

AS FERRAMENTAS GRÁFICAS DO PROJETO SEE: UM SISTEMA ESPECIALISTA
EUCLIDIANO

Aluizio Arcela Jr.
Homero Luiz Píccolo
Universidade de Brasília
Departamento de Ciência da Computação
Brasília, DF, CEP 70.910

1. SUMÁRIO

Descreve-se um sistema que se inclui na categoria de CAD tridimensional. Por um processo interativo é possível a construção de formas visuais através de operações básicas aplicadas sobre estruturas simples.

Sobre este recurso um software mais amplo pode ser desenvolvido para se produzirem formas segundo determinadas regras de crescimento.

2. APRESENTAÇÃO

O projeto SEE é uma atividade que está sendo desenvolvida na Universidade de Brasília e se presta à construção automática de formas. Neste trabalho serão apresentados os mecanismos geométricos de apoio ao SEE, isto é, programas capazes de produzir e manipular figuras tridimensionais. A partir de sólidos simples (cubos cilindros, etc.), que constituem o alfabeto básico, o sistema oferece facilidades para a elaboração de figuras mais complexas, que poderão eventualmente se incorporar ao conjunto básico, enriquecendo-o.

O sistema opera basicamente com 3 tipos de comandos: comandos gerais, comandos de apresentação visual e comandos de transformação.

Os comandos gerais são os que permitem o mapeamento de novos sólidos, a manipulação dos arquivos de figuras, a manipulação de arquivos de telas, as saídas para impressora ou plotter, etc.

Comandos de apresentação visual são os que modificam o modo de visualização da figura na tela, como por exemplo: mudança de posicionamento do observador, numeração de vértices ou faces, remoção de faces ocultas, etc.

Finalmente, os comandos de transformação são aqueles que provocam alterações na estrutura da figura,

modificando o seu mapeamento interno. São exemplos dessas operações a translação, a rotação, e a mudança de escala, bem como o corte que se pode efetuar num sólido, ou sua conexão com outros sólidos, etc.

3.

CONCEITOS GERAIS

a) Forma dos arquivos

As figuras poliédricas são armazenadas em arquivos que contêm o número de cada vértice, suas coordenadas cartesianas e, entre parêntesis, as ligações que ele faz com outros vértices (fig. 1).

```

1 2 2-2(245)
2 2-2-2(36)
3-2-2-2(47)
4-2 2-2(8)
5 2 2 2(68)
6 2-2 2(7)
7-2-2 2(8)
8-2 2 2

```

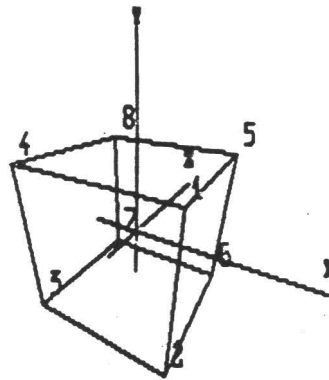


fig. 1

b) Estrutura de Dados

Internamente, as figuras são armazenadas numa estrutura de dados em forma de listas encadeadas cujos elementos básicos são denominados segmentos (fig.2). Cada arquivo acessado é alocado num segmento, e recebe um nome escolhido pelo usuário. Cada segmento mantém informações de ordem geométrica, que são coordenadas dos vértices, e de ordem topológica: ligações dos vértices, especificação das linhas (números e vértices das extremidades), especificação das faces (número, vértices e linhas que a compõem, etc) e outras informações necessárias para as operações do sistema.

c) Alfabeto

O sistema possui um alfabeto de figuras básicas, as quais podem ser utilizadas na construção de outras mais complexas. Algumas dessas figuras são mapeadas através

vés de programas auxiliares, como são as famílias de cilindros, cones, troncos de cones e esferas, que podem ser obtidos para vários valores de n (número de pontos que aproximam uma circunferência (fig. 3)

