

Generación de modelos sólidos a partir de bocetos

J.Conesa Pastor, J.L.Saorín Pérez⁽¹⁾, M.Contero González⁽²⁾,
F.Naya Sanchis⁽²⁾

*ETSII. Universidad Politécnica de Cartagena. C/ Doctor Fleming s/n 30.202 Murcia
Telf. 968.32.64.77 e-mail: julian.conesa@upct.es*

*(1) Universidad de la Laguna Avda. Ángel Guimerá Jorge s/n 38.204 La Laguna
Tenerife*

*(2) DEGI – ETSII. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n, 46022
Valencia*

Resumen.

Este trabajo se enmarca dentro del desarrollo de una herramienta de soporte a la fase de diseño conceptual del desarrollo de producto, que mediante la definición de un boceto en perspectiva realizado mediante una tableta gráfica LCD, la superación de una fase de reconstrucción 2D pasa a alimentar un motor de reconstrucción geométrica, que genera un modelo de superficies del objeto reconstruido. Actualmente esta aplicación exporta la geometría del objeto reconstruido en los formatos DXF y VRML. El objetivo de este trabajo es ampliar las opciones de salida de esta aplicación, para permitir la reutilización de los modelos reconstruidos en otras aplicaciones CAD. Para ello se ha elegido el protocolo de aplicación 203 de ISO 10303 (STEP), siendo necesario para ello, la generación de un modelo b-rep del sólido reconstruido. En esta ponencia se presentan los algoritmos implementados, para lograr la conversión del modelo de superficies de partida, en un auténtico modelo sólido b-rep.

Palabras clave: Reconstrucción Geométrica, Interfaces caligráficas

1. Introducción

Mientras que las prestaciones ofrecidas por los sistemas CAD, han tenido un desarrollo imparable en las últimas décadas, los interfaces de usuario de estas aplicaciones no han experimentado una evolución de las mismas proporciones. El grupo de investigación de Reconstrucción Geométrica, REGEO [1] lleva una línea de trabajo, encaminada a estudiar la viabilidad de nuevos enfoques, más naturales en la comunicación hombre-máquina, en el ámbito de los sistemas CAD.

Este trabajo se enmarca dentro del desarrollo de una aplicación que integra por una parte, la definición de un boceto en perspectiva de la figura que se desea modelar mediante una tableta gráfica LCD, que posteriormente tras una fase de reconstrucción 2D pasa a alimentar un motor de reconstrucción geométrica [2], que genera un modelo de superficies del sólido reconstruido. Actualmente esta aplicación exporta la geometría del objeto reconstruido en los formatos DXF y VRML [3]. El objetivo de este trabajo es presentar el procedimiento empleado para generar un modelo de sólido B-rep a partir

del modelo de superficies obtenido en el proceso de reconstrucción, y la posterior utilización del mismo para generar un archivo en formato STEP (ISO 10303), que permita la reutilización de la geometría en otras aplicaciones CAD. Para este último paso se ha elegido el protocolo de aplicación 203, que en la actualidad está presente en la mayor parte de las aplicaciones CAD comerciales.

En la figura 1 se puede observar el funcionamiento del sistema desarrollado, donde el usuario progresivamente va esbozando su diseño, y se procede automáticamente al reconocimiento de la entidad dibujada, y su ajuste inteligente con las entidades que se encuentren próximas a ella. También se realiza de forma automática la partición de un segmento, cuando una nueva línea apoya sobre él. La acción de borrar es tan sencilla como la de rayar las entidades que deseamos borrar.

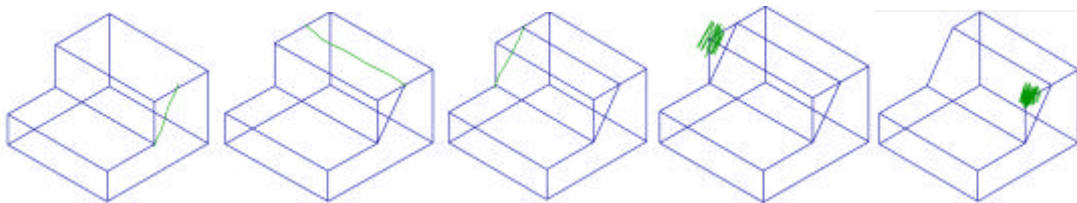


Figura 1. Ejemplo de modelado incremental con el sistema desarrollado

2. Descripción del algoritmo

Para llevar a cabo nuestro objetivo es necesario determinar y orientar adecuadamente los vectores normales asociados a cada cara, de tal forma que sea posible determinar el interior del sólido. Los datos de partida son únicamente la lista de vértices que compone cada cara del modelo. Los datos de salida deben ser un conjunto de vectores unitarios asociados a cada una de las caras del modelo, y orientados de manera que todos ellos apunten hacia el exterior del modelo.

