

DESENVOLVIMENTO DE UM BANCO DE DADOS INTERATIVO COM ELEMENTOS
GERADOS POR VARREDURA PARA UM SISTEMA CAD

ANDRES FERNANDO PAREDES HORNA & OTAVIO CUPERTINO DURÃO
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE
AV.DOS ASTRONAUTAS, 1758. CAIXA POSTAL 515. 12201. SÃO JOSE DOS
CAMPOS. SP. BRASIL

SUMÁRIO

Este trabalho descreve a implantação de um software interativo com características hierárquicas para aplicação em um sistema CAD; os elementos de nível mais baixo podem ser gerados por varredura e os de nível mais alto através de operações booleanas. Inicialmente justifica-se a escolha do tipo de banco de dados utilizado e se descreve seu funcionamento; em seguida é apresentado um exemplo e se salientam os pontos do trabalho que poderão ser expandidos.

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho os sólidos são construídos seguindo uma estrutura em árvore binária hierárquica cujos elementos de nível inferior (figuras bidimensionais ou primitivas básicas) são usados para a geração de sólidos através da técnica conhecida como varredura ("sweeping") rotacional ou translacional em torno de um eixo de rotação ou ao longo de uma direção, respectivamente. Os sólidos gerados por varredura são então compostos entre si para a obtenção da forma final desejada.

O trabalho incluiu um estudo teórico sobre banco de dados, descrevendo os conceitos básicos e tipos de abordagens, concluindo com a escolha da abordagem mais conveniente aos seus objetivos e à apresentação de uma estrutura de banco de dados

aplicável a sistemas gráficos. Este tipo de banco de dados foi então implementado em uma estação de trabalho

Após o estudo do banco de dados incluiu-se uma base teórica para modelamento geométrico, abordando curvas, superfícies, sólidos, transformações, superfícies ocultas e sombreado, assim como os fundamentos do modelamento de sólidos e os principais esquemas de representação de sólidos.

2. ESCOLHA DE UMA ESTRUTURA DE BANCO DE DADOS

Sendo o objetivo do trabalho a construção de um sólido através da composição de outros sólidos mais simples, seguindo um processo de construção hierárquico, o banco de dados a ser acessado pelo usuário pode ser manipulado de duas maneiras:

- em um processo de síntese, no qual partindo de sólidos simples (nível mais baixo e gerados por varredura) e usando operações booleanas (união, interseção e diferença) e/ou de transformação (translação, rotação ou mudança de escala) se chegue ao sólido final desejado, ou

- em um processo de análise, onde dada a necessidade de alterar um dos sólidos componentes do sólido final seja necessário decompô-lo descendo hierárquicamente até o nível da alteração para logo voltar em um processo de síntese e obter um novo sólido final

Levando em consideração estas características foi desenvolvido em um sistema CAD um software de alto nível que implementa uma interface amigável através de menus entre o projetista CAD e a biblioteca gráfica residente, assim como todas as funções de gerenciamento do sistema operacional.

O software armazena todo o processo de construção do sólido final em um banco de dados capaz de descrever de uma maneira completa e não ambígua cada um dos sólidos componentes e cada entidade gráfica manipulada pelo projetista no processo.

O sistema utilizado para implementação foi o sistema CAD/CAM Computervision's Designer V-X System e a linguagem utilizada foi a VARPRO 2, própria do sistema e dedicada exclusivamente a aplicativos CAD.

As estruturas dinâmicas são simuladas usando estruturas estáticas com campos que representam ponteiros que definem outras estruturas estáticas, as quais também possuem

campos que representam ponteiros a outras estruturas e assim por diante.

Portanto, a estrutura do banco de dados implantado segue o modelo relacional, porém, esta estrutura é manipulada seguindo o modelo hierárquico. O modelo em rede não foi usado.

3. PROPOSTA DE UMA ESTRUTURA DE BANCO DE DADOS GRÁFICO

A estrutura do banco de dados é composta por uma árvore binária onde as folhas são sólidos simples gerados pela varredura rotacional ou translacional de um contorno fechado em torno de um eixo de rotação ou ao longo de um eixo de translação. Os nós da árvore representam operações booleanas entre sólidos (união, interseção ou diferença) ou operações de transformação de um sólido (rotação, translação ou mudança de escala) e a raiz é o sólido final a ser modelado.

