

December 2006

Un Sistema de Información para la Administración y Consulta de Bases de Conocimiento en la Industria Automotora

Andrés Garza

Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM)

Víctor Morales

Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM)

Ana Velázquez

Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM)

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/amcis2006>

Recommended Citation

Garza, Andrés; Morales, Víctor; and Velázquez, Ana, "Un Sistema de Información para la Administración y Consulta de Bases de Conocimiento en la Industria Automotora" (2006). *AMCIS 2006 Proceedings*. 507.

<http://aisel.aisnet.org/amcis2006/507>

This material is brought to you by the Americas Conference on Information Systems (AMCIS) at AIS Electronic Library (AISEL). It has been accepted for inclusion in AMCIS 2006 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISEL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Un Sistema de Información para la Administración y Consulta de Bases de Conocimiento en la Industria Automotora

Andrés Gómez de Silva Garza

Departamento Académico de Computación,
Instituto Tecnológico Autónomo de México
(ITAM)
agomez@itam.mx

Víctor Cruz Morales

Departamento Académico de Ingeniería Industrial
y Operaciones, Instituto Tecnológico Autónomo
de México (ITAM)
vcruz@itam.mx

Ana Lidia Franzoni Velázquez

Departamento Académico de Computación,
Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM)
analidia@itam.mx

RESUMEN

La industria automotora utiliza sistemas de software complejos para realizar la ingeniería de sus productos en todas las etapas del proceso de producción, desde el diseño conceptual hasta la manufactura. Para cada una de estas etapas, se emplean herramientas de software de gran complejidad, y la gente que utiliza dichas herramientas necesita apoyo constante para continuar siendo productivos aún cuando pueden surgir problemas en el uso del software. Dada la cantidad y variedad de consultas hechas por el personal de ingeniería de producto al personal de soporte de software, estos últimos se pueden beneficiar si tuvieran una herramienta de software que almacene su experiencia y conocimiento, y que pueda ser consultada para generar soluciones rápidamente a los problemas que pueda haber entre los usuarios del software de diseño. Una forma de almacenar dicha experiencia es generar una base (memoria) de casos a la que se pueda acceder utilizando distintos descriptores de los posibles problemas como índices. Dado un nuevo problema, la idea es de realizar una búsqueda en la base de casos para tratar de encontrar todo el conocimiento que se pueda acerca de problemas similares que se hayan tenido anteriormente, y sugerir las soluciones a dichos problemas como potenciales soluciones al nuevo problema. Al mismo tiempo, aún si el conocimiento previo de la base de casos no haya sido de gran utilidad en alguna situación en particular, el sistema puede almacenar las soluciones a estos nuevos problemas para que en el futuro, cuando surjan los problemas de nuevo, se incremente su utilidad. En este artículo describimos un sistema de información que utiliza estas ideas para responder flexible y eficientemente cuando el personal de ingeniería de producto de una empresa de la industria automotora tiene problemas con el uso de su software de diseño. Esta propuesta puede reducir el estrés y la carga de trabajo del personal de soporte de software e incrementar su tiempo de respuesta en el momento de ocurrir algún problema.

Palabras Clave

Ingeniería de producto, memoria de casos, base de conocimiento, diseño asistido por computadora.

An Information System for Managing and Querying Knowledge Bases in the Automotive Industry

ABSTRACT

The automotive industry uses complex software systems to perform product engineering at all stages of the production process, from conceptual design to manufacture. For each of these stages, different software tools of great complexity are

employed, and the people using these tools need constant support in order to continue being productive even when problems arise with the software they are using. Given the amount and variety of queries made by product engineering personnel to the software support staff, said staff can benefit from a software tool that stores their expertise and can be queried in order to generate quick solutions to problems with product engineering software. One way of storing such expertise is to generate a case base which is indexed by different problem descriptors. Given a new problem, the case base is searched for knowledge about similar problems encountered in the past, and their solutions suggested as potential ways of solving the new problem. At the same time, even if its prior knowledge was not able to provide help in a particular situation, this information system can store new solutions to new problems in order to be able to help with similar problems in the future. In this paper we describe an information system that uses these ideas in order to flexibly and efficiently reply when problem situations are encountered by the product engineering staff of a major automobile manufacturer. This setup can relieve some of the burden placed on the software support staff and reduce their response time.

Keywords

Product engineering, case memory, knowledge base, computer-aided design

INTRODUCCIÓN

Las herramientas de CAD (Computer Aided Design, diseño asistido por computadora) son indispensables hoy en día en el diseño y desarrollo de productos manufacturados. La industria automotora está a la vanguardia en el uso de este tipo de herramienta, y dicta muchas de sus características conforme evoluciona su uso en el proceso de producción. El alto grado de avance tecnológico de las herramientas CAD y la gran variedad de tareas que le permiten realizar a sus usuarios hace que su uso sea complicado y requiera un esfuerzo de tiempo completo. El grado de experiencia de los usuarios de los sistemas CAD es directamente proporcional a la cantidad de tiempo que han invertido en utilizar las herramientas. Sin embargo, también está directamente relacionado con la cantidad disponible de ayuda, documentación y soporte que tienen para poder aprovechar por completo los beneficios y las características de dichas herramientas.

