

# INTERFAZ CALIGRÁFICA PARA EL DISEÑO INDUSTRIAL

Ferran Naya Sanchis<sup>1p</sup>, Julián Conesa Pastor<sup>2</sup>, Manuel Contero González<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería

Universidad Politécnica de Valencia

Camino de Vera, 46022 Valencia (España)

<sup>2</sup> Departamento de Expresión Gráfica

Universidad Politécnica de Cartagena

Dr. Fleming, 30202 Cartagena (España)

## RESUMEN

En la actualidad continúan predominando las interfaces gráficas de usuario basadas en el paradigma WIMP (Windows, Icon, Menu, Pointing Device), lo que supone en ciertas ocasiones una excesiva rigidez para el diseñador en las primeras etapas del proceso de diseño, donde los bocetos realizados con lápiz y papel constituyen todavía la herramienta fundamental que permite expresar la creatividad del ingeniero. Debido a esto, la existencia de una interfaz gráfica de usuario basada en esbozos y gestos, resulta de gran interés, ya que facilitaría la comunicación y la creatividad del diseñador. Dentro de este contexto, el grupo de investigación REGEO ha desarrollado una aplicación para generar automáticamente modelos virtuales 3D, partiendo de dibujos a mano alzada en 2D. Esta aplicación automática se enmarca en la línea de lo que se denominan Interfaces Caligráficas. Aunque todavía queda mucho trabajo por hacer, la aplicación presenta mejoras en comparación con las formas tradicionales de modelado con ordenador, ya que la metodología utilizada para modelar es más familiar. Estudios preliminares muestran que nuestro sistema de modelado presenta ciertas ventajas respecto a los actuales sistemas CAD.

## ABSTRACT

At present user's graphics interfaces based on WIMP (Windows, Icon, Menu, Pointing Device) systems are still the most common technique, which in many cases involves an excessive stiffness for the user at the first stages of the design process,

in which pen-and-paper sketches are the basic tools to express the engineer's creativity. As a consequence, a user's graphic interfaz based on sketches and gestures becomes relevant as it should help the designer's communication and creativity. Within this context, the research team REGEO has developed a computer application to automatically generate 3D virtual models from freehand 2D drawings. This automatic application can be included in the research area of Calligraphic Interfaces. While much work remains to be done, the current application already shows gains with respect to more traditional forms of modeling in that it embodies a drawing approach familiar. Preliminary studies show that our modeling system compares favorably to commercial grade CAD systems.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Aunque los primeros antecedentes de los sistemas CAD actuales (Sutherland, 1936) utilizaron como elemento de entrada de datos dispositivos del tipo lápiz óptico, en la actualidad el paradigma WIMP (Window, Icon, Menu, Pointing Device) es el único disponible en los sistemas de diseño asistido por ordenador. Esto supone un problema, ya que estos sistemas no incorporan ninguna forma de croquizado que permita una rápida expresión de ideas ambiguas. Por lo tanto, los sistemas CAD adolecen de una excesiva rigidez en las primeras etapas del proceso de diseño, donde los bocetos realizados con lápiz y papel, representan todavía la herramienta fundamental que permite expresar la creatividad del ingeniero (Jenkins y Martin, 1993; Ullman, Wood y Craig, 1990).

Dentro de este contexto, existe una línea de investigación relativa a la utilización de dibujos o bocetos realizados a mano alzada, como vía para obtener modelos geométricos 3D. En esta línea podríamos distinguir dos variantes principales. La primera está basada en la interacción con el usuario mediante gestos que son reconocidos como comandos generadores de sólidos a partir de secciones 2D (Pereira, Jorge, Branco y Nunes, 2000). La segunda alternativa es el empleo de algoritmos, que a partir de un boceto que represente una proyección del objeto, procedan a su reconstrucción geométrica (Lipson y Shpitalni, 1996). Por último existe una línea híbrida que combina ambos enfoques (Schweikardt y Gross, 1998). En este marco presentamos la aplicación CIGRO (calligraphic interfaz for geometric reconstruction) cuyo objetivo es facilitar una herramienta fácil de usar, y adaptada al lenguaje universal del croquis, capaz de generar automáticamente modelos