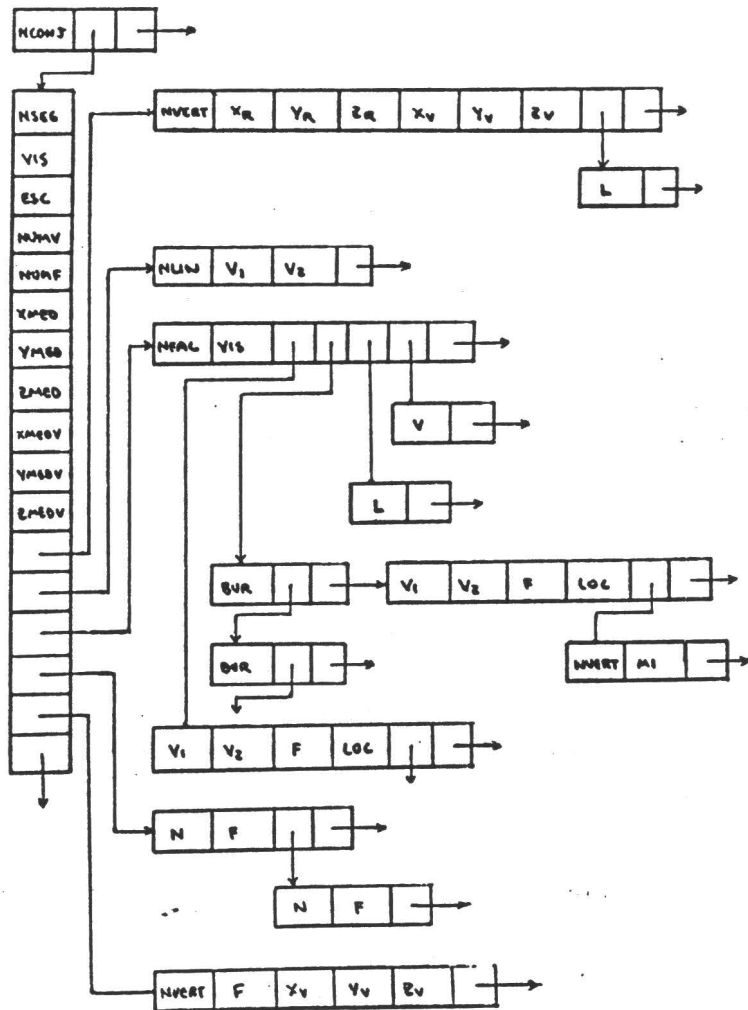


fig. 2

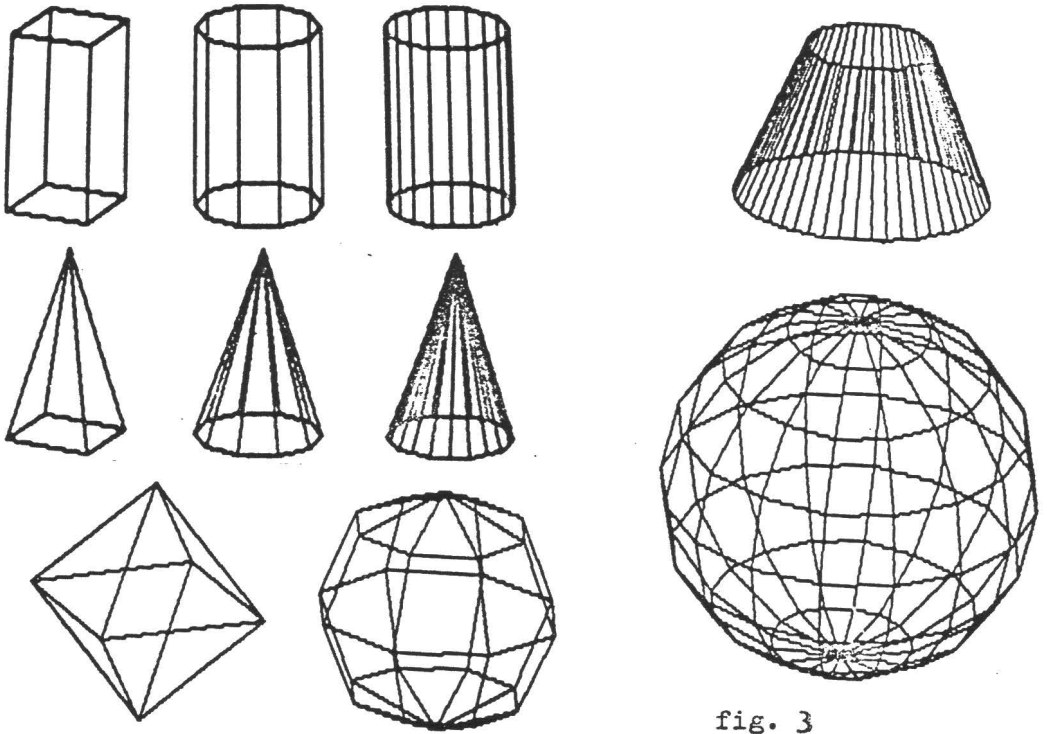


fig. 3

4.

OPERAÇÕES GERAIS

a) Manipulação de arquivos

O sistema permite acesso aos arquivos já existentes para que as respectivas figuras sejam visualizadas na tela, bem como possibilita que se arquivem os novos sólidos obtidos com a manipulação dos anteriores. É possível também gerar novos arquivos diretamente, descrevendo-se o sólido geométrica e topologicamente.

b) Manipulação de telas

Há comandos que arquivam telas preparadas, permitindo sua visualização posterior de modo rápido.

c) Impressão de Figuras

É possível imprimir qualquer tela armazenada pelo sistema.

d) Saída para Plotter

O sistema possui interligação com um plotter, de modo que as figuras podem ser desenhadas com maior precisão e nitidez.

5.

APRESENTAÇÃO VISUAL

a) Projeções

O poliedro pode ser visualizado na tela através de projeção cilíndrica ou cônica. Na primeira, como as linhas de projeção são paralelas, não se tem noção de profundidade. Na segunda, as linhas de projeção convergem para o ponto onde se situa o observador, e na figura projetada pode se notar a existência de pontos de fuga, o que confere à figura um maior realismo visual.

