysis On Space Projects". European Conference On Software Quality. Madrid. 1992
- [RIG92] P.J.Rigby. "Managing the software process in the nineties". European Conference On Software Quality. Madrid. 1992.
- [XEN92] M.Xenos. "Measuring Software Complexity Using Software Metrics". European Conference On Software Quality. Madrid. 1992.
- [PRE93] Roger S. Pressman. "Ingeniería del software: un enfoque práctico". McGraw-Hill. 3ª edición. 1993.

Manuel J. Barranco García; Juan Carlos Granja Alvarez; Juan Antonio Martínez Guirado; Pedro González García.
Grupo de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería del Software
Universidad de Granada.
E-Mail:SIIS@UGR.ES

Control de versiones: un enfoque práctico

0. Introducción

La vida de un sistema informático está afectada por multitud de cambios, que son tanto más críticos cuanto más tarde se produzcan. Así, durante la etapa de mantenimiento, esto es, una vez que el producto está siendo explotado, el control de los cambios será especialmente importante.

La gran mayoría de los sistemas informáticos no se crean para un destinatario único, sino que se construyen con un propósito general, de manera que se adapten a las necesidades de un conjunto de usuarios potenciales. Esto añade un grado de dificultad al control de los cambios, ya que, al abordar la realización de un cambio, deberán tenerse en cuenta todas las versiones del producto que estén 'vivas' en ese instante.

La gestión de configuraciones software (G.C.S.) es un conjunto de actividades de gestión de un proyecto software cuyo principal objetivo es realizar un correcto control de los cambios durante todo el ciclo de vida del producto software, asegurando ciertos niveles de calidad. Una de las actividades encargadas a la G.C.S., de gran interés durante la etapa de mantenimiento, es el control de versiones. El control de versiones constituye una actividad imprescindible en sistemas informáticos de amplia difusión (con una pluralidad de clientes), cuyo cometido es dar solución a todos los problemas que se desprenden de la multiplicidad de versiones generadas por los cambios.

En ocasiones es posible mantener una línea única de evolución del sistema informático, de forma que los cambios se realizan sobre la última versión, dando como resultado una versión nueva única. Esto resulta tanto más interesante cuanto mayor sea el número de clientes potenciales del producto, ya que crear versiones distintas en función de las peticiones de los clientes puede dar lugar a un voluminoso conjunto de versiones difícilmente manejable. El control de versiones, en el caso de evolución lineal del sistema, resulta bastante simple, reduciéndose a un sencillo reciclaje de versiones. Por desgracia, es frecuente que se presenten ciertas condiciones que obliguen a realizar ramificaciones en la evolución del sistema. Cuando esto sucede, conseguir un control de versiones eficiente se convierte en una tarea mucho más difícil, lo cual constituye el principal objeto del presente estudio.

En el apartado 1 se exponen los condicionantes que caracterizan el entorno en el cual surge la problemática. El apartado 2 introduce el problema, observando el caso sencillo de la evolución lineal del sistema. El apartado 3 aborda el problema que presenta la búsqueda de un control eficiente de versiones en el entorno considerado. El apartado 4 propone un modelo de control de versiones que reportará una notable mejora en la eficiencia de la realización de los cambios. El apartado 5 presenta la implementación de los procedimientos del modelo propuesto. El apartado 6 contiene un caso práctico que servirá a modo de demostración e ilustración de la solución aportada. El apartado 7 presenta un resumen del estudio realizado.

1. Tipos de Mantenimiento de software

Durante la etapa de mantenimiento de un sistema informático van a surgir multitud de cambios a realizar, que probablemente serán de variada naturaleza: corrección de errores, adaptación a un entorno cambiante, mejoras solicitadas por los clientes ... Esta variedad de cambios motiva la consideración de distintos tipos de mantenimiento [SWAN76]:

- Mantenimiento **correctivo**: corrección de errores que surgen durante el uso del sistema.
- Mantenimiento **adaptativo**: modificación del software de forma que se adapte a un entorno cambiante.
- Mantenimiento **perfectivo**: recomendaciones de los usuarios a realizar sobre el sistema para perfeccionarlo.
- Un cuarto tipo es el Mantenimiento **preventivo**, que realiza cambios que puedan servir como base para futuras mejoras; dado que es un mantenimiento raramente empleado, no va a ser considerado en el presente estudio.

Estas tareas de mantenimiento resultan bastante imprevisibles, ya que 'a priori' no es posible conocer cual va a ser la evolución del entorno o las futuras necesidades de los usuarios del sistema. Por ello, normalmente, se emplea un mecanismo de financiación denominado 'Contrato de mantenimiento software'.

1.1. Contratos de mantenimiento software

Este mecanismo financiero es comunmente utilizado durante la etapa de mantenimiento con el fin de evitar que el importante volumen de recursos empleados durante tal etapa resulte gravoso para la empresa de software, o con el fin de hacer rentables las labores de mantenimiento. En un caso típico, el producto es adquirido por el cliente, tras lo cual entra en un periodo de garantía. Al finalizar éste, el cliente tendrá la oportunidad de suscribir periódicamente un contrato de mantenimiento que le reportará ciertos derechos, durante el periodo que abarque el contrato. De esto se deduce que, en un momento dado, habrá clientes en dos situaciones distintas: con contrato o sin él. Evidentemente, el trato que recibirá el cliente será distinto en uno u otro caso.

1.2. Mantenimiento selectivo

Como se ha dicho, el cliente tiene la libertad de acogerse o no a un contrato de mantenimiento. El precio de un contrato que cubra los tres tipos de mantenimiento puede resultar excesivo para algunos clientes, que podrían estar interesados en contratar un mantenimiento por ejemplo sólo correctivo, a un precio asequible. Esto puede motivar que la empresa creadora del software oferte a sus clientes varios tipos de contratos, con distintas prestaciones y precios, de forma que pueda llegar al mayor número de clientes posible.

Puesto que el objetivo es disponer de una gama de tipos de contrato con distintos precios y, consiguientemente, distintas

prestaciones, es inmediato pensar en un esquema de varios niveles donde, si un tipo de contrato A es más económico que otro B, B deberá incluir las prestaciones del tipo A.

Los distintos tipos de mantenimiento comentados propician un esquema multinivel como el siguiente:

Tipo 1: con derecho a un mantenimiento correctivo.

Tipo 2: con derecho además a mantenimiento adaptativo.

Tipo 3: con derecho además a mantenimiento perfectivo.

Se observa un orden o inclusión entre los tipos de contrato:

Tipo 1 < Tipo 2 < Tipo 3

Como es lógico, el tipo 1 sería el más económico y el tipo 3 tendría el precio más elevado.

A esta política de financiación y prestación del mantenimiento de software se la denominará '**Mantenimiento selectivo**'.

2. Eficiencia en el control de versiones

2.1. V-Sistema y v-Componentes

A efectos de control de versiones, un sistema informático se puede considerar como un conjunto S de componentes C_i , susceptibles de sufrir cambios: $S = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$

En la práctica se tendrán distintas versiones del sistema, en lo sucesivo denominadas **v-sistemas**, que estarán constituidas por un conjunto de componentes en distintas versiones, llamados abreviadamente **v-componentes**.

Considerese el caso sencillo en el cual el sistema soporta una serie de cambios X_1, X_2, \dots, X_m , que lo conducen, de forma lineal, de un v-sistema a otro,

$$S_0 \xrightarrow{X_1} S_1 \xrightarrow{X_2} S_2 \dots \xrightarrow{X_{m-1}} S_{m-1} \xrightarrow{X_m} S_m$$

Lo normal será que no todos los componentes del sistema cambien cuando el sistema pasa de una versión a otra. Esto lleva a considerar tres grandes alternativas:

- Para cada v-sistema y cada componente, mantener una v-componente: o sea para cada v-sistema se tiene una versión completa del sistema con todos sus componentes versionados.
- Si dos v-componentes son iguales en contenido, mantener una única copia, aunque con tantos identificativos de versión como v-componentes represente.
- Si dos v-componentes son iguales, mantener una única copia con un único identificativo; o sea mantener sólo uno de ellos.

La primera opción tiene el gran inconveniente de que pueden existir copias idénticas de un mismo componente, con la consiguiente multiplicación de trabajo en caso de que un cambio obligue a modificar todas las copias.

La segunda alternativa soslaya el inconveniente de la primera, aunque induce cierta complejidad de gestión al permitir que una única copia tenga varios identificativos, uno por cada versión del sistema en la que interviene.

La tercera opción conlleva una estructura bastante simple y fácil de manejar, pero introduce el inconveniente de tener que decidir qué identificativo de versión debe llevar un v-componente compartido por varios v-sistemas.

En este estudio se considera esta tercera alternativa, dada su simplicidad, y constituye una línea maestra denominada '**Principio de eliminación de copias**'. Queda por solventar el inconveniente que presenta, es decir, la compartición de un v-componente por varios v-sistemas.

2.2. Elementos de representación

Tipos de cambio: Se definen dos funciones sobre la lista Z de tipos o naturalezas de cambio $Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_n]$:

- La función **orden** (Z_j) = i determina el tipo de cambio.
- La función **nivel** (Z_j) = $n - i + 1$ indica el tipo de contrato de mantenimiento al cual pertenece el cambio; aunque en el caso más normal se tendrán tres tipos de cambios correspondientes a los tres tipos de mantenimiento conocidos, el planteamiento y la solución del problema se generalizan a un número n de tipos de cambios que pueden dar lugar a n distintos tipos de contratos; de esta manera, un contrato de tipo k tendrá derecho a todos los cambios cuyo nivel sea $\leq k$.

Sistema: Lista de componentes $S = [C_1, C_2, \dots, C_n]$

Lista de cambios: Se define sobre la relación X de cambios que afectan al sistema (acontecidos en el orden en que se relacionan) $X = [X_1, X_2, \dots, X_m]$:

- la función **tipo** (X_i) = $Z_j \leftrightarrow$ el tipo del cambio X_i es Z_j

Al igual que se han definido para los tipos de cambio, se definen aquí las siguientes funciones:

- **orden** (Z_j) = orden (tipo (X_i))
- **nivel** (Z_j) = nivel (tipo (X_i))

Lista de componentes afectados por el cambio X: sublista de S con aquellos componentes que se ven afectados por el cambio X: $S/X = [C_1', C_2', \dots, C_p']$

2.3. Relación de orden entre versiones; evolución lineal

En [PLAI93], se define un álgebra parcialmente ordenada entre etiquetas de versión, basada en una relación de orden parcial entre dichas etiquetas (<). Se dice que "**V es relevante a W**" ($V < W$) cuando W es un refinamiento de V, o dicho de otro modo, cuando W se ha construido a partir de V aplicando un cierto cambio C.

Una ampliación de esta relación dará lugar a una nueva relación de orden definida como $V \leq W$ si y solo si existe una secuencia de versiones V_1, V_2, \dots, V_n tal que

$$V < V_1 < \dots < V_n < W$$

Esta relación de orden cumple ciertas propiedades:

- Reflexiva: $V \leq V$ (considerando C = cambio nulo)
- Transitiva: $V \leq W, W \leq V' \Rightarrow V \leq V'$

Mecanismo de construcción de versiones (CMR)

Puesto que la aplicación de un cambio no tiene por qué afectar a todos los componentes del sistema, y puesto que se pretende observar el '**principio de eliminación de copias**', tendremos que una versión W del sistema S vendrá dada por:

$$S_w = [C_{1_{v_1}}, C_{2_{v_2}}, \dots, C_{n_{v_n}} T]$$

Llamaremos $C_{i_{v_i}}$ a cada v-componente $C_{i_{v_i}}$ empleado en dicha construcción.

Para una construcción correcta y eficiente de una versión W del sistema, se exigirá que el criterio de elección del C^w para cada componente C, cumpla ciertas condiciones:

- C^w debe ser único.
- C^w no debe contener ningún cambio no incluido en W.
- C^w debe contener todos los cambios incluidos en W.

El mecanismo de construcción de versiones CMR (Componente más relevante), ya introducido en [PLAI93], precisa de una relación de orden total entre versiones, tal como la antes vista (\leq), definiendo el siguiente criterio para la elección de la v-componente, C^w = V si y solo si $V \leq W$ y para todo V' tal que $V \leq V' \leq W$, no existe C_v.

Considerese un sistema que progresa de forma lineal, según una secuencia de cambios X1, X2, ..., Xm:

$$S_0 \xrightarrow{X_1} S_1 \xrightarrow{X_2} S_2 \dots \xrightarrow{X_{m-1}} S_{m-1} \xrightarrow{X_m} S_m$$

Entre las distintas versiones del sistema existirá una relación de orden total evidente, $S_0 \leq S_1 \leq S_2 \dots \leq S_{m-1} \leq S_m$ donde, para todo par de versiones Si y Sj, $S_i \leq S_j$ ó $S_j \leq S_i$.

En tal caso, el sistema puede construirse en cualquiera de sus versiones según el mecanismo de construcción CMR expuesto al mismo tiempo que se observa la norma de no mantener copias idénticas de un mismo componente. Veámoslo en el

Ejemplo 1:

Sea el sistema S = [a, b, c, d] que soporta la lista de cambios X = [x1, x2, x3] con las siguientes listas de componentes afectados, S/x1 = [b, c]; S/x2 = [a, c]; S/x3 = [b]

lo que da lugar al siguiente esquema de evolución del sistema:

	x1	x2	x3				
S0	---	S1	---	S2	---	S3	
a0 =	a0 -->	a2 =	a2	(componentes)			
b0 -->	b1 =	b1 -->	b3				
c0 -->	c1 -->	c2 =	c2				
d0 =	d0 =	d0 =	d0				

En este esquema se observa cómo un cambio en un componente lleva a crear una nueva versión del mismo (ej. b0 -> b1), con otro identificativo, mientras que si el componente no sufre cambio alguno, mantiene su identificativo. Así, el v-componente d0 es compartido por todas las versiones o v-sistemas, el a0 es compartido por S0 y S1, etc.

También puede verse cómo cada versión se puede construir con gran facilidad, empleando, en todo momento, la versión más relevante de cada uno de los módulos. Por ejemplo, la versión S2 emplea los v-componentes a2, b1, c2 y d0, que son los más relevantes respecto a dicha versión.

En conclusión, si el sistema presenta una evolución lineal, la gestión de versiones puede realizarse de manera eficiente, sin mantener copias de componentes por cada versión, siguiendo el mecanismo de construcción CMR antes expuesto.

3. Eficiencia del control de versiones en un entorno de mantenimiento selectivo

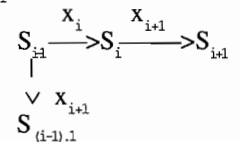
El entorno del problema planteado en el apartado 2 (mantenimiento selectivo), considera que los cambios realizados al

sistema pueden ser de distinto tipo, con distintas situaciones en las que pueden encontrarse los clientes, en cuanto a nivel de derechos se refiere. Esto, como en seguida se verá, va a dar lugar a que la evolución de versiones no sea siempre lineal, sino que pueda presentar ramificaciones, adquiriendo el esquema de versiones formas arborescentes. Al producirse dos cambios consecutivos x_i y x_{i+1},

$$S_{i-1} \xrightarrow{x_i} S_i \xrightarrow{x_{i+1}} S_{i+1}$$

pueden darse tres situaciones distintas según sean los tipos de cambios, con nivel (x_i) =, < o bien > nivel (x_{i+1})

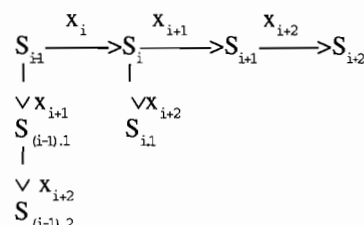
- **nivel (x_i) = nivel (x_{i+1}):** Si x_i y x_{i+1} fuesen del mismo tipo (ej. dos errores, dos mejoras, ...), entonces no sería preciso realizar ramificación alguna, ya que las instalaciones con derecho a los cambios serían recicladas a la versión S_{i+1} mientras que el resto permanecería con la versión S_{i-1}.
- **nivel (x_i) < nivel (x_{i+1}):** Si x_i fuere de nivel inferior a x_{i+1} tampoco habría ramificación, pues las instalaciones con derecho al cambio x_i pasarían a versión S_i y las instalaciones con derecho al cambio x_{i+1} (que también tendrían derecho al cambio x_i por ser de nivel inferior) pasarían a la versión S_{i+1}.
- **nivel (x_i) > nivel (x_{i+1}):** El problema aparece cuando el cambio x_i es de nivel superior a x_{i+1}. En tal caso, las instalaciones con derecho a x_i serían recicladas a S_{i+1} (ya que también tendrían derecho a x_{i+1}), mientras que las instalaciones con derecho a x_{i+1} y no a x_i no podrían ser recicladas. Sería preciso construir una nueva versión S_{(i-1).1} que, partiendo de la versión S_{i-1} realizase el cambio x_{i+1}:



La relación de orden expuesta en el apartado anterior deja de ser total en este caso, puesto que habrá v-sistemas que no estén relacionados entre sí. En el ejemplo, S_i y S_{(i-1).1} no mantienen relación alguna, ya que ninguno es un refinamiento del otro, y por tanto no se cumple S_i ≤ S_{(i-1).1} ni S_{(i-1).1} ≤ S_i.

En tal situación, ya no podemos asegurar que la construcción de un v-sistema pueda realizarse de acuerdo al mecanismo presentado (CMR), manteniendo una copia única para v-componentes idénticos. En efecto, un componente no alterado por x_i y sí por x_{i+1} daría lugar a copias idénticas en S_{(i-1).1} y S_{i+1}, copias que no podrían reducirse a una, dado que ninguno de los dos identificativos serían válidos para nombrar a una copia única y permitir la construcción de v-sistemas según el mecanismo CMR (S_{(i-1).1} y S_{i+1} no están relacionados según ≤).

Este hecho puede verse más claro al considerar un nuevo cambio x_{i+2} de nivel inferior a x_{i+1}. Entonces se tendría el esquema, para nivel (x_i) > nivel (x_{i+1}) > nivel (x_{i+2}):



Tengase en cuenta que puede haber instalaciones con S_i cuyo tipo de contrato no incluya x_{i+1} . Dicha situación se produce cuando, siendo S_i la versión vigente: se realiza una nueva instalación; o una instalación pasa de situación en garantía a una situación que no tiene derecho al cambio x_{i+1} .

Observando este esquema de evolución de versiones, es evidente que podemos construir las siguientes secuencias ordenadas, según el criterio de orden ya visto en apartados anteriores

$$V \leq W \Leftrightarrow "V \text{ es relevante a } W", \\ S_{i-1} \leq S_i \leq S_{i+1} \leq S_{i+2}; \quad S_{i-1} \leq S_{(i-1),1} \leq S_{(i-1),2}; \quad S_i \leq S_{i,1}$$

Pero, ¿qué se puede decir en cuanto a la relación entre las versiones $S_{(i-1),1}$ y S_i o entre $S_{(i-1),2}$ y $S_{i,1}$? La imposibilidad de responder esta pregunta evidencia que en tal modelo de control de versiones la relación de orden expuesta no puede ser total; luego no se puede usar el mecanismo de construcción CMR observando el principio de eliminación de copias.

4. Modelo n-dimensional de control de versiones

En el apartado anterior, se ha puesto de manifiesto la dificultad de realizar, en un entorno de mantenimiento selectivo, un control eficiente de versiones siguiendo un modelo clásico.

En los modelos tradicionales de control de versiones denominados '**modelos orientados a versiones**' (abreviadamente VOM) el concepto fundamental es la versión. Los '**modelos orientados al cambio**' (abreviadamente COM) [LIE89] constituyen una alternativa en la cual el concepto principal no es la versión, sino el cambio. Estos modelos consideran cada cambio como un atributo que cada componente puede poseer o no.

El modelo que seguidamente se propone es una variedad de modelo COM (orientado al cambio), donde el interés se centra, no en la versión ni el cambio elemental sino en los tipos de cambios. Dicho modelo se basa en una construcción del espacio de versiones que asocia a cada tipo o naturaleza de cambio, una dimensión en dicho espacio. Con ello se pretende incidir en dos actividades fundamentales en la G.C.S.:

- Realización de un cambio
- Construcción de una versión del sistema

El objetivo es hacer más eficiente la realización del cambio (en el entorno de mantenimiento selectivo ya descrito), al mismo tiempo que se asegura la factibilidad de la construcción de cualquier versión válida del sistema.

La **Descripción del Modelo** tiene dos partes: la de sus Elementos de información y la de sus Procedimientos.

4.1. Elementos de información del Modelo

Primero es preciso mostrar cuales son los elementos de información u objetos que van a ser manejados por los procedimientos.

Definición 1: Espacio de versiones (V): Representación espacial de las posibles versiones del sistema. Las dimensiones de este espacio n-dimensional se corresponden, una a una, con los n tipos de cambios: $V = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Cada una de las posibles versiones vendrá dada por un punto en este espacio (x_1, x_2, \dots, x_n) , donde cada x_i indica que la versión contiene los x_i primeros cambios de tipo z tal que $\text{ord}(z) = i$, para todo i.

Definición 2: Cambio elemental $\langle i,j,k \rangle$: Cambio realizado al sistema donde las modificaciones son de un único tipo. Cualquier cambio realizado al sistema podrá descomponerse en una serie de cambios elementales. $\langle i,j,k \rangle$ es la representación de un cambio elemental (en adelante nos referiremos a éste) donde $i = n^\circ$ de orden en la lista global de cambios
 $j =$ orden del cambio
 $k = n^\circ$ de orden en la lista de cambios de naturaleza j.

Relaciones de orden en V: En el espacio V se van a definir tres relaciones de orden:

Definición 3: Relación de orden parcial ($\langle P \rangle$)
 $(x_1, x_2, \dots, x_n) \langle P \rangle (x_1', x_2', \dots, x_n')$ si y solo si
 $x_1 \leq x_1', x_2 \leq x_2', \dots, x_n \leq x_n'$

Definición 4: Relación de orden total ($\langle T \rangle$)
 $(x_1, x_2, \dots, x_n) \langle T \rangle (x_1', x_2', \dots, x_n')$ si y solo si
 $x_1 < x_1'$ o bien
 $x_1 = x_1'; x_2 < x_2'$ o bien

...

$x_n < x_n'$ o bien
 $x_n = x_n'$

Corolario 1 (evidente): Si $V \langle P \rangle V'$, entonces $V \langle T \rangle V'$

Definición 5: Relación de orden de nivel j ($\langle N_j \rangle$): de orden parcial y definida como $(x_1, x_2, \dots, x_n) \langle N_j \rangle (x_1', x_2', \dots, x_n')$ si y solo si $(x_1, x_2, \dots, x_n) \langle T \rangle (x_1', x_2', \dots, x_n')$ y $x_j = x_j'$ para $j = 1..j-1$

Corolario 2 : Para todo i, si $V \langle N_i \rangle V'$ entonces $V \langle T \rangle V'$ (demostración evidente)

4.2. Procedimientos del Modelo

Se debe disponer de procedimientos que expresen el modo de actuar frente a cada uno de los tres siguientes problemas:

- Para cada cambio y para cada componente afectado por él, es preciso obtener el conjunto de v-componentes afectados. Este conjunto comprenderá aquellos v-componentes (por cada componente) que deban ser tenidos en cuenta en el momento de la realización del cambio.
- Para cada cambio, es necesario obtener las versiones generadas tras la realización del mismo. Este conjunto indicará qué versiones han de ser recicladas a los usuarios.
- Debe ser posible construir toda versión válida o 'viva', es decir, cualquier versión que esté siendo o pueda ser explotada.

4.2.1 Procedimiento de obtención de v-componentes afectados (POVCA)

Sea $S = [C_1, C_2, \dots, C_n]$ una lista de los componentes del sistema. Sea $S/\langle i,j,k \rangle$ una sublista de S con los componentes afectados por el cambio $\langle i,j,k \rangle$. Para cada componente C, elemento de la lista $S/\langle i,j,k \rangle$, tendremos el conjunto de todas las versiones de dicho componente, existentes antes de aplicar dicho cambio

$$VC_{i-1} = \{v\text{-componentes de } C, \text{ antes del cambio } i\}$$

El conjunto de los v-componentes afectados por el cambio $(VC_{i-1}/\langle i,j,k \rangle)$ será el conjunto de máximas según el orden $\langle N_j \rangle$ del conjunto VC_{i-1} . Considerese que, por ser $\langle N_j \rangle$ una relación de orden parcial, podrán existir varios máximas, $VC_{i-1}/\langle i,j,k \rangle = \max_{\langle N_j \rangle} (VC_{i-1}) = \{V' \in VC_{i-1} / \text{no existe } V \in VC_{i-1} \text{ tal que } V' \langle N_j \rangle V\}$

4.2.2 Procedimiento de obtención de v-sistemas afectados (POVSA)

Dado que el presente modelo ha de observar el 'principio de eliminación de copias', tendremos que las versiones de los v-componentes afectados no tiene por qué coincidir con las versiones de los v-sistemas afectados (véase ej. 1, donde, al realizar el cambio x3, la versión afectada del sistema es la S2, mientras que los v-componentes afectados son diversos: a2, b1, c2 y d0).

El procedimiento de obtención de las versiones afectadas es igual al del cálculo de los v-componentes afectados, con la diferencia de que partimos del conjunto de v-sistemas existentes tras el cambio i: $VS_{i-1} = \{v\text{-sistemas, antes del cambio } i\}$
 $VS_{i-1}/\langle i,j,k \rangle = \max_{\langle N_j \rangle} (VS_{i-1}) = \{V' \in VS_{i-1} / \text{no existe } V \in VS_{i-1} \text{ tal que } V' \langle N_j \rangle V\}$

4.2.3 Procedimiento de construcción de v-sistemas (PCVS)

Para realizar la construcción de una versión dada del sistema, será preciso determinar qué versión de cada componente debe ser empleada. Esto se obtendrá haciendo uso del mecanismo de construcción CMR comentado (componente más relevante), para lo que sería preciso determinar el criterio de obtención de dicho componente más relevante.

Ya se observaba que cuando el sistema evolucionaba linealmente, la aplicación de este mecanismo era bastante simple, ya que había una relación de orden total evidente que permitía realizar dicha construcción de forma correcta.

El problema se plantea cuando la evolución del sistema presenta ramificaciones, en cuyo caso el orden total entre versiones, que asegure la corrección de dicho mecanismo de construcción, deja de existir.

Anteriormente se han definido dos relaciones de orden en V (definiciones 3 y 4), una parcial ($\langle P \rangle$) y otra total ($\langle T \rangle$). Empleando dichas relaciones, se puede plantear un modo de obtención de dicha componente más relevante, tomando el máximo según el orden $\langle T \rangle$ de todas las versiones menores según $\langle P \rangle$ que la versión deseada.

La versión W del sistema (S_w) está compuesta por el conjunto de v-componentes (uno para cada componente C), obtenidos como $C^w = \max_{\langle T \rangle} \{V' \in VC / V' \langle P \rangle W\}$

donde VC es el conjunto de v-componentes de C existentes en el momento de construir la versión.

Para que S_w esté correctamente construida, deben cumplirse las condiciones de construcción expresadas en el apartado 3.

* C^w debe ser única. *Demostración:* evidente, ya que, la unicidad de la solución viene dada por la característica de $\langle T \rangle$ de ser un orden total.

* C^w no contiene ningún cambio no especificado por W. *Demostración:* evidente, por definición de $\langle P \rangle$.

* C^w debe contener todos los cambios especificados por W que afecten al componente C. *Demostración:* sea $CARD = \text{Cardinal} \{V' \in VC / V' \langle P \rangle W\}$
 $\langle P \rangle$

Se pueden presentar dos casos:

. $CARD = 1$. En tal caso existe un máximo según $\langle P \rangle$ que, por el corolario 1, también será el máximo según $\langle T \rangle$, y por tanto la versión elegida. Por definición de $\langle P \rangle$, el máximo contendrá todos los cambios especificados en W.

. $CARD > 1$. Esta situación se produce cuando un cambio X1 de cierto nivel es 'evitado' por un cambio X2, anterior pero de mayor nivel. Es decir, la realización del cambio X2 conlleva una protección sobre el componente respecto al cambio X1. De esta forma, aunque un v-componente resulte de la aplicación del procedimiento POVCA, no necesariamente dará lugar a la construcción de un nuevo v-componente, y será el realizador del cambio quien, en última instancia, determine si un cambio va o no a afectar a un determinado v-componente recomendado por el POVCA.

Así, ante dos versiones de un componente C maximales del conjunto dado, $C_1 = (\dots, x_i, \dots, x_j, \dots)$ y $C_2 = (\dots, x_i', \dots, x_j', \dots)$, donde $x_i > x_i'$ y $x_j < x_j'$, la versión elegida será V (de acuerdo al orden $\langle T \rangle$) ya que el cambio x_j' no ha afectado realmente a la versión C_1 ; en otro caso, y dado que x_j' es posterior a x_i , existiría la versión $(\dots, x_i, \dots, x_j', \dots)$. Considérese que el cambio x_j' debe ser posterior al x_i ya que, en caso contrario, el cambio x_i se aplicaría sobre v-componentes que tendrían x_j' en lugar de x_j (véase el procedimiento POVCA).

5. Implementación de procedimientos del modelo

5.1. Procedimiento de obtención de V-Componentes afectados (POVCA)

$$VC_{i-1}/\langle i,j,k \rangle = \max_{\langle N_j \rangle} (VC_{i-1}) = \{V' \in VC_{i-1} / \text{no existe } V \in VC_{i-1} \text{ tal que } V' \langle N_j \rangle V\}$$

A partir de dicha definición por comprensión del conjunto de v-componentes afectados, se puede construir el siguiente algoritmo, que de forma procedural proporciona tal conjunto:

Procedimiento: POVCA

Sea el valor inicial de LA = Lista vacía

Repetir para cada componente C de S que esté afectado

Sea L la lista de v-componentes de C

Ordenar L según relación $\langle T \rangle$, de mayor a menor, dando como resultado L^*

Si L^* no vacía, sea VC el primer elemento de L^* ,

extraerlo de L^* e incluirlo en LA

Repetir mientras L^* no vacía

Repetir

Sea VC' el primer elemento de L^* ,

extraerlo de L^*

mientras $VC' \langle N_j \rangle VC$

Renombrar VC' como VC

Incluir VC en LA

Fin_repetir

Fin_repetir

La lista LA contendrá finalmente los v-componentes afectados por el cambio.

5.2. Procedimiento de obtención de V-Sistemas afectados (POVSA)

$VS_{i-1} = \{v\text{-sistemas, antes del cambio } i\}$

$$VS_{i-1}/\langle i,j,k \rangle = \max_{\langle N_j \rangle} (VS_{i-1}) = \{V' \in VS_{i-1} / \text{no existe } V \in VS_{i-1} \text{ tal que } V' \langle N_j \rangle V\}$$

Puesto que el conjunto de v-sistemas afectados se construye de igual forma que el de v-componentes afectados, la implementación del procedimiento será muy similar a la del POVCA.

Procedimiento: POVSA

Sea el valor inicial de LA = Lista vacía

Sea L la lista de v-sistemas

Ordenar L según relación $\langle T \rangle$, de mayor a menor, dando como resultado L*

Si L* no vacía, sea VS el primer elemento de L*, **extraerlo** de L* e **incluirlo** en LA

Repetir mientras L* no vacía

Repetir

Sea VS' el primer elemento de L*,

extraerlo de L*

mientras VS' $\langle N \rangle$ VS

Renombrar VS' como VS

Incluir VS en LA

Fin_repetir

Finalmente tendremos, en la lista LA, los v-sistemas afectados por el cambio.

5.3. Procedimiento de construcción de v-sistemas (PCVS)

Para construir la versión W, tomaremos por cada componente C, la versión C^w obtenida como

$$C^w = \max \{V' \in VC / V' \langle P \rangle W\} \langle T \rangle$$

donde VC es el conjunto de v-componentes de C existentes en el momento de construir la versión.

Procedimiento: PCVS

Sea el valor inicial de LA = Lista vacía

repetir para cada componente C del sistema

Sea L la lista de v-componentes de C

Ordenar L según relación $\langle T \rangle$, de mayor a menor, dando como resultado L*

Si L* no vacía, sea VC el primer elemento de L*

repetir hasta que L* esté vacía o bien VC $\langle P \rangle W$

Extraer VC de L*

Si L* no vacía, sea VC el primer elemento de L*

Fin_repetir

Si L* no vacía, **extraer** VC de L* e **incluirlo** en LA

Fin_repetir

Finalmente tendremos en LA una lista de los v-componentes que han de componer el v-sistema a construir.

6. Caso práctico

Enunciado del Caso: Sea un sistema informático de propósito general, tconstruido para realizar tareas de gestión comercial, compuesto por cinco módulos o componentes:

Descripción del componente	Identificativo
Mantenimiento de artículos	MARTI
Mantenimiento de clientes	MCLIE
Facturación	FACTU
Estadísticas de ventas	ESTAD
Giros o recibos	GIROS

Una vez terminado el desarrollo, y pensando en un volúmen considerable de mantenimiento correctivo y adaptativo, se plantea una división de los posibles cambios en tres categorías:

- (E)Corrección de errores;
- (M)Mejoras de rendimiento;
- (N)Novedades incorporadas.

Los clientes tendrán la opción de suscribir contratos de mantenimiento de tres tipos distintos: con derecho a E, con derecho a E y M, y con derecho a E, M y N.

La aplicación se instala en clientes de los tres tipos, tras lo cual surgen, uno tras otro, los siguientes cambios:

X₁: novedad sobre Estadísticas de Ventas. Se incluye un nuevo informe estadístico;

X₂: se corrige un error detectado en facturación;

X₃: se realiza una mejora de rendimiento en la facturación, con objeto de agilizar la grabación de albaranes;

X₄: se incorpora un nuevo informe en estadísticas que precisa de un nuevo dato a controlar en el mantenimiento de artículos;

X₅: se corrige un error en la gestión de giros y otro en facturación.

6.1. Construcción del Modelo

6.1.1 Elementos del modelo

Espacio de versiones: V = (N , M , E)

Sistema: S = [MARTI, MCLIE, FACTU, ESTAD, GIROS] abreviadamente, S = [MA, MC, FA, ES, GI]

Cambios realizados:

- X₁ = $\langle 1, N, 1 \rangle$
- X₂ = $\langle 2, E, 1 \rangle$
- X₃ = $\langle 3, M, 1 \rangle$
- X₄ = $\langle 4, N, 2 \rangle$
- X₅ = $\langle 5, E, 2 \rangle$

Componentes afectados:

- S/ $\langle 1, N, 1 \rangle$ = [ES]
- S/ $\langle 2, E, 1 \rangle$ = [FA, ES]
- S/ $\langle 3, M, 1 \rangle$ = [FA]
- S/ $\langle 4, N, 2 \rangle$ = [MA, FA, ES]
- S/ $\langle 5, E, 2 \rangle$ = [FA, GI]

6.1.2 Evolución del sistema, aplicación de procedimientos

El v-sistema inicial S(0,0,0) estaría compuesto por los siguientes v-componentes:

$$S(0,0,0)=[MA(0,0,0),MC(0,0,0),FA(0,0,0), ES(0,0,0),GI(0,0,0)]$$

lista que también se corresponde con la lista de v-componentes en el instante inicial, VC₀.

6.1.3 Cambio X₁

* **Identificación del cambio:** X₁= $\langle 1, N, 1 \rangle$

Es el primer cambio realizado al sistema y el primer cambio de tipo N realizado.

* **Componentes afectados:** S/ $\langle 1, N, 1 \rangle$ = [ES]

* **V-Componentes afectados:** aplicando el procedimiento POVCA se obtiene VC₀/ $\langle 1, N, 1 \rangle$ = [ES(0,0,0)]

* V-Componentes incluidos por el cambio:

$$VC_0+ = [ES(1,0,0)]$$

* V-Componentes tras el cambio: $VC_1 =$

$$[MA(0,0,0), MC(0,0,0), FA(0,0,0), ES(0,0,0), GI(0,0,0), ES(1,0,0)]$$

* V-Sistemas afectados por el cambio: $VS_1 = [S(0,0,0)]$

* Evolución de Versiones de Componentes

Cambio	componentes afectados	v-componentes afectados	v-componentes incluidos
<1,N,1>	ESTAD	ESTAD(0,0,0)	ESTAD(1,0,0)
<2,E,1>	FACTU	FACTU(0,0,0)	FACTU(0,0,1)
	ESTAD	ESTAD(0,0,0)	ESTAD(0,0,1)
		ESTAD(1,0,0)	ESTAD(1,0,1)
<3,M,1>	FACTU	FACTU(0,0,1)	FACTU(0,1,1)
<4,N,2>	MARTI	MARTI(0,0,0)	MARTI(2,0,0)
	FACTU	FACTU(0,1,1)	FACTU(2,1,1)
	ESTAD	ESTAD(1,0,1)	ESTAD(2,0,1)
<5,E,2>	FACTU	FACTU(0,0,1)	FACTU(0,0,2)
		FACTU(0,1,1)	FACTU(0,1,2)
		FACTU(2,1,1)	FACTU(2,1,2)
	GIROS	GIROS(0,0,0)	GIROS(0,0,2)
	ESTAD	ESTAD(0,0,1)	ESTAD(0,0,2)
		ESTAD(1,0,1)	ESTAD(1,0,2)
		ESTAD(2,0,1)	ESTAD(2,0,2)

* Evolución de Versiones del Sistema

Cambio	v-sistemas afectados	v-sistemas incluidos
<1,N,1>	(0,0,0)	(1,0,0)
<2,E,1>	(0,0,0)	(0,0,1)
	(1,0,0)	(1,0,1)
<3,M,1>	(0,0,1)	(0,1,1)
	(1,0,1)	(1,1,1)
<4,N,2>	(1,1,1)	(2,1,1)
	(0,0,1)	(0,0,2)
<5,E,2>	(0,1,1)	(0,1,2)
	(1,0,1)	(1,0,2)
	(1,1,1)	(1,1,2)
	(2,1,1)	(2,1,2)

* Construcción de Versiones del Sistema

Versión	v-componentes				
	MARTI	MCLIE	FACTU	ESTAD	GIROS
(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
(1,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
(0,0,1)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,1)	(0,0,0)
(1,0,1)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(1,0,1)	(0,0,0)
(0,1,1)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,1)	(0,0,1)	(0,0,0)
(1,1,1)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,1)	(1,0,1)	(0,0,0)
(2,1,1)	(2,0,0)	(0,0,0)	(2,1,1)	(2,0,1)	(0,0,0)
(0,0,2)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,2)	(0,0,2)	(0,0,2)
(0,1,2)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,2)	(0,0,2)	(0,0,2)
(1,0,2)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,2)	(1,0,2)	(0,0,2)
(1,1,2)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,2)	(1,0,2)	(0,0,2)
(2,1,2)	(2,0,0)	(0,0,0)	(2,1,2)	(2,1,2)	(0,0,2)

7. Resumen

El objetivo de este estudio va en la línea de mejorar la eficiencia en el control de versiones, reduciendo el parámetro 'esfuerzo de realización de cambios', mediante la eliminación de copias idénticas de componentes con distinto identificativo, y al mismo tiempo asegurar la construcción de todas las versiones válidas del sistema a pesar de dicha simplificación. Dicha problemática se plantea en un entorno denominado de 'mantenimiento selectivo', esto es, donde los clientes tienen la oportunidad de suscribir distintos tipos de contratos de mantenimiento, con distintos niveles de derechos basados en la existencia de varios tipos de cambios. Los tipos de cambios típicos son los correspondientes a los tres tipos de mantenimiento más comunes:

- Mantenimiento **correctivo**: corrección de errores.
- Mantenimiento **adaptativo**: adaptación al medio o entorno.
- Mantenimiento **perfectivo**: incorporación de novedades sugeridas por los clientes.

Se ha propuesto un modelo de control de versiones 'orientado al tipo de cambio', basado en un espacio de n dimensiones (n es el número de cambios de distinto tipo que se pueden realizar al sistema). A toda versión del sistema le corresponde unas coordenadas en este espacio, con lo que se obtiene una notación válida para realizar de forma eficiente las tareas de control de cambios:

- determinación de las versiones de componentes afectadas por un cambio;
- determinación de las versiones del sistema afectadas por un cambio;
- construcción de cualquier versión válida del sistema.

El planteamiento del problema y su solución se han realizado del modo más general posible, de forma que dicho modelo pueda ser implementado en cualquiera de los entornos de gestión de configuraciones software.

Referencias bibliográficas

- [SWAN76] E.B. Swanson. "The Dimensions of Maintenance". Proc. 2nd Int. Conf. Software Engineering, IEEE, oct. 1976.
- [PLAI93] John Plaice, William W. Wadge. "A New Approach to Version Control". IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 19, No. 3, marzo 1993.
- [PRES93] R. S. Pressman. "Ingeniería del software: Un enfoque práctico". McGraw Hill. Tercera edición, 1993.
- [LIE89] Anund Lie y otros. "Change Oriented Versioning in Software Engineering Database". Proc. of 2nd Intern. Workshop on Software Configuration Management (ACM). Vol 17, nº 7, noviembre 1989.

Pedro González García; Juan Carlos Granja Alvarez; Juan Antonio Martínez Guirado; Manuel J. Barranco García
Grupo de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería del Software; Universidad de Granada.
E-mail: GILSIIS@UGR.ES

Estudio de factores de calidad del software partiendo de la ERCU

1. Introducción

La implantación de un sistema de calidad en una organización ayuda a mejorar la gestión del desarrollo de software, y esto traerá como consecuencia una disminución de los problemas y errores, favoreciendo las relaciones y comunicación entre las personas y grupos de organización, y de éstos con los clientes.

Utilizar un sistema de calidad para la gestión de proyectos aumenta inicialmente los costes de desarrollo del proyecto, pero debe disminuir en mucha mayor medida los costes de su mantenimiento.

La gestión de la calidad dentro de la ingeniería del software va encaminada al aseguramiento de la calidad del software a lo largo del proceso de desarrollo.

La garantía de calidad del software, aplicada a lo largo de todo el proceso de ingeniería del software, engloba a los métodos y herramientas de análisis, diseño, codificación y prueba, al control de la documentación y de los cambios, a los procedimientos para asegurar el ajuste a los estándares, y a los mecanismos de medida (métricas) e informes.

Para aplicar el sistema de calidad al ciclo de vida es necesario la utilización de métricas adecuadas que permitan medir la calidad del proyecto (en realidad, comparamos los parámetros de calidad de éste con estimaciones realizadas mediante el uso de estándares o datos que aporta la experiencia en otros proyectos). En el contexto en que no encontramos, atenderemos principalmente a las métricas de productividad y de calidad.

Las métricas se utilizan para evaluar y controlar el proceso de desarrollo del software, de forma que permitan:

- Indicar la calidad del producto.
- Evaluar la productividad de los desarrolladores.
- Evaluar los beneficios (en cuanto a calidad y productividad) derivados del uso de nuevos métodos y herramientas de ingeniería del software.
- Establecer una línea base para la estimación.
- Justificar el uso de nuevas herramientas o de formación adicional.

Pero es necesario utilizar las métricas más adecuadas para conseguir el control, seguimiento y mejora de la calidad, y para ello es necesario determinar los factores de calidad más importantes dentro del proyecto.

2. Situación actual y problemática

Para implementar el esquema de control de la calidad, vamos a utilizar la metodología del Grupo de Control de Calidad (GCC) [GRA92]. El funcionamiento del GCC se muestra en

la **figura 1** del artículo 'Estudio gráfico para el análisis de la calidad de software' en este mismo número.

El GCC se encarga de determinar las Especificaciones de Requerimientos de Calidad del Usuario (ERCU). El GCC se compone de dos elementos, el EDPRAI (elemento de dirección del programa de revisiones y análisis de la información) y el EDPI (elemento decisor en primera instancia).

El EDPRAI se encarga de la recogida de información sobre el desarrollo del software, el tratamiento estadístico de esta información, y la aplicación de las métricas, y su objetivo es establecer el estándar de calidad de todo el proceso. El EDPI se encarga de realizar un estudio reiterativo de los impactos entre factores de calidad y errores de desarrollo.

De esta forma, el GCC utiliza los valores de las métricas como elemento objetivo para establecer la calidad del producto mediante comparaciones. El GCC utiliza como herramienta para el control de la calidad la Matriz de Relaciones Lógicas entre defectos de producción del software y factores de calidad, para intentar satisfacer al máximo los requerimientos de calidad del usuario. La utilización de esta herramienta obliga a resolver el problema de la elección de las variables a incluir dentro de la matriz de relaciones lógicas (MRL); es decir, decidir qué aspectos tienen mayor importancia dentro del proyecto de cara a satisfacer los requisitos de calidad.

Para resolver este problema, se puede establecer una línea base para las métricas. La línea base consiste en datos recogidos de proyectos de desarrollo de software anteriores, donde además de simples medidas orientadas al tamaño o a la función, se pueden añadir métricas de calidad como: corrección, facilidad de mantenimiento, integridad, facilidad de uso, etc.

Sin embargo, el establecimiento de la línea base es complicado, puesto que durante la evolución y el proceso de producción del software pueden alterarse los factores que determinan el grado de calidad del software.

3. Solución propuesta

El problema que hay que resolver consiste en establecer qué variables intervienen en cada tipo de proyecto, o en cada proyecto en concreto. Dentro del esquema metodológico, la delimitación de las variables a estudiar es responsabilidad del EDPRAI.

Al estar dentro de un entorno de calidad, lo más inmediato es establecer los factores de calidad como variables más importantes para el proyecto. Sin embargo, la influencia de estos factores en la calidad dependerá tanto del tipo de proyecto como de sus características concretas. Además, la influencia de los factores puede verse alterada durante el desarrollo del proyecto.

Los factores de calidad, entre los que debemos seleccionar los más importantes, son los enunciados por McCall [MCC77]: OPERACIONES DEL PRODUCTO (Corrección, Fiabilidad, Eficiencia, Integridad, Facilidad de uso), REVISION DEL PRODUCTO (Facilidad de mantenimiento, Flexibilidad, Facilidad del prueba), TRANSICION DEL PRODUCTO (Portabilidad, Reusabilidad, Interoperatividad). Una vez escogidas las variables de entre los factores de calidad, la matriz de relaciones lógicas entre errores y factores de calidad se utilizaría para comprobar la calidad en un momento determinado y para estudiar su evolución a lo largo del proyecto.

Para escoger las variables de entre los factores de calidad, podríamos utilizar un método que obtuviese los factores de calidad más importantes para el proyecto a través de la Especificación de Requisitos de Calidad del Usuario (ERCU). Esto está justificado puesto que aunque la ERCU no es la única especificación de calidad para el producto, sí es la más importante para el usuario y es en la que se debe hacer mayor esfuerzo. De esta forma, una vez obtenida la ERCU, se podrían obtener automáticamente cuáles de los factores de calidad son los más importantes para el proyecto.

El siguiente paso consiste en expresar la ERCU en términos de categorías de requisitos. Una forma de hacerlo es utilizar las **Propiedades no Funcionales** que define **EuroMétodo** [EUR94].

Las propiedades no funcionales caracterizan a los requerimientos que limitan la forma en que se realiza el sistema de información en lugar de describir la estructura y funcionalidad que debe tener el sistema (que son las propiedades funcionales). Las propiedades no funcionales se refieren a la calidad del sistema y a sus limitaciones de recursos, pudiendo aplicarse al sistema de información completo o a algunos de sus componentes. En EuroMétodo se establecen las siguientes propiedades no-funcionales:

- Coste
- Beneficio
- Volumen
- Frecuencia
- Duración
- Eficiencia
- Seguridad
- Criticalidad
- Exactitud
- Facilidad de mantenimiento
- Portabilidad
- Facilidad de uso

La importancia de cada una de las propiedades no funcionales vendrá dada por las prioridades de los requisitos de la ERCU a que corresponde cada propiedad. De esta forma no solo tenemos representada la ERCU en categorías, sino también su importancia o prioridad respecto del resto de requerimientos de calidad del usuario.

Llegados a este punto, hay que establecer la relación entre las propiedades no funcionales y los factores de calidad, para obtener los factores que son más importantes para el producto. Para ello, podemos utilizar una tabla de propiedades no funcionales y factores de calidad. La relación entre algunos de ellos es inmediata, y del resto puede obtenerse fácilmente.

Utilizando esta tabla, se pueden obtener los factores de calidad que van a ser más influyentes dentro del proyecto, lo que nos permitirá escoger sólo los más importantes para llevar a cabo la gestión de la calidad.

Al utilizar sólo los factores más influyentes, podemos reducir el coste que supone la gestión de la calidad dentro del proyecto, además de obtener una idea más real de los niveles de calidad que se alcanzan en las distintas fases del proyecto. También permite observar la evolución de la calidad a lo largo del proceso, y a partir de esto estimar los niveles de calidad de futuras etapas.

Una vez que se han establecido los factores de calidad que se van a estudiar dentro del proyecto, sólo será necesario revisarlo si hay cambios que afecten a la especificación de requerimientos de calidad del usuario. En este caso, se repetirá el proceso de selección de variables.

