

DEFINICIÓN DE UNA ARQUITECTURA PARA LA ASISTENCIA EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS

Rosario Vidal Nadal¹, Pablo Bermell García^{1p}, Elena Mulet Escrig¹,
Luis A. García Fernández²

¹ Departamento de Tecnología. Universitat Jaume I

² Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Computadores. Universitat Jaume I

RESUMEN

Se presenta un proyecto de investigación cuyo objetivo principal es desarrollar un nuevo sistema basado en el conocimiento (KBE) como ayuda al diseño de productos. El sistema considera las posibilidades actuales de modelado del conocimiento e incluye como innovaciones la adopción de los avances más recientes de la inteligencia artificial en el diseño e investigaciones propias sobre la teoría del proceso de diseño. El sistema se implementará en una arquitectura multiagente para permitir el modelado del conocimiento de la organización para ser aplicado en las actividades de diseño.

ABSTRACT

This paper reports an ongoing research project aimed to develop a new Knowledge Based Engineering (KBE) system to support product design. Current knowledge modelling capabilities of KBE are considered and enhancements are brought by the adoption of recent advances of artificial intelligence in design and research in design process theory. The system takes the shape of a multi-agent architecture thus enabling modelling of organisational aspects of design activities.

1. INTRODUCCIÓN

El término “gestión del conocimiento” ha cobrado especial relevancia en los últimos tiempos debido, en gran parte, al impacto que está causando el hecho de que, a pesar de que el conocimiento es intangible, haya pasado a considerarse un recurso de vital importancia en todo tipo de organizaciones. Bajo esta perspectiva, el conocimiento es un valioso ingrediente necesario para alcanzar objetivos como la

ventaja competitiva e incluso la supervivencia de organizaciones. Es por ello que, de acuerdo a numerosos trabajos de investigación y experiencias industriales, la efectiva gestión del conocimiento representa un importante factor de competitividad de la misma manera que lo es la gestión de la información (Segarra, 1999). En el campo del diseño, los diseñadores dedican aproximadamente un 25% de su tiempo en la consecución de información y conocimiento, tiempo excesivo que sugiere la necesidad de investigar en nuevas estrategias para gestionar el conocimiento del diseño (Gil et al, 2001).

Esta es una de las áreas prioritarias de investigación apuntadas por el documento de la NFS "Research Opportunities in Engineering Design" de abril de 1996. En este documento se establece que, dentro de las 12 líneas principales de investigación hasta el año 2006, las 4 líneas de mayor impacto serán: (1) el desarrollo de herramientas y técnicas para ayudar al diseño colaborativo; (2) el empleo de teorías normativas, métodos de diseño y modelos prescriptivos; (3) el desarrollo de herramientas e infraestructura para la integración de las etapas de diseño; y (4) el desarrollo de sistemas para el soporte a la información en el diseño.

Los sistemas CAD se han extendido ampliamente en las industrias y nadie duda de su contribución a la calidad del diseño y a la disminución del tiempo de formalización del diseño. Se prevé que la nueva generación de los sistemas CAD puedan, no sólo dibujar, sino también asistir a los diseñadores desde la fase de diseño conceptual y facilitar la compartición y reutilización del conocimiento. En esta dirección se desarrollan los Sistemas Basados en el Conocimiento (KBE). Algunas ventajas que presentan estos sistemas son la reducción del tiempo en la fase de diseño, la introducción de técnicas DFX (como Design for assembly, design for environment, etc.), la consideración automática de las normas y una mayor adquisición de conocimiento. La paulatina introducción de la tecnología KBE desde entornos como la industria aeroespacial y de automoción hacia otros sectores de menor volumen ha llevado al reconocimiento de los sistemas KBE como una de las tecnologías emergentes capaz de aportar ventajas competitivas para la industria manufacturera (Segarra, 1999).

Este artículo presenta las principales características de un proyecto cuyo principal objetivo es implementar una arquitectura KBE multiagente de soporte al diseño de productos.

2. TEORÍA DEL PROCESO DISEÑO

Los actuales sistemas KBE se han centrado en el diseño rutinario, que consiste en seguir un esquema definido en el que quedan fijadas las expectativas de lo que va a obtenerse.

El objetivo principal de nuestro proyecto es extender las posibilidades de estos sistemas para asistir a los diseñadores en el diseño creativo, que es aquel en el que se dan procesos que tienen el potencial de generar resultados imprevistos. El diseñador seguirá siendo esencial en el proceso de diseño, pero contará con el soporte de esta nueva herramienta.

Para que los sistemas KBE sean también un soporte del diseño creativo es necesario investigar en la teoría del proceso de diseño y desarrollar modelos que sean no sólo descriptivos, sino también computacionales, como el modelo de síntesis de Takeda (2001).