A hierarquia imposta na estrutura de armazenamento obedece a 4 níveis, sendo um deles sub-dividido em 2 subníveis (níveis 0,1,2 e 3) que representam instâncias da árvore binária:

- Nível 0 ou contorno fechado :

É o nível mais baixo da hierarquia determinado por uma figura 2D (ex: círculo) ou por um contorno fechado construído a partir de figuras 1D. A varredura rotacional ou translacional deste contorno gera um sólido que é a folha da árvore ou nível 1. O projetista pode escolher para construir um contorno fechado as seguintes entidades gráficas : reta, arco, círculo ou B-Spline.

- Sólido primitivo ou nível 1 :

É uma folha da árvore. Estes são gerados no nível 0 por varredura e são usados para, através de composição booleana, gerar sólidos mais complexos. Por exemplo, usando varredura translacional pode-se gerar um cubo usando como contorno um quadrado, e usando varredura rotacional pode-se gerar uma esfera usando como contorno um semicírculo (composto de um arco mais uma reta)

- Sólido transformado ou nível 2 :

Representa um nó da árvore. É um nível intermediário entre o sólido primitivo e o sólido final ou raiz da árvore. É definido pela transformação de corpo rígido de um sólido. As transformações podem ser : rotação, translação ou mudança de escala (redução ou ampliação). O sólido a ser transformado pode ser um sólido primitivo, um sólido combinado ou um sólido transformado

- Sólido combinado ou nível 2 :

Assim como o sólido transformado também representa o nível 2 ou um nó da árvore. É definido pela combinação booleana de dois sólidos de um nível hierárquico mais baixo. As operações booleanas podem ser : união, interseção e diferença. Este sólido, pode ser composto combinando-se dois sólidos (combinados ou não), dois sólidos transformados ou um sólido (combinado ou não) com um sólido transformado

- Sólido final ou nível 3 :

É o sólido final modelado ou a raiz da árvore. Tem um nome associado que o identifica no banco de dados. Pode ser : um sólido combinado, um sólido transformado ou um sólido primitivo.

Todos estes sólidos fazem parte do modelo geométrico e podem ser identificados isoladamente no banco de dados para ser posicionados em qualquer ponto do sistema de coordenadas pois cada um dos sólidos está descrito totalmente no banco de dados.

O processo de construção de um sólido composto pode ser constituído de várias operações tanto de transformação como de combinação.

As entidades gráficas (reta, arco, círculo e B-Spline), as operações de varredura assim como de transformação e combinação, e o sombreamento, são rotinas gráficas disponíveis no sistema e portanto o software desenvolvido chama estas rotinas para fazer a interface entre o projetista e a construção do modelo geométrico desejado, guardando as informações no banco de dados implantado.

4. IMPLEMENTAÇÃO

Como dito anteriormente, o software foi implementado em um sistema CAD/CAM Computervision's Designer V-X System, usando-se a linguagem própria do sistema (VARPRO 2). O banco de dados implantado está mostrado na Figura 4.1 :

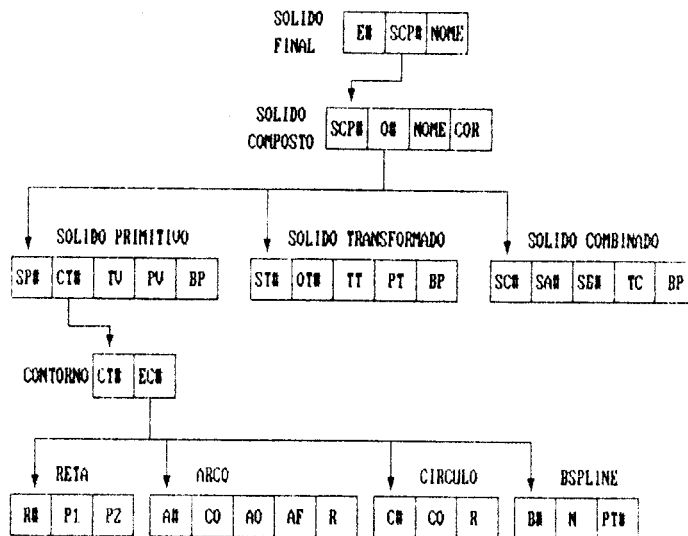


Fig.4.1 - Representação gráfica do modelo de banco de dados.