4. Conclusiones

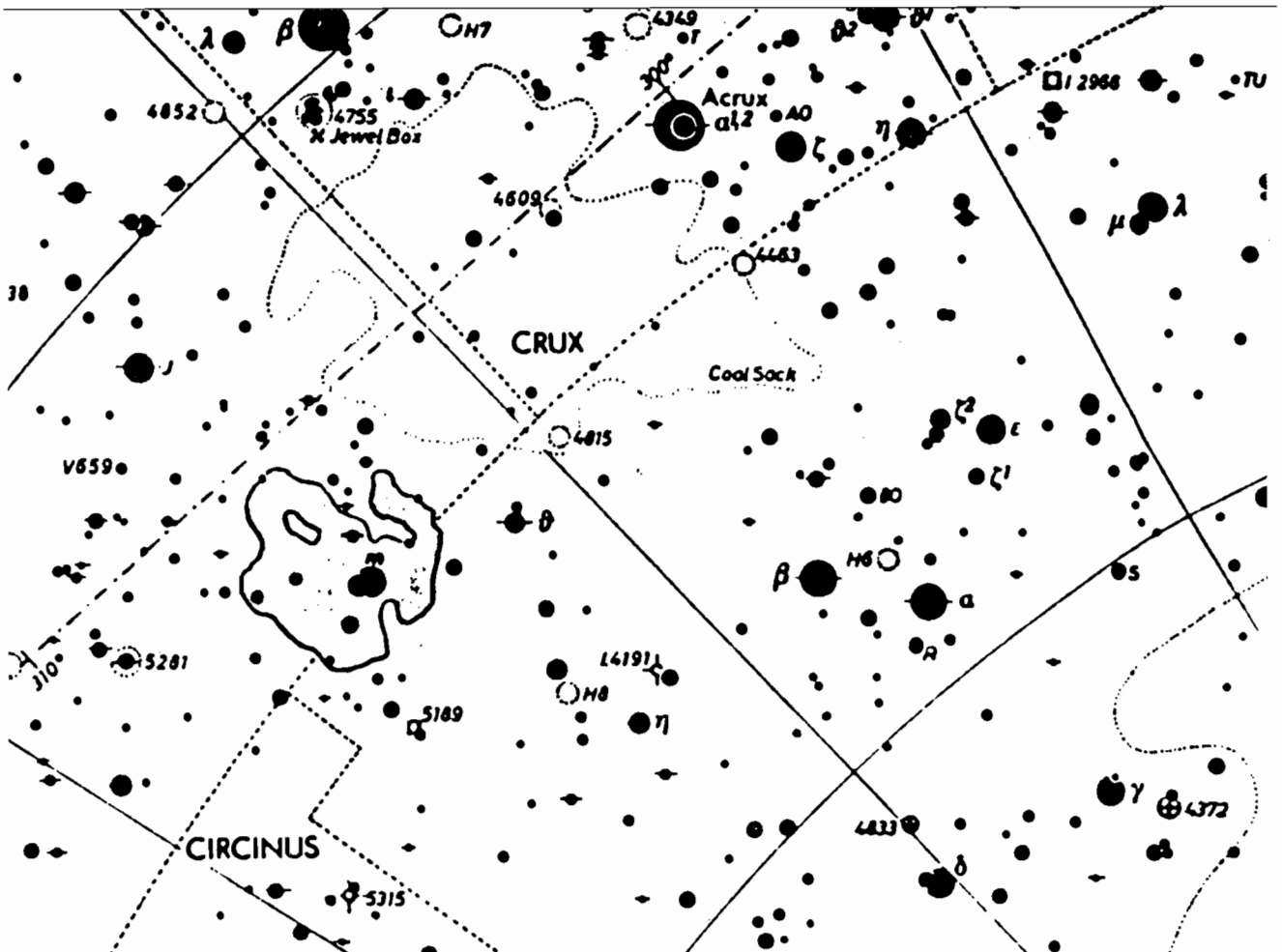
La gestión de la calidad va tomando cada día mayor importancia en el ámbito del desarrollo de software. De esta forma, los esfuerzos encaminados a integrar la gestión de la calidad dentro de la gestión de los proyectos deben provocar también un aumento de la productividad.

Sin embargo, lo costoso de la implementación de un sistema de calidad dentro de la empresa ha hecho que se cuestione su utilización en un gran número de casos. El uso de métodos como el presentado aquí puede provocar una simplificación del sistema de gestión de la calidad, a la vez que una expresión más objetiva de la calidad del producto.

Este esquema permitiría la evaluación de la calidad del proyecto sin que se vea afectada por los cambios, puesto que permite reconsiderar los factores de calidad a estudiar a la vez que evoluciona el proyecto.

Referencias bibliográficas

- [EMA93] Emaldi, Mikel; Villate, J. M. "Calidad de software e ISO 9000". Informática y Automática Vol. 26 - 3/ 1993; páginas 25 a 33.
- [EUR94] Euromethod Concepts Manual 2: Deliverable Model. Euromethod Project, 1994.
- [GRA92] Granja Álvarez, Juan Carlos. "Contribución al estudio de las técnicas de garantía de calidad". Novática, Vol. XVIII, num. 99; páginas 34 a 38.
- [JEA92] JeanRenaud, A.; Romnazzi, P.; Scoyni, C. "Evaluation Process for Software Products Quality: A Methodology". 3rd European Conference on Software Quality. Madrid, 1992.
- [MCC77] McCall, J., P. Richards, and G. Walters. "Factors in Software Quality", NTIS AD-A049-014, 015, 055, Noviembre 1977.
- [MET92] Metodología de Planificación y Desarrollo de Sistemas de Información. Métrica Versión 2. Guía de Referencia.
- [PRE93] Pressman, R. S. "Ingeniería del Software, un enfoque práctico", tercera edición. McGraw-Hill. 1993.



José Ramón Zubizarreta

Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos.
Facultad de Informática San Sebastian
jipzuaij@si.ehu.es

Una propuesta para aumentar la consistencia del Análisis y Diseño de los Sistemas de Información

Resumen: La complejidad de los actuales sistemas de información hace que los desarrolladores de software agradezcan la existencia de herramientas que automaticen las labores de Análisis y Diseño. El compilador de diagramas objeto que presenta este artículo trata de automatizar las labores de desarrollo haciendo que el propio sistema asuma la responsabilidad de mantener la consistencia del trabajo realizado.

1. Introducción

Las metodologías estructuradas de análisis y diseño (SSADM, Merise, Gane/Sarson, Yourdon/De Marco) se caracterizan por estructurar un proyecto informático en actividades pequeñas y bien definidas, especificando la secuencia e interacción de las mismas de una forma clara y precisa. Otra dimensión importante es que estas metodologías emplean técnicas diagramáticas para conseguir una definición más precisa del problema a tratar que sea comprensible tanto por los usuarios como por los desarrolladores.

La automatización de las labores de análisis y diseño de un proyecto informático mediante el desarrollo de herramientas de software adecuadas permite construir sistemas de información consistentes, de calidad y fáciles de mantener. Es evidente que estas herramientas no eliminan las decisiones de cómo ejecutar las sucesivas tareas, ni la creatividad, experiencia e intuición necesarias que el equipo de desarrollo debe poseer.

En este contexto se desarrolla el compilador de diagramas objeto presentado. A grandes rasgos, este compilador de diagramas pretende transformar la representación física, y podemos decir sintáctica, de los elementos utilizados en las técnicas diagramáticas a una representación lógica con un nivel de abstracción superior. Este modelo lógico suministrará información semántica sensible a los patrones de comportamiento usados en la metodología de análisis y diseño empleada.

El trabajo presenta en un primer apartado cuál es el dominio elegido para desarrollar el compilador para posteriormente pasar a definir el mismo. Los subapartados que siguen exponen cuáles son los pasos seguidos por la entrada fuente hasta obtener la salida requerida, para finalizar recogiendo las conclusiones y los desarrollos futuros que se preveen.

2. Compilador de diagramas objeto para SSADM

SSADM (Structured Systems Analysis and Design Method) [Ashworth y Googland, 89] al igual que otras metodologías estructuradas (Merise, Gane/Sarson, Yourdon/De

Marco,..) analiza y diseña un sistema de información estructurando distintas vistas del mismo problema. SSADM utiliza tres técnicas diagramáticas de tal forma que al final del análisis los tres puntos de vista ortogonales del sistema se validan con el objeto de obtener una representación del sistema lo más coherente posible. Las tres técnicas diagramáticas que SSADM utiliza son las siguientes :

- La **estructura lógica de datos** (*LDS, Logical Data Structure*) captura la estructura estática de un sistema mostrando las entidades que intervienen en la misma así como las relaciones que existen entre ellas.
- El **diagrama de flujo de datos** (*DFD, Data Flow Diagram*) muestra cómo circula la información entre los distintos procesos del sistema.
- La **historia de la vida de la entidad** (*ELH, Entity Life History*) expresa como cambia la información a lo largo del tiempo y cuál es el contexto en el que se realiza el cambio.

Tras mostrar el dominio de trabajo a utilizar por el compilador de diagramas objeto, se puede presentar éste como un programa que acepta como entrada diagramas objeto, es decir gráficos-objeto asociados semánticamente en este caso a una metodología de análisis y diseño; produciendo como salida esquemas relacionales (*database schemas*).

La diferencia de niveles de abstracción existentes entre las entradas suministradas y las salidas a obtener han llevado a estructurar el proceso de compilación en diferentes pasos tal como se refleja en la **figura 1**.

El primer paso lee una descripción ASCII en formato PostScript producido por un editor gráfico de propósito general (MacDraw) y construye el **modelo geométrico** del diagrama analizado. Este modelo tiene como objetivo representar el diagrama objeto inicial como una serie de primitivas gráficas que facilitan el paso al siguiente modelo.

En el segundo paso se obtiene el **modelo conectivo** elevando el nivel de abstracción del modelo conseguido anteriormente. En éste las primitivas gráficas se conectan de forma adecuada, iniciándose el proceso de interpretación del diagrama.

El proceso culmina en el tercer paso de compilación para obtener el **metamodelo interno**, que captura el comportamiento semántico de cada uno de los elementos gráficos del diagrama.

El cuarto y último paso transforma el metamodelo interno en un **metamodelo de base de datos**. Esta última salida se usará como un fichero script para cargar un diccionario de datos. En

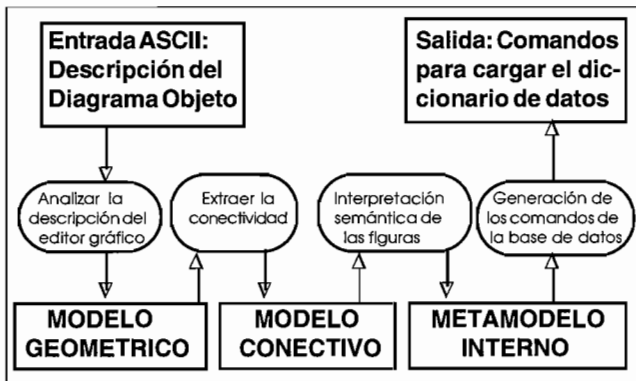


Figura 1. Etapas del proceso de compilación de diagramas

este caso se ha usado Informix pero puede emplearse cualquier sistema gestor de base de datos que soporte SQL.

2.1. Modelo geométrico

El modelo geométrico representa los diagramas como una serie de primitivas gráficas. En este paso de compilación los objetos gráficos coexisten pero no tienen relaciones entre ellos. El compilador lee descripciones ASCII en formato PostScript que hacen referencia a elementos gráficos de alguna de las vistas de SSADM. Por ejemplo, un proceso como el mostrado en la **figura 2**, con las coordenadas e información textual reseñadas, tendrá asociado el siguiente formato PostScript :

```

%Definición de un proceso SSADM con
%origen de coordenadas x0 y0

/rectangulo
{ newpath
  x0y0 moveto % Posición inicial para el rectangulo
  0 y2 rlineto % Dibujamos el rectangulo
  x2 0 rlineto
  0 -y2 rlineto
  -x2 0 rlineto
  closepath
  4 setlinewidth
  x0y3 moveto % Posición inicial para la línea horizontal del proceso
  x2 0 rlineto % Dibujamos la línea horizontal
  x3y3 moveto % Posición inicial para la línea vertical del proceso
  0 y2 rlineto % Dibujamos la línea vertical
  stroke
  showpage
}
    
```

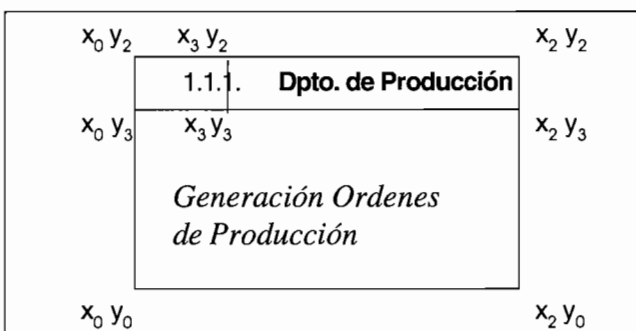


Figura 2. Descripción de un proceso en notación SSADM

```

/texto_identificador
{
  /Times-Roman findfont % Especificamos el tipo fuente a usar
  10 scalefont % Escalamos la fuente al tamaño deseado
  setfont % Caracterizamos el tipo fuente elegido
  x y moveto % como el currentfont
  (1.1.1) show % Indicamos el string deseado para mostrar
  showpage
}
    
```

```

/texto_localización
{
  /Times-Bold findfont % Especificamos el tipo fuente a usar
  10 scalefont % Escalamos la fuente al tamaño deseado
  setfont % Caracterizamos el tipo fuente elegido
  x y moveto % como el currentfont
  (Dpto. de Producción) % Indicamos el string deseado para mostrar
  show
  showpage
}
    
```

```

/texto_descripción
{
  /Times-Italic findfont % Especificamos el tipo fuente a utilizar
  12 scalefont % Escalamos la fuente al tamaño deseado
  setfont % Caracterizamos el tipo fuente elegido
  x0 y0 moveto % como el currentfont
  (Generación ordenes) % Indicamos el string deseado para mostrar
  xc yd moveto
  (de Producción)
  show
  showpage
}
    
```

A efectos de tener una interpretación consultable del análisis realizado por el compilador obtenemos una salida textual de este paso de compilación que es notablemente más legible que el texto fuente PostScript utilizado a la entrada. Continuando con el ejemplo de la **figura 2** el compilador suministrará la siguiente información textual :

```

<PROCESO
  <Rectángulo(x0y0)[ancho][largo]>
  <Línea_Horizontal(x0y3)[tamaño]>
  <Línea_Vertical(x3y3)[tamaño]>
  <Línea_Texto_Identificador
    <Lorigen(x,y)>
    <La línea <izquierda>>
    <LFuente <Times-Roman>>
    <LTamaño <10>>
    <LTexto <1.1.1>>
  >
  <Línea_Texto_Localización
    <Lorigen(x,y)>
    <La línea <izquierda>>
    <LFuente <Times-Bold>>
    <LTamaño <12>>
    <LTexto <Dpto. de Producción>>
  >.....
>
    
```

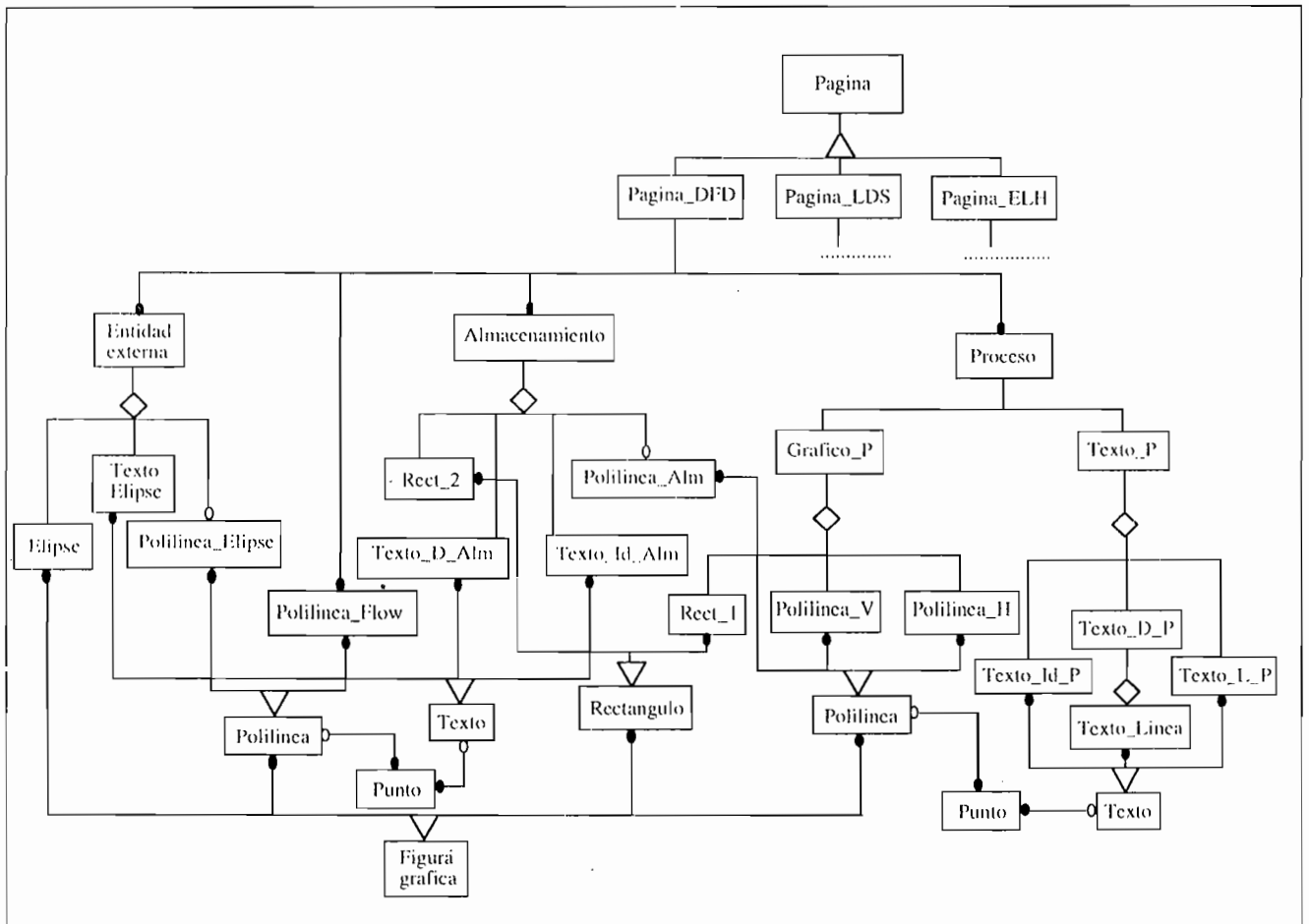


Figura 3. Modelo geométrico del compilador de diagramas

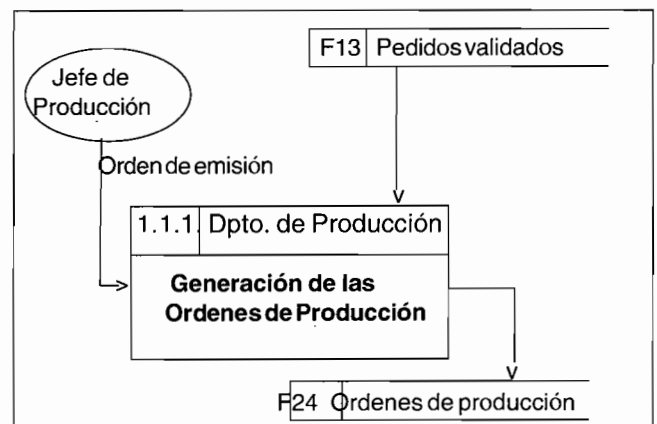
El editor gráfico usado organiza los componentes en páginas, cada una constituida por elipses, rectángulos, polígonos, polilíneas y líneas de texto. Estos componentes son la semilla a partir de la que van construyendo, principalmente por agregaciones y generalizaciones, los componentes más complejos de cada una de las vistas del sistema de información tratado.

La figura 3 refleja el modelo geométrico que utilizará el compilador en este primer paso para estructurar todos y cada uno de los componentes que se han especificado en el Diagrama de Flujo de Datos (DFD) de la fase de análisis del problema estudiado.

Una página DFD estará constituida por unidades de tipo almacenamiento, proceso, entidad externa y flujo de datos. Estas unidades son objetos agregados que surgen de la relación 'parte-todo' o 'una-parte-de' en la que unos objetos que representan la función de componentes se asocian con un objeto que representa el objeto agregado.

La **agregación**, al ser una clase especial de relación, reúne una serie de propiedades semánticas características, es transitiva y antisimétrica. Esta relación permitirá agrupar primitivas gráficas para formar elementos conceptuales gráficos más complejos y, paradójicamente, más manejables en el siguiente paso del proceso de compilación.

El uso de la **generalización**, conocida habitualmente como la relación 'es-un' (los rombos de los gráficos especifican relaciones de agregación y los triángulos generalizaciones; una elipse sombreada expresa una cardinalidad de 'muchos' mientras que una elipse blanca una cardinalidad 0 ù 1), permite particularizar las primitivas gráficas haciendo que cada uno de los descendientes adopte una semántica propia relacionada con el elemento complejo al que asociamos. Esto permite incluir un factor discriminante en el comportamiento de dos figuras gráficas asociadas a la misma primitiva gráfica; lo que, posteriormente, resultará de suma utilidad a la hora de



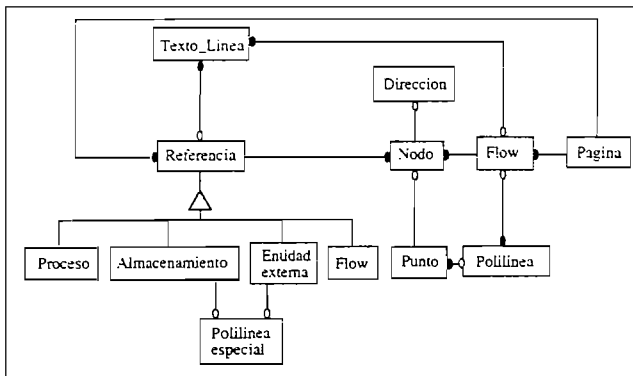


Figura 4. Modelo conectivo del compilador de diagramas

obtener la interpretación semántica de la entrada gráfica. Ilustremos todo lo dicho mediante el siguiente ejemplo gráfico.

En este caso, el proceso identificado con la etiqueta 1.1.1 en el análisis del problema estará constituido por elementos que son especializaciones de las primitivas gráficas. Estos elementos serán a su vez componentes de la clase agregada proceso lo que permitirá contextualizar las especializaciones realizadas en un elemento gráfico más complejo y aprovechable posteriormente. El proceso en cuestión estaría formado por información gráfica (gráfico_P): un rectángulo (rectángulo_1), una línea horizontal (polilínea_h), una línea vertical (polilínea_v) e información textual (texto_P). Esta última información estará constituida por información descriptiva del proceso (texto_D_P), un identificador (texto_id_P) e información del lugar en el que se ejecuta el proceso (texto_L_P).

Utilizaremos el mismo procedimiento para estructurar la información referida a la entidad externa (Jefe de Producción) y a los dos almacenamientos mostrados en el gráfico (Pedidos Validados y Ordenes de Producción).

2.2. Modelo conectivo

El segundo paso del proceso de compilación tiene como objetivo consolidar el incipiente análisis geométrico realizado hasta el momento. Este paso clasifica los tamaños y las formas y detecta las interacciones y los enlaces que existen entre las primitivas gráficas.

El modelo conectivo contempla el diagrama gráfico desde el punto de vista topológico. Los elementos gráficos del diagrama constituyen bloques que están unidos por conexiones. Igual que en el anterior modelo, tanto los bloques como las conexiones están agrupados en páginas (figura 4). Las clases **referencia**, **nodo** y **flow** constituyen el núcleo del modelo conectivo. Las relaciones asociadas especifican que todo elemento gráfico complejo (referencia) de un DFD (proceso, almacenamiento, entidad externa o flujo de datos) se asocia con otro elemento complejo mediante un flujo de datos (flow). Este flujo de datos está formado por una sucesión de puntos en la que uno de ellos juega el papel de nodo conector (nodo) teniendo este nodo facultativamente una dirección asignada.

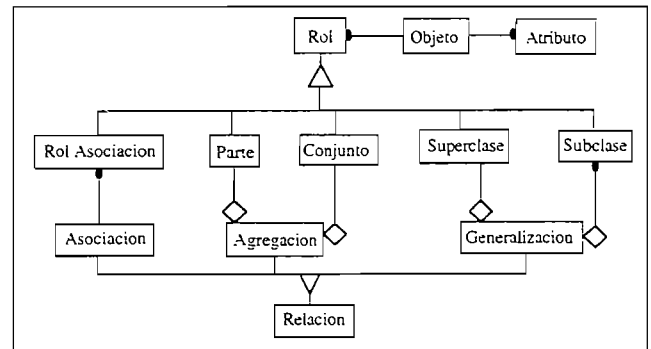


Figura 5. Metamodelo interno

Volviendo al ejemplo del anterior apartado, el proceso identificado con 1.1.1 constituirá una referencia a un proceso que tendrá tres nodos relevantes asociados respectivamente a una entidad externa y a dos almacenamientos distintos. Evidentemente, estos nodos se asocian también a flujos de datos mediante la relación que existe entre las clases **nodo** y **flow**. Con esto conseguimos que los flujos de datos tengan referenciados uno de sus extremos (en el ejemplo que estamos analizando todos conectan con el proceso 1.1.1). El siguiente paso consiste en crear las instancias referencia colocadas en los otros extremos de los flujos de datos (en nuestro caso una entidad externa y dos almacenamientos) para cada una de las instancias de la clase **flow** creada hasta el momento.

La repetición exhaustiva de este procedimiento con los demás flujos de datos de la página donde aparece el diagrama gráfico permite obtener todas las conectividades que existen entre los elementos gráficos complejos del DFD estudiado. Ahorramos la explicación sobre los diagramas gráficos que representan el LDS y la ELH ya que el procedimiento a seguir usa las mismas pautas de comportamiento que las mostradas con los DFD.

2.3. Metamodelo interno

El trabajo desarrollado hasta ahora por el compilador de diagramas gráficos ha sido meramente sintáctico. Su cometido ha consistido en analizar elementos gráficos y estructurarlos (paso 1) para posteriormente obtener las conectividad existente entre los mismos (paso 2).

El tercer paso de la compilación eleva el nivel de abstracción realizando una interpretación semántica de las figuras representadas en los diagramas analizados: interpretación de diferente naturaleza para cada una de las vistas del sistema de información en estudio. Es decir, en los DFD, los campos de los almacenamientos se relacionan con los atributos de las entidades u objetos del modelo de datos utilizado. De la misma forma, los procesos a mecanizar se asocian a funciones y módulos de programas.

En las historias de la vida de la entidad (ELH) los eventos asociados a una entidad se deberán localizar en las DFD y los atributos de cada entidad deberán soportar adecuadamente las inserciones, modificaciones y borrados que se les exijan.

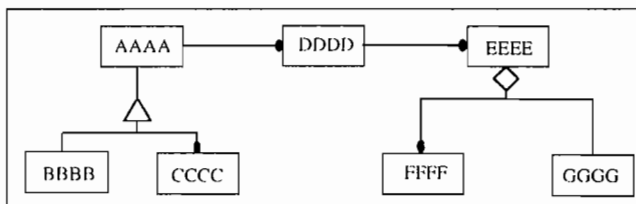


Figura 6. Modelo de datos del ejemplo

Por último, el modelo de datos, además de ser congruente con las dos vistas anteriores deberá ser gestionado, igual que en los casos anteriores por un metamodelo interno que interprete de una forma adecuada las primitivas gráficas representadas en el diagrama.

Por ejemplo, el metamodelo mostrado en la figura 5 servirá para generar instancias de clases y asociaciones o relaciones y, además, permitirá representar agregaciones y generalizaciones como las utilizadas en los modelos precedentes.

Finalizamos este apartado ilustrando cuál será el diagrama instancia que suministrará el compilador una vez que haya analizado el hipotético modelo de datos de la figura 6 en el que hemos representado todas las relaciones posibles con sus cardinalidades asociadas.

3. Conclusiones y líneas de desarrollo futuras

El compilador de diagramas gráficos que acabamos de presentar permite crear un diccionario de datos de la aplicación informática. Este diccionario de datos permitirá tener una visión consistente y completa de la información contenida en cada uno de los diagramas empleados en el análisis y diseño. Esta información contenida en el diccionario garantiza que no haya conexiones ilegales y que todos los flujos de datos tengan un contenido asociado. También permite hacer referencias cruzadas entre los procesos del sistema y los datos utilizados. En cuanto al modelo de datos realiza el proceso de normalización de una forma semiautomática.

Todas estas características hacen que el desarrollo de un buen compilador de diagramas gráficos para una metodología estructurada sea de suma importancia para garantizar la consistencia de toda la información creada por el equipo de desarrollo, haciendo que el análisis realizado sea reusable y extensible en desarrollos futuros con un esfuerzo menor y más eficiente. Esta filosofía de trabajo permite crear un interface mucho más amigable entre el desarrollador y el sistema, automatizando muchas labores de desarrollo de software que pasan a integrarse en el propio sistema informático.

El compilador está siendo implementado utilizando el entorno de programación orientado al objeto Eiffel 2.3 [Meyer, 88].

Los desarrollos futuros que se preveen para el compilador de diagramas están dirigidos a incrementar su utilidad aplicandolo a metodologías orientadas al objeto de tipo OMT o Booch [Rumbaugh et al, 91; Booch, 94].

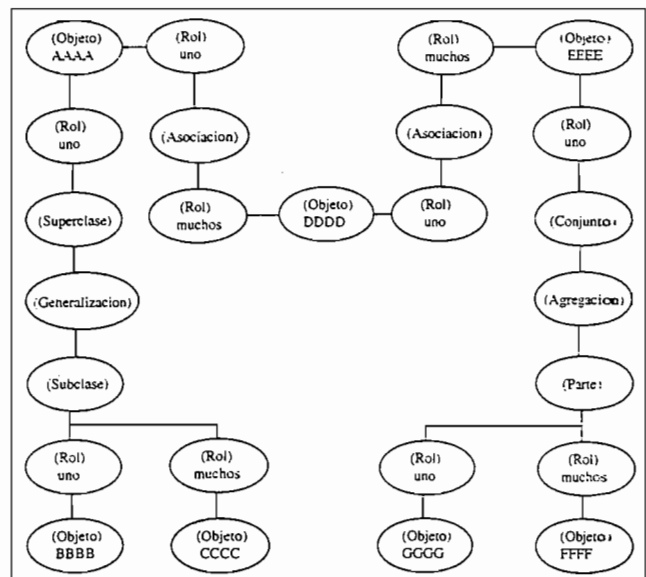


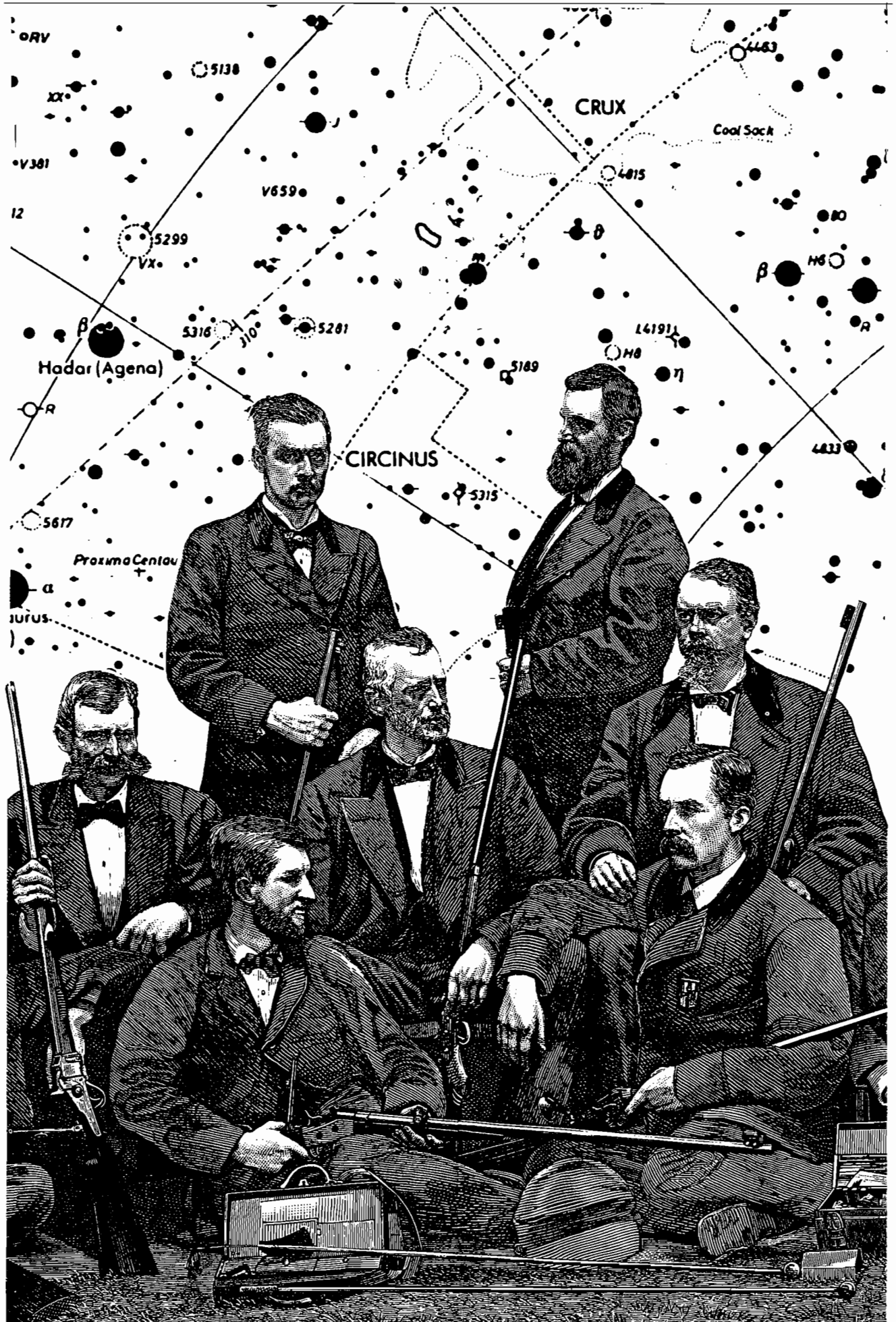
Figura 7. Diagrama instancia del modelo de datos de la fig. 6

Agradecimientos

El desarrollo de este trabajo se ha financiado parcialmente a través de las ayudas concedidas por la Excm. Diputación Foral de Gipuzkoa y el Gobierno Vasco-Eusko Jaurlaritz.

Bibliografía

- Ashworth, C. y Goodland, M. SSADM. "A practical approach". Mc Graw-Hill.1989.
- Barros, O. "Object-Oriented Case-supported development of Information Systems". Journal of Systems and Software. Vol 24. N+ 2. 1994. Pags. 95-113.
- Booch, G. "Object-Oriented Analysis and Design with Applications". Benjamin Cummings.1994.
- Brandl, D., Worley, J. "An implemented Object Model of the Software Engineering process". Journal of Systems and Software. Vol 23. N+ 2. 1993. Pags. 171-182.
- Gane, C. "Computer-Aided Software Engineering". Prentice-Hall.1992.
- Kuo, F. "A Methodology for deriving an Entity-Relationship Model based on a Data Flow Diagram". Journal of Systems and Software. Vol 24. N+ 2. 1994. Pags. 139-154.
- Meyer, B. "Object Oriented Software Construction". Prentice-Hall. 1988.
- Pressman, R. "Ingeniería del Software. Un enfoque práctico". Mc Graw-Hill. 1993.
- Rumbaugh, J., Blaha, J., Premerlani, W. "Object-Oriented Modeling and Design". Prentice-Hall. 1991.
- Schreiner, A., Friedman, H. "Introduction to Compiler Construction with UNIX". Prentice-Hall. 1985.



Francisco Delgado Azuara
 Jefe de Área de Centro de Informática del
 Instituto Nacional de Seguridad Social

Experiencia del Proyecto SOSENET

Introducción: En el número 108 de Novática, aparecía un artículo sobre 'La transmisión electrónica de datos (EDI) en Europa (perspectiva jurídica)'. Un caso práctico de transmisión transeuropea, utilizando servicios EDI y estándares EDIFACT, es el proyecto TESS-SOSENET. Por ese motivo, creemos que puede aportar una visión interesante sobre el tema el artículo que reproducimos a continuación. Se trata de la ponencia expuesta por su autor durante la VII Conferencia de Procesamiento de Datos en la Seguridad Social, organizada por la Asociación Internacional de Seguridad Social (AISS), que tuvo lugar en La Haya a principios de junio de 1994.

Ponencia

La informática en la Administración no es un fin en sí mismo, sino un instrumento que nos permite dar más y mejor servicio. Pero todo tratamiento informático tiene una parte previa cuyos beneficios pueden llegar a ser superiores a los que aportan los propios procesos de automatización.

Cuando un archivo, conjunto de archivos o cualquier sistema de gestión presenta problemas, suele pensarse en utilizar los medios que proporciona la informática para mejorar los resultados. Como todos sabemos, los primeros contactos entre informáticos y gestores obligan a entrar en profundidad en todos los procedimientos manuales y en la propia organización de la información. Las metodologías que es necesario aplicar obligan a racionalizar los procesos y a optimizar al máximo los ficheros, mediante los procesos que nosotros llamamos 'normalización' y que no son, en el fondo, más que un uso sistemático del sentido común y de la experiencia. La conclusión de todo este proceso es un aspecto del problema, tan distinto del inicial que en más de una ocasión, y conozco casos reales, ha parecido innecesaria la automatización.

No es el caso del proyecto al que nos referiremos en este informe. Pero podemos decir que los estudios hechos por los grupos de trabajo que han intervenido en su desarrollo han llevado a conclusiones y recomendaciones que se extienden incluso a los países que no participan en el la fase inicial de este proyecto. Podríamos decir que han salido a la luz una serie de problemas que son independientes del medio que se emplee para el tratamiento de la información, si bien un proceso informático los pone aún más de relieve. Y es en ese punto donde creemos que nuestra experiencia puede ser particularmente valiosa a un gran número de países que participan en este Foro.

Nos estamos refiriendo al SOSENET¹, en el que España participa activamente como miembro de la Unión Europea. Aunque muchos de Vds. ya lo conocerán y aún a riesgo de repetir lo que se haya dicho en otros informes de esta conferencia, vamos a esbozar las grandes líneas de este proyecto y a explicar muy someramente los conceptos principales a los que vamos a hacer referencia en este trabajo.

A modo de introducción, podríamos decir que la formación de una comunidad de naciones, como la CEE, tuvo como consecuencia natural la de una necesidad de garantizar los derechos de sus ciudadanos en materia de Seguridad Social. Nace así lo que conocemos como Seguridad Social de los Trabajadores Migrantes, apuntando hacia la meta de la libre circulación de trabajadores: un ciudadano tiene los mismos derechos cualquiera que sea el país de la Comunidad en que se encuentre.

La consecuencia es una serie de preceptos legales que a su vez dan lugar a unos intercambios de información entre los países miembros. La lentitud de los intercambios por vía papel hizo pensar en su automatización. Con tal fin se creó un grupo de trabajo² cuya principal misión era estudiar el intercambio de información entre los estados miembros mediante procedimientos informáticos. España participó en este grupo desde noviembre de 1985. Por entonces se celebraba la 27ª reunión de este grupo, lo que da idea de su veteranía. Como consecuencia de los estudios efectuados, surge la necesidad de ir hacia unos intercambios por red electrónica y, en consecuencia, el proyecto EDIS³. En él participan, en un principio, cinco de los países comunitarios, entre los que se encuentra España (posteriormente el número se amplió a siete).

Esta tentativa no fue más allá del estudio de viabilidad, pero inmediatamente surgió su heredero directo y más ambicioso: SOSENET. En este proyecto juega un papel muy importante un consorcio Europeo de empresas, una por cada uno de los países participantes en el proyecto piloto. Así por ejemplo, por parte española se encuentra la empresa ERITEL. El piloto de este proyecto, sobre el que actualmente estamos trabajando, trata de la transmisión y tratamiento de los Formularios de la serie E-500. De forma intuitiva, podríamos decir que estos formularios pretenden la centralización en el país de nacionalidad de los datos correspondientes a una actividad laboral que afecta a varios países. Posteriormente, un año antes de alcanzarse la edad de jubilación se efectuará una reconstrucción de la carrera laboral, con vistas a la aceleración del trámite de las pensiones. Los formularios E-500 son los documentos mediante los que se intercambia la información necesaria para mantener al día la vida laboral o para recopilar los períodos trabajados.

En cuanto al estado actual del proyecto, podemos decir que se está trabajando en su próximo pase a producción. Respecto al futuro, esta prevista su extensión en primer lugar a los documentos utilizados en el trámite de pensiones (E-200), y sucesivamente a todas las áreas de la Seguridad Social y todos los países de la Unión Europea.

Tras ver la idea general del proyecto, comentaremos los aspectos de los que podamos extraer conclusiones útiles para todos. En primer lugar, en todo intercambio de datos tenemos que empezar por plantearnos **qué información queremos**

intercambiar. Deberemos establecer claramente qué es lo que entendemos por cada uno de los conceptos que habitualmente se manejan en los intercambios de Seguridad Social. Aunque pueda parecer increíble, después de muchos años de trabajo, nos dimos cuenta que no sabíamos exactamente a qué nos estábamos refiriendo cuando hablábamos del 'nombre'. El problema puede ser, en buena parte, de traducción. Así la palabra inglesa 'name' suele traducirse al español, y posiblemente a otras lenguas, por nombre, palabra que en nuestra lengua hace referencia al nombre de pila (en inglés *forname*, en francés *nom*, *Vorname* en alemán, *nome* en italiano), mientras que en inglés nos estamos refiriendo a nombres y apellidos. De ahí surgió una confusión en cuanto a los nombres de los padres. Mientras España hacía referencia a los nombres de pila de los padres, otros países interpretaban que estábamos hablando del nombre y los dos apellidos.

Por otra parte, la composición de los apellidos es distinta en cada Estado. Este hecho nos ha originado muchos problemas. Durante años, se han estado recibiendo en España los formularios E-500 en papel, la forma más tradicional de cualquier documento. Los intentos de tratamiento nos han dado porcentajes de éxito no superiores al 1%. ¿Por qué? Por la sencilla razón que nuestro sistema de formación de apellidos es diferente a la del resto de los países de la CEE, entre los que se realiza el intercambio. En la práctica totalidad de los documentos, o bien figuraba un sólo apellido, o bien no se podía distinguir si las partículas que lo componían respondían a un apellido compuesto.

Pero aún hay más. En España el concepto '**nombre**' es prácticamente inmutable, salvo contadísimas excepciones. Sin embargo, en los formularios internacionales aparecen diversos campos en los que se solicita 'nombre de familia', 'nombres anteriores' o cosas similares. En muchos países el cambio de nombre, sea por matrimonio o por otras causas, no produce ninguna extrañeza ni requiere explicación. En nuestro caso, ha sido necesario añadir un campo en la base de datos correspondiente y su tratamiento puede originarnos ciertos problemas de identificación, pues las transacciones que teníamos hasta ahora para introducir los datos de los trabajadores, lo mismo que los documentos en papel, no contemplan en absoluto estos matices. Al margen de que las distintas acepciones vuelven a hacer necesaria una definición previa de los términos que se está tratando.

Si esto ocurre con un concepto aparentemente tan elemental, cuanto más podríamos decir de términos más complicados. Tal es el caso que se nos ha planteado recientemente con la '**naturaleza de los períodos**', a propósito de los formularios que reconstruyen la vida laboral de los trabajadores. Encontramos tipos de períodos que no tienen ningún sentido en la Seguridad Social española, como debe ocurrir a otros países para los tipos que para nosotros están más claros. Y ahí topamos además con un concepto en el que subyace toda una Filosofía de Seguridad Social. Por ese motivo encontramos 'períodos de residencia', perfectamente comprensibles en aquellos países como los del norte de Europa, donde la Seguridad Social no está necesariamente ligada a trabajos realizados y cotizaciones efectuadas, como es el caso español.

Vemos como la simple definición de unos campos puede llevar a profundizar y, en consecuencia, a conocer y comprender

mejor los sistemas de Seguridad Social de otros países.

En relación con este tema, se está trabajando en SOSENET en lo que se ha dado en llamar un '**Glosario de Términos**'. Se trata de definir cada uno de los términos que figuran en los mensajes intercambiados, evitando así que contengan información que no se ajusta a lo solicitado o mal interpretada. En una primera fase, los trabajos se están centrando en los datos que permitan la identificación del trabajador y el encaminamiento del mensaje a la institución correcta.

Todos estos son problemas, en realidad, previos a cualquier tipo de mecanización y útiles en todos los casos, hasta el punto que el 'Glosario de términos' será utilizado también para los formularios en papel. En cualquier caso, si no conocemos los conceptos que estamos manejando, es imposible cualquier tipo de comunicación.

Una vez sepamos con toda seguridad de **qué** estamos hablando, será necesario saber de **quién** estamos hablando. Es decir, una vez tengamos todos los campos de los documentos perfectamente definidos y sepamos cuál es exactamente la información a intercambiar, tendremos que saber a qué ciudadano se refiere esa información. Estamos ante el problema de la **identificación de las personas**, uno de los grandes temas de debate dentro del proyecto SOSENET. Los datos necesarios para identificar a un ciudadano varían en los distintos países. Por regla general, cada organización almacena la información que necesita, independientemente de la nacionalidad del asegurado y sin tener en cuenta los datos que después pueden ser necesarios en el país de origen. Las principales polémicas sobre este particular han girado en torno al conjunto de datos que podía considerarse como mínimo necesario para la identificación de una persona en el ámbito de la Seguridad Social. Finalmente, se llegó a un **conjunto de datos mínimos** que son los siguientes:

- Clave Nacional (en el estado receptor)
- Apellidos de nacimiento
- Apellidos de familia
- Nombre (de pila)
- Último domicilio conocido (en el estado receptor)
- Fecha de nacimiento

Alternativamente, se definió otro conjunto para casos en los que el anterior no esté disponible o provoque inconsistencias:

- Apellidos de nacimiento
- Apellidos familia
- Nombre (de pila)
- Último domicilio conocido (en el estado receptor)
- Fecha de nacimiento
- Lugar de nacimiento
- Sexo

Estos conjuntos de datos se prestan a muchos comentarios. En primer lugar, habría que volver a mencionar los problemas que han dado lugar al mencionado 'Glosario de Términos'. ¿Qué entendemos por nombre? Lo hemos traducido por 'apellidos' pero no tenemos la seguridad completa. Algo parecido podríamos decir del nombre de familia ¿Es el nombre anterior al matrimonio?

Mucho más complicado es el caso de la **dirección**, que presenta unos problemas de normalización que nos parecen poco menos que insalvables. Por otra parte, en el caso español

este es un dato de escasamente significativo y al que no se presta mucha atención en su mantenimiento. Posiblemente se ha incluido a petición de ciertos países donde el organismo de gestión varía en función del lugar de residencia, o quizá por cualquier otro motivo que, si alguien nos explicara, nos permitiría comprender mucho mejor el problema. Quizá lo más importante que se ha puesto de relieve en estas discusiones es lo conveniente de **utilizar una clave de Seguridad Social en todos los intercambios**. A ser posible, debe hacerse constar tanto la clave en el país transmisor como en el receptor. Se aconseja, además, que esta clave sea única en cada país para todas las áreas de la Seguridad Social.

En el caso español, eso no representa ningún problema, puesto que el 'número de Seguridad Social' existe y es único para todo trabajador. Es más, la delegación española ha insistido mucho en que esa información figure en todos los intercambios, entre otras cosas, para paliar los problemas de identificación de los que les hablábamos antes. También es cierto que desde que han empezado los trabajos en los grupos TESS⁴, que son los que controlan el desarrollo del proyecto, cada vez son más los Formularios que llegan con los dos apellidos. Estamos en el caso que antes comentábamos: los estudios para informatizar mejoran hasta la información no mecanizada. En el orden interno, no podemos decir que la clave única sea todavía un logro absoluto, principalmente porque aún tenemos algunos ficheros donde el número de Documento Nacional de Identidad es clave de acceso, pero desde luego es una meta hacia la que vamos convencidos y que vemos casi al alcance de la mano.

Otro de los problemas más debatidos es el de determinar cuál es la institución competente que debe recibir el mensaje en otra Nación. Las diferentes estructuras administrativas pueden originar problemas a la hora de decir el punto final de destino en otro país. Puede ocurrir incluso que la Institución emisora no sea capaz de determinar cuál es la institución competente en el otro país. Hay que tener en cuenta que puede contarse más de 1000 instituciones de Seguridad Social en los doce miembros de la Unión Europea, con más de 5000 oficinas⁵, sin olvidar que los criterios que determina la competencia varían de un Estado a otro. Ya hemos mencionado el lugar de residencia y la actividad profesional, pero el lugar de trabajo o la libre elección pueden ser otras alternativas. Por otra parte, la institución receptora puede tener una organización descentralizada o centralizada, con intervención en los intercambios de todos los puntos posibles.