b) Posicionamento do Observador

A posição do observador pode ser escolhida num sistema de coordenadas esférico (distância, azimute, elevação)(fig. 4).

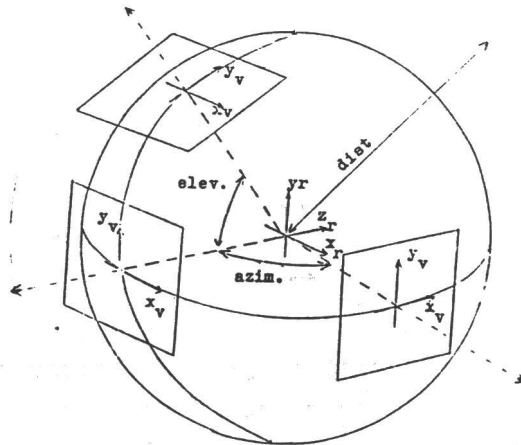


fig. 4

c) Numeração de vértices e faces, posicionamento de eixos.

Para facilitar a execução de certas transformações, é útil se poder visualizar na tela o número de cada vértice, bem como o número de cada face. Há também a alternativa de se desenhar o sistema cartesiano no qual estão mapeadas as figuras.

A numeração das faces é efetuada estampando-se cada uma com seu respectivo número, que fica sujeito às mesmas deformações da face (fig. 5).

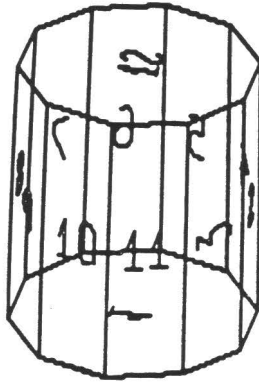


fig. 5

d) Remoção de faces ocultas

A apresentação dos sólidos fica muito mais realista ao se aplicar a remoção das faces. O sistema dispõe de vários procedimentos para isso, dependendo da complexidade da figura. Os poliedros convexos são tratados de modo simples, mas os côncavos são separados por grupos, aos quais se aplica o algoritmo mais apropriado. Em tese, qualquer figura pode ser submetida a essa operação, embora para certos poliedros, os algoritmos sejam excessivamente lentos (fig. 6).