A seguir é dada uma explicação detalhada de cada registro do modelo de banco de dados mostrado na Figura 4.1 acima :

SÓLIDO PRIMITIVO :

SP# : número de identificação
CT# : ponteiro à um contorno
TV : tipo de varredura
PV : parâmetros de varredura
BP : ponto de base

CONTORNO :

CT# : número de identificação
EC# : elementos do contorno, é um ponteiro ao topo de uma lista dinâmica de registros de reta, arco, círculo e BSpline, que determinam um contorno fechado

RETA :

R# : número de identificação
P1 : ponto inicial da reta
P2 : ponto final da reta

ARCO :

A# : número de identificação
CO : centro do arco
AO : ângulo inicial do arco
AF : ângulo final do arco
R : raio do arco

CIRCULO :

C# : número de identificação
CO : centro do círculo
R : raio do círculo

SÓLIDO FINAL :

E# : número de identificação
 SCP# : ponteiro ao sólido composto
 NOME : nome do sólido final

SÓLIDO COMPOSTO :

SCP# : número de identificação
 O# : ponteiro ao topo de uma lista dinâmica que
 pode ser um registro de sólido combinado, transformado ou
 primitivo
 NOME : nome do sólido composto
 COR : cor do sólido

SÓLIDO COMBINADO :

SC# : número de identificação
 SA# : ponteiro a um sólido combinado ,
 transformado ou primitivo que participa na operação booleana
 SB# : ponteiro ao outro sólido que participa na
 operação, pode ser um sólido combinado, transformado ou
 primitivo
 TC : tipo de combinação booleana
 BP : ponto de base, ponto no qual o sólido é
 posicionado no espaço tridimensional

SÓLIDO TRANSFORMADO :

ST# : número de identificação
 OT# : ponteiro a um sólido combinado ,
 transformado ou primitivo, a ser transformado
 TT : tipo de transformação de corpo rígido
 PT : parâmetros de transformação
 BP : ponto de base

BSPLINE :

