

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DE DISEÑO EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE

Castells MJ⁽¹⁾, Barbosa R^{(p)(1)}, Peinado V⁽¹⁾, Vidal R⁽¹⁾, Mulet E⁽¹⁾, Bellés MJ⁽¹⁾

(1) Universitat Jaume I de Castellón, Escuela de Tecnología y Ciencias Experimentales.

SUMMARY

The goal of the project was to improve the design process of the products in the furniture industry. It consisted of investigating the definition of a knowledge-based model in order to assist in the design of the industrial products.

Firstly, a design process analysis and redesign was made through the process modeling. From the current design process model of the studied company a new design process model was achieved. In the new process, changes and consequences of introducing a new design tool, such as Catia V5, were reflected. Improvements referring to times, workflows, reduction of mistakes and better efficiency in the product design were achieved.

Then, an Informal Model was built up and developed with the product knowledge of the company. This model was the necessary way between the information that defines the product related with the company and the Formal Model, which is required for its application in computer programs for products design.

Finally, through using the program Catia V5, the prototype of a model was built up. That model allowed the achievement of variations in current designs automatically, taking into account the features and limitations of itself. Those automatic designs were gotten by the user, modifying the defined variables by introducing the searched parameters. In that way, a reduction of the time needed for current design and less mistakes of any type were achieved.

As a whole, the project achieved a reduction of times and mistakes, increased flexibility referred to changes in the product design and integration between the design tasks, and achieved a best product knowledge management in the company.

RESUMEN

El objetivo general de este proyecto era mejorar el proceso de diseño de los productos de la industria del mueble. Consistía en investigar en la definición de un modelo basado en el conocimiento para asistir el diseño de productos industriales.

En primer lugar se realizó un análisis y rediseño del proceso de diseño actual de la empresa estudiada mediante el modelado de procesos. A partir del modelo de proceso actual se obtuvo un nuevo modelo, en el cual se analizaban y reflejaban los cambios y consecuencias en el proceso ante la implementación de una nueva herramienta de diseño, como es el Catia. Se obtuvieron mejoras en aspectos de tiempo, flujo de actividades, reducción de fallos y una mayor eficiencia en el diseño.

Otro de los puntos del proyecto fue la construcción de un Modelo Informal, desarrollado con el conocimiento de producto de la empresa, el cual constituye el

paso necesario entre la información que define el producto en relación con la empresa y la obtención del Modelo Formal, requerido para su aplicación en herramientas informáticas para el diseño de productos.

Y por último, mediante la utilización de la aplicación Catia V5 se desarrolló un prototipo de un modelo que permite la obtención de variaciones en diseños desarrollados rutinariamente de manera automática, teniendo en cuenta las características y limitaciones del mismo. Esto se produce, cuando el usuario introduce los parámetros deseados, modificando así las variables definidas, produciendo de esta forma una reducción de tiempos y minimización en cualquier tipo de error.

Con todo ello se consigue una minimización de tiempos y errores, aumentar la flexibilidad en cuanto a la introducción de cambios en el diseño, aumentar la integración entre las actividades de producción y las actividades de diseño y una mejor gestión del conocimiento del producto por parte de la organización.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo general de este proyecto es mejorar el proceso de diseño de los productos producidos en la empresa Permasa, dedicada al diseño y fabricación de mobiliario de oficina. Esta mejora se va a llevar a cabo evaluando los siguientes aspectos del proceso de diseño:

- Se pretende reducir significativamente el tiempo de proceso de diseño, rediseñando el proceso con la ayuda del modelado de procesos, y dando paso a una automatización del proceso de diseño, la cual, mejorará la efectividad del diseño minimizando fallos y errores en el proceso.
- Aumentar la flexibilidad en cuanto a la introducción de cambios en el diseño.
- Aumentar la integración entre las actividades de producción y las actividades de diseño.
- Permitir una mejor gestión del conocimiento del producto por parte de la organización.

El proyecto se divide en tres partes principales. La primera parte, Gestión del Conocimiento en el Proceso de Diseño, la segunda parte, Gestión del Conocimiento de Producto, y la tercera y última parte, Aplicación del Conocimiento en Catia V5.