Se ha llegado a la solución de mantener un sólo punto de entrada por país en cada una de las áreas de Seguridad Social, e incluir en el mensaje un conjunto de datos mínimos que permitan el encaminamiento correcto del mensaje una vez llegado al país destinatario.

Llegado este punto, convendría decir algo sobre la solución técnica que se ha adoptado para el problema de las comunicaciones. Muy a grandes rasgos, diremos que el diseño se ha basado en estándares internacionales, buscando una independencia de las arquitecturas y plataformas de cada país. Así en el nivel de transporte se ha utilizado la interconexión de redes públicas X-25; para la transferencia de mensajes se ha establecido una arquitectura X-400 de correo electrónico; los mensajes se han ajustado a la normativa EDIFACT. En todos los intercambios hay un proceso de recepción o envío y traducción de

datos que se realizar de forma automática y sin intervención del usuario. Aunque ya se ha dicho anteriormente, es importante insistir en que se ha establecido un único punto de conexión en cada país, siendo responsabilidad nacional cualquier otro encaminamiento de los mensajes al usuario final.

Respecto a la adaptación a la **normativa EDIFACT**, hay que decir que se ha trabajado en colaboración con el grupo MD-10 (Message Development), grupo técnico de trabajo encargado del desarrollo de los mensajes EDIFACT, dependiente de la Western European EDIFACT Board y, a su vez, de las Naciones Unidas. La intención es conseguir unos estándares internacionales, en materia de Seguridad Social, válidos no sólo para los países comunitarios sino para el mundo entero.

Por último, tras hablar de aspectos técnicos y de posibles informatizaciones de los intercambios, hay que recordar que cualquier solución será inútil si no resolvemos los **problemas legales**. En ese campo vamos a mencionar dos grandes temas: los problemas de confidencialidad en los intercambios de datos y la validez jurídica de los documentos electrónicos.

Respecto a la **confidencialidad en los intercambios de datos**, en el proyecto SOSENET se ha tocado el tema pero no en profundidad. Lo justo para decir que en el caso de los intercambios iniciales, no debía producirse ningún problema. Nos tememos que, más adelante, la legislación en materia de protección de datos en ciertos Estados podría entrar en conflicto con la necesidad de intercambiar información, pues los datos pueden considerarse en su mayoría como de carácter personal, al referirse a la vida laboral, las cotizaciones, la residencia, el nivel de ingresos, miembros de la familia, estado civil. Las disposiciones europeas suscritas por la mayoría de los países⁶ limitan la exportación de datos, condicionándolos a que el Estado receptor presente un nivel de protección equivalente a la del Estado de origen. Sería interesante que este tema fuera comentado en profundidad en este Foro y creemos que puede ser útil la experiencia española. En estos momentos se está realizando en España la adaptación de los ficheros a las exigencias de la reciente Ley de Protección de datos⁷ y poniéndose en marcha la Agencia de Protección de Datos que será quien deberá, entre otras cosas, autorizar y controlar los movimientos internacionales de datos. No obstante, la ley española, al igual que los preceptos equivalentes en otros Estados, contiene un precepto para su no aplicación en los casos en que la exportación esté prevista en los Convenios o Tratados internacionales en los que sea parte España. Es éste uno de los posibles criterios a seguir por los demás países si se quiere obviar el problema.

En cuando a la **validez jurídica de los documentos electrónicos**, los problemas se pondrán de manifiesto cuando los documentos intercambiados pueden generar derechos y ser objeto de reclamación. En España el tema se ha tocado en un reciente texto legal⁸, con alusiones explícitas a la informática y a la transmisión por medios telemáticos de la información, pero este es un problema que está sin resolver incluso en países con muy avanzado desarrollo tecnológico, quizá porque se encuentra al final de todo el camino que hemos descrito. Tras definir la información, determinar el sujeto a que se refiere, poner los medios técnicos y hacerla llegar a su punto final de destino, necesitamos el reconocimiento legal de esa información transmitida para que el proceso surta el efecto apetecido.

Quisiéramos concluir con una breve reflexión sobre la razón de nuestra presencia aquí. Como habrán visto, hemos intentado enfocar este informe más hacia problemas conceptuales que hacia asuntos técnicos. Y es que nuestra preocupación no es tanto buscar la vanguardia tecnológica por el mero hecho de conseguir aplicaciones más sofisticadas. Nuestra preocupación es ese ciudadano que dentro o fuera de su país necesita recibir una serie de servicios a los que solemos llamar de 'Seguridad Social'. Para poder atender sus demandas necesitamos medios potentes que actúen sobre bases sólidas, y esas bases sólidas hay que sentarlas antes de discutir cualquier asunto técnico.

No olvidemos que los niveles de informatización pueden ser muy diferentes en los distintos países. En algunos casos, puede ser imposible ponerse de acuerdo sobre tal protocolo de comunicaciones o sobre cierta forma de tratamiento de datos. Pero a donde siempre tenemos que apuntar es a la adopción de unos criterios comunes que nos permitan caminar en la misma dirección, y que los que están más adelantados en ese camino allanen el terreno a los que vienen detrás y les permitan avanzar mucho más deprisa. Ahí es donde la técnica en general y la informática en particular se nos presenta como una herramienta potentísima que nos puede permitir alcanzar metas hasta ahora impensables en nuestro afán de servicio.

Notas

¹ Social Security NETwork

² Grupo de Trabajo para el desarrollo y aplicación del artículo 50 de los reglamentos 1408/71 y 573/72 de la CEE, dependiente de la Comisión Administrativa de la Seguridad Social de los Trabajadores Migrantes (Dirección General V), conocido comunmente como 'Grupo Artículo 50'.

³ Echanges de Donnes Informatiques Sociales.

⁴ TESS significa TElematics for Social Security. Actúa como consejo de administración del programa. Define y asume las opciones estratégicas en asuntos de metodología, líneas maestras, prioridades, dotación presupuestaria, soluciones funcionales y técnicas. En este grupo están representadas a nivel europeo todas las ramas de la Seguridad Social de los Estados miembros, que es tanto como decir los usuarios potenciales de servicios telemáticos. Está integrado por un grupo general y cuatro subgrupos sectoriales, según las áreas de la Seguridad Social.

⁵ Así lo dice el Master Plan de SOSENET en su Capítulo 1.

⁶ Artículo 12 del Convenio 108 del Consejo de Europa, suscrito por todos los países de la Unión Europea, salvo Italia y Grecia.

⁷ Ley Orgánica 5/1992, de 29 de octubre, de regulación del tratamiento automatizado de los datos de carácter personal.

⁸ Ley 30/92 de Régimen Jurídico y Procedimiento Administrativo de las Administraciones Públicas.

Arquitecturas y redes

Lucas Ruiz Plaza

Licenciado en Informática;

Socio de la Asociación de Técnicos en Informática (Capítulo de Andalucía);

Presidente de la Asociación de Licenciados en Informática de Andalucía;

Responsable de Proceso de Datos de Hughes Microelectronics Europa España, S.A.

Parque Tecnológico de Andalucía - Málaga

1. Introducción

Históricamente, el principal mecanismo de intercambio en el movimiento de Parques Científicos y Tecnológicos (SPs son sus siglas en inglés) de Europa han sido las reuniones de grupos de trabajo o de interés común. Estos encuentros eran iniciativa de asociaciones nacionales e internacionales y se dirigían principalmente a directores y promotores de estos parques. El interés actual en la implantación de servicios de redes telemáticas ('networking') ha provocado el desarrollo de estas redes en entidades nacionales o locales y la interconexión de estas en redes transnacionales formadas con frecuencia gracias a ayudas institucional europea.

Este artículo pretende ser un resumen de las conclusiones que sobre este aspecto surgieron en el 'Simposium Europeo sobre Investigación en los Parques Científicos' celebrado en Rennes, Francia, del 5 al 7 de abril de 1994. La documentación asociada a las ponencias de este evento, facilitada por D. José Pérez Palmis, presidente de A.S.I.T. (Asociación al Servicio de la Investigación y la Tecnología), me permite realizar este sumario que tan solo pretende la divulgación de este interesante aspecto.

2. La necesidad de comunicación entre los Parques Tecnológicos y Científicos: IASP

La principal muestra de la necesidad de comunicación entre los diferentes SPs es la existencia de la Asociación Internacional de Parques Científicos (International Association of Science Parks - IASP; La dirección de IASP es Bordeaux Technopolis, Centre Montesquieu, 33651 Martillac Cedex, en Francia). IASP fue creada en 1984. Su fin es permitir el funcionamiento de la red internacional de los parques tecnológicos, introducir su movimiento tecnológico en las organizaciones internacionales de más prestigio (ONU, UNESCO, AELE, OCDE, Unión Europea, Banca Internacional, AIDABE...). La asociación está ya reconocida como ONG por la UNESCO y se encuentra en proceso de reconocimiento por la OCDE, la OEA y la ASEAN. Agrupa a más de 400 parques científicos, representados por 240 miembros en 44 países. Hoy en día constituye la asociación más antigua e internacional de todas las estructuras asociativas tecnológicas.

La asociación se compone de tres divisiones que incluyen las grandes áreas internacionales: Europa, Asia-Pacífico, América Latina-América del Norte. El proyecto actual de la presidencia de la asociación es la elaboración de una metodología rigurosa de autoevaluación de los parques tecnológicos. Dentro de esta idea general entraría la autoevaluación de sus redes de comunicación o 'networking'. El movimiento de SPs comenzó en 1947, creciendo rápidamente a partir de 1980. Se inició con

Servicios de redes telemáticas en parques científicos y tecnológicos

dos parques en Estados Unidos y ya en 1990 se contaba con 750 parques dentro del conjunto internacional. Se prevén para el año 2000 la existencia de 1000 parques en función de los proyectos actuales.

3. Situación actual de las redes telemáticas

El desarrollo de redes telemáticas entre los SPs se ha realizado bajo la premisa de considerar la intercomunicación en sí misma como beneficiosa. La experiencia demuestra a menudo que esta implantación se realiza sin las ideas claras sobre los tipos de información a ser intercambiada, sin conocer a los agentes en estos proyectos y sin estudiar los usos que esa información puede facilitar.

La existencia previa de unas redes de intercambio meramente humanas es una condición que se ha producido siempre como paso inicial a la puesta en servicio de una red telemática.

Otro hecho que se descubre en el estudio de la infraestructura ya existente es que existe una fuerte presunción sobre la importancia de los enlaces internacionales relegando a un menor papel los propios nodos locales o regionales.

La financiación de ciertas redes se ha realizado con frecuencia con subvenciones nacionales o de la Unión Europea en zonas especialmente deprimidas o periféricas y con el fin de fomentar los intercambios comerciales y económicos.

Por último, la individualidad en el diseño ha impedido que el objetivo de una red de redes, 'network of networks', sea alcanzado con la facilidad deseable. Diferentes sistemas de comunicaciones, diferentes 'software', diferentes ordenadores y sistemas operativos, ..., repercuten en el usuario que descubre que debe realizar un esfuerzo adicional en aprendizaje de tal complejidad.

4. Factores de influencia

En función de los diferentes objetivos de cada SP, ciertos factores adquieren una especial relevancia en el diseño de cómo se desea que la actividad dentro de la red sea lo más beneficiosa.

Una crítica habitual a los Parques Científicos y Tecnológicos actuales es la no existencia de claros objetivos en su concepción. Básicamente, cada nuevo SP busca asistir al desarrollo económico regional. Según sea la dirección o direcciones escogidas, los objetivos de los Parques Científicos-Tecnológicos difieren entre sí. La documentación consultada menciona los siguientes puntos de referencia para fijar estos objetivos:

- Promoción del establecimiento y crecimiento de empresas de nuevas tecnologías;

- . Atracción de subvenciones y ayudas públicas o privadas;
- . Facilitar una infraestructura a la Investigación y al Desarrollo (I+D,R+D);
- . Búsqueda de altas inversiones;
- . Transferencia de tecnología a empresas e instituciones locales.

Por lo tanto, los objetivos de cada Parque clasifican a éste y condicionan la interconexión en red que sus promotores y residentes desean.

Un nuevo factor de variabilidad para un adecuado 'networking' surge al considerar los participantes o agentes en un proyecto de SP. Parémonos a considerar, tal vez, el primer participante en aparecer en escena y, por lo tanto, con mayor capacidad de diseño: los directores de parques científicos y tecnológicos.

El correcto diseño de los servicios de redes telemáticas proporcionan a estos agentes la información y los contactos con las necesidades de su potenciales y reales clientes. El gestor de un parque debe facilitar a los residentes servicios comunes no relacionados con la propiedad: asistencia en el marketing individual de cada empresa, identificación de colaboradores y socios futuros, ayudas financieras, etc.

Las redes telemáticas son además un vehículo de promoción de la entidad individual que constituye un SP, son un elemento más en la sobreentendida innovación que se ofrece. Las labores de publicidad y comerciales que una institución como ésta necesita son múltiples y variadas. Los directores siempre necesitan descubrir cuales son los roles que se exige de ellos y hacia donde dirigir sus esfuerzos como gestores tecnológicos.

No es de extrañar que las reuniones de estos cargos dentro de grupos de trabajo, con el común denominador de formar parte del 'staff' directivo de un parque, formaran un 'human networking' como antecedente de lo que hoy se exige a las redes telemáticas.

Mencionemos también las limitaciones que este factor tiene en el diseño de redes. La primera es la competencia que los parques mantienen unos con otros, especialmente en el contexto regional y nacional, en la lucha por mejores proyectos e inversiones. Este hecho califica negativamente la cantidad de información y conocimiento que un director está dispuesto a transferir por medio de una red de amplio espectro y difusión.

Al considerar en nuestra valoración el papel de este agente aparece como desventaja la discontinuidad de las comunicaciones entre directores de parques a través de un servicio de red que se define como continuo. Análogamente, la diversidad de objetivos de estos parques científicos hacen diferentes las áreas de inquietud de sus equipos gestores.

Un nuevo participante se ha de evaluar en la planificación de red: las empresas de tecnología residentes en los parques. La existencia por una parte de redes locales (LANs) internas a estas entidades y, por otra, de redes ya definidas, y accesibles de forma relativamente fácil que son utilizadas por ellas, provocan que las necesidades de 'networking' para estas empresas son escasas en un principio.

Sus cuadros de mandos consideran que tienen poco que ganar al adherirse a estos servicios. El convencimiento de la apertura de mercados, el acceso a nuevas tecnologías y la reducción de costes que la constitución de servicios telemáticos puede suponer es el arma a esgrimir para integrar estos participantes en la red de redes global.

En el otro extremo del hecho empresarial nos encontramos con las grandes firmas que se instalan en los parques tecnológicos europeos. Estas grandes empresas multinacionales han desarrollado sus propios sistemas de redes. Con el ofrecimiento por parte de los SPs de nodos de comunicaciones más cercanos, estas empresas se integran en los servicios de red de nuestros parques. Sin embargo, se detecta que estas conexiones se refieren en su mayoría a enlaces con proveedores para intercambio de información comercial limitando así su apoyo que otro uso más amplio facilitaría.

Por último, mencionamos dos agentes que son factores de importancia en 'networking': los Institutos Académicos y de Investigación y las Organizaciones de Desarrollo Regional.

Los primeros están localizados o asociados a los Parques, mantienen enlaces muy estrechos con organizaciones similares y conllevan un alto nivel de intercomunicación normalmente a escala internacional. En la mayoría de los casos los SPs ya facilitan a estos institutos la conectividad con firmas, instituciones y empresas de su propia región. Potencialmente tienen mucho que ganar con el establecimiento de 'networking' a todos los niveles.

Los segundos, es decir, las Organizaciones de Desarrollo Regional, se clasifican en dos grupos. Existen las implantadas en zonas cuya estructura administrativa regional es fuerte (España, Escocia, Italia) o las que guardan un carácter nacional (Grecia, Inglaterra). Las necesidades de 'networking' de estos dos tipos de organizaciones difieren. Las de carácter regional ya poseen un marcado carácter de integración en redes por su interés en acercarse a los proyectos que inician y evalúan. Las nacionales consideran la interconectividad como un aspecto más en la multitud de iniciativas que gestionan, si bien confieren a ésta un carácter global y menos focalizado.

Un factor crucial en la definición de los servicios de red de un Parque Tecnológico o Científico es la especialización por sus residentes o 'clustering'. La forma más común de especialización se da porque varias empresas han encontrado beneficioso situarse próximamente unas de otras. Como resultado la conectividad entre ellas es estrecha y específica. Es función de los SPs extender a otras partes del mundo estos servicios especializados, p. ej., en un mercado o en un área de desarrollo. La importancia es aún mayor si se trata de acercar la especificidad del 'networking' a parques tecnológicos periféricos cuya diversidad en campos de actuación de empresas e instituciones aconsejan el acceso a esta alta cualificación de servicios.

La diversidad de fases de vida en las que los diferentes parques se encuentran obligan a considerar los servicios de 'networking' que se desean. Muchos SP están ahora madurando y, como consecuencia también de la salida de la recesión económica,

sus directores y promotores necesitan invertir menos esfuerzos en atraer negocios como residentes. Han empezado a aplicar recursos en otras actividades y la mayoría están replanificando su funcionalidad. Por lo tanto, en primer lugar es necesario establecer mucho mejores enlaces con negocios distintos de los que ya hoy residen en sus parques y con otras organizaciones de sus regiones o externas. En segundo lugar, les gustaría proyectar sus SPs hacia otras áreas geográficas dentro y fuera de Europa, en especial accediendo vía red a tecnologías muy especializadas y enlaces de tipo puramente comercial.

El último factor que mencionaremos es, tal vez, el más cambiante y rico. El desarrollo de la tecnología de las comunicaciones (ISDN-RDSI, videoconferencias, enlaces de video, etc.) obliga a las empresas a utilizar servicios muy sofisticados que requieren infraestructura. Fenómenos como las autopistas de datos son fruto del acercamiento de estas nuevas tecnologías al usuario final. Sin embargo, los SPs de cierta implantación en el tiempo nos descubren instituciones y empresas con recursos de telecomunicación de última generación junto con otras cuya tecnología está siendo aplicada desde hace décadas pero sin posibilidad de renovación por el costo económico asociado. Posiblemente para estas últimas una red telemática común es la opción de futuro más factible.

5. Dos ejemplos particulares: Reino Unido y North Rhine-Westphalia (Alemania)

La evolución de los servicios de redes de comunicaciones que pueden soportar comunicaciones básicas o avanzadas requiere en Reino Unido una infraestructura que hoy excede las prestaciones obtenidas de las capacidades públicas o privadas. La mayor cuestión a resolver por los políticos en este país y en este tema es si invertir desde la administración local, regional y nacional en estimular la innovación y el desarrollo de nuevos servicios o en ampliar el espectro de usuarios de los servicios ya existentes. La idea consensuada es acercar al usuario final de forma transparente los servicios telemáticos.

Y ¿cuál es el papel de los SPs en el desarrollo de las redes telemáticas en Reino Unido? Fundamentalmente, los SPs facilitan una concentración de demanda de servicios de 'networking'. Además los SPs han facilitado a las autoridades municipales y regionales una oportunidad de exigir infraestructura de telecomunicación para sus zonas de influencia. En el Reino Unido, a finales de Noviembre de 1993 había 47 SPs de variados tamaños. Se encuentran distribuidos por todo el país, variando en su proximidad a núcleos urbanos.

Mencionaremos como pequeña referencia dos aspectos importantes. El primero es la importancia que ha jugado la liberalización de los servicios telemáticos. Este hecho, no común a toda Europa, ha traído beneficios 'hacia dentro' para iniciativas regionales y para áreas donde la demanda para servicios avanzados de telecomunicación se concentra en torno a un SP. El segundo son las amplias expectativas 'hacia fuera' que los SPs han proporcionado siendo nodos de servicios de avanzadas redes. Un ejemplo de esto el enlace por cable de fibra óptica entre Glasgow y Edimburgo en Escocia, lo cual a asegurado la posición internacional de ambas ciudades.

En North Rhine-Westphalia (Alemania) el concepto de 'networking' ha sobrepasado su aspecto meramente telemático o técnico. La idea de establecer una red entre los centros de innovación, instituciones federales, empresas, cámaras de comercio, etc. lleva implícitas consideraciones de colaboración y de prestación de servicios comunes de toda índole (comerciales, de telecomunicación, infraestructura, etc.). En este caso, las redes telemáticas de los SPs son un fenómeno paralelo a la estructura de red global del estado federal.

6. Conclusión: futuro del networking en los SPs

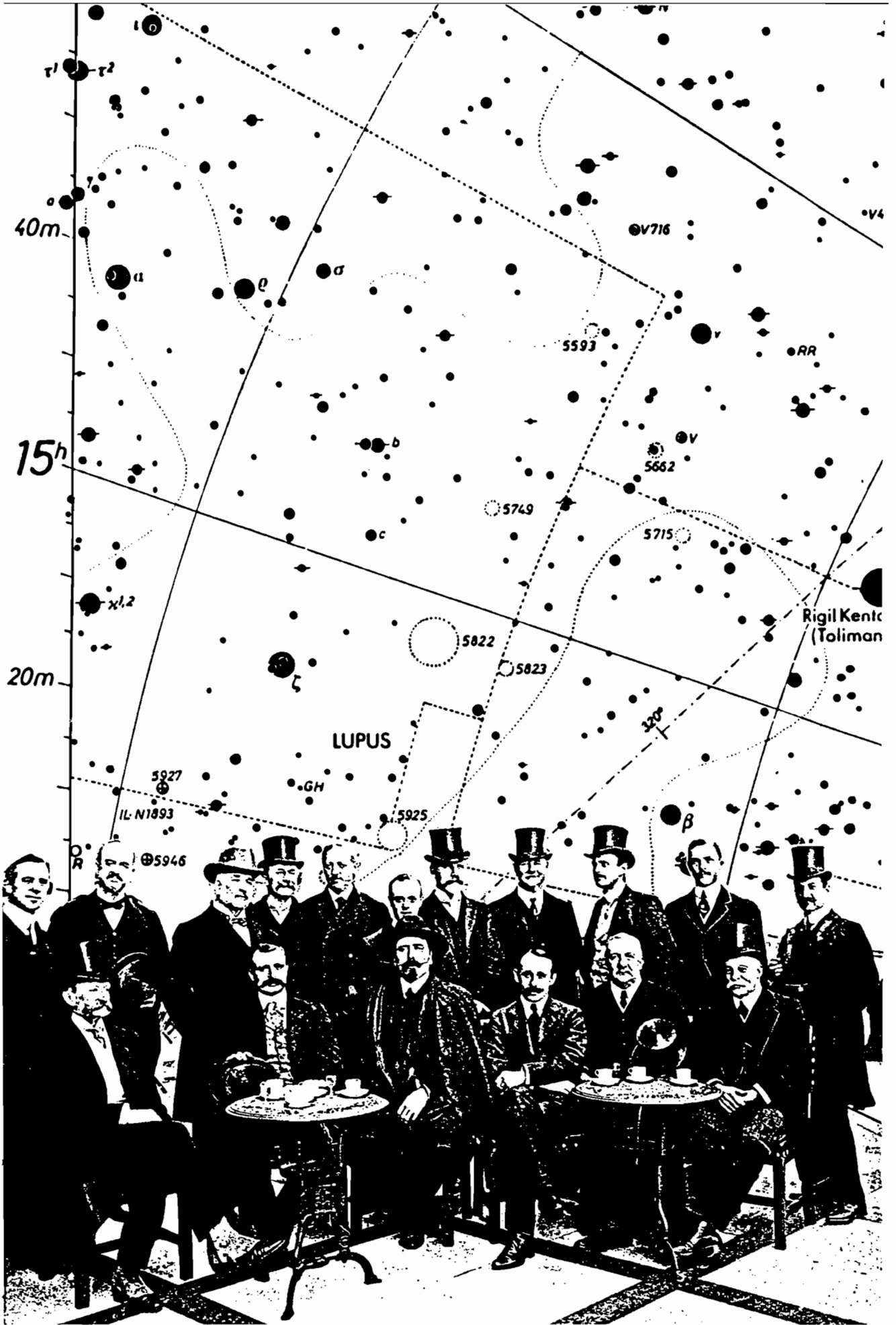
Los SPs han estado siempre en comunicación unos con otros. Por lo tanto, ellos han formado una red aunque fuera a través de meras reuniones donde se intercambiaban experiencias e información. Esta red, humana primero y ampliada con los servicios telemáticos, ha sufrido problemas por su naturaleza periódica y por su no homogeneidad. Inevitablemente estos factores han limitado el valor de los intercambios. La mayoría de las intercomunicaciones han correspondido al equipo gestor de los SPs y no a los residentes u otros agentes.

En general, podríamos decir que dentro de los SPs pocos han invertido mucho esfuerzo en el desarrollo del concepto de 'networking'. Para que el futuro sea distinto, los SPs deben considerar cuidadosamente los agentes que pueden ganar más con las nuevas posibilidades de conectividad y los métodos que son más apropiados. Para la mayoría de los SPs el esfuerzo mayor se ha dirigido hacia la configuración e implantación de redes internacionales. Mayor atención debe prestarse desde ahora a las redes de carácter regional. En las regiones menos desarrolladas las empresas no descubren por sí solas las ventajas de adherirse a estos proyectos. Debe ser iniciativa de los directores de SPs el convencer de sus beneficios particulares y colectivos.

Como conclusión final diremos que el desarrollo de una infraestructura de telecomunicaciones mucho más potente y la disminución del coste de la oferta de los servicios de 'networking' facilita la expansión de la telemática en todo tipo de negocio. Los Parques Científicos y Tecnológicos pueden ser vehículos de considerable valor en la difusión de estos nuevos métodos en toda la sociedad.

7. Bibliografía

- Roger Quince.** "The Networking Needs of Science Parks", David Loble & Virginia Acha Segal Quince Wicksteed Limited Cambridge, Reino Unido.
- Dr. Robin Mansell.** "Science Parks, Experimentation and Strategic Telecommunications Network Provision: The UK Experience", Science Policy Research Unit University of Sussex-Reino Unido.
- Michael Habersam.** "Technology Centre Networks and Regional Development-Insights from a Case Study", Department of Economics and Business Administration, Takeda-Institute for Organizational Theory and Organizational Development Witten/Herdecke University-Alemania.
- "International Association of Science Parks-IASP-General Presentation", IASP Papers.



Xavier Alamán Roldán

Instituto de Ingeniería del Conocimiento, UAM
Cantoblanco

Email: *alaman at IIC.UAM.ES*

Redes bayesianas como nivel superior de representación del conocimiento en sistemas inteligentes de control supervisor

Resumen: en este artículo se propone el formalismo de las redes bayesianas como mecanismo de representación del conocimiento en la capa superior de una arquitectura genérica para sistemas inteligentes de control supervisor. Dicha arquitectura ha sido descrita en anteriores artículos (ver [Alamán et al. 91, 92]), y ha sido probada en una aplicación industrial: el sistema MIP (Monitorización Inteligente de Procesos). MIP es un sistema inteligente en tiempo real desarrollado en el Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC).

Abstract: *in this paper the bayesian networks formalism is proposed as the knowledge representation for the higher-level layer of a general architecture for intelligent systems for real-time supervisory process control. This architecture has been described elsewhere [Alaman et al 92; 92b], and has been tested in a real industrial case: the MIPsystem. MIP is a real-time expert system developed at the IIC.*

1. Introducción

En este artículo se propone el formalismo de las redes bayesianas como mecanismo de representación del conocimiento en la capa superior de una arquitectura genérica para sistemas inteligentes de control supervisor. Dicha arquitectura ha sido descrita en anteriores artículos (ver [Alamán et al. 91, 92]), y ha sido probada en una aplicación industrial: el sistema MIP (Monitorización Inteligente de Procesos). MIP es un sistema inteligente en tiempo real desarrollado en el Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC). Dicho sistema monitoriza, diagnostica y emite recomendaciones en tiempo real acerca de tareas de optimización y mantenimiento de la estabilidad relativos a una planta petroquímica. MIP está en producción desde Marzo de 1991 en una planta de síntesis de acrilonitrilo de REPSOL Química en Tarragona, con gran efectividad desde el punto de vista técnico y de resultados económicos.

El trabajo presentado en este artículo se concentra en los aspectos técnicos que han sido propuestos dentro de la capa superior de dicha arquitectura genérica. El segundo apartado describe el problema a resolver. El tercer apartado presenta la arquitectura genérica propuesta para sistemas inteligentes de ayuda al control supervisor. El cuarto apartado presenta los motivos por los que se propone el formalismo de redes bayesianas para el nivel superior de dicha arquitectura. Finalmente el último apartado presenta los resultados obtenidos.

2. Identificación del problema

El objetivo principal de la arquitectura MIP es aportar una estructura genérica que permita el desarrollo de sistemas de Inteligencia Artificial para el control supervisor. Un sistema de control supervisor tiene como cometido la generación de avisos y recomendaciones que ayuden al diagnóstico de problemas y a la toma de decisiones realizadas por los operadores responsables del control de un proceso industrial. En la arquitectura MIP dichas recomendaciones atañen fundamentalmente a la optimización del proceso, mediante la

sintonización fina de los parámetros de la planta para optimizar su productividad, y a la mejora de la estabilidad de la planta, mediante el diagnóstico precoz de problemas que pudieran degenerar en problemas de estabilidad.

Los sistemas de control supervisor contribuyen al control de la planta esencialmente a través de la mejora en la eficiencia del trabajo realizado por los ingenieros de procesos y operadores de control. Aspectos que pueden ser mejorados gracias a la introducción de sistemas de control supervisor incluyen la complementación de los conocimientos de los operadores al darles acceso a parte del conocimiento que poseen los ingenieros de procesos, la unificación de las tácticas de control entre distintos operadores, el evitamiento de sobrecarga cognitiva de los operadores en caso de emergencia y durante la operación diaria, y la presentación a los operadores de información de alto nivel de abstracción.

El objetivo de la arquitectura MIP es la definición de un marco general que permita la integración de diversas técnicas de Inteligencia Artificial para la implementación de tales sistemas inteligentes de supervisión.

3. La arquitectura MIP

La arquitectura MIP se basa en el concepto de pizarra ([Eрман et al. 80],[Engelmore y Morgan 88]). La pizarra es una estructura de datos compleja que contiene en sí misma los mecanismos de control, consistencia y refresco que aseguran en todo momento la calidad y coherencia de la información en ella contenida. La característica esencial de la pizarra es que todos los módulos del sistema usan esta única estructura común de datos para el intercambio de información. Todo módulo que necesite datos elaborados por otro módulo distinto, los toma de la pizarra, volcando a su vez en ésta los resultados finalmente obtenidos. La pizarra es la única representación del conocimiento global común a todos los módulos del sistema. La pizarra es también el mecanismo fundamental empleado para la resolución colaborativa de problemas dentro de la arquitectura.

Por ejemplo (**figura 1**), el módulo de razonamiento local puede comenzar la resolución de un problema a partir del estado de la planta representado en la pizarra. Como resultado incorpora a la pizarra los diagnósticos locales del sistema que sean pertinentes. El módulo de razonamiento global se basará en este modelo para emitir un diagnóstico global de la planta, completando así la resolución del problema comenzada por el primer módulo. Otras fuentes de conocimiento podrían ser añadidas para complementar el diagnóstico de la planta. La estructura interna de la pizarra es jerárquica, representando los distintos niveles de abstracción existentes en el problema.

La base de la arquitectura está soportada por las mediciones realizadas sobre la planta. Dichas mediciones incluyen una serie de datos adicionales aparte del mero valor numérico de la variable del proceso, como pueden ser el periodo de validez

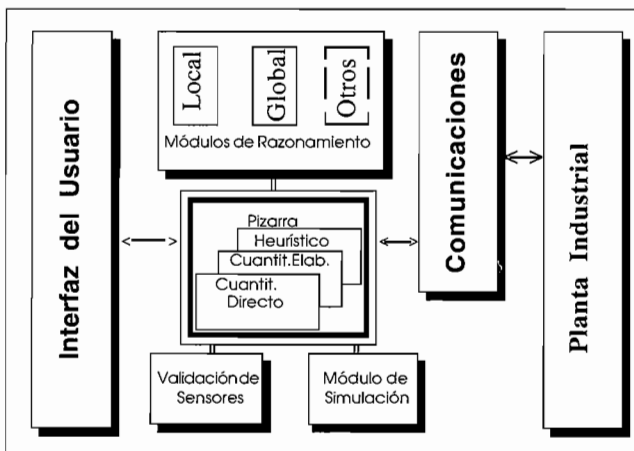


Figura 1: Arquitectura software del sistema MIP

del dato, las variables relacionadas, las fuentes alternativas del mismo, etc. Este nivel constituye el Modelo Cuantitativo Directo, que se concreta en forma de una serie de marcos y relaciones que modelan la estructura lógica y física de la planta.

Sobre el Modelo Cuantitativo Directo se establece un segundo nivel de conocimiento numérico y algorítmico (el Modelo Cuantitativo Elaborado). Gran parte del conocimiento que posee un experto en procesos industriales es expresable como un conjunto de modelos matemáticos. La implementación más natural de éstos es en forma de un simulador [Chang y Birdwell 90]. El Modelo Cuantitativo Elaborado puede ser complementado con otros aspectos de los datos. Uno de los más importantes entre dichos aspectos es la fiabilidad del dato obtenido. Dicha fiabilidad consiste en una representación de la incertidumbre (o credibilidad) de cada objeto de los niveles de conocimiento cuantitativos, que podrá ser proyectada posteriormente hacia niveles superiores.

El tercer nivel de conocimiento se formaliza como un sistema basado en reglas: el Modelo Heurístico Local. El conocimiento contenido en este nivel atañe a los diagnósticos locales del proceso. Por local entendemos el diagnóstico de posibles problemas en un subsistema hecho en base a variables cercanas a dicho subsistema desde un punto de vista lógico. La fuente de conocimiento de este nivel es el conjunto de reglas lógicas y heurísticas que el experto ha desarrollado a lo largo de su carrera profesional y que expresa aquellos aspectos locales del proceso que no pueden ser fácilmente modelados analíticamente, pero para los cuales el experto conoce soluciones y métodos heurísticos de diagnóstico [Efstathiou 85].

El cuarto nivel de conocimiento es un sistema de razonamiento bajo incertidumbre. Es el Modelo Heurístico Global, y contiene aquellos esquemas de razonamiento que permiten deducir problemas globales del sistema a partir de los diagnósticos locales del tercer nivel. Modeliza el esquema de razonamiento del experto, que primero obtiene conclusiones locales a partir del estado de la planta y luego combina e interrelaciona dichas conclusiones para obtener el diagnóstico global del estado del proceso. El diagnóstico global se realiza en base a las dependencias causales existentes entre los posibles problemas globales de la planta y sus manifestaciones en forma de disfunciones locales. Dichas dependencias se codifican en forma de una red bayesiana, como se describe en el siguiente apartado.

Una característica a destacar de esta arquitectura jerárquica es que cada nivel de conocimiento sólo emplea como primitivas

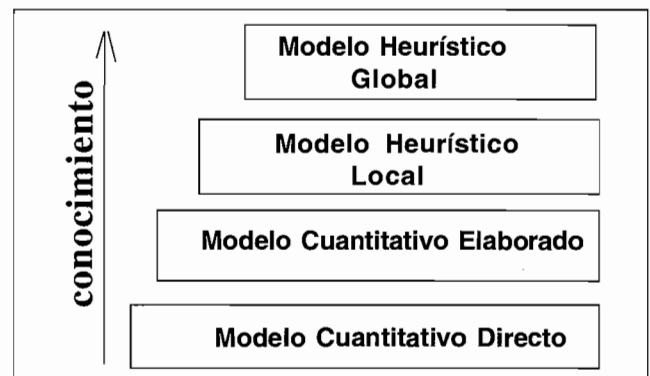


Figura 1: Arquitectura del conocimiento

aquellas conclusiones (o datos) que niveles inferiores han elaborado previamente. Este aspecto es esencial para una modularización adecuada de la arquitectura, además de ajustarse fielmente al esquema cognitivo del experto.

La arquitectura propuesta permite extender con facilidad la representación del conocimiento añadiendo nuevos niveles a los cuatro anteriores. Alguno de estos niveles podría ser implementado mediante formas alternativas de representación del conocimiento, como puede ser una red neuronal, una red semántica, etc., sin afectar sustancialmente al resto del sistema. De hecho, los distintos niveles de conocimiento pueden ser implementados como módulos separados dentro de una arquitectura de pizarra, lo cual permite su implementación e instalación completamente independiente.

El flujo de control entre las distintas capas de la pizarra suele ser de la siguiente manera. Hay objetos en la pizarra que representan variables de la planta (sensores), que tienen asociado un tiempo de refresco. Cuando el tiempo de refresco transcurre para una o varias variables, la pizarra manda una señal al módulo de comunicaciones, que se encarga de obtener nuevos valores para dichas variables. Cuando estos llegan, el módulo de simulación numérica y el módulo de validación de sensores reciben una señal, aportando entonces sus cálculos y razonamientos, y modificando donde fuera necesario el conocimiento presente en el nivel del Modelo Cuantitativo Elaborado. En el siguiente paso la mayor parte de las veces intervendrá el módulo de razonamiento local, que revisará y generará en caso necesario los diagnósticos adecuados acerca del estado de la planta. Finalmente el módulo de razonamiento global intentará combinar los diagnósticos locales generados por el tercer nivel, en forma de un diagnóstico global de los problemas generales que presumiblemente están causando la aparición de las disfunciones locales detectadas.

Cada uno de estos pasos necesita de distintas técnicas para su resolución. En el resto de este trabajo se describirá la implementación del módulo de razonamiento global, es decir el nivel superior de la arquitectura, en forma de una red bayesiana. Para una descripción de los otros niveles se pueden consultar [Alamán 93], [Aguilar et al. 92] y [Aguirre et al. 92].

4. El nivel de razonamiento global

El nivel de razonamiento global elabora sus conclusiones a partir de los resultados obtenidos por el nivel de razonamiento local. El nivel de razonamiento local produce una serie de mensajes de diagnóstico de zonas muy localizadas de la planta. Dicho diagnóstico se realiza mediante un sistema basado en reglas, y las conclusiones, por la naturaleza local y concreta de

los problemas abordados, presentan un alto índice de robustez. Cuando el nivel de razonamiento local diagnostica la existencia de un problema, dicho problema está ocurriendo en la planta con casi absoluta certeza.

Un experto, viendo una lista de tales diagnósticos locales, puede muchas veces aventurar cuál puede ser la causa última que liga las deficiencias detectadas en diversos puntos de la planta. El nivel de seguridad con el que el experto realiza este diagnóstico global es mucho menor que en el caso de los diagnósticos locales. En esencia se trata de inferir un determinado problema global como la causa común de una serie de problemas locales, pero dejando siempre espacio para las excepciones, los casos no contemplados, etc.

Así planteado, el problema es similar al que se encuentra en medicina cuando se quiere encontrar cual es la enfermedad o conjunto de enfermedades que mejor explica los síntomas observados. Las relaciones causales presentes en ambos casos se prestan a ser representadas mediante un tipo especial de red bayesiana: las redes bipartitas.

Una red bayesiana es un grafo conexo dirigido, sin ciclos directos, y en el que los nodos representan conceptos elementales (predicados lógicos multivaluados), y los arcos que los unen relaciones de causalidad entre dichos predicados. Una red bayesiana bipartita es aquella en la que cada nodo o bien no tiene nodos padres (nodo causa, enfermedad) o bien no tiene nodos hijo (nodo efecto, síntoma). Para una discusión más detallada de los conceptos de red bayesiana y red bayesiana bipartita ver [Pearl 88].

El nivel de diagnóstico global puede ser entonces representado por una red como la que se muestra en la **figura 3**. Los nodos 'efecto' representan distintos problemas locales (detectados o no), y los nodos 'causa' distintas causas globales a las que se puede atribuir la aparición de los problemas locales. El cometido del nivel de razonamiento global es encontrar el conjunto de problemas globales que mejor explica el conjunto de problemas locales observados.

[Peng y Reggia 87] proponen un método probabilista para la resolución de este problema. El método se basa en una serie de asunciones de independencia, que sin embargo son bastante realistas para aplicaciones prácticas. Esencialmente se pide que los nodos causa (enfermedades) sean independientes entre sí, y que también lo sean las excepciones a que una enfermedad presente un determinado síntoma. El método se

basa en traducir el problema en términos de optimización, buscándose el mínimo mediante un modelo basado en competencia entre nodos. El método ofrece respuestas acertadas la mayor parte de las veces y con una eficiencia aceptable. El principal problema que aparece es que, algunas veces, el mínimo obtenido es un mínimo local, en contraposición al mínimo global buscado.

En [Pearl 88] se presenta un algoritmo alternativo para el cálculo de redes bayesianas, y por tanto para grafos bipartitos. Las asunciones del algoritmo son las mismas que las de Peng y Reggia, más la condición de que no existan ciclos (no dirigidos) en la red. En estas condiciones el algoritmo siempre obtiene la solución exacta en tiempo polinomial, mediante un mecanismo de intercambio de mensajes entre nodos. Naturalmente, el problema es que la mayor parte de los casos de interés real tienen ciclos, invalidando por tanto el algoritmo. Pearl propone diversos métodos para solucionar estos casos: simulación por Montecarlo, clustering y condicionamiento. Sin embargo, razones de índole práctica impiden que dichas soluciones puedan ser aplicadas en casos reales, debido a su ineficiencia.

En el módulo de razonamiento global que implementa el nivel superior de la arquitectura MIP se emplea el algoritmo de Pearl. El problema de los ciclos se aborda con una nueva aproximación: ignorar los ciclos, y estudiar en qué casos o bajo qué condiciones la solución (no exacta) obtenida se aproxima suficientemente a la solución exacta. El razonamiento que subyace a esta aproximación es que el efecto de un ciclo en el algoritmo de intercambio de mensajes es la introducción de un nivel de ruido sobre los mensajes que representarían la solución exacta. Este ruido podría ser aceptable si es suficientemente pequeño, especialmente si estamos interesados en resultados cualitativos (el diagnóstico más probable) y no en los valores de probabilidad concretos de cada hipótesis. De hecho, si dos soluciones difieren en su probabilidad en un valor muy pequeño - y por tanto el ruido introducido por los ciclos puede hacer confundir una solución por la otra - entonces la solución (errónea) obtenida resulta ser casi tan probable como la exacta, y por tanto el error cometido no es muy relevante.

Hay razones para creer que este es el caso de las redes bipartitas. La naturaleza de éstas imponen una estructura en la que los ciclos obligatoriamente alternan nodos causa y nodos consecuencia. Dado que en los nodos consecuencia la evidencia externa juega un papel dominante, la influencia negativa de los ciclos en la solución final está en cierta manera mediatizada.

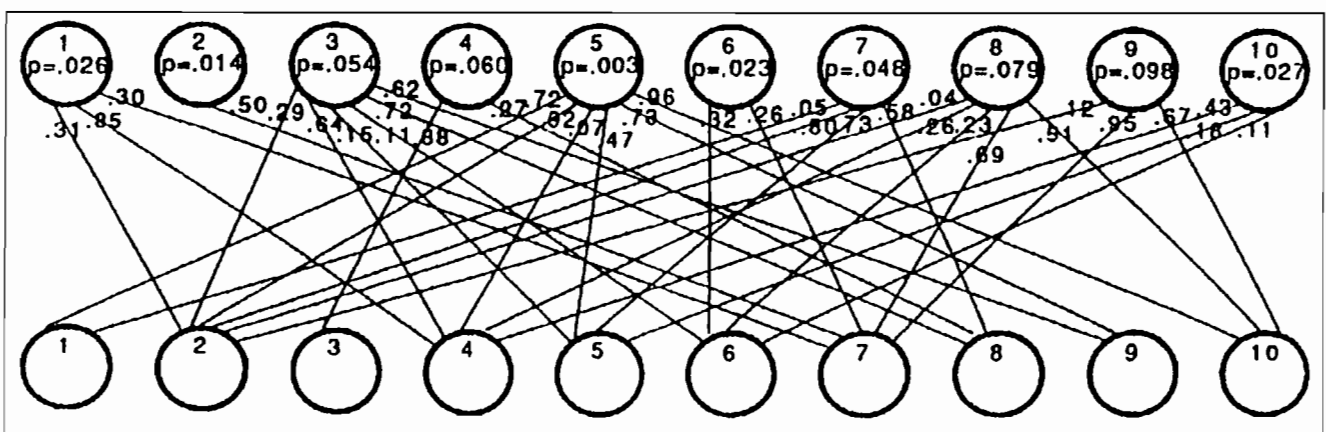


Figura 3: Ejemplo de red bipartita

Adicionalmente, en problemas de aplicación práctica habitualmente se busca el estado más probable del conjunto de causas que explica el conjunto de consecuencias. Esto significa emplear el modo de razonamiento de revisión de credibilidades, donde los sumatorios del algoritmo son sustituidos por operaciones de maximización (ver [Pearl 88]). Este modo de razonamiento puede comprobarse experimentalmente que es más robusto frente al 'ruido' introducido por los ciclos. Esto es debido a la naturaleza no lineal del algoritmo que en el estado final origina que la credibilidad del valor que pertenece a la solución más probable de la red sea muy superior, habitualmente, a la credibilidad de los otros valores.

La presencia de un pequeño ruido no cambiará la elección de dicho valor y por tanto no influirá en la decisión final. Dicho de otra forma, el algoritmo de revisión de credibilidades se comporta de una manera no lineal, ofreciendo bien una solución u otra completamente distinta. Esto origina que las soluciones correctas tengan bastante estabilidad frente a pequeñas variaciones (ruidos) en los parámetros, lo cual en la mayor parte de los casos anula por completo el efecto negativo de los ciclos.

Se han realizado tres experiencias realizadas para corroborar experimentalmente la viabilidad del algoritmo de relajación por intercambio de mensajes en redes bayesianas bipartitas. Las experiencias se han realizado contrastando los resultados de experimentos para redes bipartitas realizados por [Peng y Reggia 87] empleando un algoritmo conexionista basado en optimización local con los resultados obtenidos por el algoritmo de redes bayesianas sobre los mismos datos.

Con cada uno de ellos se realizó la siguiente experiencia: para cada posible combinación de síntomas (hay 1024 combinaciones) se inicializa la red bayesiana con la evidencia correspondiente. Seguidamente se ejecuta el algoritmo de relajación en el modo de revisión de credibilidad. Cuando la red alcanza una situación estable, se compara la solución calculada con la obtenida por Peng y Reggia así como con la solución exacta, calculada con un algoritmo de búsqueda exhaustiva. Para considerar el caso de que la red no converja, sino que se tenga una situación de oscilación (o en principio incluso de divergencia), la experiencia se realizó fijando un máximo de 200 iteraciones. Toda solución que no presentó convergencia dentro de este margen se consideró como no convergente.

En la **Tabla** se presentan los resultados obtenidos por Peng y Reggia y por el método bayesiano para cada uno de los tres experimentos. Cada columna resume los resultados obtenidos para las 1024 diferentes combinaciones de síntomas y para los tres experimentos, mostrándose el número de casos correctos resueltos y entre paréntesis el porcentaje que éstos representan sobre el total. En la primera columna se presentan los resultados del método conexionista de Peng y Reggia. La segunda columna corresponde a los resultados obtenidos por el algoritmo de redes bayesianas. La tercera columna presenta los resultados de Peng y Reggia cuando se permite intervención externa ante la sospecha de que se ha obtenido un mínimo local.

	P&R (conexionista)	INFER	P&R (no conexionista)
Ejemplo 1	927 (90.5%)	951 (92.9%)	1015 (99.1%)
Ejemplo 2	859 (83.9%)	909 (88.8%)	1019 (99.5%)
Ejemplo 3	894 (87.3%)	979 (95.6%)	1020 (99.6%)
Total	2680 (87.2%)	2839 (92.4%)	3054 (99.4%)

Los resultados obtenidos por el método bayesiano son bastante satisfactorios. Es justo realizar la comparación con los resultados del método conexionista de Peng y Reggia. En esta comparación el método bayesiano mejora al método de Peng y Reggia en todos los experimentos. Sin embargo, si se compara el método bayesiano con el método de Peng y Reggia con intervención externa, el segundo es sensiblemente más fiable. La razón de ello, naturalmente, reside en que el segundo método no es realmente un método conexionista. Si al método de relajación bayesiana se le añade la posibilidad de intervención externa (por ejemplo mediante un agente que escoja adecuadamente algunos nodos sobre los que aplicar el método de condicionamiento) sin duda podrían conseguirse resultados comparables o mejores.

Sin embargo, en principio, se prefiere no emplear esta aproximación: las propiedades conexionistas del sistema deben ser preservadas mientras sea posible. Hay que señalar que las dificultades encontradas por el método de Peng y Reggia son muy distintas en naturaleza de las encontradas por el método bayesiano. El método de Peng y Reggia siempre encuentra un mínimo: su problema es que éste puede ser un mínimo local, que no hay manera de diferenciar (de manera local) de un mínimo global. El método bayesiano en cambio encuentra problemas, la mayor parte de las veces, cuando el estado de la red no converge (habitualmente, cuando la red oscila entre varios estados metaestables). En principio el problema de decidir si una red bayesiana está en situación oscilatoria es mucho más sencillo que el decidir si un determinado mínimo es local o global.

