

LA INTERACCION DE SISTEMAS EXPERTOS Y BASES DE DATOS, COMO ELEMENTO DE INNOVACION TECNOLOGICA EN LA GESTION EMPRESARIAL

Margarita ALONSO MARTINEZ
Departamento de Administración de Empresas.
Universidad de Cantabria.

RESUMEN: La interacción de sistemas expertos y bases de datos permite disponer de un gestor eficiente de información -la base de datos-, y de una herramienta -los sistemas expertos- para incorporar conocimiento heurístico, establecer procesos de razonamiento y flexibilizar la búsqueda de la solución. Su aplicación, a los procesos de decisión en la empresa, facilita el acceso y proceso automático de información operativa e incorpora elementos de conocimiento sobre estimaciones del entorno en el que se produce la decisión y su previsible evolución.

ABSTRACT: The interaction of Expert Systems and Data Bases makes an efficient management information system. It provides the automatic processing of operative information and introduces, for process, knowledge elements to environment estimations where decisions are taken.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial, Sistemas Expertos, Bases de Datos Relacionales, Sistemas Integrados de Información, Interacción de Sistemas Expertos y Bases de Datos.

1 INTRODUCCION

La ya larga experiencia de utilización de las bases de datos (BD) en el ámbito de la gestión en la empresa se fundamenta en dos cualidades que, básicamente, las distinguen de otros tipos de herramientas de tratamiento de información: la capacidad de proceso de datos persistentes, y la capacidad de acceso eficiente a grandes volúmenes de información.

Las características que las bases de datos aportan al proceso de la información, se resumen para la empresa en las siguientes referencias: primero, en disponer de información

actualizada, fiable y de fácil acceso para usuarios reconocidos; segundo, en su utilización simultánea por distintos programas y usuarios; por último, en la posibilidad de recuperación en casos de avería, pérdida de datos o manipulaciones no deseadas. Las BD proveen, así, un medio eficaz para el proceso de la información, proporcionando al usuario -mediante instrucciones predefinidas- un entorno de trabajo en el que efectuar las necesarias operaciones de actualización y consulta a los datos.

Sin embargo, la realización de operaciones más complejas requiere el empleo de herramientas de programación adicionales, proponiéndose a estos efectos el enlace entre BD y sistemas expertos (SE), cuando se pretenda dotar al sistema de capacidades de decisión. Para la empresa son significativas las ventajas de esta interacción, ya que permite disponer de un soporte de información -la BD- para: accesos eficientes, procesos de transacciones, o controles de integridad, a la vez que aporta una herramienta -los SE- para incorporar conocimiento heurístico, establecer procesos de razonamiento y flexibilizar la búsqueda de solución al problema planteado.

La interacción de BD y SE en su aplicación a los procesos de toma de decisión en la empresa facilita el acceso y proceso automático de información operativa, incorporando conjuntamente elementos de conocimiento sobre estimaciones del entorno en el que se producen las decisiones, así como su previsible evolución.

2 LAS BASES DE DATOS COMO SOPORTE DE INTEGRACION DE DATOS.

Las BD -como el conjunto de los datos referidos a un problema concreto y la estructura que los organiza-, junto con los sistemas administradores de bases de datos -como conjunto de programas que permiten su control, su almacenamiento y su acceso eficiente-, constituyen un sistema de proceso rápido, exacto y fiable. De esa manera, su utilización para el control eficaz de los procesos asociados a la gestión se ha convertido en una necesidad imperiosa para las empresas.

A ello ha contribuido, sin duda, el avance experimentado en las prestaciones de los ordenadores y, paralelamente, el correspondiente al software orientado al procesamiento de datos, permitiendo abordar la compleja administración de un empresa en toda su extensión. Sin embargo, ello ha exigido la definición y utilización de aplicaciones que controlen los distintos aspectos de la gestión. De ahí que sea conveniente realizar un análisis básico de los requisitos previos y condicionantes en las BD.

Para la definición de aplicaciones que integren los distintos aspectos de la gestión de la empresa, un sistema administrador de BD debe reunir determinadas características (Ullman, 1988) entre otras, las de disponer de:

- a) Un modelo abstracto de datos.
- b) Un lenguaje de alto nivel para la manipulación de los datos.
- c) El correcto proceso de transacciones.
- d) Garantizar la consistencia de los datos.
- e) Controles de acceso a los datos.
- f) Métodos de recuperación de datos ante errores o caídas del sistema.