virtuales 3D, partiendo de dibujos a mano alzada en 2D. Actualmente, el prototipo desarrollado es capaz de modelar objetos de tipología normalón y cuasi-normalón, a partir del esbozo de una vista axonométrica de los mismos. Se considera que una figura representa un normalón cuando sus aristas están orientadas según tres y sólo tres direcciones, y de tipología cuasi-normalón, si cumple la condición de que la eliminación de todas las aristas no paralelas a las tres direcciones principales no supone la pérdida de vértices en el esbozo. Esta aplicación integra una nueva interfaz gráfica de usuario (GUI) dentro de lo que se denominan Interfaces Caligráficas (interfaces basadas en esbozos y gestos). Este tipo de interfaz está basado en la utilización de una tableta gráfica LCD con un lápiz electrónico que permite al usuario realizar bocetos directamente sobre la pantalla. Sería el equivalente de un esquema “lápiz y papel” electrónicos, donde la comunicación se realiza por medio de bocetos.

## 2. APLICACIÓN PROTOTIPO

La aplicación prototipo desarrollada, cada vez que se modifica el boceto, ejecuta secuencialmente las siguientes etapas:

- Adquisición de datos (Figura 1a). Etapa encargada de interactuar con el usuario y de procesar la información de entrada a la aplicación a través del lápiz y de la tableta LCD. A partir de la nueva entidad esbozada se analiza su tipología, y en el caso de ser reconocida como una línea o el comando borrar, se procesa. En caso contrario la aplicación desestima la nueva entidad.
- Etapa de reconstrucción geométrica 2D. El objetivo de esta etapa es generar una base de datos adecuada a partir de la cual generar el modelo 3D. Para ello es necesario transformar la información obtenida en la etapa anterior en una figura

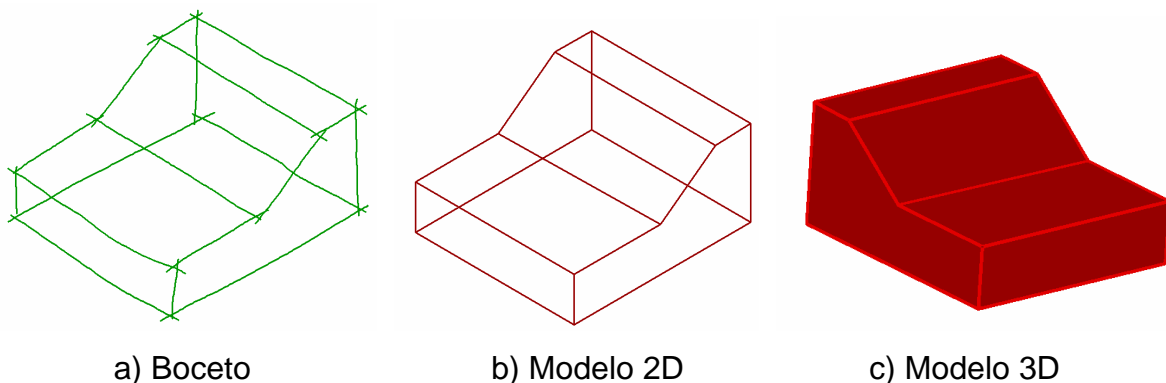


Figura 1. Etapas de la aplicación prototipo

perfectamente delineada (Figura 1b), definida con primitivas del tipo línea, que inciden en vértices correctamente definidos. Se trata de convertir los bocetos en figuras geoméricamente consistentes.

- Etapa de reconstrucción geométrica 3D. A partir de la estructura de datos generada en la etapa anterior, se genera el modelo 3D basándose en los algoritmos desarrollados para la reconstrucción de normalones y cuasi-normalones del grupo REGEO (Conesa, Company y Gomis, 1999). En esta etapa se trata de obtener un modelo geométrico tridimensional (Figura 1c), a partir de una figura vectorial, utilizando la información sobre geometría tridimensional del objeto que está implícita en la figura de partida.