Los distintos algoritmos que se presentan en este trabajo, han sido implementados en C++, aprovechando las capacidades de las librerías de Open-GL para la visualización tridimensional de los resultados. El algoritmo desarrollado puede resumirse en los siguientes subapartados.

2.1 Obtención de vectores normales a las caras del modelo.

Esta etapa se reduce a obtener el producto vectorial (V_3) de dos vectores (V_1 y V_2) que concurren en un mismo vértice de la cara. La elección aleatoria de estos vectores hace

que no pueda definirse de antemano el sentido que el vector resultante pueda tener (Figura 2).

2.2 Obtención de puntos interiores a caras.

Se trata de determinar un punto que pertenezca a la cara que está siendo examinada, de tal forma que dicho punto sea interior a la cara. Para ello, el algoritmo implementado realiza los siguientes pasos (Figura 3):

- Selecciona de entre todos los vértices de la cara, aquel que, no perteneciendo a ninguna arista horizontal, tenga menor coordenada “x” en la proyección de la imagen (V).
- Selecciona una de las aristas de la cara examinada que concurre en dicho vértice (a) y obtiene las coordenadas de su punto medio ($P_m(x,y)$).
- Obtiene el primer punto de intersección (P_i) de la recta definida en la forma $y = P_m(y)$ con el resto de las aristas de la cara.
- Define como punto interior a la cara (P), el punto medio de P_m y P_i .

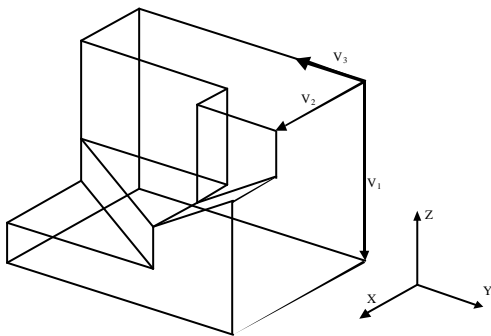


Figura 2. Obtención de vectores normales a caras

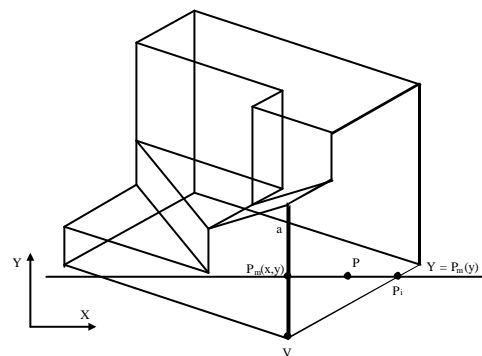


Figura 3. Obtención de un punto interior a una cara

2.3 Evaluar el sentido de los vectores normales.

Haciendo coincidir el origen del vector sobre el punto interior a cada cara, se habrán obtenido vectores (V) que, siendo perpendiculares a la cara, pasan por un punto interior de ésta (Figura 4).

Para definir completamente la estructura de datos asociada al modelo B-rep, falta por determinar si en sentido aleatorio tomado por el vector es o no el correcto. Esta evaluación se realiza de acuerdo con el siguiente algoritmo:

- Se determina la arista (a) definida por el punto interior y el vector normal al plano de la cara del modelo.
- Se obtienen los puntos de intersección de dicha arista con el resto de las caras del modelo (Q) (Figura 5).