De hecho, un interesante resultado experimental obtenido es que la mayor parte de los fallos del método bayesiano correspondieron a situaciones de no convergencia en vez de corresponder a situaciones de convergencia a una solución errónea. Esto corrobora la intuición inicial de que las soluciones obtenidas por revisión de credibilidades tienen que ser altamente robustas frente al ruido (y en caso de no serlo, quiere decir que se está muy cerca del punto de frontera de dos estados distintos, lo cual implica efectivamente que el ruido introducido por los ciclos pueda causar una oscilación entre ambos). De un total de 233 casos no solucionados, 217 correspondieron a estados no convergentes de la red, mientras que sólo en 16 casos se encontró convergencia a una solución errónea, y en estos últimos la solución obtenida resultó ser una solución admisible, aunque no óptima, del problema.

Si se aceptan los resultados de estos experimentos como representativos, el método de relajación de redes bayesianas parece una aproximación muy fiable al problema de diagnóstico en grafos bipartitos. Por ejemplo, en los problemas considerados en los anteriores experimentos cuando se encontró un estado convergente el porcentaje de aciertos fue muy alto (99.4% de aciertos, esto es 2839 soluciones correctas entre 2855 casos en los que la red presentó convergencia). Cuando el algoritmo no convergió no se encontró la solución, pero al menos se sabía que éste era el caso, lo cual es fundamental para aplicaciones prácticas. Es más, esta situación se da con una baja frecuencia (en nuestros experimentos solo un 8.5% de las veces).

En resumen, el método bayesiano permite resolver aproximadamente el problema de diagnóstico en grafos bipartitos con una alta probabilidad de encontrar la solución correcta, una baja probabilidad de no encontrar ninguna solución, y una muy baja probabilidad de encontrar una solución que resulte ser errónea (en los experimentos, del orden de 0.0005).

Finalmente, es interesante comentar algunos resultados relacionados con la convergencia de las soluciones. En los experimentos realizados el 58.4% de los casos empleó entre 4 y 9 ciclos para converger, el 29.9% de los casos empleó entre 10 y 19 ciclos y sólo 3.2% más de 20 ciclos. En posteriores experimentos de control no se encontró ningún caso que necesitara más de 71 ciclos para converger (es decir, los casos no convergentes mantienen su carácter no convergente a pesar de que se aumente considerablemente el número de ciclos permitidos).

Tres tipos de problemas de convergencia se encontraron en los experimentos: soluciones oscilatorias, convergencia a soluciones no óptimas, y convergencia dependiente del orden de activación de los nodos en el algoritmo.

Los problemas de oscilación parecen ser los más frecuentes. La oscilación suele tomar la forma de dos estados metaestables de la red, muchas veces presentando algún tipo de simetría (por ejemplo, presentando algunos parámetros con igual valor y otros parámetros con valores intercambiados). Los estados metaestables se alternan indefinidamente en el tiempo. No existe razón por la que en principio no se puedan obtener oscilaciones entre tres o más estados metaestables, pero en los experimentos realizados no se ha encontrado tal situación.

El segundo problema aparece cuando la red bayesiana converge a una solución errónea. Esta es una situación realmente grave, pues no hay manera de distinguirla de la obtención de una solución correcta. Afortunadamente, según se comprueba de modo experimental, este caso es muy poco frecuente.

El tercer problema tiene que ver con la sensibilidad del algoritmo al orden en que son activados los nodos durante la relajación. Efectivamente se ha encontrado que en algunos casos el orden de activación de los nodos ha tenido influencia sobre la convergencia o no de la red. Siempre que esto ha ocurrido, la transición ha sido entre una solución exacta y un estado de no convergencia. Es un resultado interesante que distintos ordenes en la activación de los nodos conduzcan a que la no convergencia se presente en distintos supuestos de ordenación. Esta dependencia, que en principio es una propiedad negativa del algoritmo de relajación, sin embargo puede ser empleada en nuestro beneficio: si para un determinado caso el algoritmo no converge, se puede intentar emplear un orden distinto de activación de los nodos.

5. Implementación y resultados

El éxito alcanzado por el algoritmo de relajación bayesiana para redes bipartitas en los experimentos de control, sugirió la posibilidad de su empleo en el módulo de razonamiento global de la arquitectura MIP. Dicho razonamiento global puede ser reformulado en el lenguaje de las redes bayesianas como un problema de revisión de credibilidad en una red bipartita.

Efectivamente, se dispone con seguridad de información acerca de la presencia o no de una serie de síntomas relativos al estado de un proceso continuo determinado ('diagnósticos locales'). El módulo de razonamiento global tiene que deducir el conjunto de causas globales que mejor explican estos diagnósticos locales (síntomas) observados.

Dos problemas aparecen al realizar esta tarea. Primero hay que resolver la coincidencia temporal de los distintos síntomas. Segundo hay que realizar un razonamiento diagnóstico para encontrar el conjunto de causas globales que mejor explican los distintos problemas locales observados.

El primer aspecto se resuelve dando a cada problema local (diagnóstico del módulo de razonamiento local) un tiempo de vida limitado, relacionado con el concepto de perdurabilidad del correspondiente problema. De esta manera, cada diagnóstico local irá teniendo una influencia menor según transcurra el tiempo. El problema del razonamiento diagnóstico se resuelve mediante una red bayesiana bipartita a partir de los valores de evidencia que aportan los diagnósticos locales presentes en la pizarra. El resultado del razonamiento se envía a la pizarra, de donde lo obtendrá el interfaz de usuario para su presentación al operador.

El método descrito ha sido implementado como el nivel superior de una aplicación industrial real. El número de posibles diagnósticos locales en dicha aplicación es 70, causados por 19 posibles problemas globales. Un total de 497 variables de la planta son consideradas para la realización del diagnóstico, incluyendo 161 variables calculadas.

Para la obtención del conocimiento de este nivel fueron discutidos con los expertos del proceso los problemas generales de la planta más representativos, clasificados dentro cuatro clases de problemas: desajustes en la reacción, fallos de instrumentación, problemas de refrigeración y problemas de flujo del aire. Sólo fueron analizados los problemas globales que, debido a su mayor frecuencia de aparición o a su repercusión económica, se juzgaron de mayor impacto para la planta de ACN.

Para cada problema global se realizó un estudio de los efectos posibles dentro de cada uno de los subsistemas de la planta, tanto desde el punto de vista de los modelos existentes, como desde el punto de vista de la experiencia práctica del ingeniero de procesos. Dichas repercusiones se expresaron en forma de los diagnósticos locales que el módulo de razonamiento local produce en cada caso. De esta manera se estimó para cada problema global el conjunto de diagnósticos locales que era previsible que fueran generados, junto con un coeficiente de probabilidad para tal relación causal. Dada la carencia de datos históricos suficientes para calcular estas probabilidades con técnicas estadísticas, se recurrió a la experiencia del ingeniero de procesos para su estimación. El conjunto de problemas globales estudiados y sus diagnósticos locales correspondientes conformaron una red bayesiana con más de 63 nodos y del orden de 100 relaciones causales.

La técnica de razonamiento bayesiano demostró ser muy adecuada para la implementación de este nivel del conocimiento dentro de la arquitectura propuesta. Desde el punto de vista de la adquisición de conocimiento, la estructuración en forma de problemas globales causando efectos locales en subsistemas de la planta resulta natural para el ingeniero de procesos, que puede identificar sin esfuerzo tales relaciones causales. La dificultad en la cuantificación de cada relación causal está suavizada por la introducción de una escala lingüística. La falta de precisión resultante no parece ser demasiado significativa, dado el carácter aproximado del posterior razonamiento, así como la robustez de la solución frente a pequeñas modificaciones en los parámetros del sistema. El razonamiento resultante mostró todas las cualidades que caracterizan el mecanismo de relajación de redes bayesianas.

Los resultados obtenidos son aproximados (ya que hay ciclos no dirigidos en la red bayesiana), pero muestran un grado de robustez adecuado. El carácter no excesivamente conexo de la red, que probablemente es característico de muchos problemas en control de procesos, junto con las ventajas inherentes al razonamiento bayesiano, permiten la preservación de algunas

propiedades esenciales del razonamiento del experto.

Una de las propiedades más útiles entre las exhibidas por el módulo de razonamiento global es la capacidad de razonamiento por defecto (explaining away). Por ejemplo, considérese el caso de los problemas globales 3.1 y 3.2, mostrados en la **figura 4**. Si se generan únicamente los diagnósticos locales identificados por los números 61 y 62, el módulo de razonamiento global inferirá que la causa más probable de éstos es el problema global 3.2, ya que la no aparición de los diagnósticos 58 y 59 restarán credibilidad al problema 3.1, mientras que el problema 3.2 por sí solo explica completamente las evidencias conocidas. Si ahora el módulo de razonamiento local genera los diagnósticos 58 y 59, el módulo de razonamiento global 'cambiará de idea', y juzgará que el problema global existente es el 3.1. Esto es así porque la evidencia existente refuerza la creencia en el problema 3.1, y éste explica (explains away) toda la evidencia por sí solo, causando una pérdida de credibilidad en el problema 3.2. Este mecanismo de razonamiento por defecto y explaining away se aplica igualmente a casos más complejos, donde la justificación entre causas alternativas se amplía a varios niveles y a múltiples causas simultáneas.

Otra característica que presenta el mecanismo de razonamiento bayesiano es su interruptibilidad. Al ser un algoritmo de convergencia, éste puede ser interrumpido en cualquier momento. Naturalmente la calidad de las estimaciones probabi-listas será inferior si no se permite un tiempo suficiente de convergencia, pero éste es el precio de querer una respuesta extremadamente rápida. El algoritmo asegura, en todo caso, la mejora incremental de la solución en el tiempo, propiedad ésta de la mayor importancia para algoritmos interrumpibles.

El método ha demostrado ser muy robusto, habiendo sido validados positivamente los resultados del módulo de razonamiento global contra un emulador empleado para la verificación y validación del sistema industrial. El sistema MIP está en producción en la planta desde marzo de 1991, habiéndose reportado una mejora en la producción de un 4%, aparte de otros beneficios relacionados con mejor uso del equipamiento, mejora de la eficiencia de los operadores, y evitamiento de situaciones de emergencia.

Agradecimientos: En primer lugar quiero agradecer a Erik de Pablo, coordinador y principal responsable del proyecto MIP, todas las discusiones e ideas que han dado forma a este trabajo. Rafael Muñoz y Sesh Murthy participaron activamente en las sesiones de adquisición del conocimiento para el módulo de razonamiento global. Otros participantes en el proyecto MIP fueron Soledad Romero, Carlos Aguirre, Pedro Serrahima, Vicente López, José Dorron-soro and Juan Antonio Aguilar. Agradezco a todos ellos su trabajo y contribuciones durante el desarrollo del proyecto.

Referencias

Aguilar, J.A., E. de Pablo, X. Alamán, (1992). "A Fuzzy Logic Approach for Sensor Validation in Real-Time Expert Systems", Intl. Conf.on Inf. Proc. and Management of Uncertainty in K.B. Systems, Palma de Mallorca, Spain, July 1992.
Aguirre, C., E. de Pablo, J.L. Zaccagnini, X. Alamán, (1992). "The User Interface in Expert Systems for Real-Time Process Control: The MIP system experience", 12th. IFIP World Computer Congress, Vol.3, pp. 266-272, Madrid, 1992.
Alamán, X., (1993). "Una arquitectura de integración para sistemas inteligentes de control", tesis doctoral presentada en el D° de Informática y Automática de la U.C.M., abril 1993.

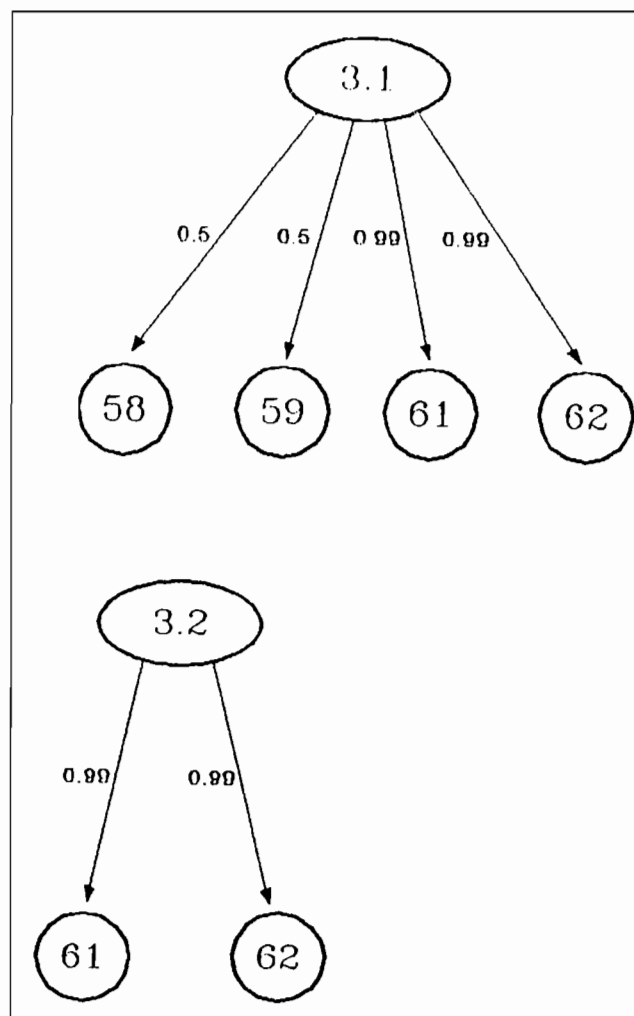


Figura 4: Un caso real

Alamán, X., S. Romero, C. Aguirre, P. Serrahima, R. Muñoz, V. López, J. Dorronsoro, E. de Pablo, (1991). "Monitorización Inteligente de Procesos: El Proyecto MIP", Actas de la IV Reunión Técnica de la Asoc. Española para la I.A.(AEPIA-91), pp. 423-432, Madrid, Octubre 1991.
Alamán, X., S. Romero, C. Aguirre, P. Serrahima, R. Muñoz, V. López, J. Dorronsoro, E. de Pablo, (1992). "Knowledge-Based Systems for Real-Time Process Control: The MIP Project, 1992 IFIP/IFAC/IMACS", Intl. Symposium on A.I. in Real-Time Control, Delft, Netherlands, June 1992.
Chang, G., J.D. Birdwell, (1990). "An Expert System Supervisor in Real-Time Control", 29th Conference on Decision and Control, Honolulu, Hawaii, Diciembre 1990.
Efstathiou, J., (1985). "Rule-based Process Control, Expert Systems and Optimisation in Process Control", A.Mamdani, J.Efstathiou(Eds), Technical Press.
Engelmore, R., T. Morgan, (1988). "Blackboard Systems", Addison-Wesley, California.
Erman, L.D., F. Hayes-Roth, V.R. Lesser, D.R Reddy, (1980). "The Hearsay-II speech understanding system: integrating knowledge to resolve uncertainty", ACM Computing Surveys, Vol 12, No. 2, pp. 213-253.
Pearl, J., (1988). "Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems", Morgan Kaufman Pub., S. Mateo.
Peng, Y., and J.A. Reggia (1987). "A Probabilistic Causal Model for Diagnostic Problem Solving", IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, Vol. SMC-17.

Xavier Navarro

Arquitecto de Sistemas - IBM Consulting Group
email: xnavarro@vnet.ibm.com

Gestión de Entornos Distribuidos

Resumen: El objeto de este artículo es comentar las características que debe reunir la Gestión de Sistemas y Redes en un entorno de proceso distribuido. Se da por supuesto que el lector conoce los conceptos básicos de los entornos distribuidos. Dicho con otras palabras, no se pretende explicar qué es el proceso distribuido, sino cómo se puede poner en práctica de forma segura. Las necesidades de gestión de dichos entornos distribuidos suelen ser infravaloradas, y ésta es la razón que ha motivado el presente artículo. El método que se sigue es analizar en primer lugar las diferencias más notables entre un entorno centralizado y un entorno distribuido, para estudiar seguidamente la influencia que esto tiene en diversas funciones relacionadas con la gestión y, finalmente, exponer un posible modelo de gestión para los nuevos entornos distribuidos y los principales pasos para llevarlo a la práctica. Se añade también una breve descripción de los principales estándares y modelos de referencia sobre gestión de redes y sistemas distribuidos.

1. Nuevo Entorno Distribuido en los S.I.

La combinación entre la complejidad de las necesidades empresariales y las posibilidades de las nuevas aplicaciones y tecnologías informáticas está dando lugar a un cambio en el entorno de trabajo típico de los Sistemas de Información (S.I.) que evoluciona desde un esquema centralizado hacia otro distribuido, algunas de cuyas características se van a describir.

1.1. Tipos de Trabajo

En los entornos distribuidos aparece un nuevo perfil de trabajo que combina la creatividad del usuario de alto nivel profesional (que interpreta y transforma datos, elabora resultados, toma decisiones) con las posibilidades que le ofrecen las nuevas tecnologías de Sistemas de Información, tales como las herramientas de análisis y simulación ('Hoja Electrónica', 'Generador de Gráficos'), potenciadas por la Extracción y Selección de Datos ('Query', 'File Transfer'), y combinadas con la generación de informes ('Proceso de Textos').

Naturalmente siguen existiendo y cumpliendo su papel en el conjunto de la administración empresarial los procesos de tipo transaccional (OLTP), en que el usuario es guiado por los programas del Sistema. Este tipo de procesos forma parte de la 'rutina administrativa' típica de cualquier organización empresarial y ya existía en los Sistemas de Información de estructura centralizada, si bien sólo en las formas 'clásicas' de procesos conversacionales entre un terminal y un programa. En los nuevos entornos distribuidos aparecen otros tipos de procesos transaccionales, tales como las transacciones distribuidas y las complejas o de larga duración (formadas por varios procesos asíncronos o paralelos).

Por último los trabajos de tipo 'Batch' continúan siendo necesarios para los procesos masivos y regulares. Se está produciendo no obstante un cierto desplazamiento en cuanto al contenido de los mismos, ya que disminuyen los procesos de

obtención de informes y resúmenes de poco volumen, que son más accesibles a través de la informática personal, y por el contrario aumentan los procesos más ligados a la gestión y mantenimiento de datos, procesos y sistemas.

1.2. Tipos de Usuarios

Los tipos de usuarios de los Sistemas de Información están adquiriendo una mayor diversificación, tanto si lo miramos desde el punto de vista de la 'necesidad de usar y conocer' el sistema informático, como si lo consideramos desde el ángulo de la 'dedicación y dependencia temporal' del usuario respecto del sistema. Aplicando el criterio de la '**necesidad de usar y conocer**' el sistema informático, podemos obtener las siguientes categorías de Usuarios Finales:

- **Usuario Externo o independiente:** es el usuario que no necesita conocer el sistema informático ni tampoco usarlo, aunque el interés de la Compañía es que lo haga; es el caso de los clientes y proveedores externos, en aplicaciones como el EDI, transferencia de fondos, suministros 'Just-In-Time', 'home banking', autoservicios bancarios, etc.
- **Usuario Dependiente:** es el usuario que necesita el sistema informático para su trabajo diario pero no necesita conocer cómo funciona por dentro ni sus características tecnológicas; realiza típicamente un trabajo de tipo transaccional, estrictamente guiado por el sistema, o es el receptor de las salidas impresas de trabajos de tipo batch; suele desempeñar funciones administrativas.
- **Usuario Especialista Funcional:** es el usuario de alto nivel o especialista en alguna función de la empresa o del negocio, que necesita hacer un uso intensivo y flexible de algunas funciones de los Sistemas de Información, y necesita por lo tanto un cierto grado de conocimiento de los mismos; el tipo de trabajo que realizan es predominantemente interactivo y la plataforma que más se adapta es la de tipo personal.
- **Usuario Especialista en S.I.:** es el usuario que en cada departamento está a cargo de los Sistemas de Información y lógicamente ha de tener un alto grado de conocimiento de los mismos y depende casi exclusivamente de su disponibilidad.
- **Usuario Administrador de los S.I.:** es el informático tradicional que está a cargo de la administración, desarrollo y mantenimiento de los Sistemas de Información y, como los del tipo anterior, lógicamente ha de tener un alto grado de conocimiento de los mismos y depende casi exclusivamente de su disponibilidad.

Atendiendo al criterio de **dedicación** y dependencia temporal de los S.I., se pueden clasificar los usuarios como (**figura 1**):

- **Usuario Estable:** dedica hasta un 80% de su tiempo a trabajar con el sistema; si éste no está disponible, el usuario puede ver seriamente dificultado el cumplimiento de su función.
- **Usuario Parcial:** dedica hasta un 50% de su tiempo a trabajar con el sistema.
- **Usuario Ocasional:** trabaja esporádicamente con el sistema (hasta un 30 % de su tiempo).

Cargas de trabajo sobre un Servidor de Red según el tipo de usuario y de Trabajo			
Tipo de Usuario	Tipo de Trabajo		
	Batch	Interactivo	Oficina
Estable	Muy pesado	Moderado	Bajo
Parcial	Pesado	Bajo a Moderado	Bajo
Ocasional	Moderado	Bajo	Muy Bajo

Figura 1: Tipos de usuarios y de Trabajos

Resumiendo, la relación Usuario/Sistema ha cambiado de forma importante en los nuevos entornos distribuidos: el usuario utiliza mucho más los S.I., es más productivo gracias a ellos, pero también más dependiente de los mismos, de que 'el sistema y la red estén ahí' (coloquialmente diríamos que los usuarios están más 'enganchados' a los sistemas).

1.3. Tipos de Datos

La complejidad de los datos manejados por los S.I. está aumentando, tanto por el mayor volumen y dispersión de los mismos como por la aparición de nuevos tipos, categorías y organizaciones de datos.

En los entornos de S.I. de estructura centralizada y orientados al trabajo transaccional y batch hay básicamente 3 tipos de:

- **Datos Corporativos** o 'Master' (manejados con un SGBD)
- **Datos de Trabajo** o intermedios
- **Datos de Seguridad:** copias, logs, niveles de generación.

En un entorno distribuido, con la aparición de nuevos perfiles de trabajo y de localizaciones de sistemas distintos del central (departamentales, de grupos de usuarios, personales, etc), la clasificación anterior ya no cubre todos los tipos de datos que se manejan. Aparecen nuevos tipos de datos (datos distribuidos, por replicación o por particionamiento) y nuevos conceptos o formas de considerar el 'activo datos', tales como:

- Datos **Primarios:** la ocurrencia más importante o de referencia de una entidad de datos.
- Datos de **Copias Operativas:** subconjuntos o copias de los datos primarios que se ponen a disposición de ciertos procesos para mejorar su 'nivel de servicio' (tiempo de respuesta o disponibilidad) y que requieren una consolidación o conciliación posterior con los datos primarios.
- Datos de **Copia de Trabajo:** copias 'instantáneas' obtenidas a partir de datos primarios y que forman una base estable para procesos de elaboración de informes y de soporte de decisiones

Una característica de los datos a tener en cuenta es su 'alcance' (scope) o ámbito de uso. Frente a lo que pasa en los sistemas centralizados, en los distribuidos no todos los datos primarios son de tipo corporativo: aparecen también conjuntos de datos con alcance departamental, de grupo de usuarios o incluso individual. En consecuencia los datos ya no están siempre en el 'sistema central'; a veces están 'muy cerca' del propietario de la información y 'muy lejos' del administrador de datos. Para manejar esta mayor complejidad se recurre a conceptos como 'Data Warehouse' o 'Information Warehouse Framework'. En resumen, la vida del administrador de datos se complica.

1.4. Redes y Entorno Distribuido

La variedad de tipos de usuarios, procesos, datos y alcance de los mismos, unida a las posibilidades que ofrece la tecnología

actual (principalmente la Informática Personal y las Redes de Ordenadores), hacen que el entorno de los Sistemas de Información sea cada vez más un entorno de Proceso Distribuido. Los distintos tipos de sistemas y subsistemas resultantes de la distribución de procesos y datos corresponderán a alguna de las siguientes categorías:

- Sistemas corporativos, departamentales, servidores, máquinas temáticas, estaciones de trabajo, sistemas personales, etc.
- Todos estos tipos de sistemas se interconectan mediante Redes. Es importante observar que las redes han dejado de ser un elemento periférico del sistema central para pasar a desempeñar una función de 'columna vertebral' de todo el conjunto de sistemas distribuidos, que por su mediación se conectan y se potencian entre sí (ver figura 2).

2. Variaciones en las Funciones de Gestión

Las diferencias entre los dos entornos considerados dan lugar a que diversas funciones de gestión vean modificados su definición, alcance y modo de realizarse. Ahora se exponen algunas variaciones en funciones de gestión seleccionadas.

2.1. Factores que Influyen en el Nivel de Servicio

El nivel de servicio que un sistema ofrece a sus usuarios se puede medir a partir de la combinación de diversas magnitudes, siendo las tres siguientes las más importantes:

- **El tiempo de respuesta** que observa el usuario final cada vez que interacciona con su sistema.
- La **disponibilidad** o tiempo efectivo de usabilidad del sistema por parte del usuario final.
- El tiempo de resolución de problemas o tiempo que transcurre desde que el usuario final experimenta un problema del sistema hasta que hay una solución al mismo.

En un sistema centralizado el nivel de servicio se ve afectado por los dos tipos siguientes de recursos:

- Recursos del sistema **central** (hardware, sistema operativo, subsistemas, aplicaciones, datos, número de procesos y transacciones, volúmenes de datos, etc).
- **Red** de comunicaciones (tipos de servicios PTT, protocolos usados, niveles de tráfico, etc).

Una característica común a todos ellos es que se encuentran en el 'centro' del sistema, lo que facilita a los administradores el control, acceso y manipulación de los mismos.

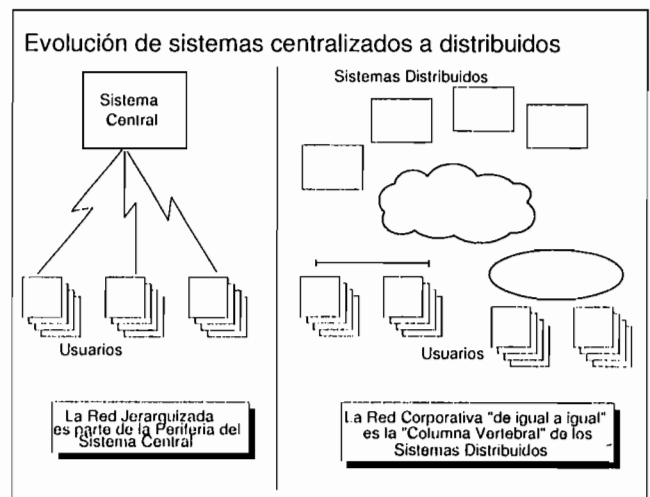


Figura 2. Papel de la Red en sistemas centralizados y distribuidos

En un sistema distribuido los tipos de recursos que influyen en el nivel de servicio no son distintos, pero sí que se diferencian por sus características, en especial por:

- La mayor **complejidad**: ya no hay un sistema sino varios, las estructuras de datos están distribuidas, las redes son más complejas, hay multiplicidad de protocolos, etc .
- La **dispersión** de recursos: geográfica, heterogeneidad de modelos, más accesibilidad a los recursos por los usuarios, ..
- La **multiplicidad** de recursos implicados en un proceso cooperativo, con distribución de funciones entre diversos sistemas, recursos que participan en varios procesos simultáneamente, etc.

2.2. Objetos en los que actúa el Control de red y sistemas

En un entorno centralizado, las funciones de gestión de redes y sistema actúan sobre los siguientes objetos:

- Sistema central (hardware, software, aplicaciones, datos, ...).
- Red WAN (servicios PTT, nodos centrales de comunicaciones o Front Ends).
- Nodos periféricos (cableado, terminales, hardware remoto de comunicaciones o controladores).

En un entorno de sistemas distribuidos, los objetos sobre los que actúan las funciones de gestión de sistemas y redes son más numerosos, variados y complejos:

- Sistemas distribuidos o nodos periféricos (cada uno con su hardware y software, aplicaciones, datos distribuidos, etc).
- Componentes y subsistemas de comunicaciones en los nodos periféricos (adaptadores, software de comunicaciones, ficheros de configuración, etc.).
- Nodos distribuidos de comunicaciones en las redes WAN (routers, bridges, gateways).
- Redes LAN (cableado, hubs, servidores, impresoras de red, agentes de gestión, etc).

2.3. Responsabilidades del Servicio de Atención al Usuario (Help Desk)

En un entorno centralizado, las responsabilidades del Servicio de Atención al Usuario Final (Help Desk) se centran fundamentalmente en el soporte al uso de las aplicaciones centrales (transacciones, interfase con planificación batch, gestión de listados), en la resolución de los problemas que pueda tener el usuario con su hardware (pantallas, impresoras, cableado) y, en algunos casos, en la orientación sobre cómo tratar con la PTT proveedora de servicios de transmisión de datos, aunque esto último no es muy frecuente, ya que en dicho entorno el control de las redes suele ser también centralizado.

En un entorno distribuido la misión del Help Desk se puede extender de forma considerable ante la necesidad de incluir además el soporte al uso de los siguientes tipos de recursos:

- **Uso de hardware más complejo** (PCs, estaciones de trabajo, impresoras y periféricos, etc).
- **Uso de aplicaciones locales** de cada nodo (incluyendo sistemas operativos; software de oficina como el correo, proceso de textos o generadores de gráficos; de soporte de decisiones, como la hoja electrónica o el software de simulación..).
- **Uso de aplicaciones transaccionales complejas**, en las que los programas y datos no residen en un solo sistema sino en dos ó más, y en las que la vida de una transacción puede extenderse más allá de la actuación de un solo usuario en un momento dado (long-term transactions).
- **Uso y gestión de datos**: extracción y consolidación, datos en servidores, gestión de copias y respaldo de datos propios, ...

- **Uso de la red local** (LAN) y de **recursos** a los que se accede por ésta: servidores, gateways de comunicaciones, dispositivos compartidos (impresoras, plotters, scanners, modems, etc).

En relación con esto se plantea un interesante y debatido problema: en los nuevos entornos distribuidos, el Servicio de Atención al Usuario Final (o 'Help Desk'), ¿debe ser único o 'distribuido'?; en el segundo caso, ¿debe haber un único 'punto de contacto' para el Usuario Final que solicita ayuda o debe éste ser capaz de discernir a cuál de los diversos 'help-desks' debe encaminar su petición?; el 'help desk' y el centro de control y operación de la red (y de los sistemas distribuidos) ¿deben estar unidos o separados?, etc., etc. Como en los buenos problemas de ecuaciones diferenciales, la solución no es única sino que depende de las 'condiciones del entorno'.

2.4. Responsabilidades de Administración de Datos

En un entorno centralizado, la ubicación centralizada de los datos facilita su acceso y gestión por parte del administrador de datos (independientemente de la ubicación del 'propietario'). Además, el uso de SGBD facilita y reduce las funciones de manipulación que se requieren (reorganizaciones, copias de seguridad y logs de transacciones sobre los datos 'master', recuperaciones a partir de los datos de seguridad, y en general poca o ninguna necesidad de manipulación sobre los datos intermedios).

En un entorno distribuido, la mayor complejidad de las categorías de datos que se manejan, unido a su dispersión geográfica y variedad de formatos y soportes, a lo que se une la mayor proximidad y accesibilidad de los 'propietarios' a 'sus datos', dan lugar no sólo a que los procesos de gestión tradicionales (seguridad, recuperación), sean más complejos sino a que aparezcan nuevas necesidades de manipulación y gestión de los datos (extracciones, distribución controlada, procesos de consolidación o conciliación de datos primarios con copias operativas, etc) que, como ya comentamos antes, hacen más serias y complejas las responsabilidades de Administración de Datos.

2.5. Automatización de la Operación

En un entorno centralizado la automatización de la operación puede llegar a un alto grado. El arranque, parada y recuperación del sistema, los subsistemas y las redes, la planificación de trabajos batch, la distribución de salidad impresas, las reorganizaciones y copias de datos, la reacción ante las alertas generadas por subsistemas y dispositivos periféricos o de la red, la resolución de determinados incidentes, el control de rendimientos y tiempos de respuesta, los ajustes dinámicos de parámetros de rendimiento, etc, etc, son acciones que en muchos sistemas centralizados pueden ser realizadas por OPERADORES AUTOMATICOS, o subsistemas especializados en la automatización de la operación.

En un entorno distribuido la dispersión de sistemas y su variedad (y en muchos casos su heterogeneidad) dificultan la puesta en práctica de un esquema global de automatización de la operación, pero facilitan la automatización parcial de diversos sistemas y procesos, dando lugar a la aparición de 'islas de automatización'. Sin embargo la mayor complejidad no tan sólo no hace menos deseable el uso de la automatización sino más necesaria, pues ciertos procesos pueden llegar a ser incontrolables o inmanejables si no se automatizan en un alto grado; es el caso de la distribución de ficheros de configuración

y software a los nodos distribuidos, de la gestión de las copias operativas de datos (extracción, distribución, recogida, consolidación), o de la gestión de copias de seguridad en servidores distribuidos.

2.6. Gestión de cambios y Distribución de soft y datos

En los sistemas centralizados la gestión de cambios afecta a los cambios de componentes que se hacen en el propio sistema central. La distribución de activos informáticos (distintos del hardware) prácticamente no existe o adquiere el carácter de 'duplicación' o creación de sistemas 'imagen'. Con el tiempo los sistemas centrales han venido dotados de potentes subsistemas de control de cambios, que permiten contestar a preguntas tales como: ¿cuál es el nivel de ingeniería de tal componente de hardware?, ¿qué modificaciones se han introducido en cierto producto de software en los dos últimos años?, ¿cuántas copias de respaldo tengo de mi base de datos, en qué medio físico y dónde están?, ¿cuáles fueron todos los cambios asociados a la última ampliación de periferia en disco? etc.

Pero en los sistemas distribuidos la cosa se complica: para empezar, el número de componentes, productos, sistemas, localizaciones, etc., se multiplica tanto como se distribuyen las estaciones de trabajo de los usuarios. Además, dichas estaciones de trabajo son fácilmente accesibles para el usuario pero no para el administrador. No es posible basar la administración de los sistemas distribuidos en la confianza de que cada usuario hará las funciones pertinentes; las tristes historias de los 'virus', entre otras, están ahí para recordarnos que la disparidad de motivaciones, la heterogeneidad de conocimientos, la falta de responsabilidad sobre la protección y mantenimiento de los activos, el deseo de 'aventura' y las 'ganas de jugar', etc., pueden crear muchos y más graves problemas que los que se pretendía resolver con la distribución de los sistemas. Se hace imprescindible disponer de una GESTIÓN DE CAMBIOS centralizada y, en el caso de las instalaciones medianas o grandes, de un sistema de distribución de software y datos como parte integrante de la gestión de cambios.

La gestión de cambios se compone de diversos procesos asociados al cambio de activos: petición, registro, documentación, implantación, comunicación, informes por niveles, etc. Debe tener asimismo claras interfases definidas con otros procesos de gestión de los sistemas distribuidos, como por ej.:

- Gestión de configuraciones (cambios para variar las configuraciones o configuraciones alteradas por los cambios).
- Gestión de inventario (nuevos componentes o alteraciones del inventario debidas a cambios).
- Gestión de problemas (cambios para resolver problemas o problemas generados por cambios de los que no se analizaron todas sus posibles 'consecuencias'), etc.

Para la implantación de cambios se consideran varios casos:

- Los sistemas distribuidos con un número pequeño de nodos pueden no requerir ningún montaje especial para implantar los cambios; suponiendo que no haya una volatilidad muy alta, una red con hasta cincuenta nodos puede ser administrada por una sola persona sobre la base del tratamiento individual a cada nodo y usuario; por encima de cien nodos, sin embargo, el coste asociado a la realización de los cambios 'uno a uno' puede superar el umbral de lo excesivo.
- En los procesos de instalación masiva inicial (despliegue de una nueva red) o de cambios masivos y voluminosos (sustitución de equipos, despliegue de un nuevo aplicativo o cambio masivo de sistema operativo, etc), es interesante

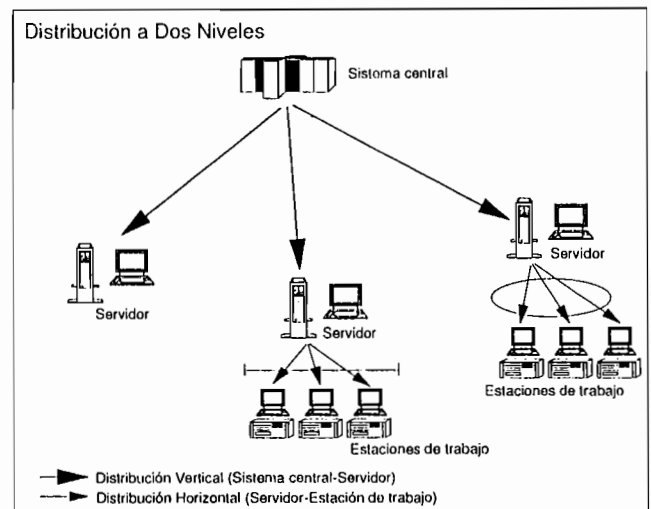


Figura 3. Distribución Vertical y Horizontal

recurrir al concepto de 'fábrica' (o 'taller'), es decir, disponer de recursos centralizados que permitan al administrador la preparación de los nuevos sistemas o la modificación masiva de los ya existentes, y la entrega al usuario de sistemas 'plug&go'; los recursos de la 'fábrica' (además del local, el personal entrenado, los procedimientos, la dirección única de envío para los proveedores, etc), pueden ser elementos de carga masiva, tales como una red local con un servidor especial, dispositivos DAT, discos magnetoópticos, etc.

- * El 'día a día' de la implantación de cambios es lo que se conoce como 'distribución de software', para lo cual existen numerosas soluciones tecnológicas en el Mercado; pero en general dichas soluciones no se circunscriben a los que es estrictamente 'distribución de software' (desde un sistema central hacia varios distribuidos), sino que más bien son tecnologías que permiten el 'intercambio bidireccional de activos informáticos', es decir, tanto la recolección en un punto central ('fan-in') de datos, estadísticas e información de gestión de sistemas, etc., como el envío desde un punto central hacia sistemas distribuidos ('fan-out') de software, datos, salidas impresas, información de configuración, etc.

2.7. Intercambio Bidireccional de Activos Informáticos

Algunos aspectos importantes del 'intercambio bidireccional de activos informáticos' o 'distribución de software' que deben ser tenidos en cuenta son:

- **Sincronización de los cambios:** cómo asegurar que todas las estaciones de trabajo activan una determinada versión de software o de datos de forma simultánea y coherente.
- **Amplitud de banda necesaria:** en el caso de distribución de grandes volúmenes por circuitos telefónicos (redes WAN), el cálculo de la amplitud de banda necesaria o del tiempo necesario para hacer una distribución pueden desbordar cualquier previsión; se debe considerar la posibilidad de compactación de los objetos a distribuir.
- **Autorregulación:** desde qué sistema se inicia y controla una distribución; proceso 'push' (desde el sistema que envía los activos) o 'pull' (desde el sistema receptor).
- **Distribución Horizontal:** en el caso de redes locales con Servidores, el proceso de distribución se puede descomponer en dos partes que se pueden realizar de forma asíncrona (fig.3): distribución vertical, o del host al servidor; y distribución horizontal, o del servidor a las estaciones de trabajo.

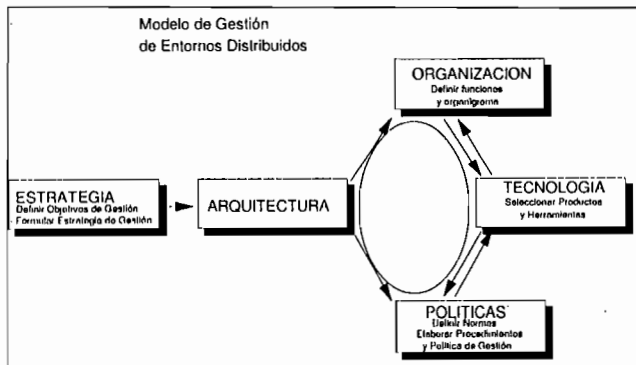


Figura 4. Un modelo de Gestión de Redes y Sistemas

3. Modelo de Gestión en Entornos Distribuidos

Seguidamente podemos tratar de construir un modelo de gestión de sistemas y redes en entornos distribuidos, cuyos componentes principales son (figura 4):

- Estrategia de Gestión
- Arquitectura Tecnológica de Gestión
- Políticas y Procedimientos de Gestión
- Estructura Organizativa
- Tecnologías de Gestión

3.1. Estrategia de Gestión

Las líneas maestras de la gestión de los sistemas y redes distribuidos debe formar parte de la planificación estratégica de los S.I. (Information Technology Strategic Plan). Su contenido debe ser:

- Definir objetivos para la gestión.
- Formular estrategias de gestión.

Con una clara estrategia de gestión deben quedar establecidos las prioridades y los criterios generales para optar por soluciones concretas de implantación.

3.2. Arquitectura Tecnológica de Gestión

Para definir la arquitectura tecnológica de gestión para entornos distribuidos, hemos de definir: qué funciones de gestión se necesitan, en qué nodos de la red residen, con qué protocolos se conectan y cuál es su adecuación a la arquitectura de aplicaciones y datos que se tenga implantada y a la topología de red.

Funciones de Gestión

- Las funciones de **Agente de Gestión** contienen la interfase con cada elemento objeto de gestión (nodos, recursos en cada nodo, tales como adaptadores de red, periféricos, funciones de software, etc); a través de dicha interfase recogen información sobre el estado del objeto, información que es enviada al Manager de forma regular o por petición del mismo; el Agente de gestión también puede generar alertas cuando se superan ciertos umbrales o se producen situaciones anormales; por último, el Agente puede recibir desde el Manager mandatos de acción o de interrogación ('query') sobre el estado del objeto a gestionar.
- Las funciones de **Manager** contienen la interfase con la función de consola de operación del sistema de gestión, actúan como 'punto focal' de recepción de información procedente de los Agentes y permiten enviar a éstos mandatos de acción o de interrogación, recibiendo el resultado de la ejecución de los mismos.

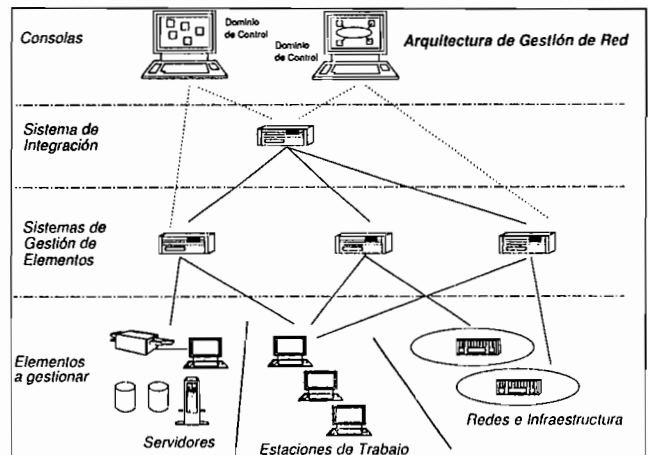


Figura 5. Arquitectura Tecnológica de Gestión de Sistemas Distribuidos

- Las funciones de **Consola** contienen la interfase de usuario final que permiten al usuario del sistema de gestión (operador o administrador) acceder a las funciones de los nodos 'Manager', visualizar información, entrar comandos y ver el resultado de la ejecución de los mismos, realizar funciones de diagnóstico, etc.; a través de una consola de gestión, un usuario puede 'ver' partes de la red (VISTAS) y 'modificar' o actuar sobre partes de la red (DOMINIOS de CONTROL).

Nodos de Gestión (ver figura 5)

- Las funciones de **Agente** suelen ubicarse en los mismos nodos donde residen los elementos a gestionar, aunque a veces estén en otros nodos relacionados ('PROXY Agent').
- Las funciones de **Manager** pueden ubicarse en nodos centrales o distribuidos y, según los modelos de referencia que se sigan pueden estructurarse en un solo nivel o en dos ó más niveles; en este caso el nivel superior se conoce como 'sistema de integración' (también 'punto focal' o 'manager de managers') y el nivel subordinado como 'sistema de gestión de elementos' (también 'punto de servicio'); los nodos manager también pueden ser (y conviene que sean) agentes de gestión del propio sistema en que reside el manager.
- Las funciones de **Consola** pueden ubicarse en los mismos nodos 'manager' (como será el caso en las redes pequeñas) o en estaciones de trabajo dotadas de capacidad gráfica y externas a los nodos 'manager', en cuyo caso puede haber varias consolas, permitiendo ello repartir el trabajo y definir varias 'vistas' y 'dominios de control'.

Protocolos de Gestión : pueden ser:

- **protocolos de alto nivel**, basados en alguna arquitectura de red o conjunto de protocolos (SNMP para TCP/IP, CMIP para OSI, SNA-MS para SNA o APPN, etc).
- **protocolos específicos** de una herramienta concreta

3.3. Políticas y Procedimientos de Gestión

El conjunto de normas y procedimientos de gestión constituye el nivel táctico u operativo del modelo de gestión. La selección y desarrollo de las normas y procedimientos de gestión puede ser muy diferente para cada compañía, puesto que deben basarse en la aplicación concreta a cada caso particular. Deben estar en función de las políticas de gestión, de las características específicas de los sistemas y redes de la compañía, de las soluciones tecnológicas implantadas, de los requerimientos y características de los usuarios, de la estructura organizativa de la compañía, etc.

Además los procedimientos y normas de gestión pueden verse muy influenciados por el resto de los componentes del modelo de gestión, es decir, por la organización de gestión y por las herramientas y tecnologías de gestión que se usen. No obstante, para no 'reinventar la rueda' en cada caso y para no descuidar aspectos importantes de la gestión, es conveniente tener un estándar o marco de referencia general (ver Estándares o Modelos de Referencia).

3.4. Estructura Organizativa

Las características de la estructura organizativa más adecuada para un entorno distribuido se determinan en función del balance concreto para cada compañía entre dos tendencias opuestas:

- Tendencia a la descentralización del soporte, marcada por la dispersión de los sistemas y redes, la variedad de los mismos y las necesidades más complejas de los usuarios finales.
- Tendencia a la centralización del soporte, marcada por la optimización de recursos y skills, así como por la continuidad con las estructuras organizativas propias de los entornos centralizados.

El peso que tenga cada tendencia en cada compañía concreta puede estar determinado y modificado por estos elementos:

- La estructura de la compañía, la dispersión y variedad de los usuarios, locales, recursos, etc.
- La estrategia de gestión, que marca las prioridades a las funciones de gestión .
- Los procedimientos puestos en práctica, la tecnología y herramientas instaladas, que facilitan en mayor o menor medida la actuación a distancia (telemantenimiento, operación remota, reenvío de alertas) y la automatización de procesos (distribución de software y datos, instalación desasistida)..

3.5. Tecnologías y Herramientas de Gestión

Entendemos por herramientas de gestión, en un sentido amplio, no sólo las herramientas estrictas (analizadores, monitores, etc) sino también los productos suministrados por fabricantes de hardware y software y las aplicaciones específicamente desarrolladas en cada instalación para realizar diversas funciones de gestión de sistemas y redes.

Las características tecnológicas generales que deben reunir las herramientas y productos de gestión son:

- Estructuradas según un modelo Cliente/Servidor, que en el ámbito de la gestión se conoce como Manager/Agent (siendo 'Manager' el conjunto de funciones 'cliente' que se ubican en los sistemas de gestión, mientras que 'Agent' es el conjunto de funciones 'servidor' presentes en cada sistema y nodo inteligente a ser gestionado).
- Dotadas de interfase gráfica de usuario , ('GUI').
- Desarrolladas según las técnicas de orientación a objetos.
- Habilitadas para la compartición de datos.

Nuevamente, para no 'reinventar la rueda' otra vez, es conveniente usar tecnologías y herramientas que se adapten a un estándar o marco de referencia general (ver 6).

3.6. Criterios de Selección de Tecnologías

Los criterios para seleccionar el conjunto de herramientas, productos y aplicaciones más adecuados a cada compañía se deben basar en:

*La estrategia de gestión, las políticas y procedimientos y la arquitectura de gestión que se adopten.

*La distribución, variedad y dispersión de recursos.

*Las características tecnológicas de los sistemas distribuidos, aplicaciones y redes presentes en la compañía,

- porque determinan lo que se puede y se debe gestionar;
- porque deben ser elementos partícipes de la gestión (un aplicativo aumenta su valor si, mediante el uso de extensiones de programación orientadas a la gestión, incluye funciones de agente y permite un mayor nivel de gestión del conjunto);
- porque debe haber una coherencia tecnológica (no es conveniente introducir tecnologías 'nuevas' o diferentes para la gestión de un sistema distribuido de un determinado nivel tecnológico).

4. Por qué hace falta un Modelo

Para completar esta breve exploración sobre el modelo de gestión adecuado a los entornos distribuidos, es importante resaltar el hecho de que, con excesiva frecuencia, se tiende por parte de suministradores y consultores a reducir e incluso confundir el modelo de gestión con lo que son las herramientas específicas. Ello se ve favorecido por las políticas comerciales de los proveedores y por el hecho de que algunas de las herramientas actualmente presentes en el mercado 'entran por los ojos', por su grado de perfección tecnológica y su aparente facilidad de uso (en realidad facilidad de 'manejo' o de 'juego').