### 3. INTERFAZ CALIGRÁFICA

La interfaz de la aplicación es la encargada de interactuar con el usuario y basa su funcionalidad en minimizar la interacción con el sistema, intentando aproximarse en lo posible al esquema tradicional de “lápiz y papel”.

El modo de interacción del usuario con la aplicación prototipo desarrollada es a través del uso de un lápiz electrónico y de una tableta LCD, como si estuviese dibujando con un lápiz sobre un papel (Figura 2).



Figura 2. Interacción del usuario con la aplicación

La aplicación genera automáticamente el modelo 3D correspondiente, y no necesita en ningún momento de información adicional por parte del diseñador. La actualización del modelo 3D reconstruido se realiza cada vez que se produce algún cambio en el esbozo de entrada, bien sea porque se añade una nueva arista, bien

sea porque se elimina una arista existente, de tal forma que el usuario en todo momento está viendo la evolución del modelo tridimensional.

En la Figura 3 podemos ver la secuencia de operaciones (simples gestos) para editar un modelo 3D existente (Figura 3a), con la finalidad de obtener un nuevo modelo (Figura 3g), de un modo natural e intuitivo.

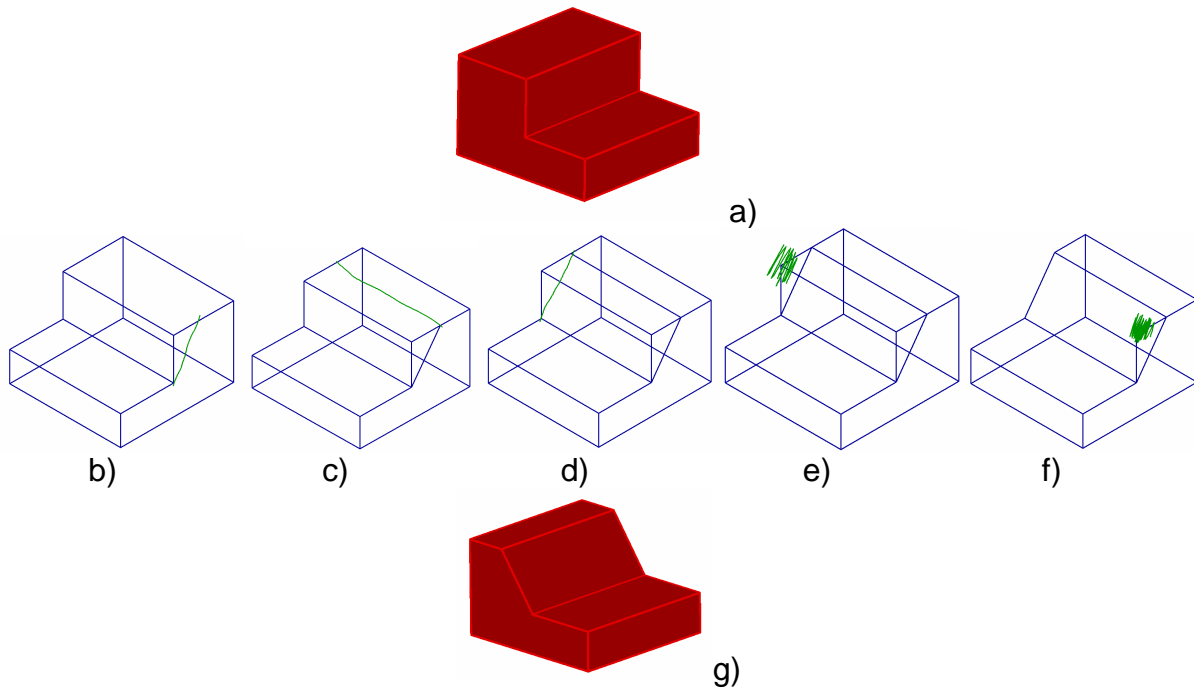


Figura 3. Edición de un modelo 3D existente

Por lo tanto, la familia de gestos utilizada por el usuario queda reducida a los siguientes comandos:

- Nueva arista (Figura 3 b-c-d). El usuario simplemente traza las líneas del boceto que formarán la vista axonométrica del cuerpo que se desea modelar.
- Eliminar arista (Figura 3 e-f). En caso de tener que borrar alguna parte del boceto, es suficiente con rallar sobre la entidad(es) que se desea eliminar.