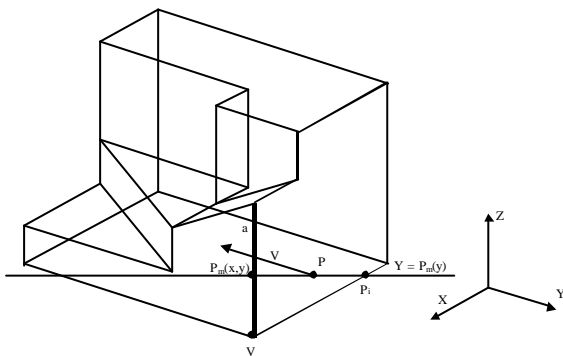


Figura 4. Vector normal a una cara del modelo pasando por un punto interior

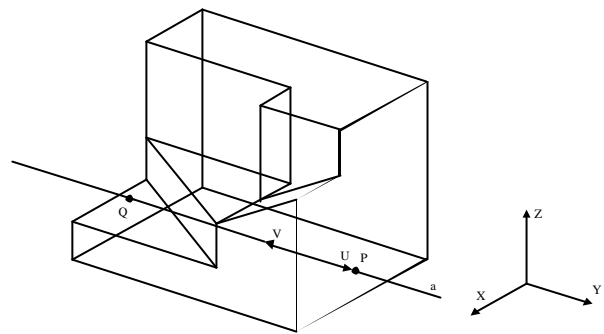


Figura 5. Evaluación del sentido del vector normal

- Se determinan los vectores definidos por el punto de intersección y el punto interior de la cara, de manera que, si el número de dichos vectores que tienen el mismo sentido que el vector V es par o nulo, se modifica el sentido del vector normal (Figura 6).

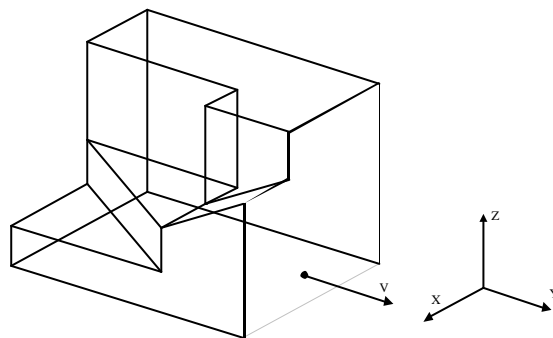
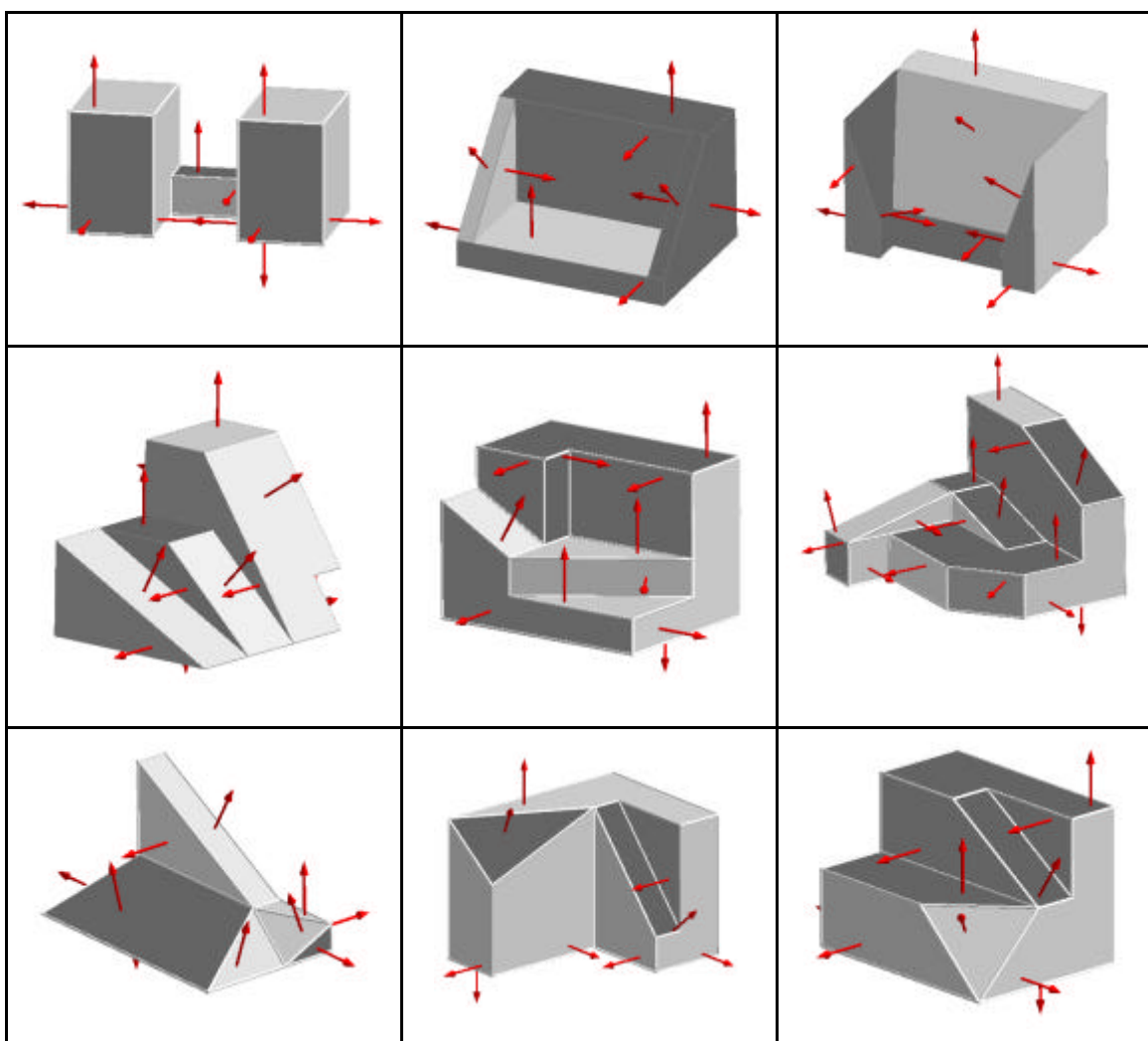