Este enfoque es perjudicial, no sólo porque es incompleto y puede 'dejarse en el tintero' aspectos fundamentales de la gestión, sino principalmente porque, si no se siguen los pasos de 'las cosas bien hechas' y no se comienza por los fundamentos de la definición de objetivos y formulación de estrategias, puede llegar a crearse un vistoso 'edificio' que resuelva muy bien determinadas situaciones simples y llamativas, pero que deje empantanados a los administradores en situaciones de complejidad acusada.

5. Diseño de la Gestión de Entornos Distribuidos

Una vez expuesto el Modelo de Gestión de Entornos Distribuidos, la pregunta inmediata que nos podemos hacer es: ¿Cómo llevar esto a la práctica? Para intentar dar una respuesta, se apuntan cuáles serían los principales pasos a dar.

1. Elaboración personalizada del Modelo de Gestión de Red adaptándolo a las características y circunstancias de cada instalación; así puede ocurrir que los objetivos estratégicos ya estén incluidos en el Plan Estratégico de Tecnologías de Información, o que los productos ya adquiridos condicionen fuertemente la arquitectura o la tecnología, que no sea posible hacer cambios organizativos, etc.
2. Definición de requerimientos y objetivos estratégicos entre el extremo fácil del 'lo queremos controlar todo' y el irresponsable de 'controlar para qué', hay un punto de equilibrio para cada instalación, que se debe encontrar y definir.
3. Diseño de las Funciones de gestión a implantar. Saber 'qué queremos hacer' es previo a saber quién lo va a hacer (organización), cómo y cuándo (normas y procedimientos) y con qué (tecnología).
4. Diseño de la Organización de gestión, funciones, responsabilidades, 'skills', ubicación en el organigrama.
5. Selección de los Estándares de Gestión de Red aplicables. No hay por qué 'reinventar la rueda'.
6. Selección de la tecnología de gestión y diseño de componentes.

Si se han seguido los pasos previos, ya se dispone de cierto criterio para hacer una selección adecuada de los productos a adquirir, sin caer en 'modas' o ser víctima de 'hábilis acciones de marketing' o publicidades efectivas.

7. Diseño de las Normas y Procedimientos a elaborar. El coste de elaboración puede ser muy superior al de adquisición de productos tecnológicos; por eso es conveniente pensar y planificar lo que se va a hacer antes de hacerlo.
8. Elaboración del Plan de Implantación y Proyectos Piloto. Suele ser muy recomendable implantar las soluciones de forma gradual y tras haberlas probado en pilotos que pueden ayudar a ajustar los diseños y formar a los usuarios del sistema de gestión

6. Estándares o Modelos de Referencia

En esta sección se expone cuáles son los estándares y modelos de referencia aplicables a la gestión de sistemas y redes en un entorno Cliente/Servidor. La selección del modelo adecuado es crítica para poder plantearse con garantías de éxito y durabilidad la implantación o la reorganización de la gestión de sistemas y redes en la perspectiva del cambio de los sistemas de información de un modelo centralizado a uno distribuido. Las ventajas de adoptar un modelo de referencia estándar para la gestión de redes y sistemas distribuidos son: amplitud del enfoque, coherencia de las soluciones y simplificación del diseño e implantación.

- * **Amplitud del enfoque:** el modelo de referencia indica qué áreas de la gestión de redes y sistemas se deben abordar; sólo hace falta determinar las prioridades en función de las características particulares de cada caso.
- * **Coherencia de las soluciones:**
 - soluciones en áreas parciales interoperables e interconectables.
 - compartición de elementos comunes (plataformas, datos, objetos).
 - aprovechamiento de 'skills'.
- * **Simplificación del diseño e implantación; ahorro de recursos:**
 - aprovechamiento de componentes comunes y
 - sustitución de tareas costosas por otras más sencillas:
 - no hace falta crear nuevos modelos de datos, sino adaptar el del modelo de referencia;
 - no hace falta crear nuevas clases de objetos, sino adaptar las del modelo a las características de cada caso;
 - no hace falta crear una nueva interfase de usuario, sino adaptar y crear vistas a partir de la propuesta por el modelo de referencia.

6.1 Estándares de Modelos de Gestión

Aunque a corto plazo las soluciones de gestión de red y sistemas distribuidos sean, en gran medida, propietarias, el modelo de gestión de sistemas y redes en entornos distribuidos que conviene adoptar se debe inspirar en los modelos candidatos a estándares en el futuro. Los estándares y modelos de referencia más importantes son:

- El marco para la gestión definido por las recomendaciones **X.700** propuestas por ISO/IEC e CCITT (incluidas en Government Open Systems Interconnection Profiles, GOSIP).
- La arquitectura **TMN** (Telecommunications Management Network), recomendada en las series M.3000 del CCITT (Study Group IV).
- La infraestructura **OMNIPoint** del NMF (Network Management Forum), que es un conjunto de estándares, especificaciones de implantación, métodos y herramientas de 'testing', y librerías de objetos, que facilitan la

interoperabilidad entre sistemas de gestión de redes.

- El modelo **DME** (Distributed Management Environment) del OSF (Open Software Foundation), cuya aplicación se centra en modelos de proceso distribuido Cliente/Servidor, principalmente en entornos UNIX-SNMP.
- El marco **IBM SystemView** como la estructura abierta de gestión global de redes y sistemas a nivel empresa o corporativo, en donde la gestión SNA-MS es una parte significativa de la gestión de red total, complementada por la gestión de redes locales, de sistema central y de sistemas distribuidos

6.2. Procesos de Certificación

Los modelos de referencia **OMNIPoint**, **OSF/DME** e **IBM SystemView** tienen procesos de certificación definidos, que permiten garantizar el seguimiento del estándar por los productos que lo invocan. Por el contrario, **X700** y **TMN** son puramente estándares de referencia, pero no tienen procesos de certificación definidos.

- * **OMNIPoint** (NMF) incluye dentro de sus estándares las especificaciones de implantación, métodos y herramientas de 'testing', así como librerías de objetos, que facilitan la tarea de los 'developpers'.
- * **OSF** tiene definidos unos procesos generales de certificación de productos, que son aplicables a los que sigan el modelo DME.
- * **IBM SystemView** tiene definidos:
 - un conjunto de productos habilitadores ('enabling products'), que son plataformas de desarrollo cuyo uso facilita el seguimiento del estándar.
 - unos criterios de conformidad que permiten evaluar el nivel de integración de un producto con el estándar ('SystemView Conformance Levels').

6.3. OMNIPoint 1 (NMF)

La infraestructura OMNIPoint del NMF tiene el propósito de facilitar la interoperabilidad entre sistemas de gestión, contemplando la posibilidad de sistemas propietarios. El modelo OMNIPoint 1 define los siguientes componentes clave:

- Servicios de gestión (configuración, notificación de alarmas, eventos, 'testing', planificación de tareas, 'path tracing', problemas y control de acceso), que incluyen los CMIS del ISO/CCITT (series X.700)
- Servicios de información
- Repositorio de información (de acuerdo con el 'ISO Guidelines for the Definition of Managed Objects' -GDMO).
- Servicios de comunicación, basados en XMP, CMIP y SNMP
- Incluidos en el modelo, pero no definidos, están los componentes: Interfaz de usuario gráfica; Aplicaciones de gestión; Interfaz de aplicación (API).

6.4. OSF/DME

El modelo **DME** (Distributed Management Environment) del OSF (Open Software Foundation), se centra en la gestión SNMP de entornos UNIX de proceso distribuido DCE (Distributed Computing Environment).

El modelo **OSF/DME** (Distributed Management Environment) tiene los siguientes componentes clave:

- * **Interfaz de usuario de gestión** (Management User Interface -MUI) OSF/Motif
- * **Interfaz de acceso a red** (Network Acces Interface) XMP API.

* **Servicios distribuidos** (Distributed Services), que incluyen:

- Servicio de gestión de subsistemas (Subsystem Management Service -SMS).
- Servicio de eventos (Event Service-EVS).
- Servicio de gestión de licencias (License Management Service-LMS).
- Servicio de distribución de programas (Software Distribution Service-SDS).
- Servicios de ordenadores personales (Personal Computer Services-PCS).
- Servicios de impresión (Print Services-PRS).

* **Marco de gestión de objetos** (Object Management Framework-OMF).

El modelo OSF/DME no estará completado hasta, al menos, 1995.

6.5. IBM SystemView

El marco de IBM SystemView (ver figura 6) sirve como referencia para la gestión centralizada en casos de integración de gestión SNA-MS con otras arquitecturas de gestión de red y sistemas, tanto abiertas como propietarias.

IBM SystemView es el modelo de referencia, totalmente orientado a objetos, para la evolución e integración de redes SNA-MS y sistemas IBM con otras arquitecturas de gestión de red y sistemas, tanto abiertas como propietarias. Conceptualmente se describe en términos de:

- Dimensiones: usuario final (GUI), aplicaciones, datos (modelo de datos relacional) y recursos/elementos (clases de objetos).
- Aplicaciones de gestor (niveles de administración y coordinación).
- Agentes (nivel de ejecución).
- Disciplinas (negocio, problemas, cambios, configuración, rendimiento y operación).
- Servicios comunes.

IBM SystemView tiene entre sus componentes:

- Interfaz gráfica de usuario (CUA o Motif).
- Infraestructura de soporte contemplando X.700, DME, OMG, SNMP.
- Comunicación con elementos (recursos) de red basada en CMIP, SNMP, DME y SNA-MS.

6.6. Dimensión de Usuario Final

La Dimensión de Usuario Final define cómo debe ser la interfase de usuario final, basada en los principios de las interfases gráficas (GUI), orientadas a objetos (íconos, etc), que han demostrado ser una importante ayuda para la productividad de los usuarios de los sistemas informáticos.

6.7. Dimensión de Aplicaciones

La Dimensión de Aplicaciones agrupa los distintos procesos de gestión de sistemas en un conjunto de seis 'disciplinas' o procesos de alto nivel, que son:

* **Gestión de la Administración o Negocio** (Business Management): Gestión de activos (adquisiciones, presupuestos, inventario, facturación); Procesos de Contabilidad (medidas de consumos y facturación); Control de Seguridad (niveles de confidencialidad, control de accesos, protección contra intrusiones y alteraciones o 'virus'); Gestión del Nivel de Servicio (especificación y seguimiento de los

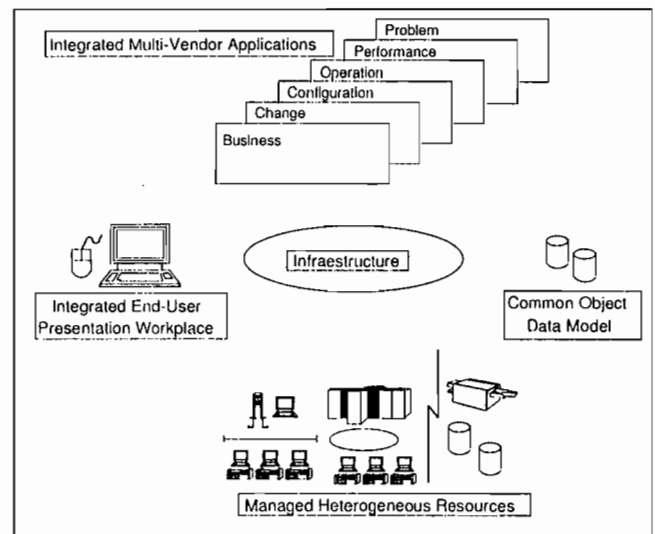


Figura 6. Estructura IBM SystemView

niveles de disponibilidad, tiempo de respuesta, etc).

- * **Gestión de Cambios** (Change Management): Preparación de cambios, planificación, pruebas, distribución, instalación, activación, anulación (backout), seguimiento, etc.
- * **Gestión de Configuraciones** (Configuration Management): Planificación, consulta, actualización de configuraciones; Inventarios.
- * **Gestión de Operaciones** (Operation Management): Planificación de las cargas de trabajo; Control de las cargas de trabajo y los entornos de trabajo; Recuperación de entornos de trabajo; Automatización de procesos; Descubrimiento y mantenimiento automáticos de las configuraciones y topología existentes ('topology discovery').
- * **Gestión de Rendimiento** (Performance Management): Planificación de rendimientos y de capacidad; Medida de rendimientos, seguimiento, control.
- * **Gestión de Problemas** (Problem Management): Detección de problemas, registro, diagnóstico, resolución, seguimiento.

6.8. Dimensión de Datos

La Dimensión de Datos agrupa las distintas entidades de datos en dos conjuntos principales:

- * **Enterprise Information Base**: conjunto de datos 'estables' que definen el entorno de Sistemas de Información distribuidos.
- * **Control Information Base**: conjunto de datos 'coyunturales' que definen el estado y evolución del entorno.

6.9. Dimensión de Recursos Gestionados

Los recursos sobre los que se expande la gestión de sistemas y redes según la estructura SystemView se clasifican según los siguientes tipos:

Sistemas, Almacenamiento, Redes, Bases de Datos, Aplicaciones y Administración.

Los recursos objeto de gestión con SystemView pueden ser heterogéneos, estando cubiertos diferentes estándares oficiales o 'de facto' (OSI, TCP/IP, UNIX, RISC) y soluciones propietarias (Sistemas de IBM, DEC, HP, SUN, Novell, Apple, NCR).

Francesc Miralles

Profesor del Departamento de Informática y Sistemas de Información de ESADE

Resumen: se describen los Sistemas Expertos y las Redes Neuronales como técnicas de resolución de problemas de gestión empresarial. El enfoque de estas herramientas rompe con los métodos algorítmicos clásicos de resolución de problemas. La experiencia de los expertos humanos y los datos acumulados por las organizaciones permiten configurar esas nuevas técnicas. Se presentan sus aplicaciones en las distintas áreas de la gestión empresarial y se propone el papel que pueden desempeñar en la construcción de las Organizaciones Inteligentes y en el desarrollo del Rediseño de las Organizaciones.

1. Introducción

Fue Turing quien sentó las bases para el desarrollo de la ciencia algorítmica. Al proponer su máquina nos estaba dando la capacidad para resolver de forma mecanizada, artificial, cualquier problema del que se conociera su algoritmo de resolución. Parafraseando a Arquímedes cuando presentaba el principio de la palanca, Turing podría haber dicho: "Dadme un algoritmo y te construiré una máquina que te lo resuelva" (de todas maneras sabemos que algunos algoritmos no permiten ser resueltos mediante la máquina de Turing: estos los vamos a obviar en este trabajo; las restricciones impuestas a la resolución de algoritmos se incluyen dentro de la teoría de la computación, una rama de las matemáticas de la que se puede encontrar una descripción muy amena en [PENR1991]).

Aunque la máquina de Turing [PENR1991] pertenece al mundo de la teoría, ha servido como base para la aparición de las máquinas de tipo Von Newman que han permitido la resolución de los algoritmos basados en modelos matemático-lógicos. Estas máquinas se conocen como máquinas seriales, pues llevan a cabo la resolución del algoritmo al completar de manera secuencial las operaciones involucradas en su resolución. Desde los telares de Jacquard y las antiguas registradoras, pasando por las máquinas de calcular, hasta el ordenador personal, hemos dispuesto de diferentes máquinas seriales que nos han permitido resolver algoritmos basados en aproximaciones matemático-lógicas. La máquina, los ordenadores clásicos, garantizan la resolución de estos algoritmos con una fiabilidad y un tiempo de respuesta que excede en varios órdenes de magnitud a la capacidad del ser humano.

La aproximación de la máquina serial, somos conscientes, no permite la resolución eficiente de problemas tan sencillos, para nosotros los humanos, como reconocer el lenguaje hablado o escrito. Los intentos para hacerlo dan un rendimiento de las máquinas de varios órdenes de magnitud por debajo del que proporciona un ser humano medio. La razón es muy sencilla. No disponemos de algoritmos matemático-lógicos para resolver estos problemas o, si disponemos de ellos, los ordenadores Von Newman no son capaces de manejarlos de forma eficiente.

A raíz de las investigaciones sobre el comportamiento del cerebro humano surgieron nuevos paradigmas de resolución de problemas. Los trabajos neurológicos, quizás con Ramón y

Nuevos paradigmas en la resolución de problemas de gestión empresarial: sistemas expertos y redes neuronales

Cajal como punto de partida más relevante, y los avances en la técnica de los ordenadores se cruzaron para intentar simular, replicar, mediante nuevos tipos de algoritmos el comportamiento cerebral. Ello ha dado lugar a una área de la ciencia llamada Inteligencia Artificial (IA). Las ambiciones iniciales tenían como objetivo la construcción de máquinas que fueran capaces de reproducir el comportamiento del cerebro humano. En definitiva, se trataba de encontrar modelos que permitieran replicar de manera artificial el comportamiento cerebral. Parece que esta línea de trabajo inicial ha sido descartada por las corrientes actuales de investigación en IA.

La pretensión actual es doble. Por un lado, sigue habiendo un intento de imitar por medio de máquinas tantas actividades mentales como sea posible, con el objetivo básico de conocer mejor su funcionamiento. Por otro lado, hay una aproximación más pragmática que pretende aprender de la forma como se comporta el cerebro para obtener nuevos métodos de resolución de problemas, sin prestar especial atención en si el cerebro humano se comporta o no como los modelos propuestos.

Dentro de la orientación que fija la segunda tendencia, y olvidándonos de la primera que se ubica más en el campo de la psicología o incluso de la filosofía, en este trabajo se comentan dos métodos de resolución de problemas que han surgido de las investigaciones en IA y que se están consolidando en campos tan dispares como el procesado de imágenes, la tomografía axial, el análisis de balances financieros o la fijación de precios de productos bancarios. Nos estamos refiriendo a los Sistemas Expertos y a las Redes Neuronales, también englobadas éstas dentro de las técnicas del procesado paralelo o neurocomputación.

Tanto los Sistemas Expertos como las Redes Neuronales tienen en común dos cosas: ambos aparecieron como resultado de las investigaciones en el campo de la Inteligencia Artificial; ambos permiten soslayar la necesidad de disponer de un algoritmo matemático-lógico para resolver un problema. La diferencia entre ambos radica en la esencia de los elementos que usan para resolver un problema. Los Sistemas Expertos permiten incorporar **la experiencia** que se posee de un problema para resolverlo de la misma manera, dicho de otra manera, permiten encapsular en una máquina el conjunto de reglas explícitas que los expertos del dominio usan para resolver el problema. En cambio, las Redes Neuronales se configuran en base a **las realizaciones previas** del problema que se desea resolver, o sea, en base a los datos y sus resultados conocidos por haber resuelto antes el problema, se trata de manejar ejemplos conocidos del problema para poder sacar de los mismos sus reglas implícitas.

¿Cuál es la aportación de los Sistemas Expertos y de las Redes Neuronales frente a los algoritmos que resuelven los ordenadores secuenciales? Antes de aclarar esta cuestión, delimitaremos las características de los algoritmos que se resuelven mediante los ordenadores clásicos. Vamos a llamar **algoritmos programa-**

dos a aquellos que se pueden resolver utilizando ordenadores tipo Von Newman. Se basan en conocer el comportamiento del problema que se pretende resolver y, a partir de ese conocimiento, hallar un modelo matemático-lógico para su resolución. En muchos casos, se establecen límites prácticos para poder garantizar la validez del modelo. Para la creación de modelos se dispone de una gran variedad de teorías y aproximaciones, Teoría de la Información, Análisis Estadístico, etc. En todos estos métodos el modelo intenta reproducir mediante una formulación matemático-lógica el comportamiento intrínseco del fenómeno o problema que se pretende modelizar.

Si disponemos de un algoritmo matemático-lógico cerrado, resoluble y válido para el problema a resolver, la aproximación algorítmica programada es, sin duda, la más adecuada. Si el modelo disponible no es válido o bien si no disponemos del mismo, podemos intentar resolver el problema recogiendo todo el 'saber' o experiencia adquirida por los expertos humanos en la resolución del problema y configurar un Sistema Experto que lo resuelva, esperando del mismo un comportamiento similar al del experto humano. Para ello no hace falta conocer ningún algoritmo programable sólo necesitamos conocer aquellas reglas de inferencia que los expertos humanos aplican para resolver adecuadamente el problema.

Por último, si no tenemos un algoritmo programable ni conocemos las reglas en que se basa el comportamiento del problema podremos utilizar Redes Neuronales. En este caso debemos disponer de un número suficiente de realizaciones del problema que deseamos modelizar. Por 'realizaciones' nos referimos a los datos que el problema maneja, junto con los resultados a los que estos datos han dado lugar.

Esta categorización en la modelización de problemas no pretende ser excluyente. Hay problemas de los que se poseen algoritmos programados para resolver una parte del mismo, por un lado; por otro tenemos experiencia en una o varias facetas; y finalmente podemos utilizar realizaciones concretas del problema para completar los modelos que los resuelvan. La pretensión al resolver un problema será usar la metodología que mejor encaje en cada uno de los aspectos o facetas del mismo.

Disponer de algoritmos para resolver problemas ha sido una necesidad constante de la humanidad en su camino por modelar los fenómenos naturales. Se han hecho grandes progresos pero existen grandes dificultades. Con los Sistemas Expertos y las Redes Neuronales las cosas no son, ni mucho menos, más fáciles. Lo único que conseguimos es una forma alternativa de resolver problemas, disponemos de un conjunto de útiles adicionales a los que clásicamente se han utilizado. Veremos a lo largo de este trabajo las dificultades que conllevan la aplicación de estos métodos. Para construir un Sistema Experto veremos que no es fácil extraer el conocimiento que los expertos humanos poseen, ya veces no saben explicar cómo resuelven los problemas! Esta dificultad, junto con la escasa metodología para su desarrollo, ha provocado el fracaso de muchos intentos de construcción de Sistemas Expertos.

Para disponer de una Red Neuronal que resuelva un problema debemos disponer de un número suficiente de realizaciones de este problema. ¿Disponemos de ellas?, ¿cuántas necesitamos? Si podemos responder afirmativamente a la primera cuestión hemos dado el primer paso. De todas maneras la respuesta a la segunda pregunta es única: ¡depende! Para cada problema, para cada tipo de estructura de red neuronal que usemos,

necesitaremos un número distinto y apropiado de realizaciones.

Finalmente, en la algorítmica clásica, cuando se emplean técnicas probabilísticas, es necesario proceder a una interpretación de los resultados. También en estos casos será necesario llevar a cabo una interpretación que acote y sitúe a los resultados obtenidos en el ámbito de validez que el método proporcione. En definitiva, tenemos nuevos caminos abiertos que, ciertamente, nos permiten avanzar pero que siguen presentando impedimentos que hacen de nuestro avance una tarea nada fácil.

En lo que sigue se describen las características de los Sistemas Expertos y de las Redes Neuronales. Se trata de ver cómo estos dos métodos permiten abordar la resolución de problemas, qué tipo de problemas permiten resolver de forma más adecuada y dónde se podrían situar dentro del marco empresarial. Pretendemos que desde la Organización se vean estas nuevas herramientas como un instrumento más para resolver los problemas de la organización o empresa como organismo. No nos interesa aproximarnos al dilema de si estos modelos responden o no a la forma en que funciona el cerebro humano. Si hacemos uso de referencias a los modelos biológicos será con la única intención de ilustrar y hacer más comprensible el funcionamiento de los modelos y métodos que se exponen.

En los apartados finales presentaremos un papel más relevante dentro de las tareas de gestión de las dos técnicas descritas. Haciéndonos eco de dos tendencias de gestión actuales, Organización Inteligente [SENG1992] y Business Reengineering [HAMM1990], describiremos el papel que, tanto los Sistemas Expertos como las Redes Neuronales, pueden desarrollar en la implantación de estas tendencias.

2. Sistemas basados en el conocimiento

2.1. Definición y utilidad

El término Sistema Experto ha sido acuñado como nombre de marca de aquellos sistemas que permiten organizar conocimientos de alguna área del saber y luego utilizar estos conocimientos para ayudar a resolver problemas complejos referentes a esa área de conocimiento. El paso inicial en la construcción de un Sistema Experto es la definición concreta y delimitada del problema para el que se desea construir el sistema. No podemos pensar en sistemas expertos de ámbito general. Los únicos sistemas que es factible construir son aquellos que se enfocan a un problema completamente delimitado. P. ej.: Diagnóstico de Averías de una máquina, 'Credit Scoring' en entidades financieras, Gestión del Riesgo de Portafolios, Marketing Estratégico en Banca Comercial, etc.

El objetivo del Sistema Experto es incluir dentro de un programa de ordenador las reglas o estrategias que emplean los expertos humanos en el área de conocimiento que es de interés para el sistema. La ventaja de estos sistemas es que si disponemos de este saber en un programa de ordenador, podemos extenderlo a cualquier usuario que lo necesite. Los usuarios que los reciban los podrán utilizar como si tuvieran esa experiencia o ese saber. Frente a la programación clásica presentan la ventaja de que no es necesaria una codificación y estructuración adaptada al lenguaje de programación. Podemos introducir en el ordenador las reglas que el experto humano emplea tal como las enuncia él mismo. Ello facilita el mantenimiento y mejora del mismo sistema.

Construir un sistema experto se justifica por la escasez, carestía, poca disponibilidad, baja fiabilidad o posibilidad de extinción de los expertos humanos. Desde el punto de vista de una Empresa u Organización es una forma de capitalizar el saber, conocimiento y experiencia que se ha forjado en la misma, una manera de salvaguardar uno de sus activos. También permite distribuir ese conocimiento a todos los ámbitos de la organización (en el sector financiero, cada oficina de un banco puede disponer de un experto en 'credit scoring'), o bien disponer de los expertos en lugares donde los humanos no pueden acceder (control de las condiciones de trabajo de un proceso industrial bajo condiciones de trabajo peligrosas, por ejemplo un horno).

Las aplicaciones en que se están usando los Sistemas Expertos se clasifican de muchas maneras, quizás una de las más genéricas sea la siguiente [MOCK1992]:

- **Diagnóstico:** Observa distintos parámetros de un sistema para detectar disfunciones.
- **Monitorización:** Compara observaciones temporales realizadas sobre un sistema para detectar variaciones en su comportamiento.
- **Depuración:** Aconseja soluciones para las disfunciones detectadas en un sistema.
- **Reparación:** Ejecuta un plan para llevar a cabo la reparación de un sistema.
- **Instrucción:** Asiste en el proceso de aprendizaje de un alumno; diagnostica, depura y corrige su comportamiento.
- **Control:** Interpreta, predice, repara y monitoriza el comportamiento de un sistema. Este tipo incluye varios de los anteriores.
- **Predicción:** Infiere futuras consecuencias de una situación dada.
- **Interpretación:** Describe una situación a través de datos capturados.
- **Diseño:** Determina los parámetros de un objeto a partir de un conjunto de restricciones.
- **Planificación:** Desarrolla actuaciones para acometer algún objetivo.
- **Clasificación:** Determina la pertenencia a una categoría de entre varias en función de parámetros del problema.

Tal como se ha definido al principio, el término Sistema Experto tiene una primera componente de adquisición de conocimiento y una segunda de utilización de este conocimiento para la resolución de un problema concreto. Al referirnos al concepto 'conocimiento' podemos abarcar un espectro más o menos amplio. Nos podemos referir al conocimiento que poseen los expertos humanos a cerca del problema a resolver, conocimiento heurístico. Lo podemos ampliar refiriéndonos al saber que se infiere de los modelos matemáticos que se usan para aproximarse a la resolución del problema. Incluso, lo podemos ampliar más, incorporando al problema el conocimiento que se archiva en las diferentes fuentes de información, internas o externas, de la empresa y que pueden completar las vías de resolución del problema.

Los sistemas expertos más clásicos sólo incluyen el primer tipo de conocimiento, aquél que se deriva de la experiencia de los expertos humanos. Para englobar aquellos sistemas que manejan tanto conocimiento de los expertos como conocimiento obtenido por modelos o de otras fuentes de información se utiliza el término Sistema Basado en el Conocimiento. Así por ejemplo, podemos tener un sistema de presupuestos basado en un modelo construido en una Hoja de Cálculo, complementado

con un Sistema Experto que introduce los aspectos heurísticos no modelizables en una Hoja de Cálculo, coyuntura económica, previsiones de evolución de la crisis, etc. Todo ello constituiría el Sistema Basado en el Conocimiento.

2.2. Estructura de un Sistema Experto

El elemento central de un Sistema Experto es su **Base de Conocimiento**, soporte que mantiene todo el conocimiento que el Sistema Experto tiene sobre el dominio al que se refiere. Es la manera de almacenar las reglas, inferencias y experiencias del experto humano en un soporte manejable por un ordenador.

La Base de Conocimiento es un elemento estático. Para usar este conocimiento, para poder ofrecer soluciones a los problemas que el Sistema Experto resuelve, se debe disponer de un elemento que maneje este conocimiento, o sea, que sepa inferir conclusiones a partir de este conocimiento estático que la Base de Conocimiento almacena. Este elemento se denomina **Motor de Inferencia**. A veces se dice que el Motor de Inferencia es el elemento que 'piensa' en un Sistema Experto.

Para completar su funcionalidad, un Sistema Experto debe disponer de elementos adicionales. Por un lado debe estar dotado de un elemento que le permita adquirir su conocimiento, o sea, una **interfase de adquisición de conocimiento** que permita introducir, desde el exterior, el conocimiento en la Base de Conocimiento. Será el experto humano el interlocutor de esta interfase para colocar su saber en la Base.

Para utilizar un Sistema Experto necesitamos una **interfase de usuario**. A través de esta interfase, el usuario no experto, aquél que quiere utilizar las prestaciones del Sistema Experto, podrá interrogar al Sistema para que le dé sus soluciones.

También es interesante disponer de un **dispositivo de explicación** para que el Sistema Experto muestre las reglas o conocimientos que ha utilizado para llegar a la solución que propone. La utilidad de este dispositivo radica en verificar el comportamiento del Sistema Experto y en poder analizar los conocimientos que han intervenido en la solución ofrecida.

Finalmente, un Sistema Experto puede disponer de la posibilidad de enlace con otros sistemas o fuentes de información para, así, ampliar su funcionalidad y acercarse a las prestaciones de un Sistema Basado en el Conocimiento.

2.3. Los 'Shell' de Sistemas Expertos

Actualmente se dispone de distintas plataformas para el desarrollo de un sistema experto. Se distinguen en base al grado de generalidad que ofrecen.

Como primer nivel citamos aquellos sistemas expertos que ya están orientados a resolver un tipo de problema muy concreto. Dispondrán de una Base de Conocimiento más o menos completa y cada organización la completará con sus peculiaridades o aspectos diferenciales. Podríamos pensar en un sistema experto de evaluación de concesión de créditos que incluyera información sobre las características de los sectores industriales y el entorno macroeconómico de un país, que se pudiera completar con las características propias de la entidad financiera que lo desea usar. En este tipo de sistemas expertos el mecanismo de inferencia está totalmente adaptado al tipo de problema que resuelve y normalmente no habrá que realizar adaptación.

En el segundo nivel de generalización nos encontramos con los 'shell' de sistemas expertos. Se trata de un programa informático que está preparado para funcionar como sistema experto. Dispone de una Base de Conocimiento que permite introducir conocimiento en una o más formas pero que está completamente vacía. A la vez dispondrá de varias alternativas de motor de inferencia para que se pueda escoger la más adecuada al problema que se deba resolver. Este 'shell' permitirá construir sistemas expertos distintos orientados a resolver problemas distintos sin más que sintetizar el conocimiento en la forma adecuada para ser incluido en la Base.

La última alternativa de construcción de sistemas expertos son los entornos de desarrollo en inteligencia artificial. Permiten la construcción del sistema decidiendo la estructura de la base de conocimiento y dando la posibilidad de construir el motor de inferencia partiendo de cero. Son adecuados para problemas en los que los mecanismos de inferencia clásicos no son apropiados o que requieren una particularización manifiesta.

2.4. Algunos ejemplos en el mundo empresarial

En el marco de la empresa las técnicas de inteligencia artificial se pueden ver, por lo menos, desde dos perspectivas distintas. Por un lado, una empresa se puede dedicar a elaborar 'productos' de inteligencia artificial y entrar en este segmento de mercado. Por otro, el más interesante para nosotros, los sistemas basados en el conocimiento se pueden utilizar en la empresa como ayuda o soporte de otras actividades habituales en la organización.

Nos interesa describir algunos ejemplos de sistemas que se utilizan en diferentes actividades o tareas propias del mundo empresarial. Podemos distinguir aquellos que ayudan en las tareas de producción u operaciones (evaluación de créditos, etc), aquellos que ayudan en el control de las operaciones (planificación de la producción, etc), también, aquellos orientados al control de gestión (fijación de la estrategia de precios) y, finalmente, los que facilitan las tareas de planificación estratégica (planificación estratégica en marketing).

Además, debemos posibilitar un papel integrador de los sistemas basados en el conocimiento que permitan integrar todo el 'saber' de que se dispone en la empresa de manera que esta integración permita acceder a cualquier núcleo de saber desde cualquier perspectiva, lugar, necesidad de obtenerlo. Con esta visión los sistemas basados en el conocimiento pueden aparecer como herramientas para soporte del saber organizacional, o sea, de la inteligencia organizacional y, por tanto, como soporte de la organización inteligente. Esta última perspectiva debe tomarse como una línea de tendencia y, aunque se desarrollará en un capítulo siguiente de este trabajo, debemos considerarla como un objetivo a medio plazo.

Finalmente, podemos dibujar otro papel destacado para los sistemas basados en el conocimiento: facilitar la implantación del Rediseño de la Organizaciones (*Business Reengineering*) [HAMM1990], [HAYE1994]. Uno de los principios de esta tendencia es que *"las decisiones se tomen allí donde se realiza la tarea y que el control de la tarea se halle incorporado en el proceso mismo"* [HAMM1990]. Esto quiere decir que debemos trasladar el 'saber' necesario para la toma de decisiones y para ejercer el control sobre las actividades al punto en que se realizan las operaciones. Los sistemas basados en el conocimiento son la herramienta que nos permite realizar este traslado.

Son varias las voces críticas que se han alzado contra los sistemas expertos argumentando la gran tasa de fracasos que ha habido en la construcción de estos sistemas. En [TURB1992] se cita que sólo el 20% de los intentos que se realizan llegan a buen puerto. Como causa principal de esta situación está el hecho evidente de la poca madurez de esta tecnología frente a los grandes éxitos que se han conseguido. Estos éxitos han empujado a las empresas a construir todo tipo de sistemas expertos sin parar atención a las peculiaridades que cada sistema experto presenta. Turban cita, en la referencia anterior, que los sistemas expertos fallan básicamente por cuatro razones: La primera, las características específicas de estos sistemas (por ejemplo, procesan conocimiento, a veces simbólico, o juicios, de difícil síntesis; intervienen participantes muy variados; les está permitido el mismo nivel de error que el experto humano; están limitados a dominios restringidos y a situaciones en donde no se dependa del sentido común); la segunda, los factores tecnológicos (existen muchas alternativas de construcción y además esas pueden interaccionar con otras muchas plataformas tecnológicas); la tercera, son programas de ordenador y no oráculos (precisan de una construcción metodológica que permita ir abordando las diferentes etapas hasta tener el resultado final) y, la cuarta, la construcción de un sistema experto debe estar gestionada de manera eficaz (como todo proyecto de desarrollo necesita una dirección eficaz del proceso de desarrollo).

La referencia anterior [TURB1992] se concentra en aportar recomendaciones sobre cómo gestionar el proceso de construcción de un sistema experto en una organización. Se puede acudir a esa referencia para tener las pautas adecuadas. Al lector interesado se le recomienda trabajar el caso que aparece en el Apéndice.

Nos concentraremos ahora en la descripción de algunos sistemas expertos que han aparecido en la literatura y que pueden tomarse como paradigmáticos en cada una de las áreas en que se han desarrollado.

2.4.1. Finanzas

El área de Finanzas ha sido una de las primeras en las que se aplicaron este tipo de métodos, siendo las aplicaciones típicas el análisis de portafolios y la evaluación de créditos. Para una reflexión del impacto de la IA en el mundo de las finanzas puede verse el artículo de Jim Hutchinson [HUTC1993], *"Has AI Delivered on Wall Street?"*, en el que comenta varias experiencias exitosas y explica las causas de algunos fracasos. En base a ello, propone algunos criterios de evaluación de aplicaciones financieras candidatas a ser manejadas mediante IA. Comenta tres aplicaciones: Cobertura Financiera, Gestión de Portafolio e Interpretación de Datos Financieros.

Es muy amplio el abanico de aplicaciones financieras resueltas mediante sistemas expertos y la mayoría de libros incluyen la descripción de uno o varios casos. En [PAU 1989] puede tenerse una recopilación de experiencias en el campo financiero y un análisis de la incidencia en este sector. En la bibliografía se pueden encontrar las siguientes descripciones, además de las citadas: Evaluación de Créditos [KLEI1990], [TURB1988a] y [TURB1992a], Auditoría y Planificación Fiscal [MOCK 1992], [TURB1988a] y [LIEB1990], Técnica Financiera [KLEI1990], [LIEB1990] y [TURB1988], Auditoría [LIEB1990], predicción de cotización de valores [PAU 1989] y Configuración de Pólizas de Seguros [TURB1992a].

2.4.2. Marketing

La aplicabilidad de los sistemas expertos al marketing origina una gran controversia. Por un lado, existen posturas muy críticas que argumentan que los sistemas expertos pueden ofrecer poco al marketing con respecto a los sistemas informáticos convencionales y que lo único que pueden ofrecer lo hacen en áreas muy concretas de este sector [DUBE1991]. Por otro lado, tenemos grandes entusiastas que describen aportaciones únicas de los sistemas expertos para las actividades de marketing [KEON1991]. Sin duda esta controversia es un reflejo, quizás aumentado, de la que existe a nivel global sobre los sistemas expertos. En marketing nos aparece ampliada debido a la gran heterogeneidad de actividades que dentro de esta función se realizan. Nos encontramos con tareas puramente algorítmicas frente a tareas completamente creativas, unidas por un continuo de diferentes actividades. Por un lado, la aplicación de los sistemas expertos no aportará nada nuevo frente a los sistemas de toma de decisiones clásicos, en el otro extremo, donde la creatividad manda, los sistemas expertos serán de difícil o nula aplicabilidad, nos estamos refiriendo a actividades tales como desarrollo de productos, análisis del consumidor, diseño de envoltorio o los aspectos creativos de publicidad [DUBE1991].

Sisodia en [SISO1991] analiza la aplicabilidad de los Sistemas expertos en el marketing de servicios y enumera las siguientes ventajas: aumento de la orientación al cliente, mayor tangibilidad y mejora del tiempo invertido. Además en [MOUT1993] se comenta que los sistemas expertos ofrecen un incremento del rendimiento unitario, mayor calidad y consistencia de las decisiones y mejora de los procedimientos de implantación y control de las políticas de gestión. En esta última referencia se comenta el sistema BANKSTRAT, definido como un Sistema Experto de Marketing Estratégico para Banca Comercial. John M. McCann argumenta en [MCCA1991] que un sistema experto 'Ayudante del Responsable de Marca' permite a éste dedicarse a hacer las tareas propias de su labor: entender el mercado y los factores que lo influyen. Dejando al sistema experto las tareas más áridas de análisis y compilación de datos. El sistema guía al responsable a través de los posibles pasos del análisis, sugiriendo futuros análisis a realizar. Con estos sistemas el responsable puede emplear más tiempo en los resultados que en los datos, más tiempo en el marketing que en el análisis.

Cabe destacar el trabajo referenciado en [MCDO1990] sobre planificación estratégica en marketing. A través de su experiencia en la construcción del sistema EXMAR, para ayuda a las tareas de planificación estratégica en marketing, ponen en evidencia las grandes lagunas que existen en estas tareas de planificación y aducen que la existencia de sistemas expertos útiles para ellas será posible cuando se haya completado el conocimiento sobre el dominio del problema. Algo, por lo demás, imprescindible para construir cualquier sistema experto. Otras aplicaciones en Marketing pueden hallarse en las siguientes referencias: Estrategias de precios [MOCK1992], Planificación de Campañas de Promoción [TURB1988], Venta de Servicios Financieros [LIEB1990] y Selección de Visitas a Clientes [TURB1992a].

2.4.3. Política de Empresa

El número de sistemas en esta área es relativamente pequeño, se pueden mencionar los que hacen referencia al lanzamiento de nuevos proyectos o empresas [MOCK1992], [TURB1988]

y los de selección de oportunidades para nuevos negocios [TURB1992a]. También hay experiencias relativas a la dirección de proyectos [TURB1988] y [LIEB1990] y a la gestión en tiempo de crisis [LIEB1990]. [PAU1989] incluye algunas aplicaciones relacionadas con el mundo de la gestión. También hay una recopilación de experiencias en el campo de la Administración Pública [SNEL1989] que recopila descripciones de distintas aplicaciones en este sector.

2.4.4. Producción

Junto con Finanzas, Producción es el área en la que se han elaborado más experiencias de sistemas expertos. Las experiencias cubren desde la ayuda a las operaciones o actividades diarias, hasta la planificación de la producción. Así tenemos ejemplos de Análisis de Operaciones [MOCK1992], [TURB1988] y [TURB1992a], mejora del rendimiento en producción [MOCK1992], soporte de operaciones (por ejemplo, diseño de configuraciones de ordenador [MOCK1992] y [TURB1988a], simulación de sistemas de fabricación flexible [TURB1988] y de fabricación por proceso [MOCK1992], asignación de carga en aviones [TURB1992a], planificación del transporte [TURB1992a], etc), también existen sistemas de ayuda al mantenimiento (cabe citar la experiencia de IBERDUERO [TURB1992a] para la detección de averías en sus centrales eléctricas), control de calidad [TURB1988] y planificación de la producción [TURB1988].

2.4.5. Organización y Recursos Humanos

Es un tema de investigación de primera línea el modelado de las organizaciones y de su comportamiento mediante técnicas de Inteligencia Artificial [MASU1992]. A destacar el sistema experto de Baligh y otros en [MASU1992] llamado 'Organizational Consultant' y que ayuda en el proceso de diseño y análisis de organizaciones. Se basa en la teoría de la contingencia y relaciona los factores de esa teoría con propuestas de diseño organizacional. Los autores mencionan que el esfuerzo de construcción del sistema experto propició que los expertos de la organización tuvieran que pensar en temas que no se habían tenido en cuenta nunca antes.

A pesar de las citas anteriores, es ésta una área en la que se han desarrollado pocos sistemas. Creo que ello es debido a la gran cantidad de aspectos o variables que deben manejarse. De todas maneras, existen experiencias de gestión de la mano de obra directa [MOCK1992] y de manejo de situaciones conflictivas de personal [TURB1992a].

2.4.6. Otras aplicaciones

A destacar el listado de posibilidades que en el área de turismo se realiza en [CROU1991] para poder aplicar sistemas expertos. Quizás otras aplicaciones que se podrían citar por su singularidad podrían ser: sistema para prestar ayuda en puntos de información [TURB1992a], para la selección de contratos de investigación [LIEB1990], para el control de la polución medioambiental de empresas contaminantes [TURB1992a] y, finalmente, para aconsejar actuaciones policiales en casos de secuestro de rehenes [TURB1992a].

2.5. La 'inteligencia' de la Organización

En la introducción al apartado de ejemplos en el mundo empresarial, se han comentado diversas prespectivas que los

sistemas expertos pueden adquirir o tomar en una organización. La última faceta esbozada se basaba en la consideración de los sistemas basados en el conocimiento como facilitadores de la encapsulación del saber de la organización. No hay duda de que en cualquier organización existe una experiencia, un saber, que es propio de la organización y que está por encima de los individuos que la forman. Se ha venido en llamar la inteligencia de la organización y a las organizaciones que la saben potenciar, organizaciones inteligentes [SENG1992], [GEUS1988]. Esta potenciación requiere una actividad de promoción, de culturización, de liderazgo, de acondicionamiento adecuado y, también, evidentemente, de un adecuado nivel tecnológico que la pueda soportar.

El sistema de información tradicional de las organizaciones tiene en esta perspectiva un papel lateral al aportar y soportar la información que maneja, o sea, los datos que reflejan parte del saber de la organización. En todo caso este papel es exclusivamente estático y no facilita la tarea de soporte del saber organizacional. Las fuentes de saber son mucho más amplias, no todas las decisiones se toman en base a datos, algunas de las bases de decisión no son estructurables. Los sistemas basados en el conocimiento proporcionan una plataforma más sólida para sustentar el saber organizacional y deben, por ello, facilitar el camino hacia la organización inteligente. Además, si el primer paso es recoger las experiencias que se han adquirido en cada núcleo o dominio de conocimiento, estos núcleos necesitan un coordinador que potencie su valor individual. Este coordinador debe ser capaz de enganchar cada uno de los sistemas individuales para hacerlos coincidir en la dirección establecida por la estrategia de la organización. Hay una justificación importante para emprender una actividad de este tipo. Cualquier organización, desde su inicio, va acumulando buenas y malas experiencias, en la medida en que éstas se consoliden, se traspan de unos a otros, mejor se trazará el camino hacia la organización inteligente. Si estas experiencias se pierden, se diluyen, la organización deja perder una parte de los activos invertidos. Los sistemas basados en el conocimiento pueden aportar la base tecnológica para rentabilizar la inversión realizada en experiencia, en saber.

El problema radica en como estructurar esta propuesta. En Dupont [SISO1991], se dieron cuenta de esta posibilidad y empezaron a encapsular los conocimientos que residían en las áreas más importantes de la empresa. Empezaron por abajo. La coordinación de los sistemas individuales es una tarea que deberían abordar en un futuro inmediato para dinamizar o potenciar los esfuerzos individuales.

Otra aproximación podría ser empezar por arriba, para luego ir descendiendo. Deberíamos definir los parámetros estratégicos, ver cómo son manejados, a partir de este punto deberíamos observar las necesidades de nivel inferior, control de la gestión, etc. Hasta llegar a los últimos niveles. Con esta aproximación montaríamos la pirámide de conocimientos o de toma de decisiones. Posiblemente sería necesaria otro nivel de integración, éste interrelacionaría a las diferentes áreas de la empresa. Pondría en evidencia cómo se afectan las diferentes áreas de conocimiento de la organización.

Alejando el horizonte, podríamos recoger las predicciones de P.F. Drucker en "*La sociedad poscapitalista*" [DRUC1993] y proponer a los sistemas basados en el conocimiento como herramientas de soporte del nuevo recurso productivo profetizado por Drucker: el saber.

3. Sistemas de procesamiento en paralelo

3.1. Definición y utilidad

Por sistema de procesado en paralelo entendemos aquella estructura de cálculo formada por elementos básicos, replicados, funcionando en paralelo, cuya configuración para resolver el problema exige conocer realizaciones previas del mismo. Las realizaciones o ejemplos conocidos permiten obtener las reglas implícitas que la resolución del problema lleva incorporadas y, a partir de ellas, configurar un modelo que permita resolverlo para otros datos de los que no se conoce el resultado. Estos modelos de cálculo están basados en configuraciones parecidas a la estructura reticular de las neuronas cerebrales, de donde toman su nombre: Redes Neuronales [HECH1989], [MEDS-1994] y [RUME1994]. Aunque existe una línea de investigación que pretende simular el comportamiento cerebral con estos modelos, en general, el uso de estos modelos tiene una pretensión nada biológica y su única intención es aprovechar las ventajas del modelo para resolver problemas habituales para los que estos métodos han dado buenos resultados.

La aplicación más clásica abordada por estos modelos es la que se refiere al reconocimiento de patrones. Consistente en clasificar o identificar una muestra recibida, distorsionada o deteriorada por ruido u otros agentes externos, en uno de los grupos o patrones, previamente determinados, de nuestro problema. Otras aplicaciones son estimación, reducción de datos, extracción de características, clustering (identificación de modelos), etc.

Para disponer de una red neuronal capaz de resolver un problema primero debemos hacer que 'aprenda' la forma de resolverlo. Por 'aprender' se entiende la actividad por la cual hacemos que la red se configure para resolver de forma adecuada un problema. Este proceso de aprendizaje lleva aparejada la extracción de las reglas implícitas en las realizaciones con las que se aprende. Una vez haya aprendido a resolver el problema podremos utilizar a la red para que nos lo resuelva para casos de los que no se conoce el resultado.

El proceso de aprendizaje no debe considerarse algo misterioso o mágico. Más bien es un proceso bastante trivial, aunque no habitual. Una red aprende al someterla a datos o muestras de las que conocemos el resultado que deberíamos obtener si estuviera bien enseñada. El proceso más sencillo de aprendizaje consiste en introducir unos datos, comparar el resultado obtenido con el real y, si hay diferencia, modificar los parámetros de la red de manera que se reduzca el error producido. Este proceso continua hasta que, en base a algún criterio, consideramos que disponemos de una buena aproximación.

Cuando tenemos la red enseñada, también se denomina programada por analogía a los ordenadores convencionales, lo único que podemos decir es que esa red se comportará de forma adecuada para resolver el problema para el que se enseñó. Pero no sabemos nada sobre el algoritmo de resolución del problema, ni del comportamiento del problema. A partir de este momento, si introducimos unos datos o muestras en nuestra red obtendremos un resultado, dentro de los límites de validez del problema, que responderá al problema que deseábamos resolver.