Típicamente, las herramientas CAD se actualizan cada año (salen nuevas versiones con diferencias sustanciales en comparación con las que hayan sido comercializadas anteriormente). Esto crea la posibilidad de que ocurran múltiples problemas, tanto al nivel de software (por ejemplo, cuando se comercializan versiones actualizadas que no han sido depuradas tan bien como debieran) como al nivel de hardware (por ejemplo, cuando las versiones actualizadas tienen alguna incompatibilidad con el hardware, si éste no ha sido actualizado, de la empresa). Adicionalmente, la actualización no siempre se realiza al mismo tiempo para todos los diseñadores que utilizan el software, lo cual puede introducir problemas de compatibilidad en los proyectos de diseño colaborativo (en equipo). Por estas razones, las herramientas CAD, más que otros tipos de software, requieren de un grado elevado de soporte de alta calidad.

El uso de herramientas CAD en una empresa de ingeniería está directamente relacionado con la productividad de la empresa, y dicha productividad puede ser incrementada cuando las herramientas se usan de manera eficiente, aprovechando al máximo todas las características que proporcionan las versiones más actualizadas del software. Los costos de desarrollo de producto dependen enormemente del costo de la fase de diseño de producción, así es que contar en una empresa con un equipo de diseño que tenga las habilidades necesarias para aprovechar al máximo las herramientas CAD a las que tienen acceso es una forma de disminuir los costos de desarrollo de las empresas.

Aún los diseñadores experimentados (y con mayor razón los principiantes o los que tienen un nivel intermedio de experiencia) requieren de soporte técnico para resolver problemas que surgen durante el uso de las herramientas CAD. A pesar de que este tipo de sistemas puede ser bastante intuitivo (dada la suficiente experiencia en su uso), los resultados pueden depender altamente de las acciones seguidas durante el proceso de diseño. No hay un proceso de diseño estandarizado que pueda seguirse siempre, y muchos problemas con las herramientas CAD surgen de las interacciones sutiles entre los distintos sub-pasos y el orden en el que se realizaron, con el resultado de que no siempre van a surgir los mismos problemas aún en situaciones parecidas. En otros casos pueden ocurrir problemas directamente debido a problemas inherentes del software ("bugs") y se deben aplicar parches creados por los desarrolladores del paquete de software para eliminarlos, pero los diseñadores que usan dicho software no necesariamente saben de la existencia de dichos bugs y sus parches. El desempeño del software de CAD también depende de la plataforma sobre la cual se está ejecutando, y algunos problemas que tienen los diseñadores que usan dicho software pueden estar relacionados con aspectos de memoria real o virtual, el desempeño del procesador gráfico de la computadora, y otras situaciones parecidas con respecto al hardware.

Todos estos tipos de error se manifiestan de distintas maneras, y su detección (y solución) por parte de alguien que no los ha podido observar o enfrentar anteriormente (o con la suficiente frecuencia) puede no ser trivial, fácil, u obvia.

El personal que soporta a los usuarios de las herramientas CAD debe ser altamente experimentado para poder proporcionar soluciones rápidas a estos (u otros) tipos de problemas para que los usuarios puedan seguir con sus actividades relacionadas con el diseño con un mínimo de retrasos o interrupciones. Sin embargo, no toda la gente que proporciona soporte de software va a haber tenido la misma cantidad o los mismos tipos de experiencias con dicho software. Algunas personas pueden haberse enfrentado únicamente a ciertas variantes de algún problema en particular, o pueden no recordar (pueden no haber clasificado mentalmente de una manera adecuada) todo lo relacionado con cierto tema o problema. Otras pueden no haber tenido ninguna experiencia con versiones recientes del software. También puede ocurrir que el personal de soporte no siempre está disponible para intentar resolver un problema, y aún si están disponibles no siempre podrán contestar a una consulta inmediatamente.

Estos problemas potenciales nos llevan a la necesidad de contar con un sistema de información (con su base de conocimiento asociada) disponible para el personal de soporte de software y los usuarios de software de CAD que pueda cumplir con varias funciones. Este tipo de sistema de información tendría la capacidad de almacenar sistemáticamente el conocimiento relacionado con el uso de las herramientas de CAD conforme se vaya acumulando. Tanto los usuarios como el personal de soporte tendrían una interfaz hacia el sistema para poder realizar consultas y acceder a su conocimiento. La base de conocimiento almacenaría cada problema al que se hayan enfrentado los diseñadores así como las soluciones a las que finalmente haya llegado el personal de soporte. Serviría de mecanismo para que el personal de soporte pudiera compartir y distribuir su experiencia entre sí y también con los usuarios de las herramientas de CAD. También se convertiría en un documento histórico organizado de acuerdo con la forma y el orden en que se han tenido y resuelto problemas conforme hayan evolucionado las herramientas de CAD que hayan sido utilizadas (e indicaría quiénes han sido las personas que los han detectado y resuelto, es decir, quiénes tuvieron la experiencia directamente). Finalmente, se podría usar como base para el entrenamiento de nuevos usuarios avanzados de los paquetes de software o de nuevo personal de soporte para dichos paquetes. Es importante distinguir este tipo de sistema de la documentación en línea o impresa que puede estar disponible para los usuarios del software de CAD, puesto que organiza la información de una manera diferente y complementaria. También puede describir problemas y sus soluciones a un nivel de abstracción más amplio que la sección de “problemas típicos y bugs conocidos” que generalmente acompaña a los paquetes de software, y puede almacenar, agrupado en una sola entidad dentro de la base de conocimiento, cada uno de los problemas que pueden surgir debido a la interacción de múltiples factores, junto con sus soluciones.