Otras teorías a considerar son la teoría de *diseño situado* (Gero, 1998) y la teoría de *co-evolución* (Takeda et al., 1990; Maher, 1996). En la teoría de diseño situado el proceso de diseño se concibe como un proceso ubicado en un determinado contexto o entorno con el que interacciona. Las decisiones que se toman están influenciadas por el contexto y por la interpretación que se hace del mismo. Esta teoría, aún no completamente desarrollada, presenta similitudes con la *Teoría de las Dimensiones* (Gómez-Senent, 1998), que considera al proceso de diseño como un proceso de resolución de problemas en el que intervienen una serie de actividades intelectuales que se agrupan en seis dimensiones: el proceso, las fases, el metaproyecto, los factores, las técnicas y los instrumentos. El problema de diseño se descompone en problemas simples, la resolución de cada uno de los cuales requiere la consideración de las seis dimensiones.

La teoría de co-evolución supone que la definición y la solución del problema co-evolucionan juntas. Esta co-evolución consiste en que la definición del problema lleva a la solución y la solución a su vez modifica el problema, intercambiándose información entre ambas. Estudios experimentales realizados con diseñadores corroboran esta evolución conjunta como una característica fundamental en el diseño creativo (Dorst et al., 2001).

Para permitir la compartición y la reusabilidad del conocimiento en diferentes dominios y tareas, se precisa utilizar mecanismos de modelado del conocimiento de diseño en un dominio y del modelado del conocimiento para resolver problemas de

diseño. Los últimos avances en el desarrollo de mecanismos que presentan estas capacidades residen en el empleo de Ontologías y de Métodos de Resolución de Problemas (MRPs).

Las Ontologías intentan capturar el conocimiento estático del dominio de una forma genérica y proporcionan un método común para la comprensión de los objetos y relaciones del dominio. Las Ontologías se suelen organizar en taxonomías que contienen primitivas de modelado tales como clases, relaciones, funciones, axiomas e instancias entendidas desde un punto de vista estructural (a diferencia de su uso en el modelado orientado a objetos en la que se representan desde un punto de vista operacional).

Los MRPs describen el proceso dinámico de razonamiento de un sistema KBE de una forma independiente del dominio y de la implementación. Un MRP especifica la forma de conseguir el objetivo de una tarea. Cada una de las tareas puede ser descompuestas en subtareas más simples especificando las entradas/salidas para cada una de ellas y la forma de componerlas para resolver la tarea general (Gómez-Perez y R. Benjamins, 1999). El empleo combinado de ambas metodologías, Ontologías y MRPs, proporciona un marco en el que poder especificar la forma en que se ha utilizado el conocimiento para el desarrollo de un determinado diseño.

Como punto de partida, el modelo del proceso de diseño se divide en dos bloques principales (Figura 1). El modelo independiente del objeto a diseñar o modelo lógico, que opera al nivel de inferencias lógicas, y en el que se controla la abducción y la deducción, que son el soporte principal de la síntesis en el diseño (Takeda, 2001).

El otro bloque es el modelo dependiente del objeto, que es un modelo basado en el razonamiento del objeto (model-based reasoning) y en el que se aporta una gran variedad de conocimiento y diferentes métodos de razonamiento. Se necesita que conocimiento diverso, que está basado en diferentes ontologías, sea compatible para alcanzar una solución de diseño. Estas ontologías deberán estar integradas con diferentes técnicas de inferencia como case-based reasoning, técnicas heurísticas, técnicas de optimización, etc.