B# : número de identificação

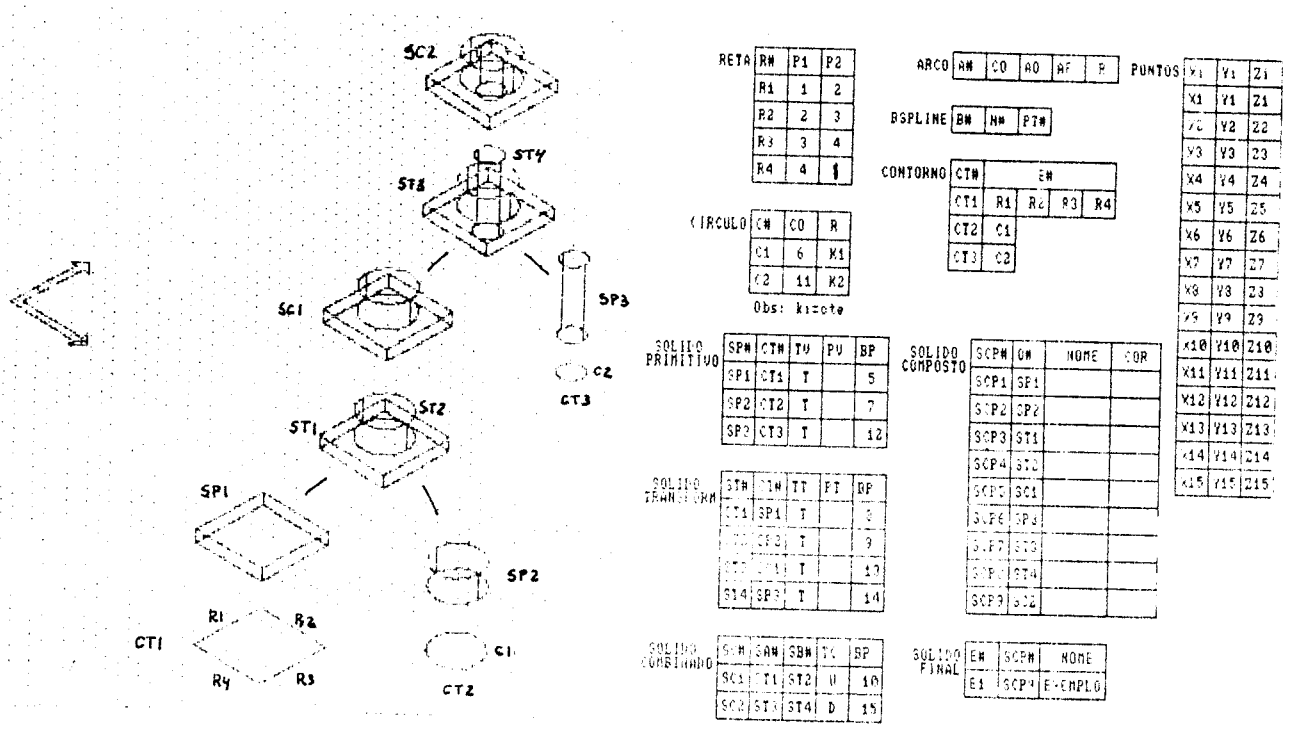
N : número de pontos da curva B-Spline

PT# : ponteiro ao topo de uma lista dinâmica de pontos que determinam a curva B-Spline

A forma descrita acima é a considerada para a implantação no banco de dados dos níveis de hierarquia, da sintaxe de cada entidade gráfica e da representação gráfica do modelo de banco de dados.

Devido ao fato da linguagem não ser transportável a outro sistema, a estrutura pode ser implementada em um linguagem de alto nível como a linguagem Pascal, a qual permite definir estruturas dinâmicas e que por ser uma linguagem universalmente conhecida, permitiria a trasportabilidade do modelo a outro sistema.

A Figura 4.2 abaixo mostra um exemplo de como um sólido final é armazenado no banco de dados implementado e a seguir na Figura 4.3 é mostrado um fluxograma compacto que descreve a implementação do banco de dados e os menus disponíveis :