CASO INDUSTRIA AUTOMOTORA

Objetivo

En este artículo describimos un sistema con las características antes mencionadas, y por razones de confidencialidad nos referimos a la compañía para la que se construyó como EA (Empresa Automotora). Esta compañía es la sucursal mexicana de una empresa multi-nacional fabricante de automóviles, y utiliza un sistema de CAD al que nos referimos como SistemaCAD. El propósito principal de nuestro sistema, al que llamamos AyudaCAD, es proporcionar una base de conocimiento que contiene los problemas y soluciones encontradas por usuarios del paquete SistemaCAD. En EA, cuando los diseñadores que utilizan SistemaCAD encuentran un problema, la persona que lo encontró generalmente llena una forma en línea en la que se describe al problema desde varios puntos de vista (tanto seleccionando algunas opciones predefinidas de un conjunto de botones como escribiendo en español en un cuadro de texto). El personal del grupo de soporte técnico que recibe dicha consulta en línea tiene que encargarse de encontrar la causa del problema. La forma en la que normalmente hacen esto es tratando de replicar las condiciones que llevaron al surgimiento del problema en su propia máquina y proponiendo una solución. El propósito de la base de conocimiento en AyudaCAD es de ayudar a este personal de soporte al darles una manera fácil de acceder al conocimiento corporativo que se tenga acerca de los problemas que hayan sido vistos anteriormente y sus soluciones, de tal forma que si se repiten dichos problemas el tiempo de respuesta al diseñador que los detectó se pueda ir reduciendo con respecto a la primera vez que se hayan detectado.

Solución

La Inteligencia Artificial (IA) es un campo de conocimiento complejo y multi-disciplinario, pero una tecnología de IA que tiene las características necesarias para implementar un sistema que pueda cumplir los propósitos de este proyecto es el razonamiento basado en casos (RBC; en inglés, Case-Based Reasoning, CBR) (Kolodner, 1993; Leake, 1996). El RBC

surgió a finales de los años 80 y principios de los años 90 como una metodología de IA alterna a los sistemas expertos tradicionales, que utilizan otros métodos o estrategias para realizar sus tareas de razonamiento. En este proyecto no propusimos un sistema de RBC, puesto que AyudaCAD no razona por sí sola; el sistema simplemente le proporciona conocimiento experto al usuario de tal forma que el usuario pueda resolver problemas (razonar) más ágilmente. Sin embargo, la herramienta sí está basada en casos. La característica principal de un sistema basado en casos es que se enfatizan las experiencias, los precedentes; éste es el tipo de conocimiento que almacena, y le proporciona a sus usuarios, AyudaCAD.

Estas experiencias o casos se almacenan en una base de casos (también conocida como memoria de casos). Cada caso en memoria contiene toda la información relevante acerca de una experiencia específica en el dominio de aplicabilidad del sistema (en este caso, problemas que surgen al utilizar el SistemaCAD) que puedan ayudar en situaciones similares en el futuro. Esta información relevante debe incluir por lo menos una descripción de un problema conocido (experimentado en el pasado) y una descripción de la solución que finalmente fue encontrada para dicho problema (pero a veces puede incluir información adicional relacionada con el problema, en caso de parecer ser de utilidad). Este es exactamente el tipo de información que EA tiene disponible acerca de los problemas que han experimentado sus empleados al utilizar el SistemaCAD; sin embargo, EA originalmente tenía almacenada dicha información de forma distribuida, en las mentes de su personal de soporte y, a un menor grado, en papel (de una manera desorganizada y sin estructura formal). Es por esto que pensamos en el uso del RBC como solución tecnológica para la construcción de AyudaCAD. La Figura 1 muestra la memoria de casos de AyudaCAD.