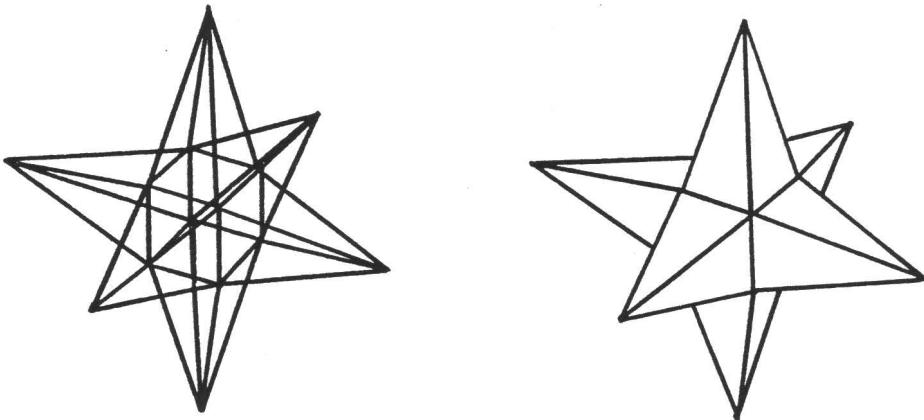


fig. 6

6.

TRANSFORMAÇÕESa) Translação, escala, rotação

Atuando-se apenas nos parâmetros geométricos de um sólido, e mantendo-se os topológicos, são possíveis translações em qualquer direção e sentido, mudanças de escala em qualquer eixo, e rotações em torno de qualquer eixo.

b) Corte

O comando de corte define um plano, através de um ponto e da direção da normal. É eliminada a parte do sólido posicionada no semi-espço positivo em relação ao plano, e a parte restante é reconstruída (fig. 7).

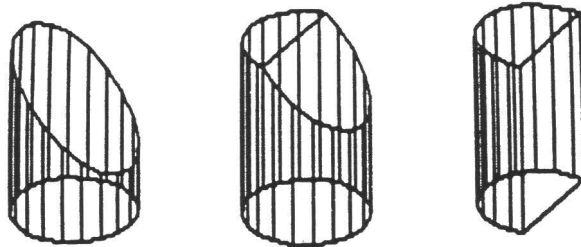


fig. 7

c) Conexão

Esta operação permite a conexão de dois sólidos. Seus parâmetros são: nome do segmento fixo, nome do segmento móvel, número da face do segmento fixo e número da face do segmento móvel.

Se as duas faces selecionadas forem regulares e de mesmo tipo, a conexão é perfeita. Nesse caso, um fator de escala é aplicado à figura móvel para que as duas faces fiquem com o mesmo tamanho. A seguir, uma seqüência de translações e rotações é aplicada ao poliedro móvel, de modo que a face móvel venha a coincidir com a fixa.

Se a conexão for imperfeita, isto é, as faces selecionadas não são regulares e do mesmo tipo, as rotações e translações executadas são tais que as duas faces posicionam-se no mesmo plano, e seus baricentros fiquem coincidentes (fig. 8).