El estudio se limita al proceso de desarrollo de productos especiales, lo que sería el llamado diseño rutinario, que es el que presenta un mayor potencial para su automatización. En este proceso, los diseñadores se limitan a realizar pequeñas modificaciones de los productos del catálogo de la empresa, según los requerimientos de los clientes. Las modificaciones más comunes son de medidas y de material y acabado de los productos.

2. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL PROCESO DE DISEÑO

2.1. Desarrollo y análisis de la descripción del proceso actual

Con el fin de obtener toda la información necesaria para el estudio y análisis de la gestión del conocimiento de diseño de un modo organizado, se desarrolló la descripción del proceso mediante el Método de Modelado de Procesos IDEF3 [Kusiak et al, 1994][[Leong, 2000], consiguiendo el modelo del proceso de diseño seguido por la empresa correctamente documentado. Para la obtención del modelo se tomó como guía la metodología recomendada por el método IDEF3 [Mayer et al, 1995], recogiendo toda la información necesaria mediante entrevistas y cuestionarios realizados a los principales expertos dentro de la empresa, con los que se mantuvo un contacto constante. Seguidamente, toda la información obtenida se tradujo a los diagramas utilizados por el IDEF3, mostrando, en varios niveles de detalle, todas y cada una de las actividades que se realizan para la obtención de los diseños de los productos especiales, así como el flujo del conocimiento requerido para cada actividad a través del proceso.

2.2. Desarrollo y análisis de la descripción del proceso nuevo

El objetivo principal de este apartado del proyecto era analizar los efectos en el proceso de diseño ante la implementación de una nueva herramienta de diseño, como es el Catia V5, así que se desarrolló un nuevo modelo, mostrando el proceso de diseño que resultaría con la implantación del Catia en la empresa.

Con el uso de esta herramienta se conseguía la automatización de gran parte de las principales actividades a realizar en el proceso de diseño, como es la modificación de los componentes del producto, la obtención de los planos o la confección de los programas de Control Numérico, reduciendo el número de tareas requeridas para su ejecución. El uso del Catia facilitaba, además, la informatización del proceso, puesto que proporcionaba toda la documentación en formato digital (planos, listado de materiales, listado de componentes, etc.). La figura 1 muestra un fragmento del modelo Idef3 del proceso de diseño con el Catia implantado.