Evidentemente, esta capacidad de aprendizaje es una de las grandes ventajas de las redes neuronales. Debe tenerse en cuenta que esta capacidad evita que tengamos que conocer

algún algoritmo matemático-lógico o las reglas que rigen la resolución de un problema. Sólo debemos disponer de un número suficiente de realizaciones del problema para que la red pueda aprender a resolverlo.

Otra ventaja radica en la posibilidad de trabajar con conjuntos incompletos de datos. Podemos utilizar la red para resolver problemas en que los datos de explotación provienen de entornos muy distintos de los usados para el aprendizaje. Podemos generalizar un problema o trabajar con datos incompletos o parciales.

Como tercera ventaja, una red neuronal puede trabajar como sistema no-lineal. Esto significa que podremos manejar interacciones de cualquier tipo entre las variables o datos de entrada, no estrictamente las lineales. Esta característica es muy importante ya que la mayoría de modelos de resolución de problemas basados en análisis estadístico o en teoría de la información se basan en la hipótesis de linealidad del sistema. Mediante redes neuronales podemos trabajar con restricciones de validez menores para el modelo, ello hace pensar que los modelos deben responder mejor al comportamiento real que modelan.

Finalmente, citamos una cuarta ventaja de índole más tecnológica. Las redes neuronales tienen una estructura en paralelo muy elevada. Esto significa que están formadas por elementos básicos iguales que se repiten o se pueden repetir muchas veces (miles de veces). Por un lado, este paralelismo significa una gran facilidad de construcción integrada, mediante chips electrónicos, y, por otro lado, una velocidad de tratamiento mucho más elevada que con los procesadores habituales.

Las Redes Neuronales fueron las primeras estructuras creadas para manejar problemas mediante procesamiento en paralelo. Su aparición surgió a raíz de los estudios sobre la estructura cerebral. Pero esta forma de abordar problemas del tipo aprendizaje-utilización se ha ampliado a otras estructuras cuyo parecido con las Redes Neuronales radica en su estructura paralela. Con el término de Procesado en Paralelo se engloba a aquellas estructuras basadas en la repetición de un elemento básico de cálculo un número considerable de veces, formando una topología determinada y que se caracterizan por un aprendizaje de cómo resolver un problema y su posterior utilización una vez enseñado. Evidentemente, las Redes Neuronales son un tipo de Sistema de Procesado en Paralelo.

3.2. Características de la Aplicabilidad de las Redes Neuronales

El comportamiento de las redes neuronales es adecuado para resolver problemas en los que se deben imitar o modelar la función desarrollada por algún fenómeno del mundo real que consideramos nuestro problema a resolver. Imitar funciones es una técnica que también se realiza mediante los ordenadores secuenciales utilizando métodos de cálculo tradicionales y se conoce como: Modelado de funciones, Estimación de funciones o Aproximación de funciones. Y la imitación de funciones se puede utilizar para clasificar, predecir, reconocer modelos o determinar patrones.

Tanto las redes neuronales como los programas secuenciales de ordenador pueden realizar este tipo de tareas. Cada uno tiene sus ventajas en un tipo característico de problemas: los programas secuenciales son adecuados para problemas que requieren gran precisión numérica o que deben manipular símbolos de

cualquier tipo, cifras o códigos. Las redes neuronales tienen una aplicación ventajosa en problemas en los que existen pocas reglas, en los que se manejan datos poco precisos o en que se deben optimizar muchas restricciones simultáneamente.

Las características que hacen a una aplicación adecuada para ser resuelta mediante una red neuronal son: que se trate de una aplicación de estimación de funciones, que maneje gran cantidad de datos no precisos, que pueda aceptar un resultado aproximado y, finalmente, que tenga un comportamiento complejo y no lineal.

Un requisito imprescindible para poder resolver un problema mediante una red neuronal es la disponibilidad de un conjunto de datos para que la red neuronal pueda aprender el comportamiento del problema. Este conjunto de datos debe ser suficientemente grande para que el aprendizaje de la red llegue a un nivel de precisión suficiente. En algunos problemas será necesario, además, conocer los resultados asociados a cada uno de los datos del conjunto de aprendizaje.

Algunas desventajas de las redes neuronales son: es posible que no encontremos una solución al problema, ya sea por no existir una función que la red neuronal pueda aprender, ya sea, por no disponer de datos suficientes para el aprendizaje. Podemos encontrar una solución, pero podemos tener dificultades para interpretarla. Los resultados obtenidos provienen de realizar miles de cálculos entre los valores de entrada y los pesos de las conexiones. Con ello será difícil saber qué pesos han causado qué resultados. Por otro lado, la misma interpretación de los pesos será también difícil de abordar, pues se habrán calculado en el proceso de aprendizaje después de un mecanismo más o menos largo de aprendizaje. Como última desventaja, cabe citar que las redes neuronales son inadecuadas en aplicaciones en que la seguridad es crítica o en las que deben evitarse los riesgos, excepto que pueda comprobarse su correcto funcionamiento para todos los posibles valores del problema. Ello es debido a que debe admitirse la posibilidad de obtener un resultado aproximado.

Asociado con el tiempo de aprendizaje, debe tenerse en cuenta que el período de aprendizaje puede ser largo, no sólo por el tiempo empleado en entrenar a la red, sino también por la necesidad de escoger un buen método de aprendizaje y de saber adaptar sus parámetros a las necesidades del problema.

El tiempo de respuesta de la red neuronal estará condicionado por el número de operaciones matemáticas que deban realizarse. Es evidente que si disponemos de un hardware de arquitectura paralela obtendremos mejoras substanciales frente a la utilización de hardware tradicional de arquitectura secuencial.

3.3. Aplicaciones

Para afrontar un problema utilizando una red neuronal no tenemos suficiente con disponer de un número suficiente de realizaciones y poder trabajar con un variado número de topologías de redes. Convendrá conocer lo más posible sobre el problema a resolver: cuáles son las variables que afectan al problema, qué indicadores debemos considerar, qué significa cada variable y cada indicador, qué correlaciones existen entre ellos, etc. Las Redes necesitan datos históricos, a menudo frecuentes, y no teoría, normalmente escasa. Su comportamiento adaptativo y su no-linealidad las hacen adecuadas para predecir, controlar y optimizar procesos industriales.

Funcionan mejor que los métodos estadísticos, empíricos y otros tradicionales y están ofreciendo unas tasas de retorno mucho mejores que los métodos clásicos.

En [HECH1989] podemos encontrar una aproximación estructurada para hacer frente a la problemática de decidir aquellas áreas de la empresa que pueden resolverse utilizando redes neuronales. Consta la evidencia de que en una organización existe una gran variedad de actividades en todas las áreas de la misma que pueden resolverse utilizando redes neuronales. Para decidir qué áreas resolver debe tenerse en cuenta que la resolución de un problema mediante una red neuronal no depende de la red neuronal en sí, o sea, no depende de las posibilidades técnicas de que dispongamos. Depende, por el contrario, del mismo problema que deseamos resolver y del conocimiento que tengamos de él, del dominio del problema y de su resolución. También cita que, en base a la experiencia disponible, los mejores resultados se han obtenido cuando se ha dispuesto de un buen conocimiento del problema a resolver y, a la vez, se tenía cierta familiaridad con las redes neuronales. Lo contrario no ha llevado a una buena resolución del problema, o sea, un gran dominio de las redes neuronales y un reducido conocimiento del problema a resolver lleva al fracaso.

Siguiendo con la cita anterior, propone que si deseamos abordar la resolución de problemas con redes neuronales, podemos empezar construyendo una lista de las aplicaciones que se han resuelto utilizando este tipo de tecnología y, a continuación, obtener una segunda lista con las aplicaciones o problemas de las diferentes áreas de dominio o conocimiento de nuestra organización. Con las dos listas enfrentadas podemos deducir aquellas aplicaciones resueltas con redes neuronales que tienen un comportamiento parecido a los problemas que se plantean en nuestra organización. Para cada problema podemos escoger varias alternativas de topología de red adecuadas al problema que se han utilizado en otros entornos. Esta misma aproximación se sugiere en [HAMM1993a] y [MORG1991].

En [MEDS1994] se expone una clasificación de aplicaciones adecuadas para las redes neuronales. Propone diferenciar las aplicaciones en tres grupos, a saber:

- 1) clasificación por características físicas o geométricas,
- 2) clasificación de modelos hallados en los datos analizados, y
- 3) problemas de optimización.

En el primer grupo estarían aplicaciones del ámbito de las transmisiones, militares, reconocimiento de voz, de escritura y de imágenes, aprendizaje para robots, automatización de operaciones, diagnóstico de averías, etc. En el segundo grupo estarían las aplicaciones que pueden ayudar en el ámbito de la gestión y de las ciencias sociales y que, algunas de ellas, van a describirse en los párrafos siguientes. En el tercer grupo estarían un conjunto de aplicaciones de distintos ámbitos que se centran en la optimización de algún tipo de recurso.

A continuación se exponen una serie de aplicaciones resueltas utilizando redes neuronales. Se hace énfasis en las aplicaciones orientadas a gestión empresarial -las redes neuronales se han aplicado con éxito en muchas aplicaciones de ingeniería y científica que se consideran fuera del alcance de este trabajo, el lector interesado puede dirigirse a las referencias de la bibliografía-. La exposición de aplicaciones no es completa, pero intenta ser ilustrativa de los diferentes escenarios en los que se han usado redes neuronales en el ámbito de la gestión. Se invita al lector que ha llegado hasta este punto a confeccionar

la lista de áreas de problemas de su organización y a seleccionar alternativas similares resueltas mediante redes neuronales. También se puede acudir a [SCHW1989] para obtener un test preparado para convencer a los escépticos de los beneficios de las redes neuronales en el mundo de la gestión empresarial.

A diferencia del enfoque de la descripción de las aplicaciones de los sistemas expertos, ahora se describen las aplicaciones en base al tipo de aplicación de que se trata. Las aplicaciones clásicas que se han resuelto con redes neuronales son del tipo clasificación y control. Más recientemente han habido nuevas aplicaciones como estimación funcional, comprensión de datos, extracción de características, statistical clustering, etc.

Soporte a la Toma de Decisiones: Las redes neuronales aparecen como una herramienta adicional para ayudar a los gestores empresariales en sus procesos de toma de decisiones [MEDS1994], [MURT1991]. Presentan una ventaja adicional frente a las herramientas clásicas y a los sistemas expertos, permiten adaptarse a nuevas situaciones. También son capaces de generalizar a partir de experiencias concretas o de inferir a partir de situaciones halladas previamente. Las redes neuronales permiten resolver problemas sin tener que conocer el conjunto completo de soluciones del problema que se desea resolver.

Análisis Financiero: Permiten capturar información de bases de datos financieras para encontrar modelos o patrones y tendencias de las series históricas. Los resultados pueden utilizarse para decisiones de inversión, por ejemplo. En [HAMM1993] se cuenta como lo emplean los planificadores financieros para tomar sus decisiones de inversión. Se comenta en esa referencia que no se tienen muchas noticias del funcionamiento de estos sistemas pues, como cabe esperar, los autores no acostumbran a airear los buenos servicios que las redes neuronales les han proporcionado cuando de inversiones dinerarias se trata. En la misma referencia se comenta el proyecto Neuro-Forecasting de la London Business School y del University College London en el que se construyó una red neuronal para la toma de decisiones financieras. Se basaba en datos del mercado de divisas, de la valoración de acciones y bonos, de precios de productos de consumo y de mercado de capitales. Según el director del proyecto el sistema obtuvo un rendimiento del 125% entre 1989 y 1992. También Merrill Lynch & Co, Salomon Brothers, Shearson Lehman Brothers Inc., Citibank y World Bank [WIDR1994] están usando redes neuronales para sus planificaciones financieras. Cabe citar un par de experiencias más de las redes neuronales en el campo financiero. Por un lado, se ha experimentado con distintos mecanismos de aprendizaje y distintas topologías de redes para modelizar el mercado financiero en [MARG1993]. Por otro, en [MIGU1993] se expone un modelo para predecir caídas bancarias. Una visión general de aplicaciones financieras de las redes neuronales se puede hallar en [HUMP1989].

Evaluación de Solicitudes de Créditos: Esta aplicación resuelta clásicamente por los sistemas expertos, ahora se ha abordado por las redes neuronales. Se trata de determinar el riesgo de impago de un crédito solicitado por un cliente de una entidad financiera. La red aprende de la historia que tenga la entidad de préstamos concedidos o denegados. La red puede ser entrenada de nuevo cuando se tenga más historia. Esta es una estrategia que puede adoptarse en cualquier aplicación.

Detección de Tarjetas de Crédito Falsas: En base a las experiencias previas de uso de tarjetas falsas pretende hallar

patrones de comportamiento de los defraudadores. De esta manera pueden determinar zonas de compra en que el uso de tarjetas falsas sea grande. Fue un proyecto desarrollado por el Chase Manhattan Bank [MEDS1994]. Otras instituciones como American Express, Mellon Bank y First USA están usando redes neuronales [WIDR1994] para estudiar los patrones de los usuarios de las tarjetas de crédito y para detectar operaciones con tarjetas de crédito que puedan ser fraudulentas.

Aplicaciones en Marketing: Se están usando redes neuronales [WIDR1994] en el área del marketing para seleccionar clientes adecuados de las listas de clientes potenciales, evitando de esta manera costes de promoción infructuosos.

Planificación de la demanda de vuelos aéreos: Se trata de predecir la demanda de plazas de avión en base al día, hora, origen y destino de un vuelo aéreo.

Evaluación de Candidatos para puestos de trabajo: Persigue obtener la adecuación de un candidato a un cierto puesto de trabajo. Se usan los datos del candidato, el perfil del puesto de trabajo y las exigencias de rendimiento para determinar la idoneidad del candidato. Usando una red Neuronal se puede ser flexible y tolerar la falta de cierta información en el proceso de selección [MEDS1994].

Segmentación a priori y a posteriori: [MAZA1993] El profesor de Administración de Empresas de la Vienna University of Economics and Business Administration expone cómo usó una red neuronal para abordar una segmentación a priori y a posteriori, a la vez, usando un solo modelo. Ello le ha permitido soslayar la tendencia del marketing actual que trata las dos segmentaciones, a priori y a posteriori, como si no estuvieran relacionadas y, de esa manera, poder ofrecer a los gestores como están combinadas estas dos segmentaciones. Su modelo lo ha aplicado al campo del comportamiento del turismo vacacional.

Modelo de comportamiento del consumidor ante cajeros automáticos: [MOUT1993a] Luiz Montinho, professor de Marketing, y Bruce Curry, lecturer in computing, de la Cardiff Business School han desarrollado un modelo para representar la percepción y actitud de los consumidores frente a los Cajeros Automáticos. Los datos fueron obtenidos mediante una encuesta a consumidores. Los resultados obtenidos sirvieron para que los directivos de marketing pudieran orientar sus acciones futuras. Se recomienda acudir a la referencia para obtener las conclusiones del trabajo.

Otras aplicaciones: Se ha implantado una red neuronal para seleccionar flores según su belleza [ROS 1993]: mediante su visualización on-line, se puede analizar la imagen captada y proceder, a continuación, usando una red neuronal, a su clasificación. Una aplicación del mismo tipo se cita en [HAMM-1993]: se utilizaron redes neuronales para clasificar patatas.

4. Visión global: esquema de resolución de problemas en una organización

En el apartado 'La Inteligencia de la Organización' se ha hecho hincapié en el papel que los sistemas basados en el conocimiento pueden tener en la construcción de la organización inteligente. El punto de partida de ese apartado es la constatación de que los sistemas basados en el conocimiento son útiles para soportar el proceso de construcción de la organización inteligente en los

términos de P.M.Senge [SENG1992] o de P.F.Drucker [DRUC1993] y en el rediseño de los procesos de la organización [HAYE1994]. La utilidad radicaba tanto en la encapsulación de las experiencias de cada dominio o área de conocimiento de la organización, como, en un nivel superior, en la coordinación de los sistemas individuales para hacerlos coincidir con la estrategia de la organización.

Estas dos facetas que pueden desarrollar los sistemas basados en el conocimiento se basarán en la encapsulación de un conjunto de reglas propias de la organización y que existirán como reglas explícitas de y en la misma. O sea, reglas conocidas por un espectro más o menos amplio de individuos de la organización y que constituyen el saber de sus expertos. Las experiencias vividas por la organización habrán generado estas reglas explícitas, pero, también en muchos casos, esas mismas experiencias habrán dejado un rastro de información o experiencia no explicitable en reglas. Junto a esas reglas explícitas, cada organización ha forjado un conjunto de reglas, nunca explicitadas, que se hallan en los datos generados o producidos por la misma historia de la organización. De esta información será posible obtener un conjunto de reglas implícitas que deben servir para completar el saber de la organización.

Estas reglas implícitas, que aparecen en los datos o ejemplos de problemas resueltos por la organización, se pueden hacer aflorar mediante redes neuronales o sistemas de procesado en paralelo. Con ello el proceso de construcción de la organización inteligente debe tener varias vertientes. En primer lugar, los sistemas basados en el conocimiento deben servir para recoger las reglas explícitas patrimonio de los expertos de la organización. A continuación, las reglas implícitas en los datos históricos de la organización pueden sistematizarse mediante sistemas de procesado en paralelo. En tercer lugar, debemos reservar un lugar al papel de la tecnología informática más tradicional, programas algorítmicos y ficheros clásicos, para soportar el saber más estructurado que constituye el pilar clásico de toma de decisiones en la organización. Finalmente, necesitamos un papel coordinador que permita potenciar e integrar las tres vertientes anteriores para multiplicar el papel de cada una de ellas. Este papel coordinador deberá llevarse a cabo mediante sistemas expertos que recojan las reglas de las reglas o las reglas de las relaciones entre dominios, en definitiva, aquellas que alineen los elementos disgregados en la dirección señalada por la estrategia de la organización.

Para llevar a cabo este proceso disponemos de algunas referencias, pero, evidentemente, queda mucho trabajo por realizar. En [MEDS1994] existe una descripción completa de las posibilidades de integración de redes neuronales y sistemas expertos. También son conocidos los esfuerzos para reunir los sistemas expertos con las herramientas clásicas de toma de decisiones (hojas de cálculo, sistemas de gestión de ficheros) [KLEI1990], [MOCK1992] y [TURB1992a]. Por otro lado, en [LYON1991] se propone una metodología de integración de redes neuronales y sistemas expertos para análisis de fusiones y adquisiciones de empresas. Finalmente, citar a [MASU1992] que es una colección de trabajos relativos a la aplicación de las técnicas de inteligencia artificial en aspectos de organización y gestión empresarial. En estos trabajos se describen experiencias de modelización del comportamiento de las organizaciones mediante sistemas expertos o redes neuronales. Todas esas experiencias pueden ser la semilla para el papel integrador y coordinador que se debe asumir en el proceso de construcción de la organización inteligente.

5. Bibliografía

- [CROU1991]Crouch,G.I., "Expert Computer Systems in Tourism: Emerging Possibilities", Journal of Travel Research, Vol.29, No.3, pp.3-10, 1991.
- [DRUC1993]P.F.Drucker, "La Sociedad Poscapitalista", Ed. Apóstrofe, 1993.
- [DUBE1991]Dubelaar,C., Finlay,P.N., & Taylor,D., "Expert Systems: The Gold Fusion of Marketing?", Journal of Marketing Management, Vol.1991, No.7, pp.371-382, 1991.
- [GEUS1988]Geus,A.de, "Planning as Learning", Harvard Business Review, Mar/Abr, pp.70-74, 1988.
- [HAMM1990]Hammer,M., "Reengineering Work: Don't Automate, Obliterate.", Harvard Business Review, July-August 1990, pp.104-112, 1990.
- [HAMM1993]Hammerstrom,D., "Neural Networks at Work", IEEE Spectrum, Jun.1993, pp.26-32, 1993.
- [HAMM1993a]Hammerstrom,D., "Working with Neural Networks", IEEE Spectrum, Jul.1993, pp.46-53, 1993.
- [HAYE1994]Hayes-Roth,F. & Jacobstein, N., "The State of Knowledge-Based Systems", Communications of the ACM, Vol.37, No.3, pp.27-39, 1994.
- [HECH1989]Hecht-Nielsen,R., "Neurocomputing", Addison-Wesley Publ. Co, 1989.
- [HUMP1989]Humpert,B., "Neurocomputing in Financial Services", Expert Systems for Information Management, Vol.2, No.3, pp.172-199, 1989.
- [HUTC1993]Hutchinson, J., "Has AI Delivered on Wall Street?", Qualitative Reasoning and Decision Technologies, pp.577-587, CIMNE Barcelona, 1993.
- [KEON1991]Keon,J.W., "Point of View: Understanding the Power of Expert Systems in Marketing", Journal of Advertising Research, Vol.31, No.6, pp.64-72, 1991.
- [KLEI1990]Klein,M. & Methlie,L.B., "Expert Systems. A Decision Support Approach", Addison Wesley Pub.Co, 90.
- [LIEB1990]Liebowitz,J., "Expert Systems for Business and Management", Yourdon Press, Prentice Hall, 1990.
- [LYON1991]Lyons,P.J., Persk,S.C., "Integrating Neural Networks and Expert Systems for Merger and Acquisition Analysis", Proc. 1st Intl Conf.: Artif. Intell. Appl. on Wall Street, pp.200-205, IEEE Computer Society Press, 1991.
- [MARG1993]Margarita,S. & Beltratti,A., "Stock Prices and Volume in an Artificial Adaptive Stock Market", New Trends in Neural Computation. Proceedings of IWANN'93, LNCS 686, pp.714-719, Springer-Verlag, 1993.
- [MASU1992]Masuch,M. & Warglien,M. (editors), "Artificial Intelligence in Organization and Management Theory", North-Holland, 1992.
- [MCCA1991]McCann,J.M., Lahti, W.G., & Hill,J., "The Brand Manager's Assistant: A Knowledge-Based System Approach to Brand Management", Intl. Journal of Research in Marketing, Vol.8, No.1, pp.51-73, 1991.
- [MCDO1990]McDonald,M.H.B. & Wilson,H.N., "State-of-the-Art Developments in Expert Systems and Strategic Marketing Planning", British Journal of Management, Vol.1, No.3, pp.159-170, 1990.
- [MEDS1994]Medsker,L. & Liebowitz,J., "Design and Development of Expert Systems and Neural Networks", Macmillan Publishing Company, 1994.
- [MIGU1993]Miguel,L.J.de, Revilla,E, Rodríguez,J.M., & Cano,J.M., "Application of the Fuzzy Artmap Neural Network Architecture to Bank Failure Predictions", New Trends in Neural Computation. Proceedings of IWANN'93, LNCS 686, pp.720-725, Springer-Verlag, 1993.
- [MOCK1992]Mockler,R.J., Dologite,D.G., "Knowledge-Based Systems. An Introduction to Expert Systems", Macmillan Publishing Company, 1992.
- [MORG1991]Morgan,T., "Benefits and Applications of Neural Networks", Proc.Advanced Information Systems Conf. AIS 91., pp.157-166, 1991.
- [MOUT1993]Moutinho,L., Curry,B., & Davies, F., "BANKSTRAT: A Strategic Marketing Expert System for Retail Banking", Proc.of the 22nd European Marketing Academy - EMAC, Vol. II, pp.1001-1020, 1993.
- [MOUT1993a]Moutinho,L. & Curry,B., "Consumer Perceptions of ATMs: An Application of Neural Networks", Proc. of the 22th Conference on European Marketing - EMAC, Vol.II, pp.975-1000, 1993.
- [MURT1991]MURTAZA,M.B.; FISHER,D.J., "An Integrated System for Managerial Decision Support", Proc.of the ANNIE, pp.933-938, 1991.
- [OJA 1982]Oja,E., "A Simplified Neuron Model as a Principal Component Analyzer", Journal of Mathematical Biology, Vol.15, pp.267-273, Spinger-Verlag, 1982.
- [OJA 1989]Oja,E., "Neural Networks, principle components, and subspaces", Intl.J.Neural Networks, Vol.1, pp.61-68, 1989.
- [PAU 1989]Pau,L.F., Montiwalla,J., Pao,Y.H., Teh,H.H., "Expert Systems in Economics, Banking & Management", North-Holland, 1989.
- [PENR1991]Penrose, R., "La Nueva Mente del Emperador", Mondadori, 1991.
- [ROS 1993]Ros,F., Brons,A., Sevilla,F., Rabatel,G., & Touzet,C., "Combination of ANN and Statl. Methods for Sensory Evaluation of Biological Prod.: On-Line Beauty Selection of Flowers", New Trends in Neural Computation.Proceedings of IWANN'93, LNCS 686, pp.726-731, Springer-Verlag, 1993.
- [RUME1994]Rumelhart,D.E., Widrow,B. & Lehr,M.E., "The Basic Ideas in Neural Networks", Communications of the ACM, Vol.37, No.3, pp.87-92, 1994.
- [SANG1989]Sanger,T.D."Optimal Unsupervised Learning in a Single-Layer Linear Feedforward Neural Network", Neural Networks, Vol.2, pp.459-473, Pergamon Press, 1989.
- [SCHW1989]Schwartz,T.J., "Eight Parables of Neural Networks", AI Expert, Vol.4 No.12, pp.54-59, 1989.
- [SENG1992]Senge,P.M., "La Quinta Disciplina", Ed.Granica, 1992.
- [SIMP1992]Simpson,P.K., "Foundations of Neural Networks", ANN.Paradigms, Applications and Hardware Implementations, pp.3-24, Edited by Sánchez-Sinencio,E. & Lau,C. IEEE Press, 1992.
- [SISO1991]Sisodia,R.S., "Expert Systems for Services Marketing", Journal of Serv.Marketing, Vol.5, No.3, p.37-55, 91.
- [SNEL1989]Snellen,I.M., Van de Donk,W. & Baquiast,J.-P., "Expert Systems in Public Administration", Elsevier Science Publishers, 1989.
- [TURB1988]Turban,E. & Watkins,P.R., "Applied Expert Systems", North-Holland, 1988.
- [TURB1988a]Turban,E., "Decision Support and Expert Systems", MacMillan Publishing Co, 1988.
- [TURB1992]Turban,E. & Liebowitz,J., "Managing Expert Systems", Idea Group Publishing, 1992.
- [TURB1992a]Turban,E., "Expert Systems and Applied Artificial Intelligence", MacMillan Publishing Company, 1992
- [WERB1990]Werbos,P.J., "Backpropagation Through Time: What it Does and How to Do it.", Proceedings of the IEEE, Vol.78 No.10, pp.1550-1560, 1990.
- [WIDR1994]Widrow,J., Rumelhart,D.E. & Lehr,M.A., "Neural Networks: Applications in Industry, Business and Science", Comms of the ACM, Vol.37, No.3, p.93-105, 1994.

Organización y Sistemas

Antonio Cañabate, Xavier Llinàs
 Departament d'Organització d'Empreses
 Facultat d'Informàtica de Barcelona- U.P.C.
 M^a Clara Torrens Mazzei
 Institut Català de Tecnologia

DATAFOR: Diseño y Tratamiento automatizado de cuestionarios sobre necesidades de formación

1. Antecedentes

Este artículo es fruto de una serie de investigaciones que ha venido realizando el Departamento de Organización de Empresas de la Universidad Politécnica de Catalunya, en colaboración con el Institut Català de Tecnologia (ICT), con quienes se han llevado a cabo varios trabajos sobre necesidades de formación continua en las empresas, especialmente en áreas técnicas y económicas. El primero de estos trabajos tuvo lugar en Catalunya. Usando la misma metodología, mejorada con las experiencias acumuladas, se ha aplicado a otras regiones europeas, entre ellas Midi-Pyrenées, en el marco de los Programas Comunitarios COMETT, que tienen como finalidad la cooperación Universidad-Empresa en el área de la Formación en Tecnologías. Actualmente se está llevando a cabo el mismo trabajo en las regiones de Cork (Irlanda), Wallonie (Bélgica), así como la segunda fase del estudio aplicado a Catalunya.

La metodología empleada se ha desarrollado por el Departamento de Organización de Empresas sobre la base del método Delphi, concebido para trabajar en temas de los que no se puede disponer de otra información completa que la que puedan aportar las opiniones de expertos en la materia. El método Delphi 'clásico' consiste en pedir la opinión de un grupo de expertos a través de cuestionarios contestados de forma iterativa en varias vueltas. Se parte de un cuestionario inicial que, junto con información exhaustiva sobre los objetivos y el método del estudio, se somete al grupo de expertos de forma individual y anónima (el método no requiere la presencia conjunta de los expertos). La selección de los expertos se realiza de acuerdo con el objeto de estudio intentando incluir todos los perfiles específicos. Las respuestas obtenidas de cada experto, en esta primera vuelta, se procesan informáticamente y los resultados medios se devuelven a los expertos junto con un nuevo cuestionario. A la vista de esta información, los expertos pueden eventualmente revisar sus opiniones en una segunda vuelta. Un aspecto perseguido es detectar aquellas respuestas 'extremistas' respecto a la tendencia media que son justificadas por su autor y que, una vez expresadas, provocan la adhesión de más expertos. Las iteraciones se repiten hasta llegar a un cierto nivel de consenso entre todos los expertos.

Una de las principales ventajas de este método es que permite obtener la mejor información, sintetizada y por consenso, sobre temas que sería difícil o imposible abordar por vías alternativas. Además fomenta la aparición de aspectos no detectados, a priori, mayoritariamente y la reflexión del grupo sobre ellos. La limitación más importante se debe al hecho de estar basado en opiniones subjetivas y de tipo cualitativo, por lo que es arriesgado utilizarlo para obtener resultados cuantitativos. También es necesario apuntar, que la fiabilidad de las conclusiones depende en gran medida de la 'calidad' en la selección de los expertos y de su grado de reflexión sobre el tema.

La metodología desarrollada sigue las líneas generales descritas con algunas modificaciones técnicas, introducidas con la finalidad de adaptarla al estudio concreto que se persigue y de

conseguir una mayor eficiencia en tiempo y recursos empleados. Las principales adaptaciones consisten en la existencia de dos tipos de expertos con distintas funciones, la delimitación de los sectores económicos a estudiar y de los expertos seleccionados para cada sector, y la creación de dos tipos de cuestionarios, uno común a todos los sectores y otro específico para cada sector, la estructura y el objetivo perseguido con cada tipo de cuestionario son diferentes.

Así pues, dado que la bondad del método Delphi se basa en parte en el número de vueltas o iteraciones que da el cuestionario, se puso de manifiesto la necesidad de automatizar el tratamiento de los datos recogidos a través de las encuestas rellenas por los expertos de los distintos sectores. Esta necesidad ha quedado satisfecha con el diseño e implementación del software DATAFORM que se presenta en estas páginas.

En nuestros trabajos existen dos tipos de cuestionarios a rellenar: un cuestionario general y otro específico de cada sector. La estructura de ambos es diferente al igual que el objetivo que se persigue con cada uno de ellos.

En los primeros estudios, el tratamiento de los datos fue realizado informáticamente utilizando el paquete estadístico BMDP. Al mismo tiempo fue necesario desarrollar un pequeño programa para la introducción de los datos de los cuestionarios en el formato adecuado. Todo el proceso se llevaba a cabo en un ordenador VAX bajo el sistema operativo VMS.

El tratamiento de datos que se utilizaba planteaba algunos problemas de entre los cuales cabe resaltar los siguientes:

- Los informes generados por el BMDP con los resultados eran unos listados larguísimo, de los que había que ir extrayendo la información más relevante y readaptándola para presentarla en un formato más explícito.
- A pesar de que la estructura de los cuestionarios específicos, en forma tabular, se mantenía constante, no ocurría lo mismo con los cuestionarios generales. Esto se debía a la necesidad de adaptar las preguntas a cada región y a la inclusión de preguntas específicas. Por lo que era necesario modificar el programa de entrada de datos para cada estudio.
- No se contemplaba el tratamiento conjunto de los datos de diferentes estudios, lo cual es muy interesante de cara a realizar análisis comparativos.

La existencia de estos inconvenientes llevó al equipo reunido para realizar la segunda fase del estudio en Cataluña, a plantearse la conveniencia de mejorar el tratamiento de los datos. Los objetivos fijados cubrían cada uno de los inconvenientes planteados. Así pues, estos objetivos eran:

- Generar los resultados en un formato lo más parecido posible a los cuestionarios originales. De esta manera, su interpretación era mucho más inmediata y se facilitaba el análisis.
- Permitir variar la estructura de los cuestionarios generales.
- Estructurar los datos de forma que fuese posible almacenar conjuntamente varios estudios. Este objetivo es clave para permitir un tratamiento comparativo, bien sea entre diferentes regiones o entre diferentes años dentro de una misma región.

- Además de estos tres objetivos generales se propuso un cuarto. El software resultante debía ser intuitivo y fácil de usar, y debería correr en un ordenador personal.

Por todo ello se optó por desarrollar un software para el entorno operativo Windows. El primer paso consistió en localizar la herramienta adecuada para el desarrollo. A priori se descartaron los lenguajes de programación como C, Pascal o Basic orientados a objeto en favor de gestores de bases de datos para Windows con herramientas de programación. Las razones de esta decisión fueron entre otras menos relevantes la facilidad que para el manejo de bases de datos ofrecen estos productos.

El primer producto que se probó fue ObjectVision de Borland. De hecho fue difícil renunciar a él, ya que la facilidad para crear un interfaz de usuario de gran calidad mediante programación asistida y orientada a objetos lo hacía ideal; pero sus limitaciones no permitían encontrar solución a algunos de los procesos que se querían implementar. En la actualidad Borland ha sacado nuevas versiones de ObjectVision que no hemos probado, tal vez hoy este programa sería una buena opción. Tras este intento que no nos dió los resultados apetecidos se optó por el primer lenguaje de la familia dBase que apareció para Windows: dBFast versión 1.7. Este programa comparado con ObjectVision parecía un paso atrás dado que no era orientado a objetos, pero incluía instrumentos suficientes para generar un interfaz de usuarios Windows, el problema consistía en que debía ser programado completamente, sin embargo el punto fuerte era que es un lenguaje muy conocido y permitía implementar todos los procesos necesarios.

El resultado obtenido creemos que cubre ampliamente todos los objetivos planteados y deja abiertas las puertas a su ampliación y mejora. Su diseño y posterior desarrollo han sido pensados para hacer posible la incorporación de funciones de tratamiento de datos adicionales. Actualmente se está trabajando en la adaptación de la aplicación en la nueva versión 2.0 de dBFast. Al mismo tiempo se prepara una versión traducida al inglés para que pueda ser utilizada en las diferentes regiones europeas en las que previsiblemente se van a realizar estudios sobre necesidades de formación siguiendo esta metodología.

2. Análisis de la información

La información que gestiona el programa DATAFORM puede ser clasificada en uno de los siguientes grupos, especificando para cada uno su función general, los datos que la componen, la función específica y la estructura que se ha adoptado:

- a) Información introducida:
 - Inventarios comunes.
 - Definición de un estudio.
 - Datos de los cuestionarios.
- b) Información generada:
 - Resultados del tratamiento.

2.1. Inventarios comunes

Los inventarios comunes tienen la misión de almacenar los datos que se usan para definir los diferentes estudios, dado que como ya se ha indicado con anterioridad se pretende extender el estudio a múltiples regiones europeas. Los distintos datos que componen estos inventarios son: regiones, sectores, empresas y áreas de conocimiento. Posteriormente, se verá como se articulan para formar la definición de un estudio concreto.

Regiones: cada estudio se realiza en una región (Cataluña, Wallonie, ...). Existe, por tanto, un fichero que realiza el

inventario y codifica las diferentes regiones para las que se han realizado estudios llamado REGIONS.DBF e incluye el nombre de la región y su codificación. Así pues, un estudio irá asociado a una región que deberá encontrarse incluida en este fichero. Este fichero puede ser modificado para incluir nuevas regiones o para eliminar aquellas que no se utilizan.

Sectores: también se realiza el inventario de los sectores susceptibles de incluirse en algún estudio. SECTORS.DBF es el fichero que contiene la lista de los sectores y su codificación.

Empresas: las empresas consultadas pertenecen necesariamente a alguno de los sectores inventariados. A la hora de definir el 'panel de expertos de un estudio estos deben pertenecer a alguna de las empresas existentes en el inventario. El fichero EMPRESAS.DBF contiene los nombres de las empresas, su código y el código del sector al que pertenece.

Áreas de conocimiento: el inventario de las áreas de conocimiento incluye todos los posibles vacíos de formación para cualquier sector, de forma que a la hora de definir los cuestionarios sectoriales hay que elegir, de entre este inventario, aquellas áreas que se van a incluir en el correspondiente cuestionario sectorial. El fichero se llama AREAS.DBF, y contiene los nombres de las áreas y su código.

2.2. Definición de un estudio

Cada estudio requiere un proceso previo de definición. Los ítems a definir son el identificador del estudio en sí mismo, los cuestionarios sectoriales para cada sector analizado, el cuestionario general y el panel de expertos; con más detalle:

Identificador del estudio: Cuando se da de alta un estudio (definido por los conceptos región, mes y año), se selecciona del inventario de regiones la que va a ser objeto del estudio y se introduce el mes y año en que se finaliza este. La información se guarda, para todos los estudios, en el fichero ESTUDIS.DBF junto con un código que identifica al estudio en cuestión.

Definiciones de los cuestionarios sectoriales: para cada estudio, y para cada sector analizado, se debe definir la lista de áreas de conocimiento a incluir en el cuestionario sectorial. El fichero con esta información, AREASECT.DBF, incluye el código del estudio, el código del sector y el código del área de conocimiento. Para cada estudio, existirá un grupo de registros con el código del mismo; habrá tantos subgrupos como sectores analizados con el código del sector correspondiente.

Definición del cuestionario general: la estructura de preguntas del cuestionario general puede variar entre distintos estudios. Será necesario definir esa estructura para cada estudio. Estas definiciones se guardan en un fichero distinto para cada estudio cuyo nombre es GDFnnnnn.DBF, siendo 'nnnnn' el código del estudio. La información que contienen estos ficheros sirve a dos propósitos: por un lado permite construir las pantallas de entrada de datos, por otro permite interpretar los ficheros donde se almacenan. Cada registro de este fichero corresponde a una línea del cuestionario general conteniendo su posición en la pantalla, el número de pregunta, su número y el texto.

El panel de expertos: para cada estudio se selecciona un grupo de empresas de cada sector analizado y en ellas se cuenta con la colaboración de un experto B. Este conjunto de personas pertenecientes a empresas de los diferentes sectores constituye el 'panel de expertos'. Esta información se guarda en el fichero EXPERTS.DBF, en el se incluye el código del estudio, el

código de la empresa y el nombre del experto B así como un código identificativo. Todos los registros con el mismo código de estudio componen la lista de expertos, identificando además la empresa a la que pertenecen. A través del inventario de empresas se puede identificar a qué sector pertenece cualquiera de los expertos. No es posible incluir en el panel un experto de una empresa si antes no se ha definido el cuestionario sectorial del sector al que pertenece ésta: esto asegura que en el panel sólo consten expertos de los sectores analizados en cada estudio.

2.3. Datos de los cuestionarios

La información contenida en los cuestionarios que contestan los expertos B es introducida por un operador. Esta información proviene del cuestionario general y del cuestionario sectorial.

Cuestionario General: al igual que existe un fichero GDFnnnnn.DBF para cada estudio, existe el correspondiente GDTnnnnn.DBF en el que se almacenan los datos. La interpretación de la estructura de este fichero es compleja dada la no homogeneidad de las diferentes preguntas del cuestionario, las diferentes preguntas pueden requerir diferentes tipos de respuestas. Para su almacenamiento, edición, interpretación y tratamiento se necesita la información contenida en el fichero de definición. Baste decir que los diferentes registros correspondientes a un mismo cuestionario se identifican a través del código del experto correspondiente, que cada pregunta del cuestionario tiene asociado un registro identificado por el número de pregunta que figura en la definición del cuestionario y que el resto de los campos tienen un tratamiento diferente según la pregunta de la que se trate.

Cuestionario Sectorial: la estructura del cuestionario sectorial es la misma para cada sector: consiste en una lista (filas de una tabla) de posibles vacíos de formación. Para cada posible vacío de formación se realizan preguntas acerca de la necesidad o no de formación continuada en ese área, el ámbito temporal de la necesidad, el nivel de la formación para distintos niveles del personal de la empresa y el ámbito dentro del cual se manifiesta la necesidad (administración o técnico). Estas preguntas componen las columnas de la tabla. Sin embargo, la lista de posibles vacíos de formación es distinta para cada sector. Anteriormente se ha explicado la necesidad de definir esta lista para cada sector, esta definición se guardaba en el fichero AREASECT.DBF para todos los estudios. Los datos que contienen los cuestionarios, las respuestas a cada una de las preguntas para cada una de las áreas de conocimiento que componen la lista de vacíos de formación de un cuestionario, se guardan en el fichero SECTORIA.DBF. En este fichero se incluye la identificación del cuestionario, que es el código del experto, el código del área de conocimiento, y los campos correspondientes a cada una de las preguntas. A través del código del experto se identifica el estudio y el sector al que pertenece un cuestionario. El código del área de conocimiento identifica una fila de ese cuestionario, un posible vacío de formación.

2.4. Resultados del tratamiento

Los datos de un estudio, una vez introducidos, son objeto de un tratamiento que tiene por objeto obtener unos resultados:

- del cuestionario general.
- sectoriales o del cuestionario sectorial para cada sector.
- sectoriales globales.

Resultados del cuestionario general: El tratamiento que se da a los datos de los cuestionarios generales obtiene como resultados un cuestionario general promedio de todos los

contestados (para las preguntas que consisten en elegir una entre varias opciones, los porcentajes en que han sido escogidas). Evidentemente, el tipo de promedio dependerá de la estructura de cada pregunta. Estos promedios se guardan en un fichero distinto para cada estudio con el nombre TMPnnnnn.DBF. El contenido de este fichero es interpretado, siguiendo la definición del cuestionario, para imprimir un cuestionario general con los resultados promedio del estudio.

Resultados sectoriales de cada sector y sectoriales globales: Con los datos de los cuestionarios sectoriales de cada sector, se realiza un tratamiento que genera los resultados promedio para cada sector del estudio por separado y también los resultados promedio de todos los sectores. Estos resultados pueden ser impresos en un formato muy similar al del propio cuestionario sectorial, pudiendo ordenarse las áreas de conocimiento según distintos conceptos. Los resultados se guardan en el fichero RESULTAT.DBF que tiene una estructura muy similar a la del fichero SECTORIA.DBF que contenía los datos de los cuestionarios, ya que lo que se almacena son los resultados promedio para cada área. En este fichero se guardan los resultados de un solo estudio.

Los registros de RESULTAT.DBF contiene el código del sector, el código del área de conocimiento y los campos que guardan los promedios o porcentajes para cada una de las columnas del cuestionario sectorial. Para cada sector analizado hay un grupo de registros con el código de ese sector: un registro por cada posible vacío de formación para ese sector, incluyendo aquellos vacíos que, no estando definidos en el cuestionario original, han sido añadidos por alguno de los expertos B. Igualmente hay un grupo de registros con un código de sector especial que corresponden a los promedios o porcentajes de cada posible vacío de formación (área de conocimiento) calculados sobre los cuestionarios de todos los sectores.

3. Análisis de los procesos

Tras haber analizado la información que el software DATA-FORM maneja, es hora de describir cuales son los procesos más importantes que se llevan a cabo con dicha información.

3.1. Operaciones que afectan a los inventarios

En los diferentes inventarios (regiones, sectores, empresas y áreas de conocimiento) se realizan básicamente las operaciones:

Alta: se añade un nuevo registro al fichero correspondiente y se genera un código para el nuevo ítem cuyo nombre ha de ser introducido por el usuario. (p.ej. al añadir un sector nuevo al inventario, el usuario introduce el nombre del sector y el programa genera un código nuevo para él, guardando ambos datos en un nuevo registro del fichero SECTORS.DBF)

Baja: supone la eliminación del inventario del ítem que el usuario seleccione y la eliminación física del registro asociado en el fichero correspondiente. Sólo se permitirá dar de baja un ítem si no está siendo utilizado en algún estudio. Esta restricción se traduce en lo siguiente para cada tipo de inventario:

- **Regiones:** se comprueba que no exista ningún estudio para la región a borrar buscando en ESTUDIS.DBF algún registro con el código de región que se desea borrar. Si no se encuentra, la región puede ser eliminada del inventario.
- **Sectores:** se comprueba que no exista ninguna definición de cuestionario sectorial para el sector a borrar. Se busca en AREASECT.DBF un registro con el código del sector a borrar. Si no se encuentra, el sector puede eliminarse del inventario.

- **Empresas:** El caso de las empresas es especial, ya que el usuario no puede seleccionar una en concreto para dar de baja. Existe en cambio la posibilidad de eliminar todas aquellas que no se incluyen en el panel de expertos de ningún estudio (empresas viudas). Cuando el usuario ordena eliminar las empresas viudas, se comprueba, para cada empresa en el inventario, si existe algún registro en EXPERTS.DBF que contiene el código de esa empresa. Si no existe, la empresa se elimina del inventario y se borra físicamente el registro asociado en EMPRESAS.DBF: Tras esta operación realizada para todas las empresas en el inventario, en éste sólo quedan las empresas que forman parte de algún panel de expertos.

Áreas de conocimiento: se comprueba que el área a borrar no esté incluida en la definición del cuestionario sectorial de ningún sector en ningún estudio: se recorre AREASECT.DBF en busca de algún registro con el código de ese área. Si no se localiza ninguno, el área puede ser eliminada del inventario.

Modificación: esta operación permite corregir errores cometidos por el usuario al teclear un ítem. El usuario selecciona el ítem a modificar y su nombre es editado para ser corregido. El nuevo nombre es almacenado en el registro del inventario que ya ocupaba ese ítem, su código, sin embargo, no es modificado en absoluto. Esta operación tiene efecto sobre todos los ficheros que contienen registros que referencian a ese ítem. Por este motivo, esta operación debe utilizarse exclusivamente para corregir errores de escritura, nunca para cambiar un ítem por otro distinto. Por ejemplo, al dar de alta una región se escribió 'Catalunye', y se desea corregir por 'Catalunya'; este sería un ejemplo de buen uso. Sin embargo, si usásemos la opción de modificación para cambiar el nombre de un sector que se llama 'Automoción' por 'Banca', el programa lo permitiría, pero todos los datos que pudiesen existir para el sector Automoción, ahora se presentarían como pertenecientes al sector Banca. Tanto al dar de alta un ítem, como al modificarlo, se comprueba que no exista en el mismo inventario otro con el mismo nombre. En caso de que así fuese, no sería posible la operación.

3.2. Operaciones que afectan definiciones de los estudios

Como ya se dijo, la definición de un estudio incluye, el identificador del estudio, las definiciones de los cuestionarios sectoriales de cada sector a analizar, la definición del cuestionario general y el panel de expertos. A continuación se examinan los procesos que pueden afectar a cada uno. Las operaciones sobre el identificador del estudio son las siguientes:

Alta: permite seleccionar una región entre las del inventario de regiones e introducir el año y mes de finalización del estudio. Esta información es almacenada en un nuevo registro en el fichero ESTUDIS.DBF generándose un nuevo código para ese estudio, siempre que no exista ya un identificador idéntico para otro estudio. Este es el primer paso a realizar para trabajar con un nuevo estudio.

Modificación: esta operación permite cambiar solamente el mes y/o año de finalización de un estudio pero no la región sobre la que se realiza. También se comprueba que no exista ya un identificador idéntico para otro estudio, de lo contrario no se autorizaría la modificación.

Baja: no sólo se da de baja el identificador de un estudio y se elimina físicamente el registro asociado en ESTUDIS.DBF. Sus efectos son mucho más drásticos, ya que se elimina cualquier información relacionada con ese estudio: su panel de expertos de EXPERTS.DBF, las definiciones de los cuestio-

narios sectoriales para ese estudio de AREASECT.DBF, los datos de los cuestionarios sectoriales para todos los sectores del estudio de SECTORIA.DBF, la definición del cuestionario general GDFnnnnn.DBF, los datos de los cuestionarios generales GDTnnnnn.DBF y los resultados del cuestionario sectorial TMPnnnnn.DBF. En los 3 primeros casos se eliminan los registros que contienen el código del estudio a eliminar, y en los otros 3 se eliminan los ficheros correspondientes ese estudio.

Seleccionar un estudio: esta operación determina el estudio que está accesible y sobre el que se pueden realizar operaciones, de entre todos los datos de alta. El estudio seleccionado puede ser cambiado cuantas veces sea necesario para hacer accesibles los datos asociados a uno u otro estudio.

3.3. Operaciones que afectan las definiciones de los cuestionarios sectoriales

Añadir un área de conocimiento a la definición de un sector: esta operación incluye un nuevo área en la definición de un cuestionario sectorial y supone añadir un nuevo registro al fichero AREASECT.DBF con el código del estudio, del sector y del área.

Eliminar un área de conocimiento de la definición de un sector: esta operación excluye un área de la definición de un cuestionario sectorial y supone eliminar el registro correspondiente a ese área para ese sector en ese estudio del fichero AREASECT.DBF.