La aplicación por tanto, es la encargada de reconocer la tipología de la nueva entrada realizada por el usuario, y de ajustar unas líneas con otras, intentando captar la intención del diseñador.

La interfaz se ha diseñado con la finalidad de que el usuario no se preocupe en ningún momento de la aplicación. Es decir, su única preocupación debe ser la creatividad, y no se necesita de su atención para navegar por menús o para elegir entre comandos de barras de herramientas. Se trata de reproducir lo más fielmente

posible, la situación y sensaciones del diseñador cuando se sienta en una mesa, coge un lápiz y un papel, y empieza a trazar líneas que formarán el boceto del objeto.

Además, debido a que para la aplicación es indiferente el orden y la forma en que se dibujan las entidades, son múltiples las formas en que el usuario podría realizar el boceto de un mismo objeto, de modo que el diseñador no debe preocuparse del orden o metodología a seguir.

#### 4. EVALUACIÓN PRELIMINAR

Aunque la interfaz de la aplicación presentada en esta comunicación no es más que un prototipo, puede considerarse una herramienta para analizar la viabilidad de desarrollar nuevas interfaces gráficas de usuario para el modelado de objetos.

Para ello, un usuario experto en una aplicación CAD comercial y en nuestro sistema ha modelado los modelos representados en la Figura 4. En esta experiencia se han contabilizado el número de operaciones elementales requeridas para crear estos modelos, tanto en nuestra aplicación como en el sistema CAD comercial. Los resultados se presentan en la Figura 5.

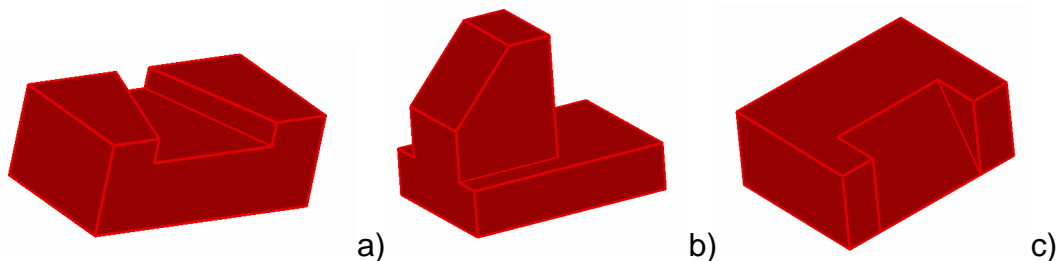


Figura 4. Ejemplos

También se han realizado pruebas con usuarios no expertos en nuestra aplicación, para conocer la facilidad de aprendizaje de nuestro sistema y su simplicidad de uso. A partir de estas experiencias, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La interfaz de nuestra aplicación permite trabajar de una forma más cómoda, intuitiva y natural que los actuales sistemas de modelado.
- Existe una clara diferencia entre las operaciones elementales utilizadas en nuestra aplicación y las utilizadas en los sistemas CAD. En los sistemas CAD actuales se distinguen las siguientes operaciones elementales: Selección de menús, introducción de información geométrica y visualización. En cambio en

nuestra aplicación se distinguen las siguientes operaciones elementales: esbozar aristas, borrar aristas y visualización.

- En los sistemas CAD la mayor parte de las operaciones elementales son de navegación por menús (75 %), y sólo una parte de ellas se dedica realmente al proceso de dibujar las entidades (20%) y manejar la visualización del modelo tridimensional (5%).
- Los usuarios destacaron la facilidad con que se podía empezar a modelar, sin necesidad de un tiempo de aprendizaje. En general, para empezar a modelar con los sistemas actuales de CAD es necesario un tiempo de aprendizaje de la aplicación.
- Comentaron que una herramienta de este tipo para las primeras etapas del proceso de diseño, era algo muy interesante, ya que favorece la creatividad del diseñador. Además, el usuario no tiene que preocuparse de la función de modelado a utilizar y simplemente centrarse en la etapa de diseño.