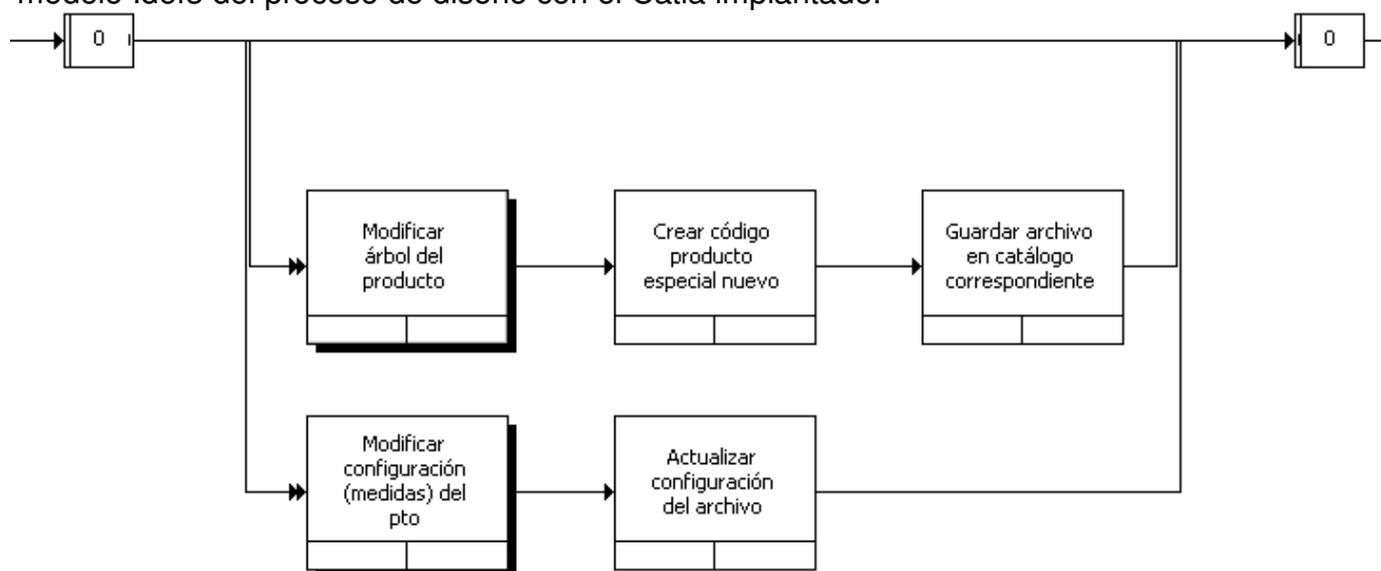


Figura 1. Fragmento del diagrama para el diseño de productos especiales.

2.3. Análisis comparativo de los procesos

La comparación de los dos procesos revela que la incorporación de Catia proporcionaría, de manera automática, toda la documentación necesaria, y que, mientras en el proceso nuevo toda la documentación se hallaría en formato digital, en el proceso actual todavía se utilizaban más de un 50% de los documentos necesarios en formato físico. Con el uso del formato digital en el nuevo proceso se reduciría la posibilidad de pérdidas de documentación y se agilizaría el proceso, eliminando actividades como fotocopiar documentos y tiempos de espera que aparecían en el proceso actual debido a que el intercambio de documentación entre departamentos se realizaba de forma manual.

Por otro lado, la automatización de las principales actividades en el nuevo proceso y la reducción del número de actividades debido a esta automatización, proporcionarían también unos tiempos de ejecución del proceso menores y un proceso más simple y homogéneo respecto al actual. Además, el hecho de que el Catia reuniera en una sola las tres aplicaciones que se necesitaban en el proceso actual (Microsoft Excel, base de datos AS400 y programas de CN), facilitaría el trabajo al diseñador, que podría trabajar con mayor comodidad sin tener que cambiar de una aplicación a otra, y ante una interfase bastante amigable, como lo es la del Catia y la de otros programas similares a éste.

Aunque el Catia como herramienta de diseño requiera de un tiempo de aprendizaje mayor, a la larga resulta más ventajoso que el uso de varias aplicaciones más sencillas que dificultan la automatización del proceso y aumentan el tiempo necesario para la ejecución del proceso, aumentado también la posibilidad de errores.

3. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DE PRODUCTO

La gestión del conocimiento de producto es uno de los elementos clave para poder conseguir los beneficios asociados a la utilización del KBE en el diseño de productos dentro de las empresas. El diseño es un servicio en el cual, debido a su condición de intangible, se manejan gran cantidad conocimientos de tipo tácito, que son aquellos que responden a esquemas no racionales como son la intuición, la creatividad, etc. Pero este tipo de conocimientos son principalmente usados en las etapas de diseño conceptual de producto, las cuales no son el principal punto de incidencia del KBE. Sin embargo es a partir de estas etapas cuando se empiezan a manejar conocimientos de producto de tipo explícito el cual se puede formalizar mediante reglas lógicas y representadas en diferentes niveles, bases de datos, conocimientos teóricos, procedimientos, experiencias, etc. La captura, mantenimiento, reutilización y regeneración de todo este capital intelectual, representará uno de los activos más importantes de las organizaciones, y en este sentido se hace conveniente la utilización del KBE (empleo de técnicas avanzadas de software para la gestión del conocimiento de producto y sus procesos) para este propósito.

Cabe resaltar que todos aquellos productos en los que se producen una gran cantidad de tareas de diseño rutinario cuyo conocimiento (explícito) está bien entendido son altamente susceptibles a la aplicación del KBE con el fin de automatizar dichas tareas de diseño. El primer paso en la aplicación del KBE en una organización es identificar aquellos posibles casos de aplicación, pero es fundamental estudiar su conveniencia, con el objetivo de evitar efectos no deseados.