Visualizar todas las áreas que componen la definición de un sector: lista por pantalla todas las áreas que componen la definición de un cuestionario sectorial.

Estas operaciones no se realizan de una en una, sino que primeramente se selecciona el sector cuya definición se desea modificar, desde ese momento se muestran todas las áreas de conocimiento del inventario, informando al usuario si están o no incluidas en la definición. El usuario puede modificar el status (dentro/fuera de la definición) de cualquier área cuantas veces crea oportuno sin que se produzca ninguna operación sobre el fichero AREASECT.DBF. Las operaciones necesarias se realizan cuando el usuario lo requiere dando por finalizada la modificación de la definición. Al agruparse así varias operaciones de alta y baja se puede optimizar el proceso de borrar o añadir registro. Para modificar la definición del cuestionario sectorial de un sector, es condición necesaria que no se hayan introducido datos de los cuestionarios sectoriales de ese sector.

La definición del cuestionario general de un estudio se crea o modifica a través de un módulo de diseño de cuestionarios generales descrito con más detalle en el manual del usuario. El acceder a este módulo implica la posibilidad de cambiar la estructura del fichero que va a contener las respuestas al cuestionario general. Por tanto, esos datos, en caso de haber sido introducidos, se perderían al acceder al diseño de cuestionarios generales. Al terminar el diseño del cuestionario se ha creado un fichero con la información que lo define que ya ha sido descrito. El módulo de diseño permite varias operaciones que son descritas en el manual del usuario.

3.4. Operaciones que afectan al panel de expertos

Alta de un experto: con esta operación se añade un nuevo experto al panel del estudio seleccionado. Para ello se debe seleccionar la empresa a la que pertenece de entre todas las del inventario, excepto las que ya tienen un experto en el panel.

El propio programa permite escoger sólo entre aquellas empresas que no figuran aún en el inventario. Además debe introducirse el nombre del experto. El programa además informa del sector al que pertenece la empresa seleccionada. Los datos del experto dado de alta son almacenados en un nuevo registro en EXPERTS.DBF, generándose un nuevo código para ese experto. Sólo se puede dar de alta un experto que pertenezca a una empresa de alguno de los sectores analizados (aquellos para los que existe una definición del cuestionario sectorial).

Modificación del nombre de un experto: esta operación permite corregir errores de escritura al introducir el nombre de un experto y almacenar el nuevo nombre en el mismo registro que ocupaba en EXPERTS.DBF. No obstante, el código del experto sigue siendo el mismo.

Baja del panel: esta operación elimina un experto del panel y el registro asociado en el fichero EXPERTS.DBF. Además, en caso de que existan, se eliminan todos los registros del fichero SECTORIA.DBF correspondientes al cuestionario sectorial contestado por el experto dado de baja: aquellos que contienen su código de experto.

Listar los expertos que componen el panel, agrupados por sectores y especificando su empresa de pertenencia.

3.5. Operaciones de entrada de datos de los cuestionarios

Para introducir o modificar los datos de un cuestionario, tanto sectorial, como general, primero se selecciona el experto que ha contestado el cuestionario de entre todos los del panel. Tras esta operación, si el cuestionario no ha sido introducido aún se generan los registros correspondientes al fichero SECTORIA.DBF, en el caso de ser un sectorial, o al GDTnnnnn.DBF, si se trata de un general. Si el cuestionario había sido introducido previamente, no se crean nuevos registros. En cualquier caso, el programa edita el contenido del cuestionario (general o sectorial) y permite modificar los valores existentes. Estos valores, en caso de ser un cuestionario nuevo, son ceros o nulos.

Como los cuestionarios suelen constar de varias páginas, cada vez que se cambia de página, se almacena la información de la que se ha estado editando; cuando se termina la edición, también se almacena la información de la última página editada. Como los registros ya existen en los ficheros correspondientes, no es necesario crear nuevos, simplemente se modifican los datos que contienen con los nuevos valores editados.

En el caso de los cuestionarios sectoriales, una página va asociada a los registros de SECTORIA.DBF que corresponden a las áreas de conocimiento que componen la página y al experto en cuestión. El único caso en que se añade un registro es cuando un experto ha añadido un área que no constaba en el cuestionario original. En este caso, el programa permite al usuario añadir un área nueva al cuestionario de ese experto, que puede ser escogida de entre las del inventario, en caso de que exista, o añadida también al inventario, en caso contrario. De cualquier manera, en adelante este área será editada como una más cada vez que se edite el cuestionario sectorial de ese experto.

En el caso de los cuestionarios generales, las distintas pantallas de edición contienen una o varias preguntas, cada una asociada a un registro del fichero GDTnnnnn.DBF. Aquí no es posible modificar la estructura del cuestionario para un experto concreto añadiendo preguntas. La edición, su paginación e identificación de los registros asociados se realiza interpretando la información que contiene el fichero de definición.

3.6. Tratamiento de los datos para obtener resultados

Existen dos tipos de tratamientos, uno para generar los resultados de los cuestionarios generales y otro para obtener los resultados de los cuestionarios sectoriales, tanto sector a sector como de todos los sectores globalmente.

El tratamiento de los cuestionarios generales genera el fichero TMPnnnnn.DBF con tantos registros como preguntas tiene el cuestionario general. En cada registro se promedian todas las respuestas dadas por cada experto para una misma pregunta. En el caso de preguntas con varias opciones para escoger una, se calcula los porcentajes en que cada opción ha sido escogida.

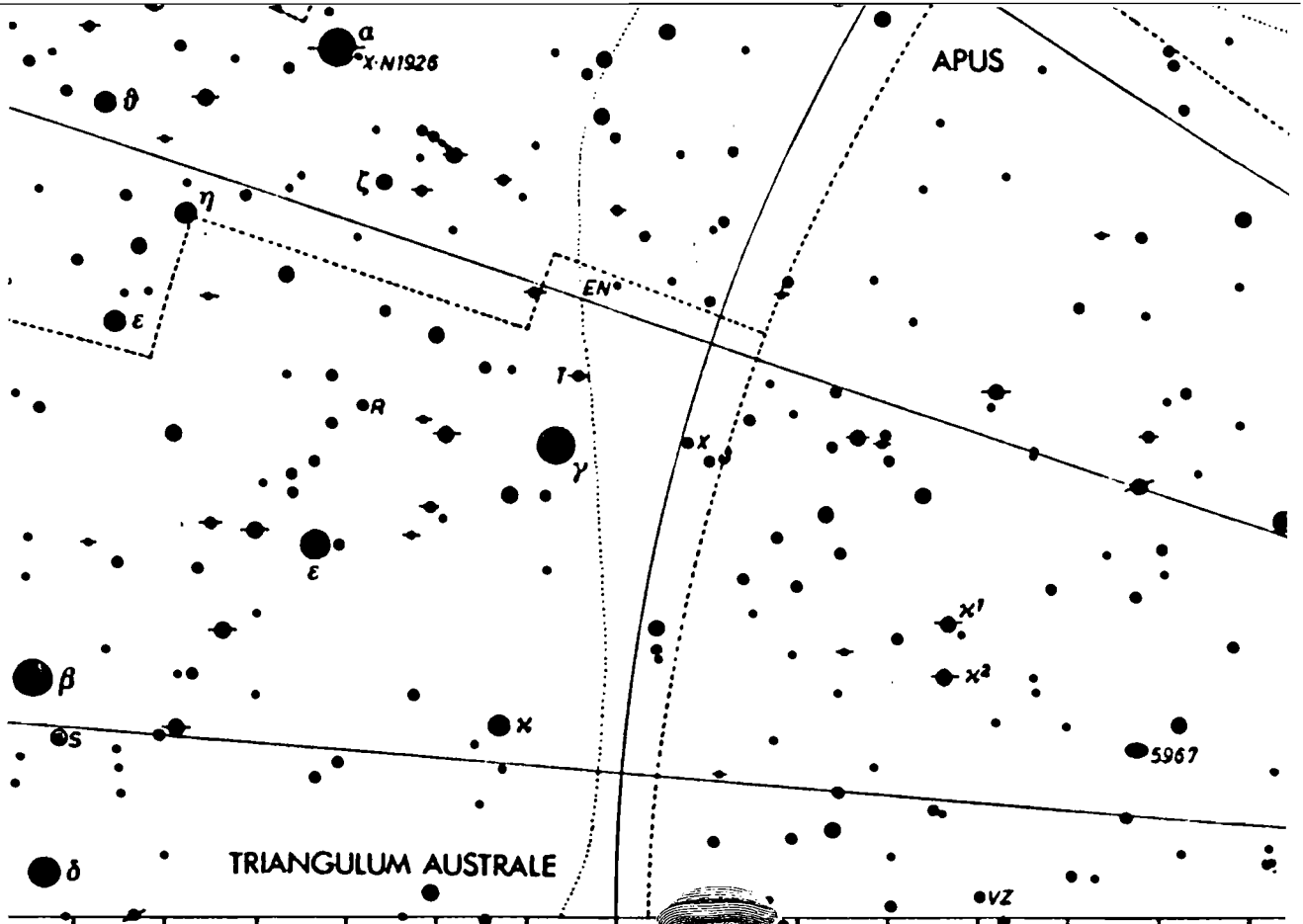
El registro correspondiente a cada pregunta se identifica a través del campo que contiene el número de pregunta. Este número es el que figura en el fichero de definición del cuestionario para identificar todos los registros que definen las distintas líneas que componen una pregunta. Una vez generado este fichero, puede ser impreso en un formato prácticamente idéntico al de los cuestionarios originales, si bien, las respuestas a cada pregunta son los promedios o porcentajes calculados.

El tratamiento de los datos de los cuestionarios sectoriales, genera el fichero RESULTAT.DBF. Cada vez que se realiza el tratamiento para un estudio, se genera de nuevo este fichero, borrando la información que pudiese contener (resultados de otros estudios). Sin embargo, siempre se pueden volver a generar los resultados de cualquier estudio. Dentro de RESULTAT.DBF se incluyen los resultados de promediar cada uno de los sectores por separado y finalmente el promedio de todos los sectores conjuntamente.

Los promedios de un sector por separado, se plasman en un registro para cada área de conocimiento comprendida en la definición del cuestionario para ese sector. También se genera un registro para cada área no incluida en los cuestionarios originales pero que ha sido añadida por algún experto. Estos registros constan del código del sector, el código del área y de los campos que contiene los promedios o porcentajes calculados para cada columna del cuestionario (no se necesita formación, ámbito temporal puntual, inmediato...). Estos promedios se calculan sobre las respuestas dadas en todos los cuestionarios de un mismo sector para un mismo área de conocimiento.

Los promedios de todos los sectores conjuntamente se plasman igualmente en un registro por cada área de conocimiento comprendida en la definición de alguno de los cuestionarios de los sectores analizados. También se generan registros para las áreas añadidas por algún experto. Las únicas diferencias con los resultados de un sector concreto son dos: los promedios o porcentajes se calculan sobre las respuestas dadas en todos los cuestionarios de todos los sectores analizados para un mismo área de conocimiento, y el código de sector es un código especial para reflejar que se trata de los resultados globales.

Tanto los resultados por sector, como los globales pueden ser impresos en un formato muy similar al de los cuestionarios originales. Las filas del cuestionario (áreas de conocimiento o posibles vacíos de formación) pueden ser ordenadas por cuatro criterios: porcentaje de respuestas que afirman que no se necesita formación, porcentaje de respuestas que afirman que la necesidad es puntual, porcentaje de respuestas que afirman que la necesidad es inmediata, porcentaje de respuestas que afirman que la necesidad es a largo plazo.



Sandra S. Baldassarri, Ignacio Pulido,
Francisco J. Serùn

*Dto. Ingeniería Eléctrica e Informática Centro
Politécnico Superior de Ingenieros*

Universidad de Zaragoza

Dirección c/ María de Luna, 3 (Polígono Actur)

50015 - Zaragoza

Teléfono: 976 - 51 62 00 Ext. 364 Fax: 976 - 51 29 32

Correo electrónico: seron@etsii.unizar.es

Resumen: El objetivo de este trabajo ha sido la recuperación digital de la tipografía Ibarra y la posterior generación de fuentes para computador en formatos PostScript Tipo 1 y TrueType para ser utilizada tanto en entornos Mac como en entornos PC. 1.

1. Introducción

A nadie sorprende que a impresores de renombre internacional como Didot, Bodoni, Garamond, Baskerville o Caslon se les haya reconocido su labor y sean sus tipografías algunas de las más utilizadas en la actualidad.

En España han existido grandes impresores, como Sancha, Monfort, Cano, Miedes o Magallón, pero durante el siglo XVIII el más importante fue sin duda Don Joaquín Ibarra y Marín [ACI], auténtico baluarte de nuestro patrimonio nacional, nacido en Zaragoza en 1709. dirigió los talleres de la imprenta real y alcanzó con su trabajo prestigio internacional. Como homenaje a su persona se ha recuperado una de las tipografías con las que imprimió sus más hermosas obras, entre ellas el libro conocido como 'Salustio' [SAL]. Esta tipografía fue el resultado de una labor de diseño conjunta entre Joaquín Ibarra y Marín y el grabador Don Antonio Espinosa de los Monteros.

Esta comunicación describe sucintamente los pasos seguidos en la recuperación de esta tipografía.

2. El proceso de recuperación

El primer paso de este proceso consistió en seleccionar un conjunto de caracteres lo más completo posible a partir de una edición facsímil del Salustio [SAL] (figura 1). Dado que la tecnología de la época para la imprenta no podía asegurar que una misma letra ofreciese siempre la misma apariencia, obligó a seleccionar 5 muestras para cada carácter con objeto de reconstruirlo lo más acertadamente posible. Posteriormente se eligieron un conjunto de herramientas software que permitiesen obtener una fuente lista para utilizarse en una impresora o en una filmadora. Se seleccionaron las herramientas:

- Adobe Photoshop 2.5.0 (desarrollado por Adobe Systems Inc.) utilizado para realizar la reconstrucción de los caracteres.
- FontStudio 2.0 de Letraset desarrollado por AB Vista, capaz de generar los formatos PostScript (Tipos 1 y 3) y TrueType para Mac.

Proyecto de recuperación digital de la tipografía Ibarra

DE LA VIDA Y PRINCIPALES ESCRITOS DE SALUSTIO.



Cayo Salustio Crispo hicieron famoso su vida y sus Escritos. La memoria de estos durará quanto durare el aprecio de las Letras. Aquella debiera pasarse en silencio, y aun sepultarse en el olvido. Dire sin embargo brevemente. 668. o en el 669. de Roma, en As Sabinos, en el mismo confín del x Ciudad de la Aquila, la qual, seg engrandecio con sus ruinas. Fue de queño se aplicó a las Letras, y trasladado a

Figura 1. Ilustración que recoge el proceso de selección de los diferentes caracteres a partir del facsímil del original impreso por Joaquín Ibarra.

· Metamorphosis Pro 2.02 de la marca Altsys empleado para convertir fuentes entre los diversos entornos, en particular permite transformar las fuentes diseñadas para un entorno Mac a fuentes para un entorno PC.

Estas herramientas unidas a 900 horas de trabajo permitieron realizar la tarea propuesta. En los apartados siguientes se describen de forma escueta los pasos seguidos.

Fundamentos tipográficos

En las figuras 2, 3 y 4 se presentan los elementos constitutivos de una letra y las medidas empleadas para describir las proporciones de los caracteres.

Fases del trabajo

A grandes rasgos el proceso de recuperación se presenta de forma gráfica en la figura 5. Partiendo del carácter en soporte fotográfico, se escanea para obtener una información numérica de su plantilla, a partir de ese molde se obtiene una descripción geométrica de su contorno, de dicha descripción se elimina la información de la plantilla y se mejora si es posible la descripción del contorno y a partir de esta información se puede pasar a generar los distintos formatos de especificación de dicha información ya sea para pantalla de computador (bitmaps) o para impresoras laser y filmadoras (PostScript o TrueType). Todo el trabajo se realizó tanto para la familia de caracteres redonda como para la cursiva. Se comentan algunos aspectos interesantes de cada paso.

ÈSÄBNQ

engdj

- arm (brazo o trazo horizontal pronunciado)
- stem (pierna o trazo vertical pronunciado)
- spine (dorsal)
- crossbar (barra horizontal)
- bowl (trazo curvo orientado verticalmente)
- stroke (trazo diagonal pronunciado)
- serif (remate)
- tail (cola)
- counter (espacio interior blanco)
- ear (espiga)
- loop (lazo)
- ascender (trazo ascendente)
- descender (trazo descendente)

Figura 2. Partes de los caracteres

Fase 1. Caracteres en soporte fotográfico

La figura 6 muestra un ejemplo de una letra en soporte fotográfico. Obsérvese que las marcas que dejan los tipos de plomo manchados de tinta al tocar el papel dista mucho de la perfección del molde utilizado para la fundición de los mismos. Posteriormente cada imagen fue escaneada independientemente.

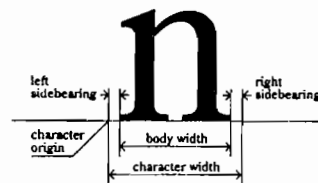
Fase 2. Reconstrucción de moldes

Para cada letra disponible, y partiendo de los cinco caracteres escaneados, se construye otro (el molde) utilizando las partes más correctas que se pudieron detectar. En la fig. 7 se muestra el carácter reconstruido a partir de los caracteres de la fig. 6.



- baseline (línea base sobre la cual los caracteres se apoyan)
- descender (descendente, profundidad bajo la línea base que alcanzan las letras minúsculas con trazos descendentes)
- ascender (ascendente, altura sobre la línea base que alcanzan las letras minúsculas con trazos ascendentes)
- x height (altura x, distancia que alcanzan sobre la línea base las letras minúsculas que no tienen trazos ascendentes ni descendentes)
- cap height (altura para las mayúsculas, distancia sobre la línea base que las letras mayúsculas alcanzan)
- em square (cuadrado m, históricamente relacionado con las dimensiones de la letra mayúscula M, que se usa como referencia para determinar el tamaño de los caracteres de una fuente)
- em height (altura del cuadrado m)

Figura 3. Dimensiones relacionadas con las alturas de los caracteres



- body width (anchura del cuerpo del carácter)
- left sidebearing (espacio en blanco situado a la izquierda del cuerpo del carácter)
- right sidebearing (espacio en blanco situado a la derecha del cuerpo del carácter)
- character width (anchura del carácter)

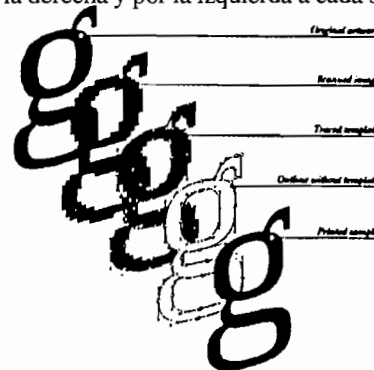
Figura 4. Dimensiones relacionadas con ancho y espaciado de caracteres

Fase 3. Parametrización de la tipografía

Con objeto de obtener los valores característicos que definen el estilo homogéneo de la tipografía, se analizaron y se dedujeron las proporciones a partir de las medidas de los caracteres disponibles. (figuras 3 y 4).

Fase 4. Vectorización de los contornos

Tomando como molde cada uno de los caracteres reconstruidos, se intentó obtener una descripción geométrica de su contorno. Las funciones matemáticas que se utilizan para expresar la forma de los caracteres son o bien funciones de tipo Bézier [ROG] en el caso de la representación PostScript (Tipo 1, Tipo 3) o bien funciones B-spline [ROG] en el caso de la representación TrueType. Estas descripciones geométricas están formadas por una sucesión de puntos que pertenecen al contorno del carácter y que están conectados entre sí mediante segmentos de líneas rectas y curvas. La figura 8 muestra dos ejemplos de caracteres con sus puntos de definición (cuadrados) y los segmentos de líneas rectas y curvas que definen cada carácter. Las líneas rectas acabadas en puntos negros, que no pertenecen al carácter y que aparecen trazadas al lado izquierdo y derecho de cada punto de definición, están relacionadas con las rectas tangentes por la derecha y por la izquierda a cada segmento de



- original artwork (carácter en soporte fotográfico)
- scanned image (imagen escaneada)
- traced template (molde y descripción geométrica de sus contornos)
- outline without template (mejora de la descripción geométrica de los contornos y eliminación del molde)
- printed sample (carácter impreso)

Figura 5. Resumen del proceso de trabajo

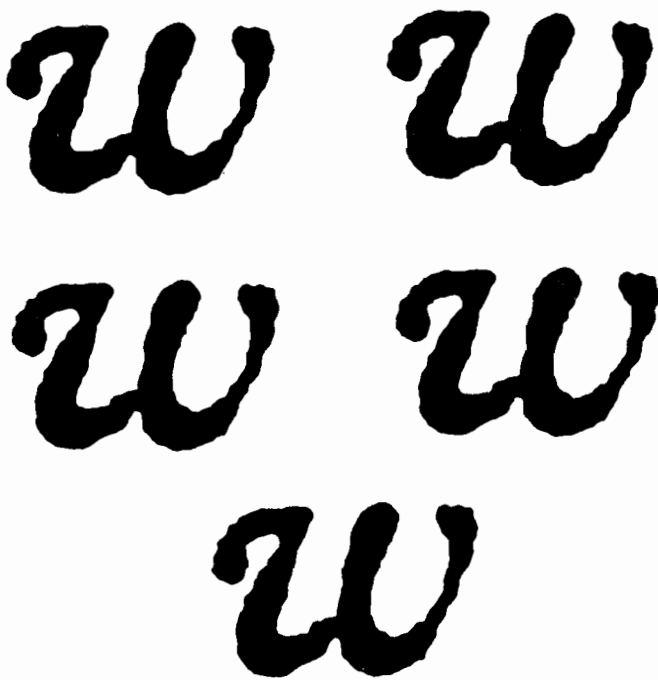


Figura 6. Ejemplo de los caracteres en soporte fotográfico

recta o curva que tiene por punto extremo el punto de definición. Moviendo tanto los puntos de definición como la orientación de dichas rectas, se puede modificar localmente la forma de cada carácter. En esta fase se realizaron varios intentos

- **Intento primero:** Se utilizó el vectorizador automático del FontStudio. La **fig. 9** se muestra el resultado para el caso del carácter utilizado como ej. Como dicho resultado no se consideró con suficiente calidad fue necesario seguir mejorándolo.
- **Intento segundo:** Se procuró corregir manualmente las imperfecciones que aparecían. En la **figura 10** se muestra el resultado. Si bien se observan mejoras evidentes, todavía no se alcanza la exactitud requerida, y lo más importante es que los rasgos comunes típicos de la letra Ibarra no eran coherentes entre los caracteres. Por lo tanto había que seguir.
- **Intento tercero:** Se analizaron cada uno de los caracteres obtenidos previamente, se obtuvieron los rasgos comunes de cada familia, y se rediseñaron todos los caracteres con esta nueva información. De este modo se logró la coherencia de los rasgos, obteniéndose así las características del estilo de esta tipografía. En la **figura 11** se muestra el resultado final.



Figura 7. Carácter reconstruido

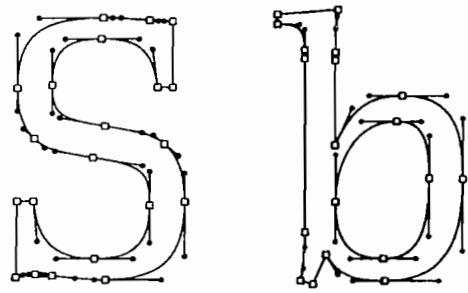


Figura 8: Ejemplo de los elementos empleados para la descripción geométrica de una S mayúscula y una b minúscula

Fase 5. Diseño de caracteres inexistentes

Una vez obtenidas las definiciones geométricas de los contornos, en base a los rasgos de todos aquellos caracteres del alfabeto de los que se disponía de reproducción fotográfica, se definieron algunos caracteres del alfabeto de los que no se disponía de ninguna impresión ni por lo tanto de ninguna reproducción fotográfica. Para ello se utilizaron las reglas de diseño tipográfico y los rasgos característicos de esta tipografía. En la **fig. 12** se muestra uno de esos caracteres y en la **fig. 13** un ejemplo de aquellos que se obtienen a partir de caracteres previamente obtenidos como las vocales acentuadas y algunos otros.

Fase 6. Completar la familia de símbolos

Para poder completar el resto de los caracteres que hoy en día se pueden llegar a utilizar desde un punto de vista de la autoedición (símbolos como el copyright, el dolar, la estrella, el mayor, la diéresis, etc ...), y dada la premura de tiempo que se tenía, se optó por tomarlos y retocarlos de otra familia que estuviera ampliamente extendida y tuviese cierta semejanza con la Ibarra, en este trabajo se seleccionó la letra TIMES. En la **fig. 14** se muestra uno de esos caracteres.

Fase 7. Interletraje

Los textos escritos se caracterizan desde un punto de vista estático, en cuanto a la tipografía se refiere, por el equilibrio existente en el espacio que tienen las letras entre sí, el espacio que hay entre las palabras, y el espacio entre las líneas. Para conseguirlo, se realizó un concienzudo estudio; en primer lugar se asignaron los anchos y laterales a las letras y posteriormente se definió el interletraje entre cada par de letras (kerning). Obsérvese la **fig. 15**.

Fase 8. Construcción de bitmaps

La tecnología actual ha reducido la necesidad de tener que generar los mapas de bits (bitmaps) a la hora de presentar los caracteres en la pantalla de un ordenador, ya que estos se pueden calcular de forma automática. Pero en nuestro caso y con objeto de mejorar la calidad de los textos en pantalla, se



Figura 9. Carácter vectorizado de forma automática



Figura 10. Carácter retocado manualmente



Figura 11. Carácter rediseñado

decidió calcular automáticamente y posteriormente retocar a mano, los mapas de bits de 9, 10, 12, 14, 18 y 24 puntos, para cada carácter y cada familia. En la fig. 16 se muestra un ejemplo del tipo de trabajo realizado.

Fase 9. Normalización de las fuentes

Finalizado el proceso se empaquetaron las fuentes, tanto las definiciones geométricas de contorno (outlines) como las de pantalla (bitmaps), en formato PostScript Tipo 1 y en formato TrueType, tanto para entorno Mac como para entorno PC.

Fase 10. Control de calidad

Por último se realizaron un sinnúmero de test de calidad estándares, que pusieron a prueba el trabajo realizado y permitieron detectar algunos errores que fueron finalmente subsanados.



Figura 12. Carácter diseñado partiendo de nada



Figura 13. Carácter Æ



Figura 14. Símbolo * obtenido a partir de TIMES



Figura 15. Ejemplo de interletraje

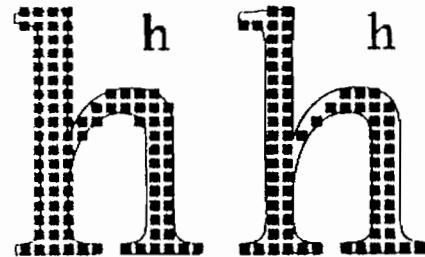


Figura 16. Generación y retoque de un mapa de bits de una letra

3. Conclusión

La tipografía 'Ibarra' que viera la luz con esplendor hacia 1770, y que dejó de ser utilizada alrededor de 1.965, una vez revitalizada volvió a su sitio natural, iniciando su nueva andadura en San Francisco, Artes Gráficas, pocas semanas antes del día 23 de Abril de 1993. Esta tipografía puede obtenerse libremente via ftp anónimo del servidor ivo.cps.unizar.es (155.210.32.81), directorio/graficos/io/ibarra o bien de la empresa Agfa Type S.A. 4.

Bibliografía

- [ACI] Acín J. L., Murillo P., Serón F. J., Pulido I., Baldassarri S. S., "Joaquín Ibarra y Marín - Impresor - 1725-1785". Diputación General de Aragón, 1993.
- [SAL] Cayo Salustio Crispo, "La Conjuración de Catilina y La Guerra de Yugurta". Edición del Infante don Gabriel de Borbón, impreso en Madrid por Joaquín Ibarra en 1772.
- [ROG] Rogers David F., Adams J. Alan, "Mathematical Elements for Computer Graphics". Mc Graw-Hill International Editions, 1989.

Julián Marcelo

Extracto de "Realidad socio-profesional del informático", conferencia final en las II Jornadas sobre Innovación docente en las enseñanzas universitarias (área de informática), Valencia, 14 y 15.9.1994

0. 'Un mundo feliz'

'Escasez de informáticos para los 90'; 'la Europa sin fronteras amenaza con invasiones profesionales'; 'crisis del sector'; 'sobran informáticos'; 'autopistas de información'; 'el Libro Blanco Delors contra el paro exige más esfuerzo en formación': esta vorágine de titulares periodísticos y de mutaciones drásticas en tres o cuatro años actúa como 'ducha escocesa' sobre la poco conocida realidad socio-profesional del informático. Además se observa, además del actual grado de formación aún insuficiente de los ejercientes (achacable a la inercia de una profesión que se está normalizando académicamente), sino la indiferenciación sobre titulación en las ofertas de trabajo informático, tanto privadas (periódico) como públicas (oposiciones). Es difícil no caer en la tentación de preguntarse (y aquí se hace con ánimo provocativo): ¿pasa por una formación universitaria específica la profesión informática en el estado español? (con minúsculas, que aquí no son casuales).

Este artículo responde positivamente, pero con ciertas condiciones. Lamentablemente sigue teniendo actualidad lo que en 1975, hace casi 20 años, apuntaba ATI, la asociación profesional ya entonces consolidada: "supóngase que en 1955 se hubieran dado títulos de informática con los conocimientos de la época a graduados de 25 años, y dedúzcase qué conocimientos certificarían hoy [1975] dichos títulos en profesionales de 45 años que no se hubieran preocupado en mantenerse al día con una formación permanente (que el título no exige) ¡Piénsese ahora para qué valdrán los títulos expedidos hoy [1975] en la informática del 2015, contando con unos 40 años de vida profesional activa!" [1].

Se parte aquí de categorizar cuatro tipos de formación, agrupados en dos bloques. El bloque de formación previa o de 'preparación profesional' incluye tanto la formación académica específica como la reorientadora. El bloque de formación permanente o 'mantenimiento profesional' incluye tanto el reciclaje de los profesionales en activo como el perfeccionamiento de 'paraprofesionales' (profesionales no informáticos que necesitan usar temas informáticos concretos). Aunque el autor defiende públicamente la indisolubilidad de los cuatro tipos de formación en "un plan integrado de formación informática avanzada" [2], obviamente se centrará aquí en el primer tipo, es decir la formación académica informática propedéutica a la profesión.

1. La formación de los profesionales

Retomando de otro texto el escenario descrito anteriormente, "un estudiante tipo que empieza a estudiar Ingeniería informática en 1994 .. se presentaría en el mercado de trabajo en el año 2.000, con una edad de 23 años. hacia el 2020, con 20 años de profesión y 43 de edad, habría de estar aún en el cenit de su curriculum y le quedarían todavía otros posibles 20 años de vida laboral antes de retirarse hacia el 2040 (si para entonces ha cambiado la situación actual de prejubilación informática

Formación universitaria y profesión

forzada psico-socio-empresarialmente, sea más o menos dorada, a los 40). La formación académica inicial de nuestro estudiante tipo debería cubrir de alguna forma buena parte de lo que pueda encontrar en su vida profesional, al menos hasta el 2020, y desde luego sin que [él mismo] deje ni un momento de atender a su formación continuada. Cualquier otra perspectiva que no 'amortice' los 20 años de 'inversión' en su formación básica (de los 4 a los 23) con otros 20 de 'consumo' profesional, parece totalmente irrentable para el país, la comunidad y el individuo" [3].

Este escenario, válido para cualquier profesión, es especialmente cierto en el caso informático, por dos motivos básicos, uno coyuntural y otro estructural. Coyunturalmente, la informática es actualmente una actividad aún inmadura, sometida por tanto a un ritmo de cambios superior al de otras materias más asentadas o con mayor repercusión que el de otras disciplinas igualmente recientes pero menos extendidas socialmente (como la biotecnología por ejemplo). Estructuralmente, la informática es una materia más 'instrumental' que específica y se relaciona con muchas otras disciplinas por lo que recoge al menos parcialmente los cambios de éstas.

2. Función y responsabilidad de la universidad

Según el artículo 1º de la LRU "una de las funciones de la Universidad, no la única ni probablemente la más importante, es la preparación para el ejercicio de actividades profesionales que exijan la aplicación de conocimientos y métodos científicos". Con este punto de partida, no pueden extrañar las dudas y las críticas que suscita la creciente marginalidad de cumplimiento de la primigenia función docente de la Universidad. Incluso respecto a la investigación, los alumnos de hoy, que mañana serán en su mayor parte futuros profesionales no académicos (en una lógica perspectiva no endogámica), afirman que "nos oponemos a que se asigne a la Universidad una función exclusivamente docente, pero también a que se le atribuya de manera única una función investigadora .. Entendemos que estas actividades de los docentes fomentan su constante actualización de conocimientos, lo que obviamente redundaría o debería redundar en nosotros. Sin embargo, no estamos en absoluto de acuerdo con que a costa de esto se olviden de que son profesores .. Comprendemos que el sueldo de los docentes es bajo y que tiene que buscarse 'complementos' en otro sitio .. Existe un punto de equilibrio que .. no se encuentra en 4 horas de clase más 1 o 2 de tutoría por semana, que es la cifra que realmente dedican la mayoría de los profesores, más el tiempo necesario para preparar las clases... Las referencias que se manejan, casi exclusivamente en cualquier oposición es que un profesor es mejor cuanto más y mejor 'investiga' .. Una mención especial merece el artículo 11 de la LRU, según el cual se proporcionan los mecanismos para que los profesores hagan sus contratos con la Empresa" [4].

Traspasando a quien corresponda la responsabilidad de la insuficiencia dotacional e ideológica a la actividad universita-

ria, no puede observarse sin inquietud que la relación de la Universidad con la sociedad, sea productiva o administradora, privada o pública, pase crecientemente por una búsqueda de 'autofinanciación' complementaria, con actividades no sólo investigadoras, sino de claro 'dumping' profesional y laboral (incluidas dudosas becas-contrato para prestación de personal discente). Dicha relación, que se establece en los países a los que se intenta remedar en el segmento alto (transferencia de tecnología de la Universidad a su entorno y de la inversa experiencia productiva), en demasiados casos se realiza aquí en el segmento bajo: las empresas reprochan a la universidad que es abstracta y justifican así la privatización y dirección ideológica de la formación superior; de una u otra forma, no pocos docentes universitarios ven como solución personal el prestarse a reducir los costes empresariales realizando formación profesional o prestación laboral (con la coartada de facilitar contactos con los empleadores).

Algunos seguimos defendiendo que la función docente de la universidad pública es un componente básico de la igualdad de oportunidades como esencia de auténtica democracia; y sostenemos que el monopolio práctico del Estado (directamente o no) en otorgar la licencia profesional que supone un título o diploma académico comporta responsabilidades que afectan a la vida de las personas y al futuro de los países y que por tanto no son delegables en el sector privado.

Por una parte, frente a la discrecionalidad con que éste recoge las sucesivas experiencias profesionales, el conjunto de hitos marcados por los títulos y diplomas emitidos por las organizaciones docentes públicas y respaldados por las autoridades gubernamentales constituyen el único historial completamente 'transportable' de un profesional.

Por otra parte, las sucesivas coyunturas económicas expansivas y recesivas de ciclo corto se está viendo como se saldan, sin consideración alguna al ciclo 'largo' de formación y ejercicio profesionales; es decir con improvisaciones de profesionales mejor o peor reciclados, seguidas de desempleos masivos de titulados tanto jóvenes como maduros.

Esa responsabilidad de adaptar profundamente el ciclo formativo a largo plazo al productivo a corto no es fácil de cumplimentar ni depende sólo de una buena disposición académica: *"Un plan de estudios informático no deja de ser un 'plan', con su 'ciclo de vida de desarrollo' .. Todo planificador informático sabe que su primer problema -y el peor resuelto técnica y organizativamente - es recoger las necesidades que demandan los usuarios; así que, en vez de dirigirse por esta demanda, el planificador sufre la tentación continua de guiarse, como más conocida, por la oferta.. La tentación de adaptarse como previsible a lo conocido es aún más fuerte si el plan a realizar es de estudios, puesto que el 'usuario' a sondear prospectivamente es algo tan difícil como un escenario informático a 25 años vista. Curiosamente es más fácil saber hoy por donde irá en ese lapso la ciencia informática, que la propia informatización de la 'sociedad' ... Los planes de estudio son así más fáciles de acoplar a la tendencia científica y por tanto tenderán por su propia inercia a preparar endogámicamente buenos universitarios, investigadores y/o docentes, más que buenos profesionales para desenvolverse en la sociedad: manifiesta tendencia ésta que exageran los partidarios del retorno de la enseñanza informática al redil de las empresas informáticas o sea a los 60" [3].*

Claro está que hay otras visiones más expeditivas de una

drástica flexibilización del 'mercado académico', coherente con la del 'mercado laboral': algo así como 'títulos basura' para 'contratos basura', piadosamente cubiertos con la 'democrática' igualdad reductiva de calidad de conocimientos y su directa supeditación a la necesidad coyuntural de las unidades productivas. Tras enunciar la sociedad de la información con sus TIC y sus infopistas, el 'Libro Blanco Delors' de la CEE no puede decirse que oriente gran cosa sobre la formación y el ejercicio de los profesionales, sus presuntos protagonistas: aunque, bien leído, clarifica ciertas intenciones estratégicas. Así, propone como la primera de las 'prioridades de acción al servicio del empleo' el "apostar por la educación y por la formación a lo largo de toda la vida", para lo que describe de hecho una congelación de los "sistemas educativos" tras diagnosticar que "padecen problemas graves que no son únicamente presupuestarios. Reflejan en efecto los males de nuestras sociedades: la fragilización de las familias [sic], la desmotivación engendrada por el paro. Y reflejan además un cambio en la naturaleza misma del contenido de las enseñanzas. En la preparación para la sociedad de mañana, no basta con poseer un saber y un saber hacer adquiridos de una vez para siempre .. La apuesta por una educación a lo largo de toda la vida se convierte en el gran designio al que habría que convocar a las comunidades educadoras nacionales, sobre la base de los activos con los que ya cuentan. Habrá que hacer difíciles arbitrajes entre el aumento de la población universitaria y su calidad, entre la enseñanza superior y las ramas profesionales, entre las clases tradicionales y la educación en alternancia (estudios más experiencia profesional) .. Los principios y métodos de financiación pueden ser distintos. Unos insisten en la igualdad de oportunidades de [sic] cada individuo, y proponen establecer un cheque o un capital de formación constituido mediante una redistribución de los recursos públicos. En otros, el perfeccionamiento profesional se vincula con la vida de la empresa, y proponen el desarrollo de mecanismos contractuales de inversión en formación, o de coinversión, con la participación de los asalariados. En cualquier hipótesis, será preciso conjugar esfuerzos públicos y esfuerzos privados para crear en todos los Estados miembros las bases de un auténtico derecho a la formación continua. Esta idea fundamental debe convertirse en materia prioritaria del diálogo social a nivel europeo. Por lo demás, ya estamos en ello" [6].

3. La profesión informática

El Colegio y la Asociación de Ingenieros de Telecomunicación vienen realizando desde hace una decena de años [4] estudios sobre los perfiles profesionales de tecnologías de la información (TT.II.). En las citas transcritas, se han adjuntado los 3 porcentajes que correspondían hacia 1988 al reparto de demanda de profesionales para el total de las TT.II., para el conjunto de Ingenieros de Telecomunicación (I.T.) y para los I.T. menores de 30 años; las funciones marcadas como **teco** son básicamente técnico-comerciales:

*"Un perfil profesional puede caracterizarse por:
"el desempeño de una función o actividad*

	TT.II.	I.Tel	IT<30
- diseño y proyectos	teco (39 %)	26 %	41 %
- ventas y aplicación	teco (16 %)	11 %	6 %
- investigación y desarrollo	(14 %)	17 %	33 %
- operación y mantenimiento	teco (9 %)	5 %	5 %
- dirección, gestión, administrac.	teco (9 %)	26 %	11 %
- producción y construcción	(7 %)	5 %	1 %
- enseñanza	(3 %)	5 %	1 %
- otros	(3 %)	5 %	2 %

"unos contenidos de trabajo relacionados con un área tecnológica (se puede usar la clasificación en áreas de conocimiento universitario)":

	TT.II.	I.Tel	IT<30
- tecnología de software	(37 %)	13 %	25 %
- ingeniería telemática	(22 %)	13 %	19 %
- arquitectura y tecnología de orden.	(9 %)	5 %	2 %
- radiocomunicaciones	(8 %)	19 %	8 %
- automatización y control industrial	(8 %)	10 %	9 %
- circuitos y equipos electrónicos	(5 %)	11 %	24 %
- tecnologías electrofísicas básicas	(4 %)	6 %	6 %
- otros	(7 %)	23 %	7 %

"el nivel de decisión .. en tres niveles" (el estudio no detalla porcentajes):

- técnico (decisiones orientadas a elaboración de productos o prestación de servicios concretos)
- económico-administrativo (gestión de proyectos, recursos humanos o económicos; administración)
- político (estrategias y grandes líneas de la organización).

"La distribución por funciones.. indica un mercado de trabajo en gran expansión que requiere funciones ligadas a labores técnico-comerciales .. La distribución por áreas de conocimiento indica que la tecnología de software y la ingeniería telemática requieren las mayores cuotas de titulados" [4].

Aunque estas cifras no son actuales, al menos en un próximo futuro la doble crisis de los mercados españoles (por ahora en regresión) y de nuestra producción (cada vez más comprada al exterior) intensificará aún más una tendencia estructural de empleo en las TT.II. orientada a lo techno-comercial en un 75 % y al software, telemática y arquitectura en un 70 %.

4. Adaptar perfiles formativos a profesionales

"Los estudios universitarios conducentes a titulaciones relacionadas en su totalidad o en parte con tecnologías de la información (TIII) se cursan en las Facultades y Escuelas de Informática y Telecomunicación .. las Facultades de Ciencias Físicas y las ETSI Industriales producen licenciados e ingenieros especializados en electrónica y automatización industrial .. La Universidad proporciona individuos con 'perfiles académicos' definidos por una titulación, una especialidad y una especialización práctica (proyecto fin de carrera o tesina). Por contra, el mercado de trabajo requiere 'perfiles profesionales' definidos por unos conocimientos en un área, el desempeño de una función y un nivel de responsabilidad .. El perfil académico es relativamente estático; una gran parte de la formación del estudiante está constituida por disciplinas básicas que evolucionan muy poco. Incluso en las materias más tecnológicas, los cambios suelen ser lentos, pues su objetivo es enseñar a aplicar el conocimiento, más que la descripción de las aplicaciones.. El perfil académico es necesariamente generalista .. preparando profesionales que puedan ocupar puestos de trabajo muy distintos. En cambio los perfiles profesionales están muy sometidos a los cambios tecnológicos pues tienen que ver con las aplicaciones concretas .. el mercado de trabajo necesita perfiles muy especializados .." [4].

En los dos fragmentos que siguen se han corregido leves errores sintácticos y de puntuación, pero no se han corregido los más graves como una muestra al azar del nivel de expresión escrita que será objeto de posterior comentario; el primero corresponde a un texto, por lo demás interesante, de Jorge Pérez Martínez, actual Decano del COIT y profesor del Departamento de Señales, sistemas y radiocomunicaciones, que fué miembro del Tribunal en las primeras oposiciones al Cuerpo Superior de Tecnologías de Información y Comunicación.

"Respecto de las funciones, en general todas las titulaciones se caracterizan por formar individuos preparados para las labores más técnicas; en cambio la formación para la gestión y las labores comerciales es muy deficiente .. Esta situación no es problemática, pues el primer empleo requiere perfiles técnicos. La experiencia y formación en la empresa, junto con un complemento de educación (un máster o algún curso de especialización) en materias de gestión y economía pueden ser suficientes para el ingeniero que desee pasar a estos campos .. En lógica correspondencia, la formación universitaria sólo prepara para niveles técnicos de decisión. Respecto a las áreas tecnológicas, existen grandes diferencias entre las distintas titulaciones .. Los licenciados y diplomados en informática cursan planes de estudio muy ligados a las áreas de tecnologías de software y arquitectura y tecnología de ordenadores .. Hay que reconocer el intento de adecuar las titulaciones a la realidad profesional, pero la Reforma se ha quedado corta. Así se *hecha* [sic] de menos un Ingeniero Electrónico de ciclo corto .. Desde un punto de vista corporativo, como Ingenieros de Telecomunicación, cabría preguntarse si el proceso de Reforma implica, sobre todo por la aparición del ingeniero en informática, una disminución de las competencias profesionales de este [sic] colectivo. En mi opinión la respuesta es negativa mientras que las ETSIT sigan siendo lo que actualmente son: centros de enseñanzas integradas de TT.II. El futuro es menos *alagueño* [sic] para las nuevas escuelas, que encuentran serias dificultades en el reclutamiento de profesorado y en la consolidación de grupos de investigación" [4].

5. El contexto del ejercicio profesional

"Lo que está sucediendo al interior [sic] de la Ingeniería -proceso de convergencia sistemática [de sistemas] y sobre todo de subsidiarización de la tecnología respecto a la información- va a tener crecientes consecuencias en el papel o papeles que el ingeniero va a tener que desarrollar en su mundo profesional .. El proceso ya aludido de convergencia tiene un primer corolario, que es el incremento del proceso de *especialización intradisciplinar*. No es posible saber, siquiera mal [sic], de todos los módulos *hard* inherentes al sistema .. Pero hay más, nada en contradicción con lo anterior [sic], que la sociedad lo [sic] va a demandar [sic] y de hecho lo está demandando ya. El proceso que denomino de subsidiarización conduce a otro que denomino de *transdiscipliniedad*. la Ingeniería de Información se ha convertido, como el ordenador, en una macroherramienta de 'propósito general' al servicio de otras y de todas las demás disciplinas. Al ingeniero se le va a exigir, desde una parcela de especialización de su *hard* [sic], ser un hombre puente hacia otra disciplina. Ser ingeniero para la medicina, ingeniero para la física, ingeniero para la psicología, etc. Nótese que en el ámbito de la informática, y excepto en el grupo de Técnicos de Sistemas, el carácter vicario e instrumental ha sido clásicamente el caso desde Técnicos de Aplicaciones para abajo [sic]. La novedad es que este conocido carácter puente, instrumental y *transdisciplinario* del informático se está rápidamente trasladando al ingeniero de la microelectrónica y al ingeniero de las Telecomunicaciones eléctricas [sic]."

Este texto [4] de otro profesor de Telecomunicaciones (doctor en filosofía) mezcla algo falso y algo evidente en la práctica profesional. Esta **no** confirma la necesidad de 'especialización intradisciplinar' y menos en la etapa de formación básica. Pero es cierto que, tal como se deduce del texto, la tecnología de información se extiende tan interdisciplinariamente como la propia información, hasta convertir la ingeniería informática en una materia esencialmente 'instrumental' que sirve de puente hacia otras disciplinas académicas y/o productivas.

6. Rol del informático en el entorno profesional

Esta consideración instrumental de las TTII, y especialmente de la informática, a menudo comporta ciertos intentos de trivialización que llevan a ocultar un núcleo teórico propio, no menos cierto por emergente y aún insuficientemente consolidado que sea este núcleo en unas disciplinas con tan poca historia relativa. Raya a menudo con la estafa científica y profesional la llamada reconversión desde otras disciplinas con un año puente, por mucho que se conciba con la pretendida urgencia de poder cubrir así la demanda profesional de informático para solventar paros coyunturales en otras ramas. Esto sólo parece adecuado para completar en esas ramas la formación de interlocutores con los informáticos o para solucionar problemas sencillos de bajo nivel aplicativo. Por otro lado, es frecuente que los centros de estudio apliquen recetas de 'aggiornamento' académico basadas en ejemplos de universidades americanas que promueven injertos disciplinarios de *"Humanidades, Ciencias Sociales y lenguas .. formación de comunicación (cursos de comunicación con directivos y analistas financieros; .. escritura técnica, presentación oral; .. oratoria, comunicación visual, teoría de la innovación, 'vestimenta') .. evaluación de la tecnología (cursos de práctica profesional, ética del entorno, ética profesional, ciencia social y política, impacto y control del cambio tecnológico) .. capacidad de liderazgo político y moral .. desarrollo de habilidades de gestión y comunicación"*. La ingeniería informática, demasiado centrada en el manejo de recursos tecnológicos parece que debería permeabilizarse hacia la gestión general de los recursos económicos y humanos, con objeto de mantener el clásico *"proceso de 'directivización', esto es, el de los ingenieros que devienen en la plenitud y madurez de su ejercicio profesional, gerentes y directivos de empresas"* [4].