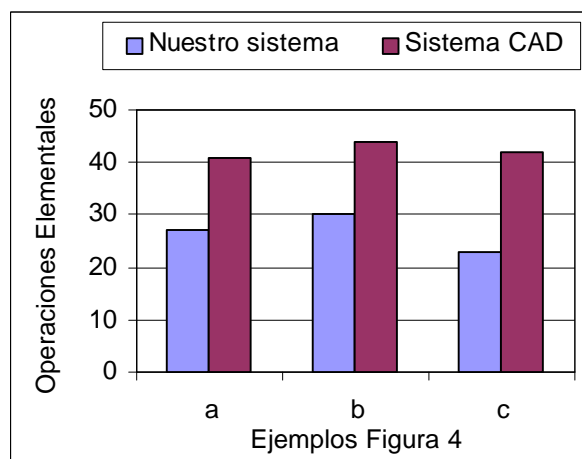


Figura 5. Comparación del número de operaciones elementales

## 5. CONCLUSIONES

A pesar del predominio de las interfaces gráficas de usuario basadas en el paradigma WIMP (Windows, Icon, Menu, Pointing Device), el desarrollo de nuevos tipos de interfaces, como es el caso de las denominadas interfaces caligráficas, abre nuevas perspectivas, para el desarrollo de herramientas orientadas a satisfacer las necesidades del diseñador en las primeras etapas del proceso de diseño, donde se suelen utilizar esbozos para representar de un modo rápido las ideas creativas.

El prototipo presentado en la presente comunicación, ofrece un esquema innovador de interacción, en el que se libera casi totalmente al usuario del aprendizaje de una

serie de comandos, permitiendo la comunicación fluida de este con el sistema, y facilitando la creatividad. Las tabletas gráficas LCD y la nueva tecnología de los Tablet PC van a permitir a corto plazo, el desarrollo de nuevos conceptos en la interacción hombre-máquina, que faciliten el empleo de bocetos y diagramas como mecanismos naturales de comunicación.

El prototipo desarrollado ha permitido comprobar la viabilidad del concepto de modelado a partir de croquis a mano alzada. En un futuro nos proponemos aumentar al abanico de configuraciones geométricas soportadas, y el control dimensional de los objetos modelados mediante un sistema paramétrico de control.

## **6. REFERENCIAS**

Conesa, J et al. (1999) Initial Modeling Strategies for Geometrical Reconstruction Optimization-Based Approaches, 11th ADM International Conference on Design Tools and Methods in Industrial Engineering, 8-12 Diciembre, Palermo

Jenkins, D.L. y Martin, R.R. (1993), The importance of free-hand sketching in conceptual design: automatic sketch input, Design Theory & Methodology DTM 93, Ed. T. K. Hight, L. A. Stauffer, ASME Vol. DE-53, 115-128

Lipson, H. y Shpitalni, M. (1996) Optimization-Based Reconstruction of a 3D Object from a Single Freehand Line Drawing, Computer Aided Design, 28 (8), 651-663

Pereira, J. et al. (2000) Towards calligraphic interfaces: sketching 3D scenes with gestures and context icons, WSCG'2000, 7-11 Febrero, Plzen

Schweikardt, E. y Gross, M.D. (1998) Digital Clay: deriving digital models from freehand sketches, ACADIA'98, 22-25 Octubre, Canada

Sutherland, I.E. (1963) Sketchpad: a man-machine graphical communication system. Spring Joint Computer Conference, 329-346

Ullman, D.G. et al. (1990) The importance of drawing in the mechanical design process, Computers and Graphics, 14 (2), 263-274

## **7. CORRESPONDENCIA**

Ferran Naya Sanchis

Dep. de Expresión Gráfica en la Ingeniería, Universidad Politécnica de Valencia

Camino de Vera, 46022 Valencia (España)

Teléfono: +34 96 38 79516. Fax: +34 96 38 79513. E-mail: fernasan@degi.upv.es