Mediante el modelo de datos que incorpora el sistema, se proporciona al usuario la descripción de cada uno de los objetos diferenciados sobre los que se almacena información, sus interrelaciones, la semántica y las restricciones pertinentes. A su vez, la expresión de las operaciones de acceso y actualización de datos se facilitan si se dispone de un lenguaje de manipulación de datos de alto nivel. El modelo de datos relacional propuesto por Codd está ampliamente generalizado en la definición de las actuales BD, residiendo su popularidad en el soporte de un lenguaje estandarizado -Structured Query Language (SQL)-, para expresar las operaciones con los datos.

En cuanto al acceso concurrente -interacción simultánea de varios usuarios- a una misma BD, se produce a través de un adecuado proceso de transacciones¹. Un sistema que soporta el control de transacciones garantiza que durante la ejecución de una transacción y ante cualquier error o fallo en el proceso de la base de datos, las operaciones de actualización realizadas quedarían como no hechas. Una transacción, pues, o se ejecuta completamente o es totalmente cancelada. Los sistemas administradores de bases de datos que soportan control de transacciones disponen de las instrucciones que permiten marcar: el inicio de una transacción, su fin con ejecución satisfactoria o su fin con ejecución con error. Será, por tanto, responsabilidad del programador indicar las correspondientes acciones a realizar ante los posibles resultados de ejecución de una transacción.

Mantener la consistencia de la base de datos requiere que el usuario establezca los requisitos -restricciones- que deben cumplir los datos. El establecer controles de integridad de los datos implica un conjunto de operaciones agrupables en: definición de las restricciones apropiadas, normalmente durante el diseño de la base de datos; especificación de las acciones a tomar cuando estas restricciones son incumplidas, habitualmente el anular la operación que implique el no cumplimiento de la restricción; y, por último, disponer de procedimientos que controlen las operaciones de los usuarios y detecten el no cumplimiento de las restricciones definidas.

Mediante los controles de acceso a los datos, se previenen accesos no autorizados y se facilita a los usuarios de medios para visualizar, en su caso, parte de los datos de la base sin necesidad de ver todo el conjunto. Por otra parte, ante cualquier fallo -tanto del ordenador como del sistema administrador de la base de datos- que implique pérdida de información, la

restauración de la base de datos al estado anterior a la ocurrencia del fallo debe producirse mediante procedimientos preestablecidos de recuperación de la información.

Además, supuesta una correcta definición de la estructura de datos, la integración en una única aplicación de información operativa tiene interés para la empresa si se garantizan otra serie de requisitos básicos. En este sentido, resulta deseable que se verifiquen los siguientes:

- a) **Fiabilidad**, asegurando respuestas correctas del proceso de ejecución. La confianza en el buen funcionamiento de la aplicación se refuerza, si ésta es capaz de llevar a cabo el control automático de la consistencia de los datos, a través del establecimiento de las restricciones apropiadas sobre los mismos.
- b) **Facilidad** de utilización por el usuario. La aplicación debe establecer una comunicación amable con el usuario, presentando un entorno de trabajo construido a partir de pantallas y ventanas superpuestas sobre las pantallas. Su gestión corresponde a un programa que se comunica con el usuario a través de secuencias de control -teclas de función-, menús y campos de entrada-salida.
- c) **Acceso controlado** a la aplicación por parte de las distintas secciones administrativas de la empresa. El servicio que debe prestar la aplicación debe extenderse a todas las secciones administrativas de la empresa interesadas en los datos que contiene. Se mostrará selectiva al permitir el acceso y la manipulación de información útil a los distintos usuarios.

Los beneficios que la empresa puede obtener de la integración de datos son, entre otros:

- Seguridad de disponer de datos actualizados no redundantes evitando, así, incoherencias entre ellos.
- Agilidad operativa en los niveles de gestión de utilización de la información.
- Acceso concurrente a la información por las distintas áreas administrativas de la empresa.
- Disponibilidad de información integrada a los niveles de gestión que alcanza la aplicación.