Además se definió el alcance y el papel a desempeñar de la posible aplicación, estableciéndose así la realización de un ensayo con un armario perteneciente a la familia de productos especiales de la empresa, de tal manera que, la aplicación cubriera íntegramente el proceso de diseño del mismo. Posteriormente y de cara a la fase de captura del conocimiento de producto, fue necesario determinar y examinar las fuentes de conocimiento para poder tipificarlas (en humana, documentación física e informática) y así valorar la conveniencia del conocimiento disponible. En este caso existía una figura predominante como era la del jefe del departamento de diseño que responde al típico experto que posee la mayoría del conocimiento de producto, por lo que es una figura imprescindible. Por ello el medio principal para capturar el conocimiento y acceder a las demás fuentes fue mediante entrevistas, las cuales se prepararon debidamente, de acuerdo con el tipo de conocimiento que se quería capturar. En este sentido el enfoque en nuestro caso fue gradual obteniendo primeramente información más general sobre el proceso de diseño y finalmente información mucha más detallada y concreta del conocimiento de producto. Una vez capturado todo el conocimiento bruto es cuando se procedió a almacenarlo y clasificarlo según el tipo de conocimiento para poder estructurarlo, con el fin de construir un Modelo Informal del conocimiento entendible por el ingeniero del conocimiento y los expertos de la empresa. Para ello se utilizó la metodología MOKA [Stokes, 2001], ya que, es una metodología muy adecuada para aquellos casos de diseño rutinario y para manejar información como materiales, geometría, costes, etc. por lo que se procedió a estructurar el conocimiento utilizando las ICARE forms de MOKA que sostienen el conocimiento en función a cinco categorías, Restricciones, Actividades, Reglas, Entidades e Ilustraciones. Juntas forman el conocimiento total del producto y representan el mínimo requerido para la construcción del Modelo Informal, lo cual en nuestro caso fue suficiente. En la tabla 1 se muestra un ejemplo de ICARE FORM para un Regla. Por último se procedió a verificar el Modelo Informal comprobando si estaba construido correctamente, para asegurarse antes de proceder a construir el Modelo Formal. Para ello se facilitaron las ICARE forms al jefe del departamento de diseño para que comprobara convenientemente que el conocimiento sostenido en las ICARE forms era correcto.

MOKA ICARE FORMS		REGLAS
Nombre	Cálculo del ancho de la entidad base.	
Referencia	R_BA_A	
Objetivo	determinar el ancho de la entidad base	
Contexto, información, validez.	El ancho del armario queda definido mediante el ancho de la entidad base más dos el espesor del canto más los espesores de los costados drcho-izqdo en todos los casos.	
Descripción	El ancho de la entidad base es igual a el ancho del armario menos dos veces el espesor de los cantos y menos dos veces el espesor de los costados. drcho-izqdo $A_{base} = A_{armario} - 2(2mm) - 2(19mm) = A_{arm} - 42mm$	
Actividades relacionadas	AD_BA_1; AD_TA_1; AD_CO_ME1; AD_CO_ME2; AE_NI_1; AE_PE_1; AE_TU_1;	
Entidades relacionadas	E1_BA.F1; E2_CA_V; E1_CO_DR.F1; E1_CO_IZ.F1	
Restricciones	C_MP-1.1; C_MP-1.2; C_MP-1.3; C_MP-2.1; C_MP-2.2; C_MQ-1	

relacionadas		
Reglas relacionadas	R_NI_A; R_EX_A ; R_TU_A	
Ilustraciones relacionadas	I_PL-1.1; I_PL-1.2	
Origen de la información	Luis Piñón, director del departamento de producto de Permasa.	
Gestión	Autor	Ricardo Barbosa García
	Fecha	2/03/04
	Número de versión	1ª
	Estado	Completada.

Tabla 1. Plantilla de una regla para el diseño de armarios.

La consecución de los objetivos planteados para esta investigación demuestra que:

- El KBE es perfectamente aplicable a cualquier sector industrial, así como, a organizaciones de diferentes características.
- El MOKA proporciona un marco de trabajo para capturar, estructurar y almacenar el conocimiento de producto, de una manera flexible y manejable.
- Es posible obtener y manejar el conocimiento de producto, para descomponerlo en unidades de conocimiento.
- Es posible representar el conocimiento de una manera informal, mediante la construcción de un modelo informal valiéndose de las plantillas ICARE.
- El Modelo informal del conocimiento permite transmitir, compartir y almacenar el conocimiento de producto.