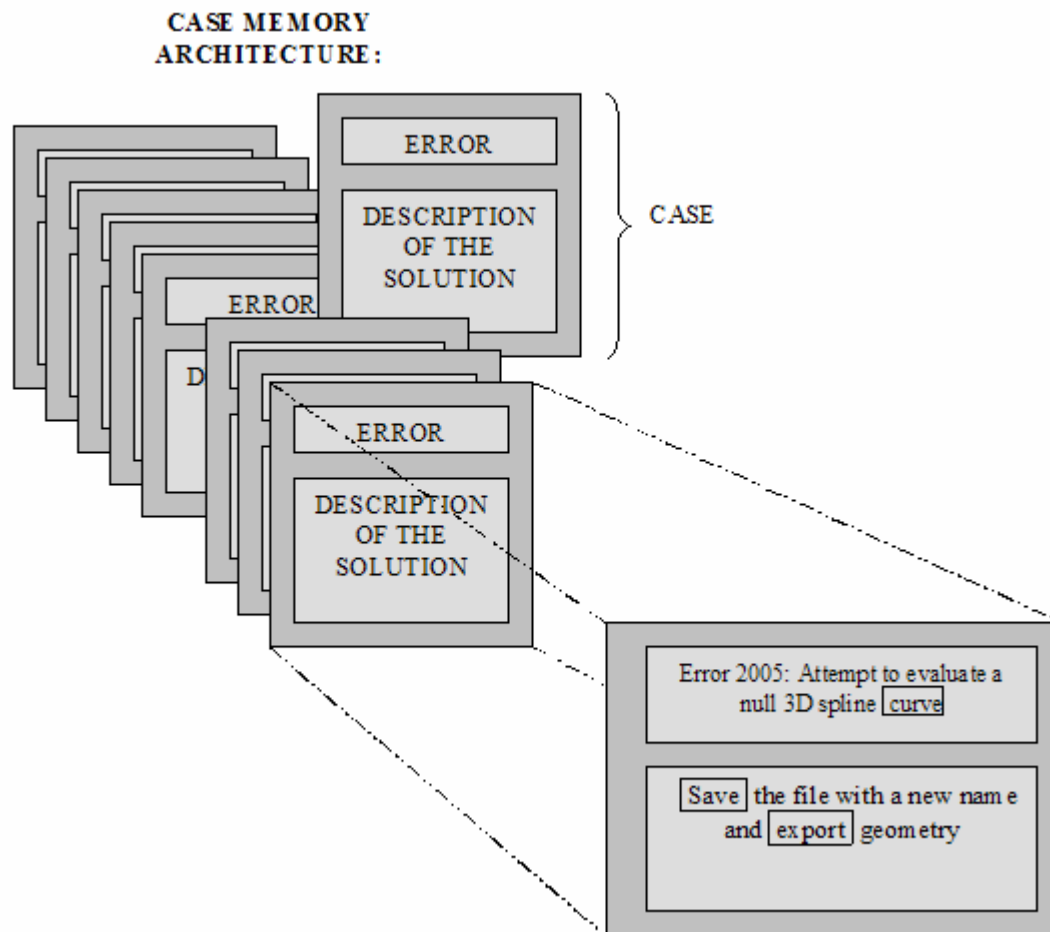


Figura 1. Memoria de Casos de AyudaCAD

Una vez que se tenga disponible una memoria de casos, el siguiente paso es determinar cómo se van a recuperar los casos correctos (los más relevantes), dado un nuevo problema. Si la memoria de casos sólo contiene tres o cuatro casos, cada uno se puede comparar con una descripción del nuevo problema para determinar el grado de similitud o relevancia, y recuperar

los mejores. Sin embargo, cuando hay muchos casos en memoria (que es lo que ocurre con AyudaCAD), la recuperación de casos es más eficiente si los casos que no son similares o relevantes se pueden descartar de la lista de posibles soluciones sin haberlos siquiera considerado (es decir, comparado con la situación actual) para determinar su relevancia. Esto implica que se necesita encontrar una forma de darle una organización interna a la memoria de casos, en lugar de que la memoria sea “plana” (que es lo que ocurre cuando es una simple lista de casos).

El problema de decidir cómo organizar internamente la memoria de casos está relacionado con el problema de decidir cómo se va a utilizar la información incluida en la descripción de un nuevo problema para decidir qué casos se van a recuperar de la memoria, algo que se conoce en el RBC como el “problema del indexado” (en inglés, indexing problem). Así como en una biblioteca se tiene un catálogo en el que una persona puede buscar un libro específico basándose en múltiples criterios (normalmente por lo menos autor(es), título y tema(s) principal(es)), una estrategia flexible de indexado da como resultado una memoria de casos organizada de tal forma que permite que la recuperación de casos sea flexible e inteligente. La razón por la que es deseable que la recuperación de casos sea flexible e inteligente es que los casos recuperados son donde están almacenadas las posibles soluciones al nuevo problema, y es esta información la que debe ser presentada al usuario. Por lo tanto la eficacia global de un sistema basado en casos depende de que este proceso de recuperación de casos produzca los mejores resultados que se pueda.

Para decidir cómo se iban a indexar los casos en AyudaCAD observamos la forma en que los usuarios de SistemaCAD en EA actualmente describen sus programas usando la forma en línea proporcionada por el personal de soporte de software dentro de EA. También observamos algunas descripciones de problemas antiguos que habían sido documentados en papel (no muy sistemáticamente, ni cubriendo un período histórico muy extenso de la existencia de la empresa). En base a dichas observaciones pudimos darnos cuenta de los términos y los conceptos que se utiliza en EA para describir los problemas a los que se enfrentan los usuarios de SistemaCAD, y la forma en que están interrelacionados dichos términos y conceptos (globalmente conocido como la ontología de dicho campo de estudio). Este método de indexado es parecido al que se sugiere en (LaBrie and St. Louis, 2003), aunque lo que almacenan ellos en su base de conocimiento son artículos de la revista MIS Quarterly, no soluciones a problemas comunes con el uso de paquetes de software.

Como resultado de este análisis, el método de indexado que proponemos para AyudaCAD es el siguiente:

- Los problemas que ocurren mientras se usa SistemaCAD se pueden clasificar en problemas que surgen debido a cuestiones de software (por ejemplo, el archivo que contiene un diseño específico ha sido corrompido o el sistema no puede leerlo o escribir datos en él), cuestiones más generales de diseño conceptual (por ejemplo, el usuario no sabe lo que es una operación de tipo “blend”), o cuestiones relacionadas con la interfaz (por ejemplo, problemas de compatibilidad entre las distintas capas de un diseño que se está realizando). Una de estas opciones es seleccionada por el usuario cuando llena la forma en línea para reportar la existencia de un problema. La opción elegida se puede utilizar como un índice, donde cada una de las distintas opciones apunta a un subconjunto distinto de los casos en la memoria. Si se decide clasificar los problemas que surgen al usar SistemaCAD de acuerdo con otros criterios, entonces se pueden agregar dichos criterios como índices adicionales, paralelos a los que se mencionan arriba, para que apunten a los subconjuntos de casos correspondientes en memoria.
- El usuario también proporciona una descripción en lenguaje natural (español) cuando llena el reporte en línea. Se puede tomar el texto incluido en esta descripción, encontrar las palabras clave que tienen un alto contenido semántico (Russell and Norvig, 2002), y considerar estas palabras como palabras clave. Algunos tipos de palabra como artículos (por ejemplo, “un”, “los”, etc.) y preposiciones (por ejemplo, “desde”, “para”, etc.) no contienen información que pueda usarse para distinguir entre un caso y otro. Sin embargo, otros tipos de palabra como sustantivos (por ejemplo, “archivo”, “objeto”, etc.), verbos (por ejemplo, “guardar”, “dibujar”, etc.) y adjetivos (por ejemplo, “invisible”, “grande”, etc.) pueden utilizarse como índices que apuntan a los subconjuntos de casos que tienen un contenido relevante a ellos (puesto que, por ejemplo, no todos los casos tienen información relacionada con algún problema que involucre un archivo).
- Dada la descripción de un nuevo problema, por lo tanto, algunos casos en memoria no serán recuperados, algunos se recuperarán de memoria debido a que fueron apuntados por algunos índices, y otros serán recuperados debido a que muchos índices habrán apuntado a ellos. Los casos recuperados se pueden ordenar de acuerdo con cuántos índices apuntaron a ellos. El caso más “popular” es el que tiene la mayor probabilidad de contener la solución buscada, o alguna solución a un problema similar (y los demás casos recuperados se pueden mantener presentes para que los usuarios puedan consultarlos en caso de querer buscar más alternativas de solución, o en caso de que el primer caso no haya sido de gran utilidad al final de cuentas).

Este esquema de indexado es flexible e inteligente debido a que:

- No proporciona una sola solución (que puede no resultar ser correcta una vez que un usuario humano la haya examinado), sino varias soluciones alternas ordenadas de acuerdo con su probabilidad de relevancia.
- Se pueden incorporar nuevos criterios como índices para ayudar a discriminar aún más entre los distintos casos recuperados conforme se agregue más y más conocimiento a la memoria de casos.
- La incorporación de casos nuevos (y la eliminación de casos viejos) involucra pocos cambios a la estructura interna de la memoria, puesto que cada índice apunta a una lista de casos, y esta lista simplemente tiene que incrementarse o disminuir en uno para agregar o eliminar el caso en cuestión, lo cual hace que el aprendizaje que realiza el sistema sea altamente eficiente, en lugar de que requiera una reorganización masiva de la memoria de casos y su contenido.

La Figura 2 muestra el esquema de indexado utilizado en la memoria de casos de AyudaCAD. Como se puede apreciar en la figura, algunos índices apuntan a varios casos, algunos a un solo caso, y algunos no apuntan a ningún caso, lo cual muestra la flexibilidad del esquema de indexado. Estas ideas resultan en un sistema dinámico cuya base de conocimiento puede ser fácilmente modificada. Como se puede ver, esta solución se ha diseñado para ser lo más general posible—se puede modificar fácilmente para incorporar casos que ayuden en la resolución de problemas con otros paquetes de software, no sólo SistemaCAD, se puede aumentar para permitir consultas en inglés, no sólo en español, etc. Se diseñó para ser escalable, con la idea de expandir su contenido y sus capacidades sin tener que alterar su estructura y su diseño.