3 LOS SISTEMAS EXPERTOS COMO SOPORTE PARA LA TOMA DE DECISIONES

Los sistemas expertos son *programas inteligentes para ordenador que usan conocimiento y procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir la intervención de un experto humano para su*

resolución. Se configuran como programas de ordenador con capacidad para acceder a información interrelacionada, representar formalmente conocimiento simbólico sobre el dominio en el que actúan y admitir inferencias y heurísticos para completar aquél. Al mismo tiempo, explican las conclusiones alcanzadas y su línea de razonamiento -a petición del usuario- exigiendo al sistema un rendimiento comparable al de los especialistas humanos correspondientes.

Los SE presentan, así, características que los distinguen como herramientas válidas en su aplicación a problemas de toma de decisión en la empresa, siendo destacables las referidas a:

- a) La capacidad de operar con información simbólica.
- b) La modelización del razonamiento humano.
- c) La búsqueda heurística de la solución.
- d) La comunicación con el usuario, incorporando procesos de explicación del razonamiento.
- e) El enlace con programas de cálculo matemático y herramientas de proceso de grandes volúmenes de datos.

El conocimiento que incorpora un SE puede incluir tanto información numérica como simbólica. Sin embargo, el diseño de la Base de Conocimiento (BC) del sistema puede ser tal que integre, exclusivamente, conocimiento simbólico no cuantitativo. De esa manera, se hace posible registrar los criterios que aplica un experto en la solución de una tarea, su experiencia y sus intuiciones elementos, que en ocasiones, pueden resultar de difícil cuantificación. Por otra parte, la BC del SE es flexible, admitiendo, fácilmente, la incorporación de nuevo conocimiento. En el caso de los sistemas que utilizan reglas de producción para la representación formal del conocimiento, la supresión o adición de nuevas reglas permite su modificación. Esta característica, facilita el registro de las variaciones en el conocimiento del decisor sobre el problema a resolver.

En cuanto a la información acerca de los hechos que configuran el entorno en el que se produce la toma de decisiones, también ésta se modifica fácilmente añadiendo o eliminando los objetos y las características que los definen, ya que son estos objetos los elementos que registran el conocimiento sobre el ambiente en el que se produce la decisión. Son posibles, además, situaciones de aprendizaje, donde el sistema recuerda determinadas acciones de decisión y sus consecuencias. Ello permite aplicar dicho conocimiento a posibles -futuras- situaciones similares.

Respecto a la búsqueda de la solución guiada por heurísticos, es decir, por conocimiento que proviene de la experiencia o, sencillamente, del sentido común de un experto conocedor

del problema a resolver, se presenta como un recurso importante para enfrentar los problemas de toma de decisión. Muchos de los procesos que éstos engloban no pueden ser sistematizados completamente y como consecuencia, en ocasiones, se producen discontinuidades entre las distintas fases que constituyen el proceso o, incluso, dentro de una misma etapa de decisión. El conocimiento heurístico permite obviar aquéllas y dar continuidad a los procesos de razonamiento para alcanzar la solución del problema.

En los casos de problemas muy amplios, en los que la aplicación de las técnicas analíticas resulta inviable debido al excesivo tiempo y coste de su utilización, la aplicación de las técnicas heurísticas -con intervención parcial del experto humano utilizando su experiencia para la búsqueda de la solución del problema planteado-, permite hallar, si no la respuesta óptima, sí la mejor respuesta posible en un plazo de tiempo satisfactorio. Así, teniendo en cuenta la capacidad de los SE para incorporar variables cualitativas -sin valoración numérica- y cuyo comportamiento puede asimilarse al de elementos -tales como la experiencia, el sentido común, la intuición-, los SE se constituyen en una valiosa herramienta de apoyo al decisor.

Por su característica de memorizar y explicar -cuando así se solicite- las distintas fases del proceso de razonamiento, los SE son transparentes al usuario, permitiendo una mejor comprensión y como consecuencia su mejor utilización. Esta característica de explicación del razonamiento proporciona, además, credibilidad al sistema; conocido por el usuario el proceso de razonamiento le permitirá confiar en la conclusión alcanzada. Obviamente, ello presenta un aspecto pedagógico, puesto que facilita al usuario el aprendizaje de las técnicas de gestión incorporadas por el experto en el programa.