Ciertamente estas técnicas incrementan la eficacia y optimizan el proceso de diseño de productos, lo cual, visto desde una perspectiva industrial resulta muy ventajoso, pero no sustituyen la intervención del diseñador en la fase de diseño conceptual. A este respecto resulta positivo que surjan herramientas que asistan a los diseñadores en aquellas tareas repetitivas, eliminándonos en cierto sentido del trabajo engorroso.

4. APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN CATIA V5

Se tenía como objeto el estudio de las capacidades del CATIA V5, e introducir el conocimiento utilizado para el diseño de mobiliario de oficina, en nuestro caso un armario, en la aplicación de software. Cuando se habla de conocimiento se hace referencia a las bases que definen un determinado producto, bien sea de una pieza o de un mecanismo más complejo, en definitiva es un diseño creado y que tiene unas cláusulas para que funcione correctamente. El conocimiento viene determinado por la empresa que elabora el producto, por la legislación, por los materiales, etc. Este conocimiento se recoge de forma que sea tratado y gestionado para poder traducirlo al lenguaje del software en cuestión. Una vez introducida toda la información necesaria en el software, éste controla el buen funcionamiento del producto creado, teniendo en cuenta las restricciones del mismo, y evitando así cualquier posibilidad de fallo. El asistente toma decisiones, con un determinado orden, reduciendo así los posibles errores humanos que se suelen producir; es una forma de automatizar el diseño y llevarnos a maximizar la productividad y el

rendimiento creado. Los usuarios introducen el conocimiento en el diseño a través de fórmulas, reglas, tablas, etc. e influyen en la pieza, ensamblaje, mecanismo de diseño creado, en definitiva el producto.

De esta forma se pretende obtener mejoras de rentabilidad y productividad en cuanto a la etapa de diseño o cambios posteriores en el mismo.

Se utilizaron diferentes módulos del CATIA V5 [Cozzens, 2002], pero el proyecto se centró en las posibilidades que aportaba el módulo destinado al asesoramiento del conocimiento, el Knowledgeware, formado por Knowledge Advisor, Knowledge Expert, junto a otros. Se seleccionó este módulo porque hasta el momento no había sido muy experimentado y podía aportar beneficios a la empresa. El uso del Catia y de este módulo en concreto se utilizó en el desarrollo de un prototipo sencillo, como es un armario de oficina, pero con la finalidad de tener la posibilidad de extender su aplicación a otros productos.

Como resultado de la introducción en el Catia V5 del conocimiento extraído del armario se obtuvo un prototipo con las siguientes características (Figura 2):

- Para el cambio de tamaño del armario el usuario únicamente tiene que introducir tres parámetros fundamentales (alto, ancho y profundidad) del armario en la tabla de diseño y actualizarlos, con ello se obtiene cualquier tamaño del modelo y también puede seleccionar el acabado del mismo, visualizándolo en 3D. Con esto, el programa genera el tamaño del armario en función de las dimensiones que el usuario haya introducido, teniendo en cuenta las limitaciones del armario.
- También se generan los planos correspondientes al conjunto y a las piezas de éste. Los planos, al estar vinculados al objeto en 3D, cambian cuando cambia el tamaño de éste, obteniendo con ello un gran ahorro de tiempo.
- El programa puede realizar diferentes cálculos de las piezas o del conjunto que hayamos realizado en 3D. Puede realizar cálculos de masa, volumen, centro de gravedad, etc. Y con estos cálculos se puede comprobar de forma muy sencilla la estabilidad del armario, teniendo en cuenta el ensayo de la norma UNE 11-017-89.
- Además de todo esto, proporciona listados de los componentes de las piezas que se han elaborado (en formato .txt), de características de los materiales utilizados, de análisis estructurales, etc., que pueden resultar de gran interés para la empresa, por lo que respecta al la documentación requerida en el proceso del diseño de productos.

CONCLUSIONES

La experiencia realizada ha permitido a la empresa tener mejor conocimiento de cómo desarrolla el proceso de diseño y adoptar medidas correctoras cuyo objetivo es mejorar la eficiencia y la productividad.

Además se ha conseguido un valioso material para proseguir nuestras investigaciones dentro del proyecto MADIS, que persigue el desarrollo de una arquitectura multi-agente para la asistencia del diseño.