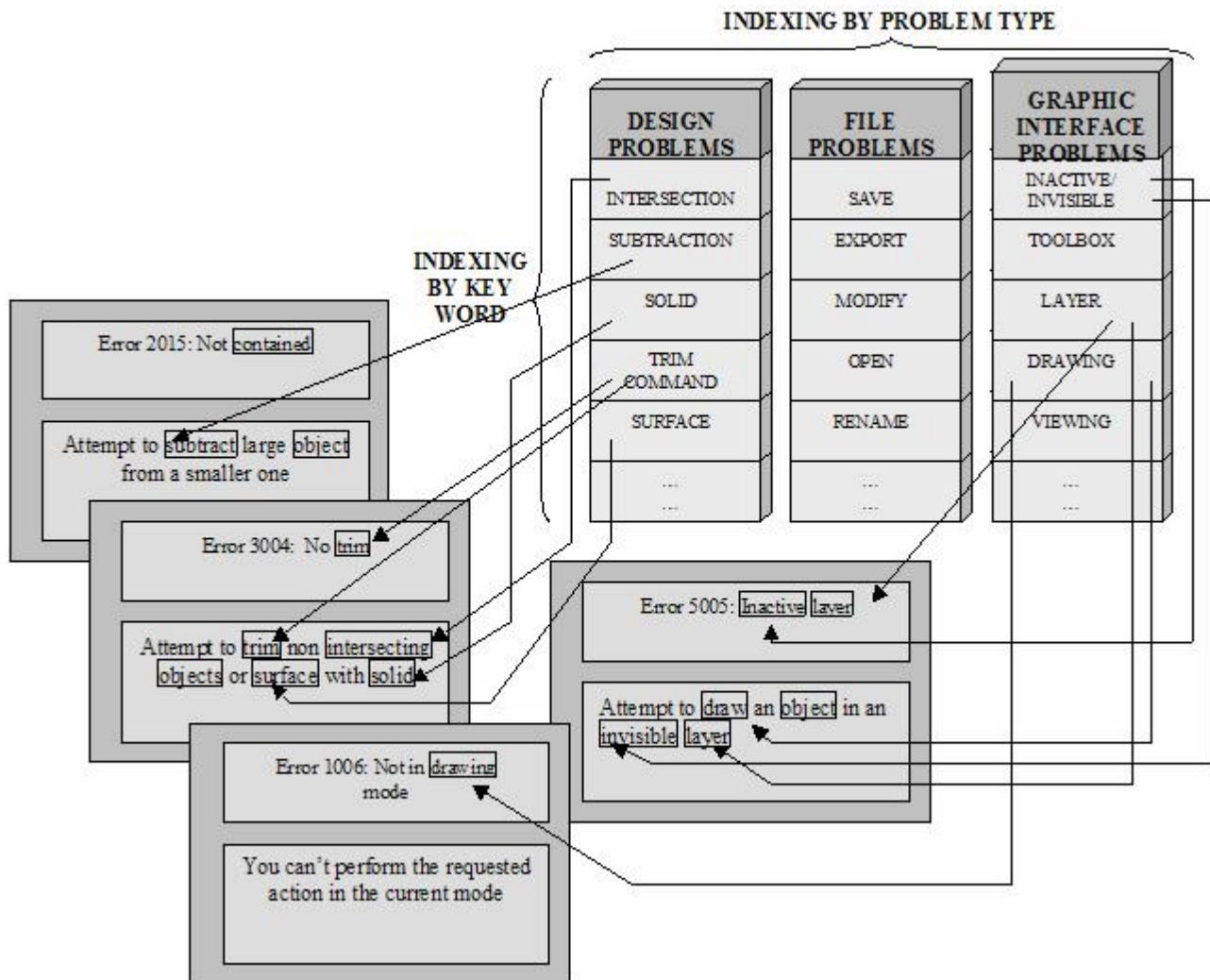


Figure 2. Esquema de Indexado de AyudaCAD

Fi

ANÁLISIS DE CASO

Implementación

La solución se implementó utilizando Excel para almacenar los casos y otra información importante, y usando Visual Basic for Applications (parte de Excel) para diseñar la interfaz y programar y hacer las distintas funciones de búsqueda y recuperación que se necesitan realizar cuando el usuario realiza una consulta. El uso de dichas plataformas para desarrollar AyudaCAD se debe a que fueron impuestas por la casa matriz de EA, que, con fines de estandarización, impone ciertas restricciones acerca de los paquetes de software que deben usar sus sucursales para ciertas tareas, por ejemplo para el manejo de hojas de cálculo y programación, de acuerdo con los proveedores que utiliza y las licencias que tiene o que está dispuesta a comprar o negociar. No era factible utilizar para este proyecto herramientas dedicadas a la creación de bases de conocimiento, ni lenguajes de programación poco utilizados. Por otra parte, el corporativo de EA no ha identificado al desarrollo y almacenamiento de bases de conocimiento como una tarea que sea importante de estandarizar, ni siquiera de llevar a cabo, y por lo tanto le deja a sus sucursales decidir si lo van a hacer o no, y les deja encontrar por sí solas la forma de hacerlo. En esta situación, la sucursal mexicana sí decidió que valdría la pena contar con un sistema como AyudaCAD y la forma en que se llevó a cabo el proyecto es que contactaron a los autores del presente artículo a través de un convenio que tiene EA con varias universidades de México. Se ha hablado de que otras sucursales de la empresa, en otros países, o la casa matriz, puedan también empezar a utilizar a AyudaCAD, pero por el momento esto no se ha hecho.

En AyudaCAD se permiten dos tipos de usuario, los “normales” que pueden describir nuevos problemas que descubren conforme utilizan el SistemaCAD, y los “expertos” que tienen privilegios de administrador y pueden modificar la información almacenada en los casos y el registro de usuarios autorizados. Aún más importante, los usuarios expertos son los que pueden consultar los nuevos problemas pendientes que hayan sido reportados por usuarios normales, buscarles una solución, y agregar dichas soluciones a nuevos problemas a la memoria de casos para que estén disponibles inmediatamente para su reutilización en caso de que los mismos problemas ocurran de nuevo posteriormente. Haber usado Visual Basic permite que AyudaCAD tenga una interfaz amigable y fácil de usar, y por lo tanto se evitan tener las interfaces complicadas y confusas que comúnmente se tienen en los paquetes de software que manejan bases de conocimiento.

Interfaz de la base de conocimiento

El acceso a la base de conocimiento se realiza a través de una de dos interfaces. Cuál de ellas se despliega depende de si el usuario que actualmente esté utilizando el sistema es un usuario normal o experto. La Figura 3 muestra las múltiples funciones disponibles a través de cada una de las interfaces para cada uno de los dos tipos de usuario.

Como se puede ver, son los usuarios expertos los que administran el conocimiento almacenado en la base de conocimiento. Esta base de conocimiento puede crecer de manera ilimitada conforme los expertos adquieran e ingresen más y más datos a la base. El conocimiento que se vaya acumulando se organiza e indexa de acuerdo con múltiples criterios, incluyendo información sobre las versiones que se estén utilizando del SistemaCAD. Los índices múltiples permiten la rápida recuperación de la información relevante cada vez que se le hace una consulta a la base de conocimiento. Los índices que se han utilizado reflejan el tipo de información que los expertos normalmente utilizarían de forma natural para describir y clasificar los problemas que pueden surgir durante la utilización del SistemaCAD aún si no tuvieran un sistema como AyudaCAD para almacenar y recuperar dicho conocimiento. A los casos recuperados se les asigna un peso de acuerdo con la cantidad de índices extraídos de una consulta apuntan a ellos, y así permiten al sistema ordenarlos con respecto a su probable relevancia o utilidad. La base de conocimiento representa la experiencia acumulada de todo el personal de soporte del SistemaCAD, y permite que dicha experiencia sea fácil de acceder tanto para el personal de soporte como los diseñadores que utilizan el SistemaCAD cotidianamente. Esta experiencia se mantiene en EA independientemente de si el personal de soporte que haya ingresado el conocimiento inicialmente sigue formando parte de la empresa, sigue en el mismo puesto, u otros factores que frecuentemente pueden impedir la transferencia de experiencia dentro de una organización. La cantidad de tiempo que debe ser invertida inicialmente para ingresar algunos casos a la base de conocimiento puede ser recuperada rápidamente debido a la cantidad de tiempo que AyudaCAD ahorra durante el proceso de reporte y corrección de errores durante el diseño.