En cuanto, a la posibilidad de enlace entre SE, programas de cálculo matemático y herramientas de proceso de grandes volúmenes de datos, su utilidad se pone de manifiesto al considerar que las aplicaciones más comunes del ordenador están relacionadas con la automatización de multitud de actividades de rutina y de procesamiento de datos repetitivos en la empresa. De tal forma que el volumen de información accesible puede llegar a ser muy importante, tanto por la cantidad como por el interés de los datos almacenados. De esa manera se permite que la automatización alcance, no solo a los procedimientos administrativos de rutina, sino también a las decisiones de nivel intermedio tomadas en la empresa. Los SE permiten el enlace con ambos procesos:

- a) Accediendo a la información actual e histórica contenida en las grandes bases de datos con las que trabaja la empresa, con el fin de disponer de una adecuada y eficaz fuente de conocimientos. Es posible, también, que sea el propio sistema quien envíe, para su almacenamiento, información a la BD que incorporará al flujo de datos de la empresa.

- b) Incorporando procedimientos de decisión programados a través de la ejecución de rutinas externas al sistema e integrando la información obtenida como parte del conocimiento del propio sistema.

En resumen, la posibilidad de acceso y utilización, por parte del SE, de los datos contenidos en las grandes bases de datos de que dispone la empresa, posibilita un análisis rápido y en profundidad del volumen de información necesario para la resolución de problemas de toma de decisión. Con propuesta de soluciones adecuadas y flexibles al conocimiento almacenado.

4 RELEVANCIA PARA LA EMPRESA DE LA INTERACCION DE SISTEMAS EXPERTOS Y BASES DE DATOS.

A partir del empleo extensivo de los ordenadores en la empresa, la natural evolución en su utilización ha planteado nuevos retos que involucran las comunicaciones, los datos compartidos, y los procesos distribuidos. Dar solución a los problemas mencionados concierne tanto al diseñador de programas como al diseñador de máquinas. En este contexto, se sitúan los procesos de interacción de SE y BD. La capacidad del empleo compartido de los datos y programas que la empresa tiene implantados y que utiliza habitualmente, es un objetivo que interesa a ésta.

Muchos de los primeros desarrollos de SE se han implantado y han funcionado aisladamente, al margen del resto de aplicaciones disponibles y en uso en la empresa. La consecuencia era la falta de conectividad entre el SE y el resto de aplicaciones. Así, la información requerida en el proceso inferencial de búsqueda de la solución, era proporcionada por el usuario mediante el teclado, a pesar de tratarse, normalmente, de información almacenada y procesada habitualmente por la empresa. La no accesibilidad a la información disponible supone una limitación al desarrollo de los SE en el ámbito de la empresa.

Un intento de integración entre SE y BD lo ofrecen aquellos sistemas que permiten el almacenamiento previo de la información a procesar, utilizando una representación formal específica. Esta forma de actuar exige que los datos que la empresa tiene organizados en una determinada estructura, normalmente gestionada por un sistema administrador de BD, se reescriban por el usuario utilizando un esquema accesible al SE. Esta forma de integración es adecuada si los datos a procesar son escasos y relativamente estáticos. Los problemas en su utilización se presentan al usuario cuando se implican, en el proceso, datos que requieren frecuentes actualizaciones, por la necesidad de reescribirlos de nuevo.

Un paso más en la integración corresponde a los SE capaces de intercambiar datos con otras aplicaciones. En este entorno, los SE incorporan la posibilidad de solicitar datos directamente al sistema administrador de BD y, en su caso, actualizarlos. El proceso se

realiza al incorporar el SE las instrucciones que le permiten enlazar con aquéllas de manipulación de datos del sistema administrador de base de datos, de uso habitual en la empresa

Por último, en un supuesto más sofisticado de integración, cabe la posibilidad de acceso directo a los datos contenidos en registros de base de datos existentes y creados según esquemas de representación ajenos a los SE. El acceso se produciría, en este caso, directamente a los ficheros de BD, tomando la información allí contenida sin ningún tipo de conversión previa. En este supuesto, el conocimiento almacenado en las estructuras de BD habituales en la empresa formaría parte, asimismo, del conocimiento disponible al experto. Este planteamiento supone un paso importante respecto a la accesibilidad de los datos manejados por la empresa desde distintas aplicaciones y evita los procesos laboriosos, normalmente sujetos a errores, de cambio de formato de los datos o conversiones previas de los mismos, con el consiguiente ahorro de tiempo de proceso y disminución de errores. En este supuesto, los SE se constituyen en elementos de mejora del tratamiento de datos en BD ya existentes, al incorporar valoraciones profesionales de una situación descrita en extensión a partir de la información contenida en la propia BD.

