

## Representación de los sólidos geométricos (II Parte)

Por Miguel García Ferrández. Centro de Cálculo U.Complutense

### Introducción

Esta es la segunda parte de la exposición, iniciada con el artículo de la referencia (1), de un trabajo encaminado a experimentar con la estructuración de conceptos de tipo combinatorio en el campo de los gráficos con computador.

Desarrollado a lo largo de varios años y sujeto a las incidencias de los cambios en el equipo de proceso de datos del Centro de Cálculo de la Universidad Complutense, el propósito inicial de construir un programa de diseño de sólidos geométricos no ha resistido a las limitaciones impuestas por el equipo de proceso de datos referido. No obstante un efecto secundario del enfoque que se expone en este trabajo, es que es posible definir operaciones de tipo combinatorio en la representación de un objeto, de nivel elemental y que es posible definir operaciones más complejas en términos de los elementales. Esta estructuración permite, a mi juicio, introducir un poco de orden en la implementación de operaciones con sólidos geométricos.

La primera parte de este trabajo expone el modelo de tipo combinatorio que se utilizó para representar poliedros. En esta segunda parte se dan detalles de la implementación actual así como del tipo de estructuración a que me he referido más arriba.

### Organización del WS

Como se expone en la referencia (2), la descripción de objetos geométricos se puede hacer convenientemente en base a dos categorías: la estructural o combinatoria (en el caso que nos ocupa y que ha sido formalizada en la I Parte de este trabajo, referencia (1)) y la métrica, el "universo" de la referencia (2). Así que el WS contiene, además de las estructuras de datos y funciones que implementan los conceptos de (1), las correspondientes al manejo de propiedades métricas (concretamente: coordenadas, sistema de proyección, etc.) de los objetos. A parte de estas categorías se pueden distinguir varios grupos de funciones destinados a los propósitos siguientes:

- a. Borrar las tablas de objetos
- b. Generar poliedros de prueba en función de parámetros
- c. Display de objetos en las tablas
- d. Establecer punto de vista y transformación de perspectiva para representar poliedros
- e. Funciones para la traducción de un dibujo en coordenadas a representación con el terminal de máquina de escribir

- f. Funciones para la modificación y manipulación de poliedros  
 g. Miscelánea de funciones auxiliares

como la orientación de este trabajo es hacia el desarrollo de los puntos b y f, en adelante me dedico a exponerlos en detalle con algunos ejemplos.

### Generación, representación y dibujo de un sólido poliédrico

El WS 211901 CRISTAL permite la creación de poliedros mediante tres procedimientos:

- Un generador paramétrico de pirámides
- Unas funciones de definición directa de poliedros
- La modificación de un poliedro previamente creado

elegimos el primer procedimiento para crear una pirámide heptagonal. La estructura se obtiene mediante la ejecución de

ACE 7 2 5

si el WS no continúa ningún objeto previamente, la respuesta es

1 2

1 es el identificador de la estructura siguiente

DIS 1  
 8/1,2,3,4,5,6,7  
 7/1,8,6  
 6/7,8,5  
 5/6,8,4  
 4/5,8,3  
 3/4,8,2  
 2/3,8,1  
 1/2,8,7

y 2 identifica a la tabla de coordenadas de los vertices de la pirámide heptagonal de altura 5 y apotema de la base 2 (en unidades arbitrarias)

| DIS 2 |              |       |       |
|-------|--------------|-------|-------|
| 8     | .000         | .000  | 5.000 |
| 1     | <u>1.247</u> | 1.564 | .000  |
| 2     | .445         | 1.950 | .000  |
| 3     | 1.802        | .868  | .000  |
| 4     | 1.802        | .868  | .000  |
| 5     | .445         | 1.950 | .000  |
| 6     | 1.247        | 1.564 | .000  |
| 7     | 2.000        | .000  | .000  |



Por razones de organización del WS se considera que cada número, o lista de números, resultado de una operación (1 y 2 en el ejemplo, en respuesta a ACE) identifica un objeto. Los números identifican estructuras o tablas de coordenadas como acabamos de ver. Hasta donde se ha implementado, un sólido es siempre un par estructura+coordenadas. Cada número tiene un tipo asociado, concretamente

TIPO 1 2

1 4

son los tipos que corresponden a una estructura de vértices y a una tabla de coordenadas de vértices.