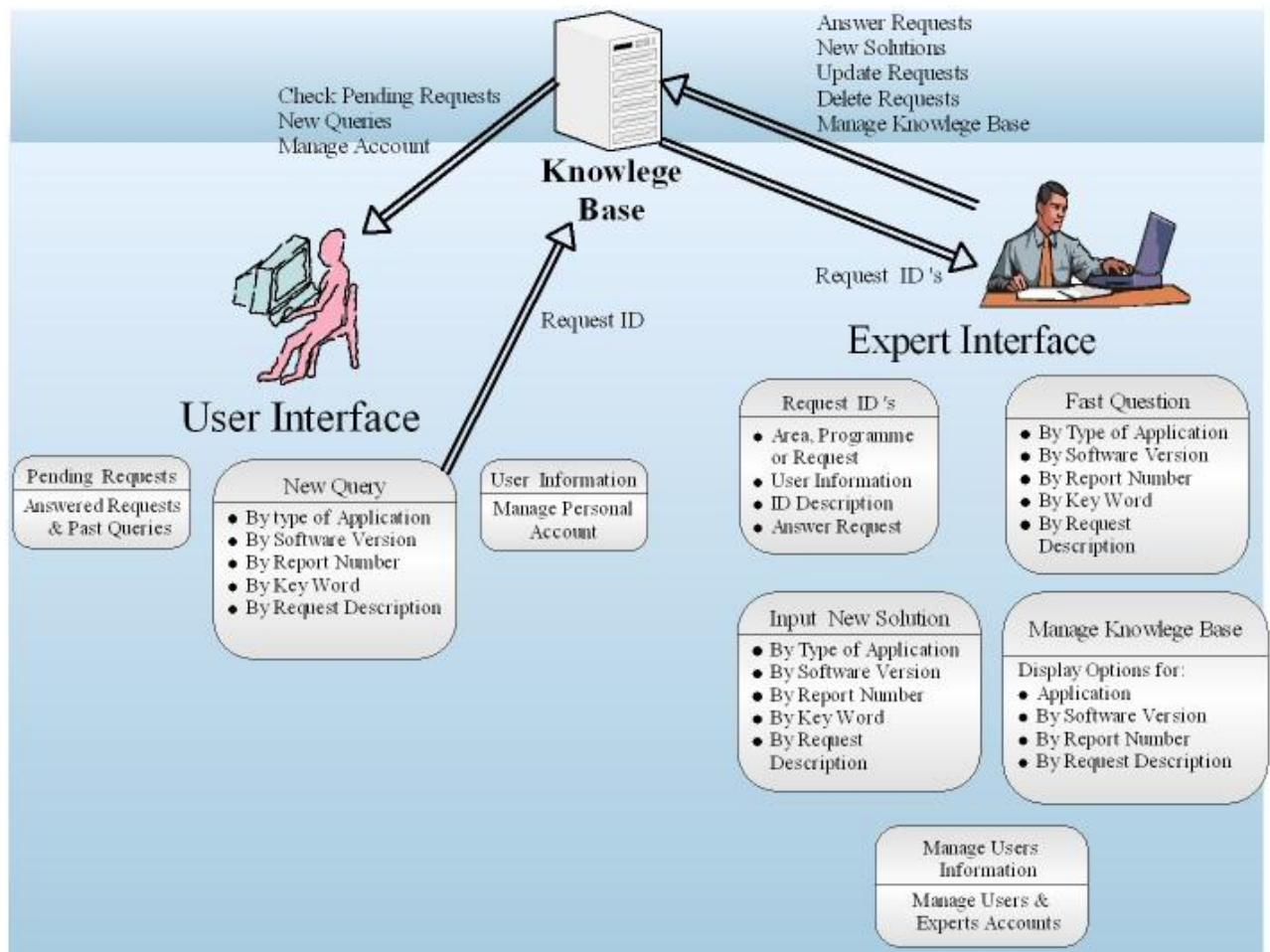


Figura 3. Funcionalidad disponible para los dos tipos de usuario de AyudaCAD

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y PROYECTOS RELACIONADOS

La empresa de manufactura automotora para la que construimos el sistema AyudaCAD se ha beneficiado ampliamente de su diseño e implementación. Su personal de soporte de software tenía algunas pocas carpetas que contenían anotaciones breves, sin ningún orden ni estándar notacional, acerca de algunos de los problemas a los que los usuarios del SistemaCAD se habían enfrentado. Las dificultades inherentes en este sistema de almacenamiento de experiencia, que no se basaba en las tecnologías de la información, se pueden comprender rápidamente.