a) exemplo tirado do monitor

b) banco de dados para o exemplo ao lado

Fig.4.2 - Representação de um sólido no banco de dados implantado

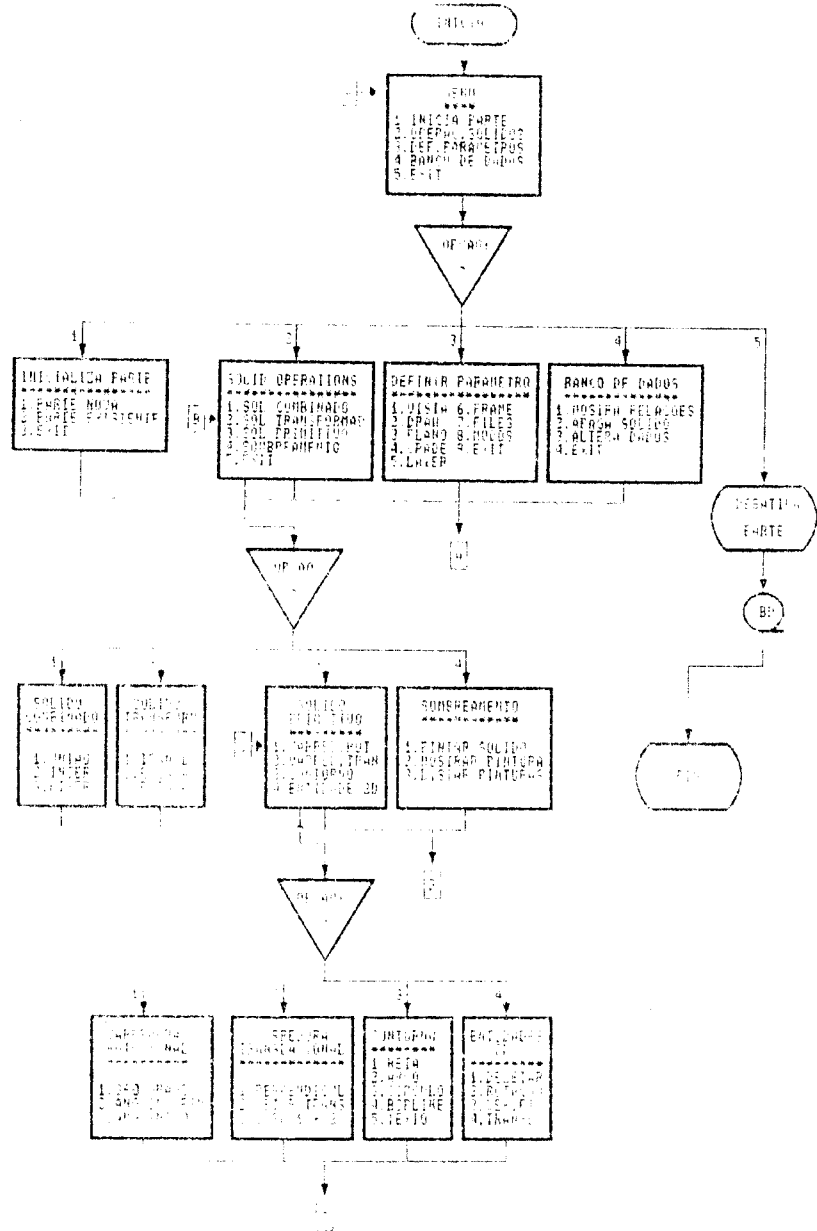


Fig.4.3 - Fluxograma compacto do banco de dados implementado

3.3 CONCLUSÕES

Deixa-se implantado um banco de dados hierárquico para modelamento de sólidos, o qual pode ser usado por qualquer usuário do sistema que deseje modelar um determinado sólido a partir da composição de sólidos mais simples, usando as operações de combinação e transformação, e com elementos em níveis intermediários gerados por varredura ("sweeping"), se desejado.

Os sólidos finais são representados em sua forma "cheia", com o usuário escolhendo as cores do sólido final e a de fundo. A forma "wireframe" de representação é dúbia e só é utilizada para as etapas intermediárias da composição do sólido final (como mostrado na Figura 4.2). A qualquer etapa da composição, entretanto, o usuário pode representar o sólido em sua forma "cheia".

Uma etapa posterior a este trabalho seria a de desenvolver a transportabilidade do software, mantendo-lhe as características de hierarquia e de utilização de técnicas de varredura, além da estrutura do banco de dados aqui mostrada. Este objetivo pode ser alcançado utilizando-se uma linguagem de alto nível.

3.4 BIBLIOGRAFIA

- (1) Date, C.J., "Introdução a Sistemas de Banco de Dados", (Trad.Gouveia, M.A.), Editora Campus, RJ,1984
- (2) Mortenson, Michael E., "Geometric Modeling", John Wiley & Sons. 1985
- (3) Newman W.M. & Sproull R.F., "Principles of Interactive Computer Graphics", McGraw Hill. 1979
- (4) Harrington S., "Computer Graphics. A Programming Approach", McGraw Hill. 1983
- (5) Foley J.D. & Van Dam A., "Fundamentals of Interactive Computer Graphics", Addison-Wesley. March 1983
- (6) Requicha A.A.G., "Representation for Rigid Solids: Theory, Methods and Systems", Production Automation Project, Univ.Rochester.Rochester, N.Y.,Nov 1977.

(7) Agin, G.J., "Hierarchical Representation of Tree Dimensional Objects using Verbal Models", IEEE PAMI, PAMI-3,2. Mar.1980.

(8) Voelcker.H.B. & Requicha, A.A.G., "Geometric Modeling of Mechanical Parts and Processes", IEEE Comput.,10,12. Dez.1977.

(9) Tilove, R.B. & Requicha A.A.G., "Closure of Boolean Operations on Geometric Entities", Comput.Aided Des.12,5. Sept.1980.

(10) Ketabchi M.A. & Berzins V., "Modeling and Managing CAD Databases", IEEE, 1987.

(11) Ketabchi M.A., Berzins V. & March S., "An Object-Oriented Data Model for Design Databases ", ACM Ann. Computer Science Conf.,1986.

(12) Longhi M.T., Freitas C.M. & Golendziner L.G., "O Modelo Geométrico do N-MOS/UFRGS", II Simpósio Brasileiro de Banco de Dados, 1987.