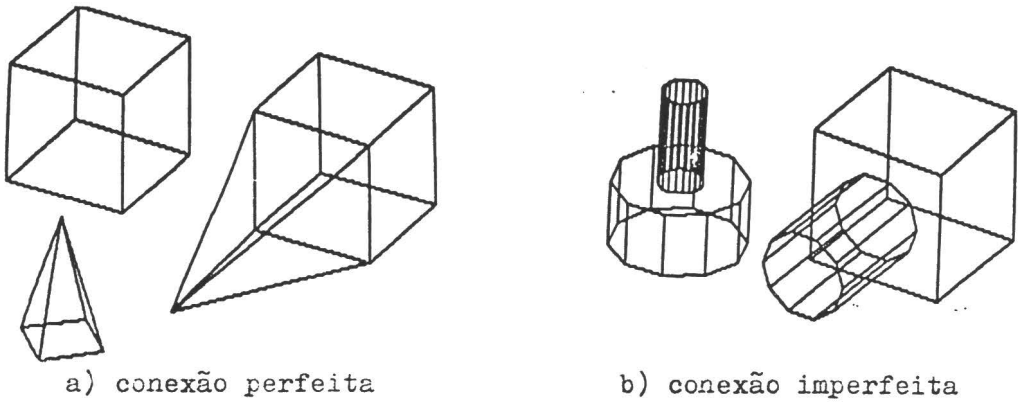


fig. 8

d) Anexação

A operação de anexação modifica a estrutura de dados de modo que dois ou mais segmentos sejam agrupados num único, que recebe um novo nome. É uma operação útil na construção de figuras complexas a partir de módulos mais simples, que podem ser repetidos, como por exemplo na fig. 9.

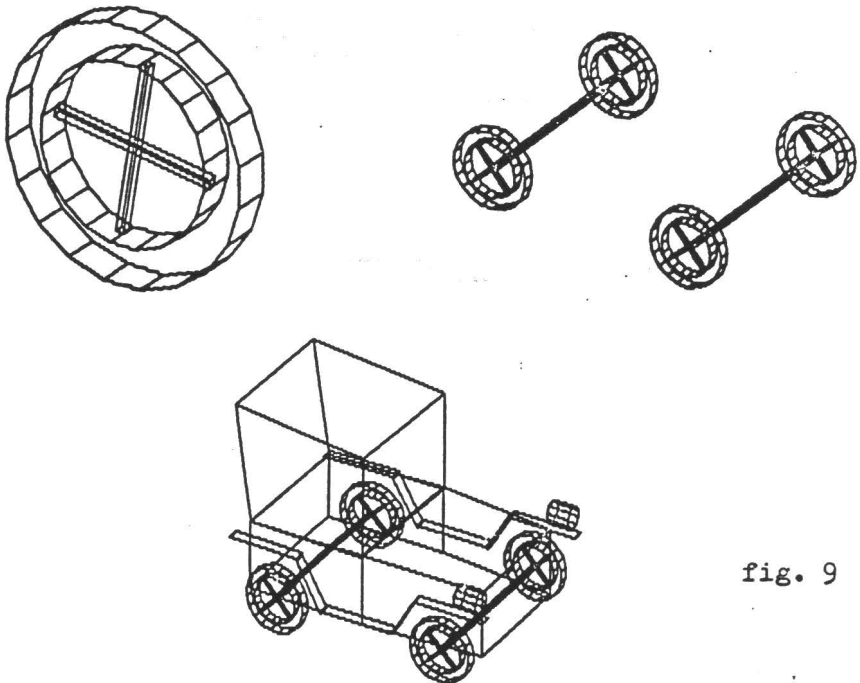


fig. 9

7.

APLICAÇÕES

A partir dos comandos primitivos foram desenvolvidos alguns macro-comandos que são especializados na construção de determinadas formas geométricas.

a) Construção de poliedros regulares e semi-regulares.

Os poliedros regulares ou de Platão (faces iguais e regulares) e os semi-regulares ou de Arquimedes (vários tipos de faces regulares, sempre com arestas iguais) foram traçados por intermédio dessas macro-operações.

Pela figura 10, nota-se que os primeiros cinco poliedros semi-regulares foram obtidos a partir dos regulares, cortando-se todos eles nas regiões próximas a cada vértice. Alguns outros foram obtidos construindo-se um anel de polígonos e repetindo-se esse anel em diversas posições, até obter a figura desejada. Outros, finalmente, foram obtidos por métodos mais complexos, repetindo-se uma célula básica, que por sua vez foi obtida através de métodos de aproximação numérica.