Figura 6. Vector normal

3. Resultados y Discusión

El algoritmo planteado ha sido ensayado satisfactoriamente en más de 80 ejemplos. En la tabla 1 se representan algunos de dichos modelos, así como la disposición de los vectores normales obtenidos.

Tabla 1. Resultados del algoritmo propuesto



Una vez conocidas las orientaciones del vector normal de cada cara, se dispone de la información necesaria para generar un modelo B-rep que represente al sólido, utilizando el formato STEP [3].

Para ello se ha utilizado la entidad `MANIFOLD_SOLID_BREP` la cual queda definida a través de la entidad `CLOSED SHELL`. Ésta última sirve como frontera para una región finita del espacio R^3 que está definida por una colección de caras orientadas.

En nuestro caso, estas caras, son superficies planas por lo que puede utilizarse en su definición otra entidad denominada, POLY_LOOP, compuesta por una lista ordenada de los vértices que componen cada una de las caras. (El orden en el que se recorren es indiferente). Estos recorridos cerrados se asocian a las entidades FACE_BOUND y FACE_SURFACE, que nos permiten definir la orientación de la cara, mediante el uso de la cadena “.T.” o “.F.” para designar si el recorrido de los vértices en cada cara es coherente con el sentido del vector normal (True) o es opuesto (False). El contenido de parte del fichero STEP según la definición de la parte 21 tendría el siguiente aspecto:

```
#33=POLY_LOOP((#3,#4,#1,#2));  
  
#39=FACE_BOUND(#33,.T.);  
  
#40=FACE_SURFACE((#39),#27,.F.);  
  
#51=CLOSED_SHELL((#40,#42,#44,#46,#48,#50));  
  
#52=MANIFOLD_SOLID_BREP(#51);
```

4. Conclusiones

Se ha desarrollado de forma satisfactoria, una aplicación, que permite generar modelos sólidos de objetos poliédricos de mediana complejidad, en formato STEP AP203 a partir de un simple boceto en perspectiva del objeto. Ofreciendo de esta forma una herramienta muy sencilla y cómoda que puede permitir generar modelos sólidos de una forma ágil en las fases iniciales del proceso de diseño.

5. Referencias

1. <http://www.tec.uji.es/regeo>
2. Conesa Pastor, J. Company Calleja, P. y Gomis Martí, J.M. 11th ADM International Conference on Design tools and methods in industrial engineering. Initial Modeling strategies for geometrical reconstruction optimization-based approaches Palermo, Italia (1999).
3. Contero, M., Naya, F., Gomis, J.M. y Conesa, J. Conference proceedings. 12th ADM International Conference on Design Tools and Methods in Industrial Engineering. Calligraphic Interfaces and Geometric Reconstruction. Rimini, Italia (2001).
4. International Standard ISO-10303-42 (Part 42: Integrated Generic Resources: Geometric and Topological representation).