Nuestro sistema tiene las características necesarias para sistematizar y automatizar gran parte del trabajo realizado por el personal de soporte de software sin requerir una gran inversión de tiempo, dinero, o esfuerzo. El sistema AyudaCAD se instaló con una base de conocimiento vacía y teniendo únicamente un usuario experto y un usuario normal registrado. En los últimos ocho meses, desde que se entregó AyudaCAD a EA, el sistema ha sido utilizado principalmente por usuarios expertos para empezar a grabar sus experiencias dentro de la base de conocimiento, en lugar de seguir el método previo que consistía en tener sólo por escrito, de manera informal y desorganizada, algunas anotaciones sobre algunos de los problemas de los usuarios del SistemaCAD. La idea es que pronto los usuarios "normales" también empiecen a emplear AyudaCAD. El personal de soporte de software de EA, cuyo trabajo se ha vuelto más eficiente y enriquecedor, ha estado ingresando sus experiencias de manera sistemática por órdenes de los dirigentes del área de ingeniería de diseño, lo cual muestra no sólo la utilidad de AyudaCAD sino también la seriedad con la que la empresa ha tomado este proyecto.

Las soluciones que encontramos para las necesidades de EA son bastante generales y no sirven únicamente para el ambiente en el que opera dicha compañía (la industria automotora) ni para la tarea específica que se requería realizar (soporte a los usuarios del SistemaCAD con problemas). Esta tarea requería del almacenamiento, administración, y recuperación más

eficiente, sistemática y automatizada de las experiencias corporativas relacionadas con ella. La interfaz del SistemaCAD se puede adaptar fácilmente para otras aplicaciones que requieren acceder a bases de conocimiento que representan la experiencia global de una organización a través de múltiples índices. El esquema de indexado también es genérico y se puede utilizar para la organización de casos (o conocimiento representado de otras formas) que representan conocimiento de distintos tipos, no sólo conocimiento sobre el soporte de software. Una futura aplicación sería utilizar la misma interfaz con una base de conocimiento distinta para proporcionar soporte para los usuarios de sistemas de ciclo de vida (en inglés, Product Life-Cycle Management, PLM), los cuales son similares al software de CAD en su tamaño y complejidad.

AyudaCAD no es el primer sistema basado en casos utilizado en la industria automotora. Para citar tres ejemplos, el proyecto reportado en (Zeid, Gupta, and Bardasz, 1997) describe cómo se puede utilizar el RBC para generar secuencias de acciones para el desensamblaje de automóviles y camiones de tal forma que se puedan aprovechar y reciclar sus partes; el sistema descrito en (Struss and Price, 2003) realiza el diagnóstico en tiempo real de los sistemas de un automóvil conforme se utiliza y opera dicho vehículo utilizando razonamiento basado en modelos, pero sugiere que los modelos se pueden adquirir, incluso de forma automatizada, en base a la generalización de múltiples casos (experiencias específicas); el trabajo de (Brueckner and Gerth, 2005) propone la utilización de múltiples técnicas de inteligencia artificial, incluyendo RBC, en la implementación de un sistema que permite diseñar el chasis de un automóvil de acuerdo con las especificaciones requeridas por el usuario. Sin embargo, estos sistemas cumplen funciones distintas a la de AyudaCAD, que sirve para almacenar y recuperar conocimiento de soporte de software de diseño. Este tipo de sistemas, comúnmente llamados “helpdesk systems” en inglés, sí ha sido estudiado desde el punto de vista del razonamiento basado en casos. Por ejemplo, (Kai et al., 1996) propone que los casos (y sus índices) contengan sólo texto en formato libre (en lenguaje natural). Sin embargo, en AyudaCAD nuestro enfoque es ligeramente distinto, puesto que proponemos utilizar como índices algunas palabras clave extraídas de algún lenguaje natural, pero que sean las palabras que contengan información sobre el significado y el contexto del problema a resolverse, no todas las palabras que puedan estar presentes, en cualquier combinación.

REFERENCIAS

1. Kolodner, J. (1993) *Case-Based Reasoning*, Morgan-Kaufmann Publishers.
2. Leake, D. (1996) *Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons, and Future Directions*, AAAI Press/MIT Press.
3. LaBrie, R. and St. Louis, R. (2003) Information Retrieval from Management Systems: Using Knowledge Hierarchies to Overcome Keyword Limitations, *Proceedings of the Ninth Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2003)*, pp. 2552-2563.
4. Russell, S. J. and Norvig, P. (2002) *Artificial Intelligence: A Modern Approach (Second Edition)*, Prentice Hall.
5. Zeid, I., Gupta, S.M., and Bardasz, T. (1997) A Case-Based Reasoning Approach to Planning for Disassembly, *Journal of Intelligent Manufacturing*, Springer Verlag, Vol. 8, No. 2, March 1997, pp. 97-106.
6. Struss, P. and Price, C. (2003) Model-Based Systems in the Automotive Industry, *AI Magazine*, American Association for Artificial Intelligence, Winter 2003, pp. 17-35.
7. Brueckner, S.A. and Gerth, R. (2005) Applying Distributed Adaptive Optimization to Digital Car Body Development, in Brueckner, S.A., Di Marzo Serugendo, G., Karageorgos, A., and Nagpal, R. (eds.) *Engineering Self-Organizing Systems: Methodologies and Applications*, Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3464, pp. 267-279.
8. Kai, H.C., Raman, P., Carlisle, W.H., and Cross, J.H. (1996) A Self-Improving Helpdesk Service System Using Case-Based Reasoning Techniques, *Computers in Industry*, Elsevier Science, Vol. 30, No. 2, September 1996, pp. 113-125.