CONCLUSIONES

Las tecnologías asociadas al proceso y comunicación de la información, en su aplicación a la empresa, han evolucionado de una posición inicial enmarcada en el tratamiento aislado de procesos administrativos, hacia objetivos en que aquéllas resultan básicas para la obtención de ventajas competitivas en su utilización. Disponer de técnicas y herramientas que faciliten la integración de datos permite el diseño e implantación de sistemas de información complejos, fiables y de sencillo acceso.

Las bases de datos relacionales son la herramienta adecuada para la integración de datos debido a su: *fiabilidad* -a través de un adecuado esquema de restricciones y controles de acceso-; a la *facilidad* de utilización por el usuario -a través de programas de aplicación o directamente trabajando desde el entorno que ofrece el sistema-; por los *permisos de acceso concurrente* a usuarios autorizados; por su *capacidad de selección* sobre la información objeto de su interés.

La conexión entre sistemas de almacenamiento y gestión de grandes volúmenes de información y sistemas que incorporan conocimiento heurístico -con capacidades de razonamiento, aprendizaje y comunicación con el usuario-, intentan establecer un marco de acción que consiga acercarse a un control efectivo y global de la información requerida en los procesos de toma de decisiones en la empresa. Los SE incorporan al proceso la flexibilidad necesaria para admitir situaciones variables de conocimiento -incluyendo la posibilidad de

aprendizaje- y capacidades de razonamiento que permitan alcanzar una solución al problema planteado, a partir del conocimiento disponible.

NOTAS

1. Entendiendo por transacción *aquella unidad de programa, que actualiza, y cuya ejecución conserva la consistencia de la base de datos*. Dicha unidad de programa, en general, incluye una secuencia de diversas operaciones de acceso y manipulación del contenido de la base de datos, cuya ejecución completa y satisfactoria cierra la transacción sin error. En caso contrario, las operaciones incluidas en la transacción se considerarían no procesadas. MORA, E., ALONSO, M. y SANCHEZ, L. (1992): *Una modelización de programas de entrada-salida, con control de concurrencia, en bases de datos relacionales centralizadas* Actualidad Financiera nº19 pags. 65-73.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALONSO, M. (1992): «Conocimiento y Bases de Datos: una propuesta de integración inteligente», Tesis Doctoral, Departamento de Administración de Empresas, Universidad de Cantabria.
- BARR, A. Y FEIGENBAUM, E. (1982): *The Handbook of Artificial Intelligence. Vol. III*. William Kaufmann Los Altos, California.
- BARR, A., COHEN, P. R. Y FEIGENBAUM, E. (1989): *The handbook of Artificial Intelligence Volume IV* Addison-Wesley Publishing Company Massachusetts.
- CODD, E. F. (1990): « Twenty Fundamental Laws of Database Management », *The Relational Journal*, October, págs. 2-5.
- DATE, C. J. (1983): *An Introduction to Database Systems Volume II* Addison-Wesley Reading Massachusetts.
- DATE, C. J. (1986): *An Introduction to Database Systems Volume I* Addison Wesley Massachusetts, 4ª ed.
- HARMON, P Y SAWYER, B. (1990): *Creating Expert Systems for Business and Industry* John Wiley and Sons (eds.) New York.
- HAYES-ROTH, F., WATERMAN, D. Y LENAT, D. (1983): *Building Expert Systems* Addison Wesley Massachusetts.
- MORA E., ALONSO, M. Y SANCHEZ, L. (1992): *Una modelización de programas de entrada-salida, con control de concurrencia, en bases de datos relacionales centralizadas* Actualidad Financiera nº19 pags. 65-73.
- ULLMAN, J. D. (1988): *Principles of Database and Knowledge-Base Systems, Volume I* Computer Science Press, Maryland.
- ULLMAN, J.D. (1989): *Database and Knowledge-Base Systems Volume II: The New Technologies* Computer Science Press. Maryland.