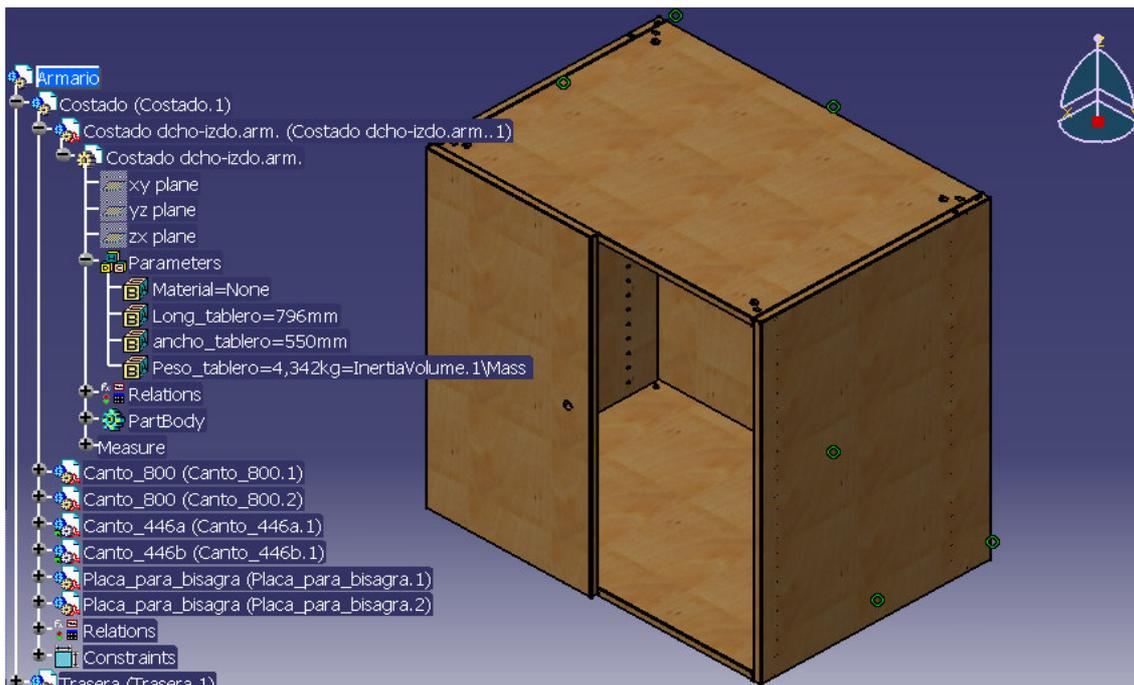


Figura 2. Imagen del armario comprobando el cambio de profundidad con una sola puerta ensamblada.

AGRADECIMIENTOS

La investigación forma parte de los proyectos DPI2002-04357-C03-01 del Ministerio de Ciencia y Tecnología con la co-financiación de fondos FEDER y “Modelado y gestión del conocimientos para la ayuda al diseño de productos en las Pequeña y Mediana Empresa” de la Fundació Caixa Castelló Bancaixa-Universitat Jaume.

BIBLIOGRAFÍA

Cozzens, R. *Catia V5 Workbook*. Schroff Development Corporation, 2002.

Kusiak, A., Larson, T.N., Wang, J. *Reengineering of Design and Manufacturing Processes*. Computers Ind. Engng. Vol. 26, 1994, pp 521-536.

Leong, A. C. *IDEF. A comprehensive Modelling Methodology for the Development of Manufacturing Enterprise Systems*. Singapore Institute of Manufacturing Technology. Operations & Supply Chain Applications Group, Manufacturing Information Technology Division. (MIT/00/022/OSCA), 2000.

Mayer, R.J., Menzel, C.P., Painter, M.K., de Witte, P.S., Blinn T., Perakath, B. *Information Integration for Concurrent Engineering (IICE). IDEF3 Process Description Capture Method Report*. Knowledge Based Systems, Inc. Texas, 1995.

Stokes, M. *Managing Engineering Knowledge. MOKA: Methodology for Knowledge Based Engineering Applications*. Professional Engineering Publishing Limited. United Kingdom, 2001.

CORRESPONDENCIA

Rosario Vidal. Universitat Jaume I. Avda Sos Baynat s/n. 12007 Castellón. SPAIN. Telf. +34 96 472 8184. E-mail: vidal@tec.uji.es URL: www.gid.uji.es