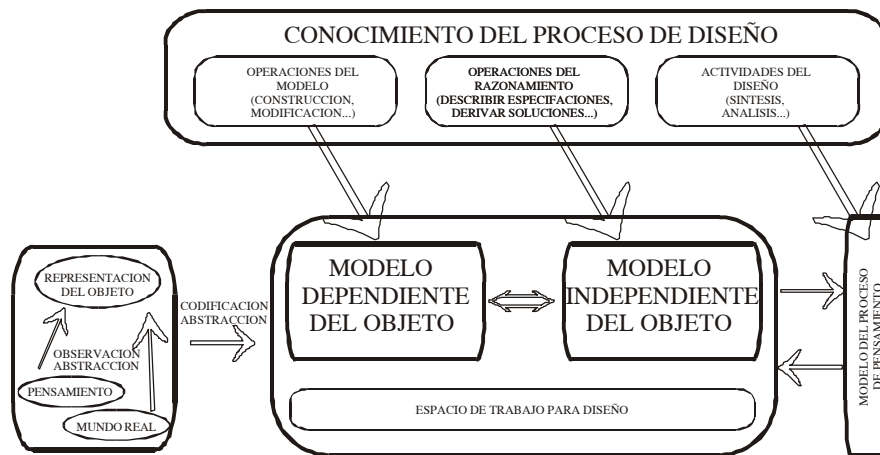


Figura 1. Modelo de síntesis

El modelo está basado en el conocimiento, para ello deben establecerse varias operaciones en el dominio del conocimiento para describir las actividades de los diseñadores. Las operaciones del conocimiento se descomponen en lógicas y de modelado del objeto. Entre las operaciones lógicas se encuentra la deducción de especificaciones a partir de soluciones de diseño y entre las operaciones de modelado se encuentran la construcción y la modificación del modelo.

Además, deben definirse otras operaciones que son combinaciones de las operaciones lógicas y de modelado como la adquisición de conocimiento, la resolución de conflictos, etc.

3. DISEÑO MULTIAGENTE

La arquitectura software del prototipo KBE a desarrollar seguirá la filosofía multiagente. Los agentes inteligentes son entidades (programas software o usuarios) que resuelven problemas con una cierta medida de autonomía y capacidad para comunicarse. El uso de agentes inteligentes ayuda a conseguir una mejor integración y funcionalidad en entornos de ejecución distribuidos, puesto que cada agente se encarga de una tarea específica que puede requerir de las interacciones con otros agentes que realicen otras tareas, como sucede en el ámbito de la ingeniería concurrente. Las principales ventajas en el empleo de agentes inteligentes se resumen en los siguientes puntos: 1) su estructura es modular; 2) pueden realizar la interfaz con otro software (herramientas analíticas, simuladores, sistemas CAD); 3) utilizan un conjunto de conceptos y terminología común (comparten ontologías), 3) emplean un lenguaje común para la transferencia de conocimiento; y 4) emplean un mismo protocolo de comunicación para la petición de información y servicios

entre los agentes. Otra valiosa característica de los sistemas multiagentes, y de gran utilidad en este proyecto, es su capacidad natural para representar e implementar aspectos organizacionales y sociales que pueden ayudar a identificar y/o resolver conflictos durante la definición y ejecución del sistema.

Objeto de investigación en el desarrollo de KBEs, y en particular a los KBEs aplicados a tareas de diseño, es el desplazamiento del enfoque de considerar los sistemas KBE de forma aislada (del mundo exterior y/o de las operaciones de otros sistemas autónomos) a tener en cuenta el grado de autonomía en la identificación de los objetivos a conseguir, la forma de intentar conseguirlos y los procesos de interacción que pueden suceder en entornos de ejecución dinámicos e imprevisibles. Es decir, se plantea la integración del paradigma multiagente (Wooldridge, 2002) en los KBEs aplicados al diseño (como las propuestas de Lander, 1997). En esta tarea es de destacar el esfuerzo desarrollado por Iglesias (Iglesias et al., 1997) para integrar el paradigma multiagente en el estándar CommonKADS (Studer et al., 1998). De nuevo, para facilitar la integración de diferentes agentes software en un sistema KBE se precisa de ontologías y protocolos de comunicación que permitan a los sistemas conversar utilizando un mismo vocabulario y semántica.

Como primera hipótesis de trabajo, el prototipo de arquitectura estará compuesto de varios agentes (Figura 2), cada uno con su propia base de conocimiento específica para su especialización. El núcleo central son los dos agentes que se corresponden con los modelos lógicos y de razonamiento del objeto del proceso de síntesis.