La función DIBUJA e m, donde e y m identifican a un sólido sirve para obtener un dibujo aproximado (dentro de la excasa resolución del terminal) de dicho objeto. Siguiendo con el ejemplo:

```

      B
     GHB
    G HBC
   GG H BC
  GG H BC
 GG H BCC
G G H BCCC
G G H B C
G G H BC C
G G H BC
G G H BC
GH H BBBB
HHHHHHBBBB

```

El punto de vista para obtener la proyección y el tamaño relativo del dibujo se pueden modificar por medio de las adecuadas variables de control.

### Sección por un plano

Hasta el momento la única función de modificación de poliedros implementada a nivel externo (es decir que su utilización no depende de conocer los detalles de dicha implementación) es la sección por un plano. El poliedro definido según el apartado anterior por (una estructura + un universo) se secciona por un plano definido en forma punto - normal mediante la función SECTION, como ejemplo:

```
1 2 SECTION 2 3p0 0 1 1 1 1
3 2 1 2
```

Cálcula el objeto de estructura y métrica que resulta de cortar la pirámide por el plano que pasa por el punto (1,1,1) y es perpendicular a la dirección (0,0,1). Utilizando la función DIBUJA obtenemos:

```
DIBUJA 3 2
```

La sección produce dos mitades, como es lógico. La función SECTION nos devuelve ambas en la forma estructura+métrica las dos mitades son el objeto 3 2 (mitad inferior) y el objeto 1 2 (mitad superior).

El procedimiento de corte consiste en clasificar los puntos (vértices) del poliedro en superiores (conjunto S) e inferiores (conjunto I) al plano y aplicar el siguiente proceso:

1.- Para cada arista que tiene extremos en S y en I se define un nuevo vértice en medio de dicha arista.

```

          DDDDDDDDD
        DDDDDDD      DD
      DD          DD
    D            DD
  D            DDG
 DD          D G
 ED         D G
E ED       D G
E E        D G
E ED       D G
E ED       DDDDG G
E EDDDDDD DDDD C G
E E BDDDDDD DDD CG G
E E BDD    BDD CGG
E E B      B   CG
EE B      B   CCC
 BBBB    B   CCCC
  BBBB   BC  CCCC
    BBBB BCC
```

2.- Usando el borde del conjunto de vértices nuevos N,  $F(N,x)$  en el sentido de (1) se determina en qué orden aparecerán los

vértices de N en las caras de la sección por el plano.

3.- De acuerdo con dicha ordenación se introduce una arista entre cada par de vértices nuevos consecutivos.

4.- Como resultado de los pasos anteriores tenemos el poliedro original con una cadena o línea de aristas que coincide con el plano de corte.

5.- Ahora procedemos a "abrir" el poliedro en dos mitades por la referida línea de aristas.

El proceso que se ha descrito de forma intuitiva y gráfica comporta operaciones en la estructura (añadir vértices, añadir aristas, abrir un poliedro por una línea de aristas) y crear nuevas entradas en la tabla de coordenadas. Estas operaciones tienen carácter local y se pueden aplicar sin necesidad de considerar que estamos tratando con el corte de un poliedro por un plano, de hecho pueden generalizarse a una sección cualquiera (pero no se ha implementado en este trabajo), lo que prueba que es posible introducir uno o más niveles de operaciones intermedios entre las listas de coordenadas de vértices y los objetos completamente estructurados y que permite definir operaciones complicadas en términos de otros más elementales.

#### Referencias

- Representación de sólidos geométricos (I Parte), M.García Ferrández, Boletín CCUC, Diciembre 79
- The Structure of Queries on Geometric Data, J.Jimenez y J.L.Navalon
- Data Base Tech.for Pictorial Appl. Lecture Notes in Comp. Science, Springer-Verlag, 1980