Por el contrario, las orientaciones para una profesión basada en una disciplina tan instrumental e interdisciplinaria no deben ser el ganar 'mercado' profesional respecto a otras disciplinas, sino el negarse incluso a 'cerrar' corporativamente un cierto 'mercado' propio (con colegio profesional, visado de proyectos, tribunales disciplinarios y toda la parafernalia). Este levantamiento de fronteras estrangula a la profesión, al impedir moral y materialmente su ejercicio instrumental y esencialmente transdisciplinar. La ingeniería informática sólo puede mantener su dinámica de evolución y ejercicio si se constituye en adalid de profesión anticorporativa para sí misma y para las demás disciplinas, tanto por sus orígenes curriculares ampliamente diversificados de muchos profesionales aún en ejercicio como sobre todo por su esencial permeabilidad intrínseca.

7. Algunas insuficiencias formativas básicas

La adaptación de un perfil académico informático (más bien estático, generalista y abstracto) que permita preparar el perfil profesional informático (más dinámico especializado y concreto) no pasa por trivializar los contenidos técnicos para 'vendedores' o por injertar en éstos técnicas de gestión de recursos económicos o humanos (en forma de cursos de comunicación liderista estrictamente manipuladora); pero una reflexión que 'reingenierizase' sensatamente la adaptación debería al menos considerar tres insuficiencias referentes a materias instrumentales o de carácter 'finalista' en el contenido curricular (se ha tomado como ejemplo el plan de estudios de la FIB) [5].

La **lengua materna** es a la vez instrumento de adquisición, tratamiento, expresión y comunicación de conocimiento, así como soporte de la abstracción lingüística que permite enten-

der el contenido básico de la informática como 'lengua' de comunicación hombre máquina. El poco cuidado que se pone en el sistema preuniversitario de nuestro país en el dominio de la lengua materna y de su abstracción lingüística (apenas una media de 1,5 horas semanales en los 4 años últimos, tres veces menos que en Francia, p.ej.) desemboca en un escandaloso bajo nivel de expresión (véanse los ejemplos anteriores) en todas las ramas universitarias. Ese bajo nivel de expresión es particularmente peligroso en la rama informática: tanto por la aún baja algoritmización de esta ciencia, que exige académica y profesionalmente grandes habilidades de expresión tradicional básicamente escrita; como por dificultar el engarce adecuado de multitud de otros conocimientos paralingüísticos como gramáticas, semánticas o interfaces (que en planes de estudios como el de la FIB se orientan como prerequisites sólo a los modelos abstractos de cálculo, a las lógicas especializadas, a las teorías de complejidad y razonabilidad o a las aplicaciones de inteligencia y aprendizaje artificiales).

Como problema común a muchas de las ramas ingenieriles y científicas, las también instrumentales asignaturas matemáticas siguen acumulándose en el primer ciclo. Esta colocación inicial, además de contribuir a la conocida selectividad, impide en no pocos casos relacionar el esfuerzo de abstracción que comportan con la visión de una utilidad concreta para la clarificación y generalización de otras materias. La troncalidad de estas asignaturas obligatorias también desvirtúa el pretendido carácter cíclico de la ingeniería informática (entre otras). Esta no establece una pirámide de conocimientos evolutivos y de salidas profesionales jerarquizadas por su creciente abstracción: la abstracción acumulada en el primer ciclo (más de un 75% del esfuerzo real) reduce lo cíclico a la concesión -o no- de una titulación intermedia (sociológicamente nada despreciable para desgracias familiares o para hacer un receso, pero ineficaz profesionalmente) y a la larga conllevará una nueva y selectiva duplicación de títulos que siempre acaba por alinearse por abajo, o sea al nivel de una formación profesional de tercer grado (incapaz de puentear realmente todo acceso a la enseñanza universitaria digna de tal nombre).

La detectada gran demanda de ingeniería telemática (comunicación y transporte de información) y su papel cada vez más relevante (arquitecturas distribuidas, interconexión de sistemas, integración de servicios públicos) no corresponde a una suficiente oferta académica en la ingeniería informática. Un Plan de estudios como el de la FIB no ofrecía en 1991 ninguna materia obligatoria de este estilo en el primer ciclo. La Ingeniería Técnica de Informática de Gestión sólo tiene 4,5 créditos de conceptos básicos de redes, a los que se suman en la especialidad de Sistemas 4,5 créditos optativos de Sistemas de Transporte de Datos y algo paradójicamente otros 6 créditos obligatorios de Servicios Públicos de Datos. Las 2 primeras materias (Redes y Transporte) reaparecen como obligatorias en el segundo ciclo, mientras que los Servicios Públicos son ahora opcionales, así como otros 6 créditos posibles de la importante Arquitectura de Aplicaciones Distribuidas (o la también importante Tecnología de los equipos de transmisión).

Documentos citados

- [1]. La enseñanza era una fiesta, Novática 5 y 6, 1975.
- [2]. Formación Avanzada en Informática. CREI, 1990
- [3]. Jornadas sobre Formación en Informática Superior para los 90, DIT-UPM e IEEE, Madrid, 1991.
- [4]. La Formación en TT.II. BIT, 1988.
- [5]. Propuesta de plan de estudios de la FIB, Barcelona, 1991.
- [6]. Crecimiento, competitividad, empleo, CCE, 1993.

José de Zayas, Eulogio Toledo,
Ingenieros en Control Automático, Ing. Agropecuarios,
Analistas de Computación en el Centro de Cálculo de
la Empresa de Cítricos 'Victoria de Girón' de Jagüey
Grande, Matanzas, (Cuba)

Narciso Ocegüera

Dr. Sc., Ing. Agrónomo, Investigador Auxiliar en Riego,
Estación Experimental de Cítricos de Jagüey Grande,
Matanzas, (Cuba)

Resumen: se presenta una solución para microcomputadoras personales que permite el análisis de la explotación de un grupo de unidades de regadío y facilita la realización de pronósticos. Se destaca el análisis de series cronológicas y extrapolación de éstas en forma de pronóstico en un sistema que combina la estadística, la simulación y el análisis del tipo ¿Qué pasaría si...?. Las salidas en modo texto permiten su utilización en diferentes configuraciones de hardware y la manipulación interactiva facilita la comprensión y estudio de la política para cada unidad individual o un grupo de ellas.

0. Introducción

Para analizar el pasado y predecir la humedad del suelo en un campo se aplican comúnmente modelos de simulación del comportamiento de las partes integrantes del sistema suelo-planta-atmósfera, para lo que se requiere una gran cantidad de cálculos y de datos experimentales o heurísticos.

Si se desea hacer un estudio de la humedad durante varios días, en los campos atendidos por un gran número de unidades de regadío distantes entre sí y donde se encuentran diferentes cultivos con distintos grados de desarrollo, es casi una quimera intentar calcular e interpretar los resultados sin la ayuda de una computadora. Existen experiencias muy interesantes de aplicación de programas de microcomputadoras para el cálculo de política de riego (Estopiñán 1981; Ayers 1988; Raes 1988; Shayya 1991; Smith 1992; Orizondo 1994), pero dichos programas no facilitan la manipulación de muchas unidades a la vez, por lo que en una granja con gran cantidad de campos de cítricos se hace necesario la creación de una herramienta específica para el control y programación del conjunto. Por ello se creó un paquete específico de programas para microcomputadoras, en lenguaje Pascal para máquinas compatibles con las IBM-PC (CitriSoft 1993; Zayas 1994).

El sistema computadorizado sienta las bases para el control del regadío (fig. 1), aplicando un modelo bioclimático de cálculo del consumo de agua y permitiendo, además, hacer correcciones periódicas por mediciones 'in situ' con una sonda de neutrones o por extracción de muestras de suelo para su análisis en laboratorio con el método de pesaje o gravimetría. Además del análisis de cada unidad por separado, se logra diseñar una herramienta para el análisis del conjunto de unidades de forma interactiva, que permite simular situaciones extremas, creando las bases para un sistema de apoyo a la toma de decisiones.

1. Instrumentación de los programas

En la figura. 2 se muestra un diagrama con las series de datos y módulos de programas que componen el sistema y cómo interactúan dentro de éste.

Solución informática para el análisis y toma de decisiones en un grupo de instalaciones de regadío

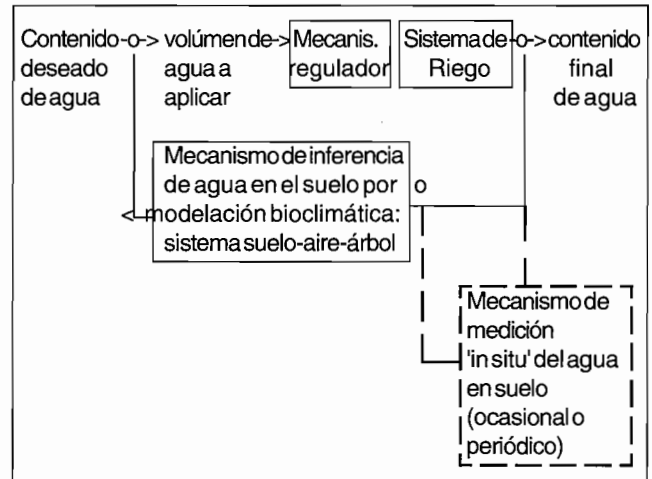


Figura 1. Modelo para el control de la humedad

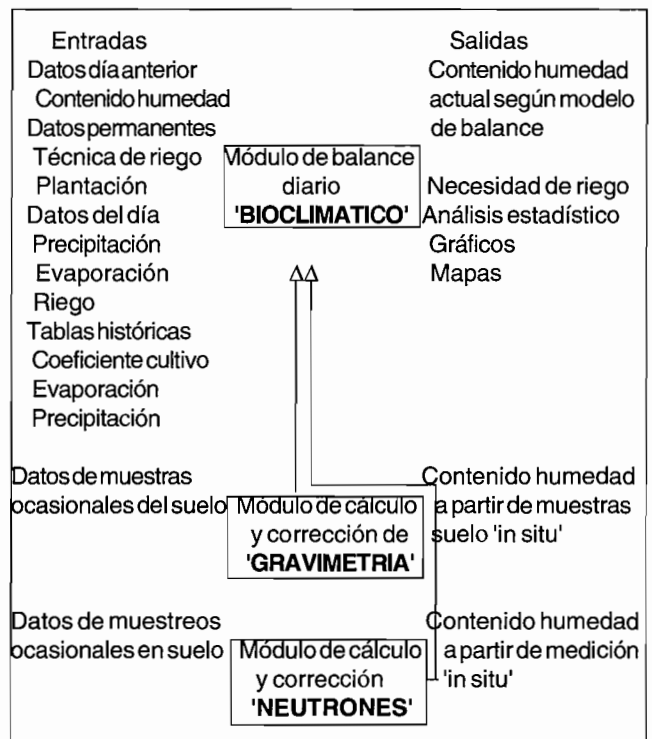


Figura 2. Módulos e interrelaciones diarias del sistema

Los diferentes módulos presentan un ambiente amistoso de trabajo por menús, donde se incluyen utilidades como impresión diferida, calendario y calculadora entre otras. Los módulos, que pueden explotarse de forma independiente, poseen detección de errores y ayuda en línea, facilitan el intercambio de datos a otros formatos e incluyen, además, salva y restauración de datos primarios, todo ello en forma sencilla.

Las tablas se complementan cuando es necesario con gráficos y mapas por cuadrículas en modo texto, para entender mejor los resultados, tanto para una unidad de regadío en particular, como para todo un grupo de ellas.

La utilización de gráficos de barras, el cálculo de estadísticas a partir de las series cronológicas y la inclusión de mapas son las herramientas que permiten un salto cualitativo en la interpretación del estado de humedad de los campos por parte de los usuarios finales del sistema, teniendo en cuenta que hacer cálculos selectivos y mostrar información gráfica en un conjunto interactivo ayuda en el proceso de obtener una solución para los que deben tomar una decisión al respecto (Data 1986).

El módulo de control diario de la humedad es el núcleo de la aplicación, que permite conocer el estado real o pronosticar por simulación de los datos de entrada el estado futuro del balance de humedad de acuerdo con el método bioclimático, en forma de una herramienta del tipo ¿Qué pasaría si...?, cuyo ambiente de trabajo se muestra en la **figura 3**.

Los cálculos se realizan teniendo en cuenta los datos previamente incluidos para cada unidad o sistema de regadío, en cuanto a posibilidades de suministro de agua de la instalación, tipo y estado de la plantación y comportamiento pasado (estado real), o previsible (estado futuro) de las variables meteorológicas así como de las cantidades de agua que se suministran.

Para el trabajo diario el programa realiza la operación contable según la metodología establecida (Rey, 1982), sumando las precipitaciones y los volúmenes de agua aplicados, restando las pérdidas por evapotranspiración, eliminando los volúmenes de agua que se escurren por sobrepasar la capacidad de absorción del suelo y obviando las precipitaciones demasiado pequeñas por no incorporarse de manera efectiva al suelo. Las entradas y salidas pueden expresarse en diferentes unidades de medida, como m3/ha, mm, u horas de acuerdo al tipo de instalación y deseo del usuario.

Las salidas incluyen la serie cronológica de humedad diaria y déficit de ésta y el grado de aprovechamiento de lluvias y riego en forma de tablas o gráficos de barras, además de resúmenes y estadísticas, donde se destacan los valores medios y extremos de las variables analizadas (lluvia, riego, déficit hídrico) para un intervalo cualquiera de días solicitado. Se pueden obtener, también, los gráficos de barras comparativos de la humedad de un grupo de unidades en cualquier fecha pasada o futura, y de acuerdo con su ubicación un mapa de humedad en los campos (**figura 4**).

A partir del conocimiento de las características del suelo y de la recogida de muestras repetitivas en varios perfiles de suelo de una plantación, se evalúan en laboratorio el peso del suelo seco y húmedo, calculándose luego el contenido de agua por unidad de volumen de suelo en las capas que es necesario regar.

Se creó un módulo para análisis gravimétrico que brinda sus salidas en forma de tablas y guarda los resultados en ficheros, que pueden ser consultados posteriormente. Los datos de humedad y contenido de agua para el día de la medición se

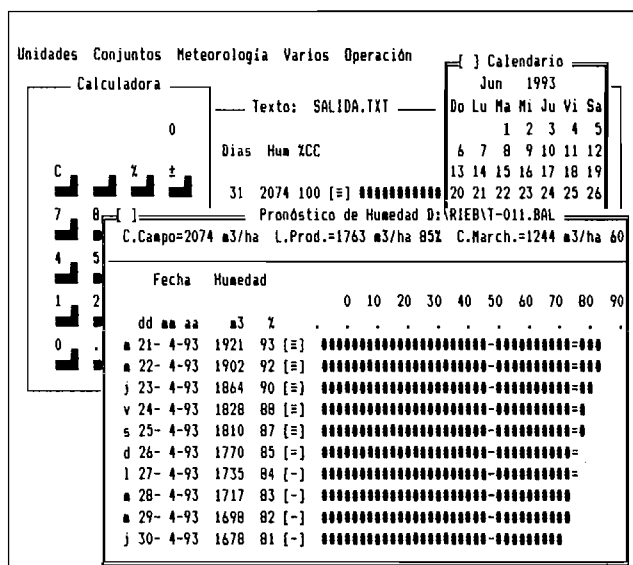


Figura 3. Salida por pantalla de un módulo

pueden tomar como corrección a la entrada del módulo de balance de humedad.

Luego de efectuarse un proceso de calibración en suelo de un equipo de sonda de neutrones, se cuenta con un instrumento para medir, en lugares convenientemente preparados de las plantaciones, la cantidad de pulsos que registra la sonda a diferentes profundidades o perfiles, magnitud que tiene una alta correlación con la humedad existente en ese punto del suelo.

Otro módulo de programas creado permite introducir estos datos, almacenar previamente las curvas de ajuste y entonces calcular el grado de humedad y contenido de agua del suelo. Las salidas se obtienen en forma similar al módulo anterior, las

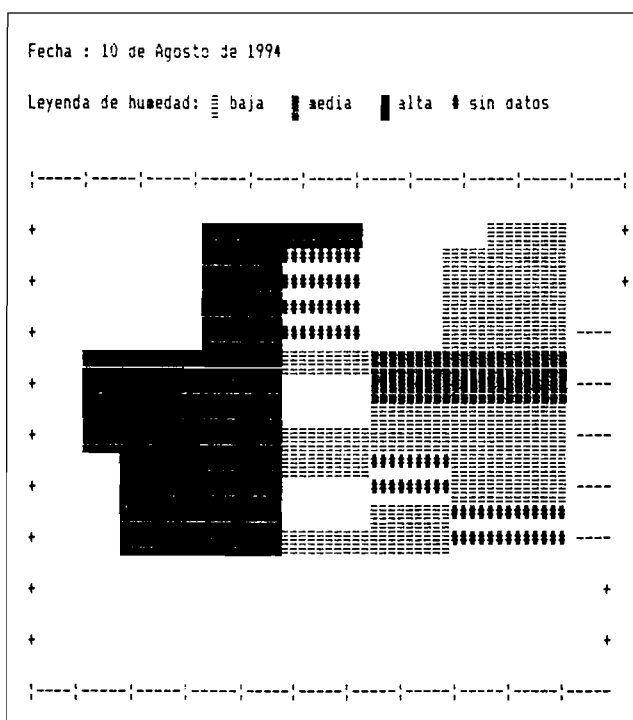


Figura 4. Mapa reflejando la humedad de un grupo de campos

que puede ser igualmente consultadas como entrada para una corrección al módulo bioclimático.

Conclusiones

Se ha creado un sistema informático que cumple con las necesidades de control del riego en un conjunto grande de unidades de regadío en plantaciones de cítricos, y que ayuda a su estudio retrospectivo y planificación, por medio de tablas, gráficos y mapas.

Las experiencias demuestran la fácil manipulación de microcomputadoras y la correcta interpretación de los resultados por parte de especialistas no informáticos, si se crea un ambiente amistoso y que incluya en las salidas, además de los valores estadísticos más interesantes, un grupo de gráficos y mapas.

El trabajo interactivo permite reconocer regularidades y excepciones de cada elemento a tomar en cuenta, a la hora de evaluar la situación que existió o la que puede acaecer durante la explotación del conjunto de unidades de riego.

Bibliografía

- Ayers, D.H. and F. Ferguson.** *'IFAS Irrigation Scheduling'. Version 2.00'*. Computer Series. Circular-Florida Coop. Ext. Serv. (USA), Computer Series, Dec. 1988. 40 p.
- CitriSoft.** Programas para la gestión y la investigación en la citricultura. Manual de Usuario. Empresa de Cítricos 'Victoria de Girón'. Jagüey Grande, 1993. 120 p.
- Data, B. and R.C. Peralta.** *'Interactive Computer Graphics-Based Multiobjective Decision-Making for Regional Groundwater Management'*. Agricultural Water Management (11):91-116, 1986.
- Estopiñán, A..** *'Digital Computing Programms Applied for Solving Irrigation Practical Problems in Cuba'*. Proc. 1st. Working Conf. on Computer Appl. in Food Production, La Habana, 1981. p. 9-17.
- Orizondo, R., J. Fernández, G. Iglesias y A. Niebla.** *'Simulación y control del uso del agua en una granja'*. En Mem. Simp. Iberoamericano de Informática en Agric. y Gan., Convención Informática '94, La Habana, 1994.
- Raes, D., H. Lemmens, P. Van Aelst, M. van den Bulcke and M. Smith.** IRSIS. *'Irrigation Scheduling Information System. Version 4.01'*. Volume 1, Manual.K. U. Leuven, Belgium, 1988, 119 p.
- Rey, R. y Y. Yakov.** *'Metodología para pronosticar el momento óptimo del riego en los cultivos agrícolas cubanos. Método bioclimático'*. CIDA, La Habana, 1982. 40 p.
- Shayya, W.H. and V.F. Bralts.** *'Guide to SCS-Microcomputer Irrigation Scheduling Package, Version 2.00'*. Dep. of Agric. Eng., Michigan State University, 1991.
- Smith, M..** CROPWAT. *'A Computer Program for Irrigation Planning and Management'*. Irrigation and Drainage Paper No. 46, FAO, Roma. 1992. 126 p.
- Zayas, J. de, E. Toledo, R. Cárdenas y N. Ocegüera.** *'Programas de microcomputadoras para el riego en Jagüey Grande'*. En. Mem. Conf. Cient. XV Aniv. ISACA, C. de Avila, 1994.

IF (Informática Ficción)

Erase una vez un mundo habitado por unos seres llamados procesos

Un cuento de Javier Laguno Centeno

Primera era

En los primeros tiempos de la existencia de los procesos en su mundo, la población era escasa y todos trabajaban para los grandes hostales, también llamados mainframes, pertenecientes en su gran mayoría a Big Blue. Los hostales proveían de recursos a los procesos para poder vivir durante muchas unidades de tiempo. La vida era tranquila y se trabajaba lentamente. Se hacían grandes paradas porque las máquinas se estropeaban o se instalaban nuevas leyes que regían el trabajo. Tampoco el control era estricto: así pues, había procesos que vivían tiempos y tiempos sin entrar en las colas de trabajo, envejeciendo poco a poco.

Sólo un problema alteraba con cierta frecuencia esa armonía; un miedo súbito se apoderaba de ellos cada vez que la noticia de que alguno o varios compañeros habían caído en un abrazo mortal (deadlock) bloqueando el gran hostel sin que nadie pudiera trabajar.

-Otro más, ¿Que día me tocará a mí?- se solían preguntar.

Las políticas eran por aquel entonces muy primitivas, un proceso que caía en deadlock era condenado a muerte e inmediatamente ajusticiado.

Segunda era

Una nueva era vino a reemplazar la anterior y esta trajo a su vez nuevos problemas. La forma de vida se había desplazado, cada vez se construían hostales de menor tamaño dispersos por toda la geografía que a veces cooperaban con los mainframes. Ahora el trabajo requería dedicar gran parte del tiempo a viajar de un hostel a otro a través de los diferentes canales y vías.

El gran problema estaba en las comunicaciones: accidentes, caminos sin nombre en el que algunos procesos se perdían para siempre, procesos viajando en grandes grupos que ocupaban todo el canal e impedían viajar a otros, provocando atascos, cuellos de botella, ...

Tercera era

Las empresas operadoras del tráfico adoptaron una serie de acuerdos para regular y racionalizar el transporte. Se aplicó una política de descentralización y subsidiaridad. Los sistemas eran abiertos y los procesos podían trabajar en un pequeño hostel (cliente) y desplazarse de vez en cuando a un hostel mayor (servidor) o a un gran hostel (superservidor). La vida de los procesos se hizo mucho más dura pues se les exigía producir cada vez más en menos unidades de tiempo.

Espero con cierto nerviosismo conocer la futura evolución de este mundo, pues de él depende la mía propia. Recuerdo con cierta nostalgia esos tiempos en los que casi todos los procesos trabajaban para Big Blue, y la cuenta de resultados engordaba, engordaba y crecía, crecía, sin haber padecido nunca la más ligera anemia.

Isabel Hernando Collazos

Profesora Titular Derecho civil,
Asesora legal en Derecho Informático en la Comisión
de la Comunidades Europeas

(*) Este trabajo se inscribe en el Proyecto CICYT '**Derecho e Informática: la Industria del Software**', dirigido por la Dra Isabel HERNANDO, Profesora Titular de Derecho Civil.

1. Introducción

La Ley Orgánica 5/1992, de 29 de octubre, de regulación del tratamiento automatizado de los datos de carácter personal (LORTAD)¹ y Real Decreto 1332/1994, de 20 de junio, por el que se desarrollan determinados aspectos de la Ley², constituyen la legalidad vigente en materia de protección de datos dictada en cumplimiento del mandato constitucional contenido en el artículo 18 (4)³ donde se dice que "La ley limitará el uso de la informática para garantizar el honor y la intimidad personal y familiar de los ciudadanos y el pleno ejercicio de sus derechos".

Esta Ley Orgánica de 5/1992, redactada de conformidad con el Convenio de Estrasburgo de 28 de enero de 1981 para la protección de las personas con respecto al tratamiento automatizado de datos de carácter personal⁴, sustituye a la Ley Orgánica de Protección Civil del Derecho al Honor, a la Intimidad Personal y Familiar y a la Propia Imagen⁵ llamada por su Disposición Transitoria Primera a regir los problemas derivados de las intromisiones ilegítimas derivadas de la informática en ausencia de una ley específica de protección de datos.

2. Obligaciones generales de los responsables

Los responsables de los ficheros, según el tenor del artículo 3 (d) de la LORTAD, son las personas físicas, jurídicas de naturaleza pública o privada y órgano administrativo que decida sobre la finalidad, contenido y uso del tratamiento de datos personales. Estos datos, de conformidad con el artículo 1 (4) del Real Decreto 1332/1994, son toda información numérica, alfabética, gráfica, fotográfica, acústica o de cualquier otro tipo, susceptible de recogida, registro, tratamiento o transmisión concerniente a una persona física identificada o identificable.

Primera obligación: datos adecuados, pertinentes y no excesivos

El párrafo 1 del artículo 4 de la LORTAD, titulado 'Calidad de los datos', requiere que:

"Sólo se podrán recoger datos de carácter personal para su tratamiento automatizado (...), cuando tales datos sean adecuados, pertinentes y no excesivos en relación con (...) las finalidades legítimas" para las que se hayan obtenido.

No existe ninguna explicación complementaria acerca del significado de este principio. La adecuación, pertinencia y suficiencia de los datos personales, en principio, deberá ser apreciada en cada caso concreto por el usuario de los datos en relación con cada afectado.

Ciertas correspondencias parecen existir entre esta obligación y las obligaciones cuarta y quinta. La cuarta trata, en concreto, de la exactitud de los datos personales. La distinción entre una información inadecuada y una información inexacta puede ser difícil de trazar. Así, por ejemplo, las disposiciones del artículo 15 de la LORTAD tratan de datos personales inexactos o incompletos que pueden ser considerados como inadecuados.

Los responsables de las BD personales (*): obligaciones generales

En todo caso, la pertinencia de los datos tendrá que ser analizada de forma objetiva en relación con las finalidades registradas.

Segunda obligación: finalidades legítimas y especificadas

El artículo 4 párrafo 1 mantiene que: *"Sólo se podrán recoger datos de carácter personal para su tratamiento automatizado, así como someterlos a dicho tratamiento, (...), en relación con el ámbito y las finalidades legítimas para las que se hayan obtenido"*. La definición del criterio de la legitimidad de la finalidad es compleja y parece que para considerar infringida esta obligación sería necesario probar la ilicitud de la finalidad o la inexistencia de su inscripción.

La no especificación de la finalidad en la creación del fichero o, en su posterior modificación, puede apreciarse como un incumplimiento de esta obligación, según los términos del artículo 18 párrafo 2 para los ficheros del sector público y, del artículo 24 para los del sector privado (art. 43.3,i) infracción grave).

Aunque el requisito de la especificación y registro se haya cumplido, la finalidad en sí misma y, en relación con otros preceptos de la Ley, puede ser considerada como ilegítima. Así, por ejemplo, el párrafo 4 del artículo 7 prohíbe la creación de ficheros con la finalidad exclusiva de almacenar datos de carácter personal *"que revelen la ideología, religión, creencias, origen racial o vida sexual"* y, en otro orden, el artículo 43 párrafo 3, b) califica de infracción grave, por lo tanto sancionada con multa de 10.000.001 a 50.000.000 de pesetas, la creación de ficheros automatizados de carácter privado o, la recogida de datos personales para los mismos *"con finalidades distintas de las que constituyen el objeto legítimo de la empresa o entidad"*.

Tercera Obligación: Uso y Cesión de los Datos Personales

El párrafo 2 del artículo 4 estipula que: *"Los datos de carácter personal objeto de tratamiento automatizado no podrán usarse para finalidades distintas de aquellas para las que los datos hubieran sido recogidos"*.

Para la cesión, el artículo 11 establece que: *"1.- Los datos de carácter personal objeto del tratamiento auto-matizado sólo podrán ser cedidos para el cumplimiento de fines directamente relacionados con las funciones legítimas del cedente y del cesionario con el previo consentimiento del afectado"*.

"3.- Será nulo el consentimiento cuando no recaiga sobre un cesionario determinado o determinable, o si no constase con claridad la finalidad de la cesión que se consiente".

"4.- El consentimiento para la cesión de datos de carácter personal tiene también un carácter revocable", (siempre que concurren las condiciones del artículo 6 párrafo 3: una causa justificada y sin carácter retroactivo).

La cesión está subordinada al previo consentimiento del sujeto afectado. Sin embargo, la LORTAD prevé algunas excepciones a esta regla general: en efecto, según el art.11 párrafo 2 su consentimiento no será preciso en los siguientes casos:

1) Cuando una Ley prevea la cesión sin necesidad del consentimiento previo.

2) Cuando los datos personales procedan de fuentes accesibles al público. Esta excepción afecta a la cesión al sector público. La cesión de estos datos personales a ficheros de titularidad privada requiere siempre:

- consentimiento del sujeto afectado; o
- una específica autorización o previsión por una Ley (aº. 19,3)

3) Cuando el establecimiento del fichero automatizado responda a la libre y legítima aceptación de una relación jurídica cuyo desarrollo, cumplimiento y control implique necesariamente la conexión de dicho fichero con ficheros de terceros. La cesión sólo es legítima si se limita a la finalidad que la justifica.

4) Cuando el destinatario de la cesión sea el Defensor del Pueblo, el Ministerio Fiscal o los Jueces o Tribunales, en el ejercicio de las funciones que tengan atribuidas.

5) Cuando la cesión se produzca entre las Administraciones Públicas en los casos previstos en el artículo 19. Dicho artículo 19 contiene una regla general y algunas excepciones. Este precepto señala, con carácter general, que los datos personales recogidos o elaborados por las Administraciones públicas para el desempeño de sus atribuciones no serán cedidos a otras Administraciones Públicas para el ejercicio de competencias diferentes o de competencias que versen sobre materias diferentes. Ahora bien, como excepción, la cesión entre las Administraciones Públicas está permitida por la Ley siempre que hubiese sido prevista por las disposiciones de creación del fichero o por una disposición posterior de igual o superior rango que regule su uso. Además, la Ley reconoce como legítima la cesión de datos personales que una Administración Pública obtenga o elabore con destino a otra.

6) Cuando la cesión de datos personales relativos a la salud sea necesaria en atención a las circunstancias siguientes:

- Para solucionar una urgencia que requiera acceder a un fichero automatizado; o
- Para realizar los estudios epidemiológicos en los términos establecidos en el artículo 8 de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.

Para los ficheros de titularidad privada, la LORTAD exige del responsable del fichero que comunique a los afectados la primera cesión de datos indicando asimismo la finalidad del fichero, la naturaleza de los datos cedidos y el nombre y la dirección del cesionario (art.25). Ahora bien, la Ley le exime de esta obligación en los supuestos previstos en el artículo 11 párrafo 2 [cesión sin consentimiento previo del afectado: (3), (4), (5)] y párrafo 6 (cesión efectuada previo procedimiento de disociación). Igualmente, la comunicación no se efectuará si la cesión viene impuesta por Ley.

Para finalizar, esta obligación se considerará infringida muy gravemente (art. 43,4) si los datos personales son usados o cedidos para una finalidad diferente de la descrita en el Registro o, por un destinatario diferente al prescrito. Al Director de la Agencia de Protección de Datos se le reconoce, junto con el poder sancionador (art. 44,3), una potestad de inmovilización de los ficheros públicos y privados si el uso (art.43,4,d) o cesión (art.43,4,b) ilícitas de los datos personales impiden o atentan gravemente el ejercicio de los derechos de los ciudadanos y el libre desarrollo de la personalidad que la Constitución y las leyes garantizan (art.48).

Cuarta obligación: datos exactos y actualizados

La cuarta obligación aparece recogida en el artículo 4 párrafo 3: Los datos personales "serán exactos y puestos al día de forma que respondan con veracidad a la situación real del afectado".

La exactitud de los datos es una cuestión de hecho. Los datos serán inexactos si, en todo o en parte, son incorrectos o incompletos. En estas circunstancias, los datos serán cancelados y sustituidos de oficio por los correspondientes datos rectificadas o completados (art.4,4). Este precepto está complementado por el derecho de rectificación y cancelación que el artículo 15 reconoce a los sujetos afectados.

Los datos deben reflejar la situación real del sujeto por lo que conservar datos no actualizados se considera una infracción sancionada con multa de 100.000 a 10.000.000 de pesetas (art.43,2,c (infracción leve) y, art. 44,1). Si, como consecuencia del incumplimiento, el afectado sufre daño o lesión en sus bienes o derechos tendrá, según el artículo 17 párrafo 3, derecho a ser indemnizado.

Quinta obligación: cancelación de datos innecesarios

El párrafo 5 del artículo 4 establece que: "Los datos de carácter personal serán cancelados cuando hayan dejado de ser necesarios o pertinentes para la finalidad para la cual hubieran sido recabados o registrados". Los datos personales no serán conservados en una forma que permita la identificación del interesado durante un período superior al necesario para los fines que motivaron su recogida y registro.

La LORTAD no proporciona una definición de lo que se entiende por "necesario" o "apropiado". Según la Ley, los datos personales deben ser conservados durante los plazos previstos en las disposiciones aplicables o, en su caso, en las relaciones contractuales entre la persona o entidad pública o privada responsable del fichero y el afectado (art. 15, 5).

Ahora bien, no existe un período de conservación estándar. Así, mientras algunos datos personales son de efímera duración, otros están llamados a durar incluso cuando las relaciones entre el afectado y el responsable del fichero han cesado. En este sentido, en la prestación de servicios de tratamiento automatizado de datos personales (art. 27, 2 sector privado), los datos tratados deben ser destruidos una vez cumplida la prestación contractual. No obstante, la ley señala que podrán ser conservados por un período de cinco años siempre que:

- las debidas condiciones de seguridad se cumplan;
- exista la autorización expresa de aquél por cuenta de quien se prestan los servicios;
- se presuma razonablemente la posibilidad de ulteriores encargos.

En todo caso, de la LORTAD se desprende una presunción a favor de la cancelación de los datos personales salvo que existan razones que justifiquen su mantenimiento como en el caso de los datos contenidos en ficheros de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad. El artículo 20, párrafo 4 establece que: "los datos personales registrados con fines policiales se cancelarán cuando no sean necesarios para las averiguaciones que motivaron su almacenamiento". Para apreciar esta necesidad los criterios aportados son, entre otros: "la edad del afectado y el carácter de los datos almacenados, la necesidad de mantener los datos hasta la conclusión de una investigación o procedimiento concreto, la resolución judicial firme, en especial la

absolutoria, el indulto, la rehabilitación y la prescripción de responsabilidad".

Por último, como una excepción a la presunción general, la LORTAD permite el mantenimiento íntegro de los datos personales que, de acuerdo con una legislación específica, tengan valor histórico. En todo caso, estos datos no podrán ser usados con conculcación de los principios, garantías y derechos de las personas que la LORTAD ampara (art.43).

Sexta obligación: leal y lícita recogida de datos

El artículo 4 párrafo 7 establece esta obligación cuya infracción es calificada como muy grave (art.44, 4, a): "*Se prohíbe la recogida de datos por medios fraudulentos, desleales o ilícitos*".

La lealtad en la colecta de datos deberá ser apreciada, en cada caso concreto y, para cada elemento de la información reunida, de forma objetiva, con independencia de la intencionalidad del responsable del fichero. Esta exigencia afecta a la información obtenida tanto directamente del afectado como de terceras personas.

Conjuntamente, se señala que la información no debe ser obtenida de forma ilícita. En este caso, la ilicitud puede provenir de la recogida y tratamiento de datos sin proceder al debido consentimiento expreso de las personas afectadas (art. 6) o, sin proporcionarles la necesaria información que señala el artículo 5. Por último, se considerará igualmente ilícita la creación de ficheros automatizados de titularidad pública o, la recogida de datos personales para los mismos, sin autorización de disposición general, publicada en el 'Boletín Oficial del Estado' o diario oficial correspondiente (art. 43,3,a).

(a) **Derecho de información.**- En el momento que se soliciten datos personales, los afectados deben ser informados previamente, de forma expresa, precisa e inequívoca de los siguientes supuestos (art.5,1):

- 1) De la existencia de un fichero automatizado de datos personales, de la finalidad de su recogida y de los destinatarios de la información;
- 2) Del carácter obligatorio o facultativo de su respuesta a las preguntas que les sean planteadas;
- 3) De las consecuencias de la obtención de los datos o de la negativa a suministrarlos;
- 4) De la posibilidad de ejercitar los derechos de acceso, rectificación y cancelación;
- 5) De la identidad y dirección del responsable del fichero.

No obstante este derecho de información, la recogida de datos será lícita a los efectos de esta sexta obligación si se produce en las circunstancias siguientes:

Primero, si el contenido de la información a que se refiere el párrafo 1 se deduce claramente de la naturaleza de los datos personales que se solicitan o de las circunstancias en que se recaban (art.5,3).

Segundo, cuando la información al afectado impida o dificulte gravemente el cumplimiento de las funciones de control y verificación de las Administraciones Públicas o cuando afecte a la Defensa Nacional, a la Seguridad pública o a la persecución de infracciones penales o administrativas (art.22,1).

(b) **Consentimiento del afectado.**- Con un carácter general, el artículo 6 establece que: "*El tratamiento automatizado de los*

datos personales requerirá el consentimiento del afectado, salvo que la Ley disponga otra cosa" y, en el sector privado, el artículo 30, relativo a ficheros de encuestas e investigaciones, reitera que: sólo se utilizarán de forma automatizada datos personales "*en las encuestas de opinión, trabajos de prospección de mercados, investigación científica o médica y actividades análogas, si el afectado hubiera prestado libremente su consentimiento a tal efecto*".

Ahora bien, este consentimiento no será preciso si los datos personales se recogen en alguna de las circunstancias siguientes:

- 1) Los datos personales proceden de fuentes accesibles al público;
- 2) Los datos se obtienen para el ejercicio de las funciones propias de las Administraciones Públicas en el ámbito de sus competencias;
- 3) Los datos se refieren a personas vinculadas por una relación negocial, una relación laboral, una relación administrativa o un contrato y son necesarios para el mantenimiento de las relaciones o para el cumplimiento del contrato (art.6,2);
- 4) Los datos son recogidos y tratados automáticamente para fines policiales por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad. La recogida y el tratamiento están limitados a aquellos supuestos y categorías de datos que resultan necesarios para la prevención de un peligro real para la seguridad pública o para la represión de infracciones penales, debiendo ser almacenados en ficheros específicos establecidos al efecto, que deberán clasificarse por categorías, en función de su grado de fiabilidad (art.20,2).

Especial atención merecen, en este punto, los datos sensibles a los que la Ley dispensa, en el artículo 7, un diferente trato atendiendo a la peculiaridad de cada tipo de dato especialmente protegido.

Primero, de acuerdo con lo establecido en el artículo 16 párrafo 2 de la Constitución, nadie podrá ser obligado a declarar sobre su ideología, religión o creencias. Como consecuencia, se estimará que estos datos sensibles están lícitamente recogidos si:

- 1) el afectado presta su consentimiento expreso y por escrito y,
- 2) el afectado es advertido, además, de su derecho a no prestarlo.

Segundo, los datos personales que hacen referencia al origen racial, a la salud y a la vida sexual pueden ser lícitamente obtenidos, tratados y cedidos cuando el afectado consiente expresamente o, sin necesidad de su consentimiento, cuando por razones de interés general así lo disponga una Ley.

Ahora bien, del cumplimiento de estas condiciones requeridas por el artículo 7 para la recogida y tratamiento de ambos grupos de datos sensibles, se exime, en virtud del párrafo 3 del artículo 20, a los Ficheros de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad en los supuestos en que "*sea absolutamente necesario para los fines de una investigación concreta*".

Finalmente, los datos personales relativos a la comisión de infracciones penales o administrativas sólo pueden ser incluidos en ficheros automatizados de las Administraciones Públicas competentes en los supuestos previstos en las respectivas normas reguladoras (art. 7,5).

Séptima obligación: la Seguridad de los datos

Esta obligación, establecido en el artículo 9, es una aplicación del deber de diligencia, al que está sometido el responsable del fichero y, que se manifiesta en la adopción de las medidas de

índole técnica y organizativa necesarias que garanticen la seguridad de los datos personales y que "eviten su alteración, pérdida, tratamiento o acceso no autorizado, habida cuenta del estado de la tecnología, la naturaleza de los datos almacenados y los riesgos a que están expuestos, ya provengan de la acción humana o del medio físico o natural".

La obligación de diligencia debida se entiende en un sentido amplio y comprende tanto la integridad y seguridad del equipo (centros de tratamiento, locales, sistemas, programas) como el cuidado y control de los ficheros y del personal encargado del tratamiento de los datos personales (art.9,2 y 3).

Las condiciones y requisitos específicos vienen establecidos en un reglamento cuya infracción, sin perjuicio de originar un posible derecho de indemnización por los daños ocasionados (art. 17,3), es calificada de grave (art.43,3,h) y, es sancionada con multa de 10.000.001 a 50.000.000 de pesetas.

3. Conclusión

Los ficheros automatizados de datos de carácter personal creados con posterioridad a la entrada en vigor de la LORTAD y antes de la vigencia del Real Decreto 1332/1994, se comunicaron a la Agencia de Protección de Datos antes del 31 de julio de 1994 presentando los modelos que ésta ha normalizado⁶.

Notas

- ¹LORTAD (B.O.E. núm.262, de 31-X-1992) y R.Decreto 428/1993, de 26 de marzo, por el que se aprueba el Estatuto de la Agencia de Protección de Datos (B.O.E. n° 106, de 4-V-1993)
²RD. 1332/1994 de 20-VI-1994 (B.O.E., n° 147, 21-VI-1994).
³Constitución de 27-XII-1978 (B.O.E. n° 311.1, 29-XII-1978).
⁴Suscrito por España el 28 de enero de 1982 y ratificado el 27 de enero de 1984, en vigor 1-X-1985 (B.O.E. n° 274, 15-XI-1985).
⁵Ley Orgánica 1/1982 de 5 de mayo (B.O.E. n° 115, 14-V-1982).
⁶Resolución 22-VI-1994, (B.O.E., n° 149, 23-VI-1994).

Correo de los lectores

'Software de diagnóstico'

He de agradecer la publicación de esta carta si así lo creen conveniente. Mi intención es comentar los hechos y que juzguen los lectores la actitud de la empresa con la que titulo este artículo. Todo comenzó cuando ví un anuncio publicado en una revista de la empresa **Software de diagnóstico**: era una tarjeta de comprobación de ordenadores. Me pareció algo que sería interesante adquirir y me dispuse a comprarla y así lo hice. Tras haberla pagado, comencé a preocuparme porque me dijeron que la recibiría en 24 o como máximo 48 horas, lo cual no fue cierto, ya que no la tuve en mi poder hasta dos semanas después: por esto y a modo de compensación en la tardanza prometieron mandarme un paquete de software, pero que hasta el momento (7 de octubre) no he recibido.

Ya en el mes de junio y después de devolverles la tarjeta en dos ocasiones, puesto que la misma no funcionaba tal como se indicaba en las instrucciones y respondiéndome ellos que su técnico no le daba ningún problema, se la envié por tercera vez y al mismo tiempo les volví a pedir que me devolvieran el importe de la factura, ya que había realizado yo un sinnúmero de comprobaciones de diferentes maneras, no sólo en mi ordenador sino en varios otros, viendo que no se ajustaba a las instrucciones. Cansado y harto de llamarles y de que me dieran largas diciéndome que eran una empresa seria y que me devolverían el dinero, decidí acudir a la OMIC (Oficina Municipal de Información al Consumidor) los cuales desde junio hasta ahora en octubre se han comunicado con la citada empresa, al menos dos o tres veces al mes, para que atendieran el pago. También a la OMIC les prometieron que lo ingresarían el día X cada vez que llamaban. Hartos también en esta Oficina Municipal y habiéndoles advertido de trasladar una denuncia administrativa en Madrid, se procedió según este último término. También acudí a la Comisaría de la Policía Nacional en busca de una solución, pero me dijeron que costearme un abogado y un procurador me saldría mucho más caro.

Sólo me cabe esperar que me devuelvan el dinero antes de que acabe el año y que con esta empresa todo el mundo aprenda la moraleja.

Sinceramente,

José María Pérez Lahidalga, Torrelavega, Cantabria

Benvolguts,

Us agrairia que preneu nota del meu nou domicili, a fi de que envieu la correspondència a aquesta adreça. Les dades bancàries segueixen sent les mateixes.

Voldria aprofitar per dir-vos que la revista Novàtica, no es massa del meu agrado, ja que crec que està molt enfocada per professionals que disposen de carrera universitària i jo pertany al col·lectiu que va començar en la informàtica, quan encara no existia la carrera universitària i per tant no entenc molts dels conceptes que s'expliquen. El meu dubte, es que no sé si dins d'ATI hi han molts professionals que es troben en la mateixa situació que jo. Malgrat tot també entenc que gràcies a l'esforç de companys que si dediquen, tant l'Associació com la revista són vives [...]

Cordialment,

Ramon Oriola i Janot

L'Hospitalet de Llobregat, 30 de setembre de 1994.

Socio 2218

Estimados amigos,

Os agradecería que tomarais nota de mi nuevo domicilio, con objeto de que enviéis la correspondencia a esta dirección. Los datos bancarios siguen siendo los mismos.

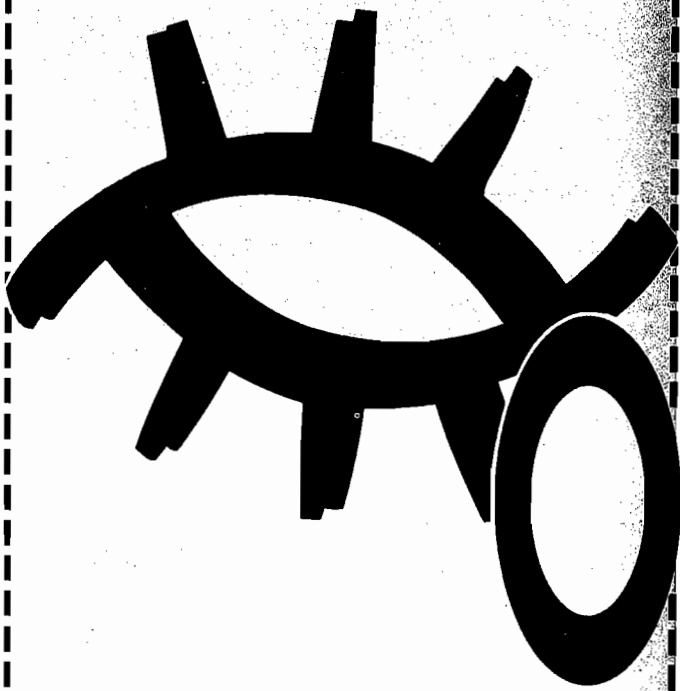
Quisiera aprovechar para deciros que la revista Novática no me gusta demasiado, ya que creo que está muy enfocada a los profesionales que tienen carrera universitaria y yo pertenezco al colectivo que comenzó en la informática cuando todavía no existía la carrera universitaria, y por lo tanto no entiendo muchos de los conceptos que se usan. Mi duda es que no sé si en ATI hay muchos profesionales que se encuentran en la misma situación que yo. Pese a todo, también entiendo que, gracias al esfuerzo de los compañeros que se dedican, tanto la Asociación como la revista están vivas [...]

Cordialmente,

Ramón Oriola i Janot

Hospitalet de Llobregat, 30 de septiembre de 1994.

Socio 2218



Opening

MADRID, 29-30 NOVIEMBRE Y 1 DICIEMBRE DE 1994
PALACIO MUNICIPAL DE CONGRESOS. CAMPO DE LAS NACIONES

Actualícese en sólo tres días. ¡Inscríbese ya!

CONFERENCIAS MAGISTRALES

- Introducción y presentación a cargo de **JUAN CARLOS USANDIZAGA**, Presidente de IBM ESPAÑA.
- “Estrategia de la línea de productos de IBM”
LLOYD G. WATERHOUSE, IBM Director of Strategy, Armonk (Nueva York).
- “Globalización: Incidencia económica de las nuevas tecnologías en la empresa”
JOHN L. DANIELS, Vice-President and General Manager IBM Europe Consulting Group, La Hulpe (Bruselas).
- “Actualidad Cliente/Servidor”
THOMAS E. FUREY, General Manager IBM World-Wide Open Client/Server Strategy and Integration Division, White Plains (Nueva York).

MÁS DE 100 EXPOSITORES

Una amplia representación de empresas informáticas, que le mostrarán sus últimas novedades en todas las áreas: Software, Aplicaciones y Servicios. Más de cien empresas que participarán conectadas en una RED LOCAL MULTIPLATAFORMA de 200 ordenadores.

SESIONES TÉCNICAS

- Redes Locales, Entornos DCE
- Multimedia: una realidad para la empresa
- Autopistas de la Información
- Programando con objetos
- Sistema Operativo OS/2
- Demostración del concepto Cliente/Servidor
- Una experiencia Cliente/Servidor

PRESENTACION DE SOLUCIONES

Las empresas expositoras presentarán, en 16 salas en paralelo, sus últimas aportaciones en el área de las aplicaciones informáticas:

- Aplicaciones de ámbito general
- Aplicaciones sectoriales
- Productos específicos
- Otras herramientas de productividad

TALLER DEL ORDENADOR PERSONAL

Un espacio abierto a su participación activa donde podrá examinar y comparar personalmente distintos tipos de ordenadores, e incluso probar sus propios programas.