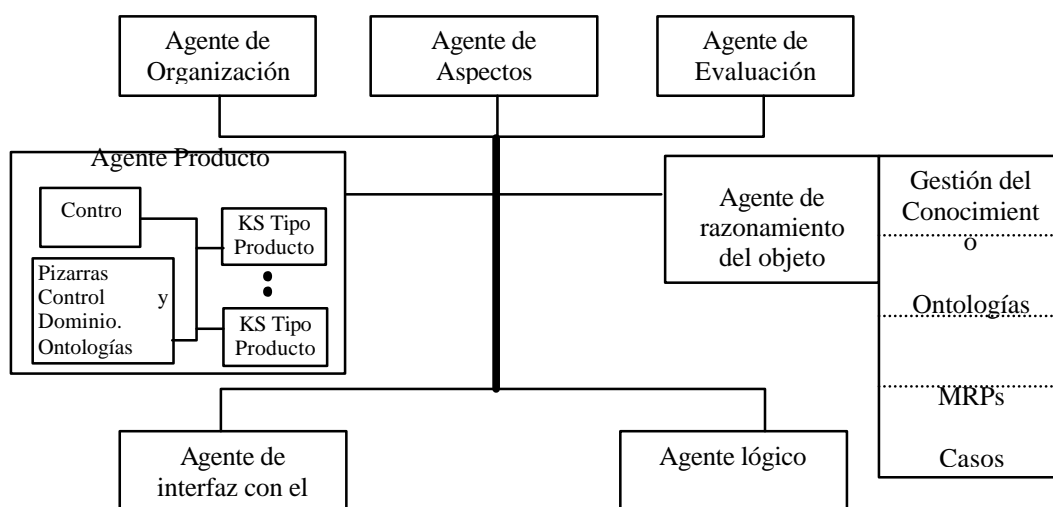


Figura 2. Esquema funcional del prototipo KBE multiagente

El agente de organización modela la organización, incluyendo aspectos como objetivos, estructura y estilos de trabajo de la organización, descripción de tareas, etc.

El agente de aspectos prácticos Integra en el sistema los modelos de conocimiento existente en la organización referente a consideraciones prácticas en el diseño de productos como conocimiento sobre procesos de fabricación, materiales, costes, impacto ambiental, etc.

El agente de interfaz con el usuario dispone de capacidades de representación de los requisitos de los usuarios y de los resultados de diseño.

El Agente de Tipo de Producto almacena, para cada tipo de producto, las fuentes de conocimiento que pueden ayudar a su diseño (bien sea el diseño completo o un subconjunto de los pasos necesarios para conseguir el diseño objetivo). El proceso se apoya en las ontologías y conocimiento concreto del tipo de producto almacenados en la pizarra de dominio. Este agente posee también una pizarra de control con la que poder alternar entre diferentes estrategias de control para obtener el diseño objetivo.

La evaluación de cada paso en la obtención del producto se realiza mediante el Agente de Evaluación junto con las restricciones impuestas por el Agente de Aspectos Prácticos y el Agente de Organización.

4. CONCLUSIONES

El Proyecto pretende investigar en la definición de un modelo basado en el conocimiento que asista en el diseño de productos. Se Implementará una arquitectura multiagente que permitirá el desarrollo modular del modelo y facilitará la adaptación a los productos de cada empresa. La herramienta pretende reducir el tiempo empleado en el proceso de diseño, automatizando tareas como generación de soluciones, documentos, búsquedas de información, cálculos, listados, etc.

REFERENCIAS

- Dorst K y Cross N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution. *Design Studies* 22, 425-437.
- Gero JS. (1998). Conceptual designing as a sequence of situated acts. *Knowledge-based systems* 10, 429-435.

- Gil, L., de los Reyes, E. (2001). Evaluación de una herramienta de gestión del conocimiento para la gestión de proyectos competitivos: aplicación en un instituto de investigación. Actas del XVII Congreso Nacional de Ingeniería de Proyectos, Murcia.
- Gómez-Pérez A. Benjamins V.R. (1999). Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components: Ontologies and Problem-Solving Methods. Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving methods, Stockholm, Sweden.
- Gómez-Senent Martínez E (1998). La ciencia de la creación de lo artificial. Un paradigma para la resolución de problemas. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Iglesias C.A., Garijo, M. González, J.C., Velasco, J.R. (1997) A methodological proposal for multiagent systems development extending CommonKADS.
- Lander S.E. (1997). Issues in Multiagent Design Systems. *IEEE Expert*. March-April 1997.
- Maher M.L, Poon J y Boulanger S. (1996). Formalising design exploration as co-evolution: a combined gene approach, en Gero J.S. y Sudweeks F. (eds) *Advances in formal design methods for CAD*.
- Segarra, G. (1999). "The advanced information technology roadmap." *Computers in Industry* **40**: pp 185-195.
- Studer, R., Benjamins, V.R. and Fensel, D. (1998). "Knowledge Engineering: principles and methods." *Data and Knowledge Engineering* **25**: pp 161-197.
- Takeda, H.; Veerkamp, P.; Tomiyama, T.; Yoshiokawa, H. (1990). Modeling Design Process. *AI Magazine*.
- Takeda, H.; Yoshioka, M., Tomiyama, T. (2001). A general framework for modeling of synthesis – integration of theories of synthesis. 13th International Conference on Engineering Design – ICED 01.
- Wooldridge M y Jennings N (1998). *Agent Technology: foundations, applications and markets*. John Wiley & Sons.

Correspondencia

Rosario Vidal Nadal. Departamento de Tecnología. Universitat Jaume I. Campus Riu Sec, 12071 Castellón. Tel: 964 728184. Fax: 964 728106. e-mail: vidal@tec.uji.es