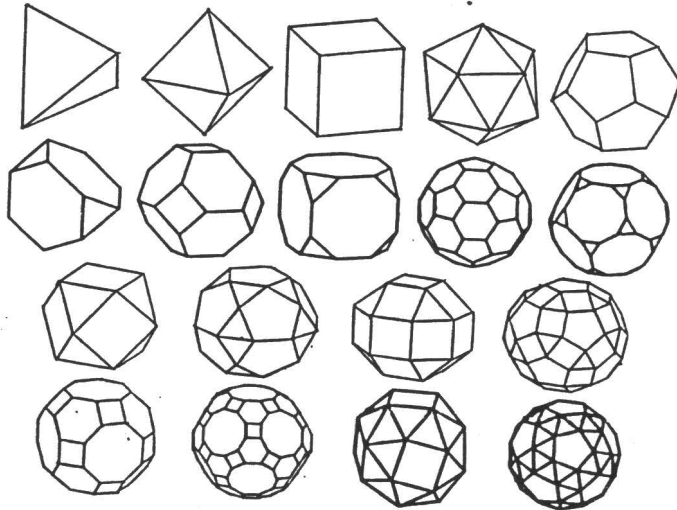


fig. 10

b) Construção de Estrelas

Foi desenvolvida uma macro-operação para a construção automática de estrelas. Partindo-se de qualquer poliedro regular ou semi-regular, a operação acrescenta pontas a todas as faces, com o tamanho escolhido pelo usuário (fig. 11).

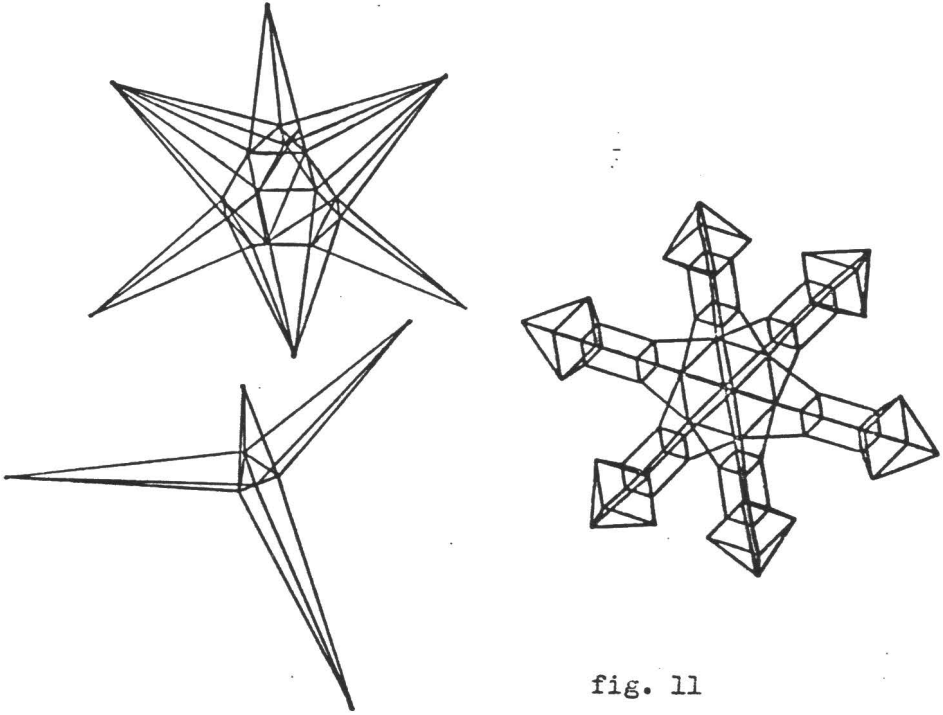


fig. 11

8.

CONCLUSÃO

Com as ferramentas descritas, podem-se criar sistemas especialistas aplicados a projetos de peças mecânicas, construção civil, desenhos para propaganda, representação tridimensional de sons, etc.

O programa foi desenvolvido em micro computador PC, utilizando o Turbo Pascal.

9.

BIBLIOGRAFIA

1. FOLEY J.D. e Van Dam A. - Fundamentals of Interactive Computer Graphics - Addison Wesley, 1982.

2. GILOI W.K. - Interactive Computer Graphics - Prentice Hall, 1978.

3. WIRTH N. - Algorithms + Data = Programs Prentice Hall, 1976

