

**EXIBIÇÃO TRIDIMENSIONAL DE TEXTOS EM
SISTEMAS GRÁFICOS PADRONIZADOS**

Autores : Paulo Roma Cavalcanti

Projeto de Computação Gráfica da PUC/RJ
Departamento de Informática PUC/RJ
Rua Marquês de São Vicente , 225
22453 - Rio de Janeiro - RJ

Sergio Scheer

Centro de Estudos de Engenharia Civil - CESEC
Universidade Federal do Paraná
Centro Politécnico - CP 19011
81504 - Curitiba - Paraná

Paulo Francisco Sedrez

Projeto de Computação Gráfica da PUC/RJ
Departamento de Engenharia Elétrica PUC/RJ
Rua Marquês de São Vicente , 225
22453 - Rio de Janeiro - RJ

Sumário

A disponibilidade de diferentes fontes de caracteres em sis temas gráficos tridimensionais é uma facilidade muito desejada para melhoria de qualidade das saídas gráficas em 3D . Além disso, as fontes de caracteres disponíveis não prevêm caracteres personalizados ou bem adaptados ao usuário. E mais, uma variedade de atributos de texto que permite um controle da aparência de um texto em uma superfície de exibição é característica dos sistemas gráficos padronizados. Deste modo , neste trabalho serão descritos um editor de fontes de caracteres e as facilidades pa ra o armazenamento e atualização, além da técnica de ligação do núcleo gráfico com as fontes adicionais. O trabalho também aborda o tratamento matemático necessário à exibição dos textos a partir da especificação de visualização em 3D , típica de um sis tema gráfico padronizado .

1 . Introdução

Este trabalho tem por objetivo elucidar o tratamento matemático necessário ao processamento de um texto 3D e apresentar um editor de fontes de caracteres que permite ao usuário gerar suas próprias fontes (latino, gregos, arcaicos, góticos, etc.). Será descrita também uma forma econômica de armazenamento dos caracteres gerados, em arquivos sequenciais comuns. O editor permite a geração de toda a tabela ASCII, podendo-se armazenar os caracteres especiais da língua portuguesa (cedilha, letras acentuadas) no lugar reservado aos caracteres de controle .

A disponibilidade de variadas fontes de caracteres em sistemas gráficos tridimensionais é uma facilidade muito desejada para melhorar a qualidade das saídas gráficas em 3D que utilizam textos. Além disso, as fontes de caracteres disponíveis no sistemas padronizados existentes, em geral, não prevêem caracteres adaptados ao cliente, tais como cedilhas e acentos, necessários aos textos em português .

Em um sistema gráfico típico existe uma variedade de atributos de texto, que permitem um controle poderoso da aparência de um texto em uma superfície de exibição. Estes atributos controlam, dentre outras características, a largura, a altura e o espaçamento de cada caracter que compõe o texto, bem como a sua rotação. Uma vez que os dispositivos de saída gráfica mais baratos (por isso os mais utilizados) possuem no máximo cinco (05) tamanhos diferentes de caracteres e raramente permitem o desenho de textos com rotação, os implementadores de sistemas gráficos devem escrever rotinas para geração e manipulação de caracteres. Mesmo em se tratando de terminais mais sofisticados, que possuem capacidades fornecidas por "hardware" para controlar todos os atributos necessários, surge um problema quando o texto a ser exibido faz parte de um objeto 3D, pois deve sofrer as mesmas transformações geométricas e os mesmos efeitos de uma projeção perspectiva , por exemplo .

A forma de contornar as deficiências dos dispositivos usuais, ou obter-se uma representação mais fiel de um objeto 3D que possua textos, consiste na utilização de fontes de caracteres geradas por "software". Desta forma um caracter passa a ser composto de pequenas linhas ("strokes"), que serão processadas pelo núcleo gráfico como se fossem linhas fornecidas por um programa de aplicação .

2 . Tópicos em Álgebra Linear

Para uma melhor compreensão do que vem a seguir, se faz necessária a apresentação sucinta de alguns conceitos de álgebra linear .

Uma base para o espaço vetorial R^n é qualquer conjunto de n vetores linearmente independentes . A base padrão para este espaço é o conjunto de vetores $\bar{u}_1, \bar{u}_2, \dots, \bar{u}_n$ onde :

$$\bar{u}_i = (u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{in}) \text{ e } u_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i = j \\ \emptyset & \text{se } i \neq j \end{cases}$$

Qualquer vetor deste espaço pode ser representado como uma combinação linear dos vetores de uma base qualquer do espaço. Em particular, se $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, \bar{x} pode ser expresso como $\bar{x} = x_1\bar{u}_1 + x_2\bar{u}_2 + \dots + x_n\bar{u}_n$ onde x_i são referidos como as componentes de \bar{x} na base padrão .

Suponha agora que uma nova base composta pelos vetores $\bar{p}_1, \bar{p}_2, \dots, \bar{p}_n$, foi introduzida . O mesmo vetor \bar{x} pode ser representado em relação a esta nova base como : $\bar{x} = z_1\bar{p}_1 + z_2\bar{p}_2 + \dots + z_n\bar{p}_n$ ou na forma matricial $\bar{x} = P\bar{z}$, onde \bar{z} é o vetor coluna de elementos z_i e P é a matriz cujas colunas são os vetores da nova base. Assim, como a matriz P é não singular, uma vez que foi admitido que o conjunto $\{p_i\}$ era linearmente independente, temos :

$$\bar{z} = P^{-1}\bar{x}$$

Esta equação fornece as novas componentes do vetor \bar{x} em função das velhas componentes na base padrão . Deve-se notar que ambos os conjuntos de componentes representam o mesmo ponto do espaço vetorial, porém, em termos de bases diferentes .

Definição 1 : uma matriz real A para a qual $A^{-1} = A^T$, ou equivalente, $A A^T = A^T A = I$, é chamada matriz ortogonal .

Definição 2 : diz-se que um conjunto $\{u_i\}$ de vetores é ortogonal se seus elementos são ortogonais dois a dois, isto é $\langle \bar{u}_j, \bar{u}_i \rangle = 0, \forall i \neq j$. Em particular, diz-se que o conjunto $\{u_j\}$ é ortogonal se ele é ortogonal e se cada \bar{u}_i tem comprimento unitário, isto é, se $\langle \bar{u}_i, \bar{u}_j \rangle = 0$ se $i \neq j$
 1 se $i = j$

Teorema : as seguintes condições para uma matriz A são equivalentes :

- I - A é ortogonal ;
- II - as linhas de A formam um conjunto ortogonal ;
- III - as colunas de A formam um conjunto ortogonal .

3 . Textos em Sistemas Gráficos 3D

A maneira pela qual se especifica o posicionamento de um texto no espaço 3D é fornecendo o vetor normal (\bar{w}) ao plano que contém o texto, a posição inicial (\bar{p}) do texto (posição do primeiro caracter) e um vetor (\bar{R}) cuja projeção (\bar{v}) sobre o plano do texto dará a perpendicular a direção de traçado (figura 1).

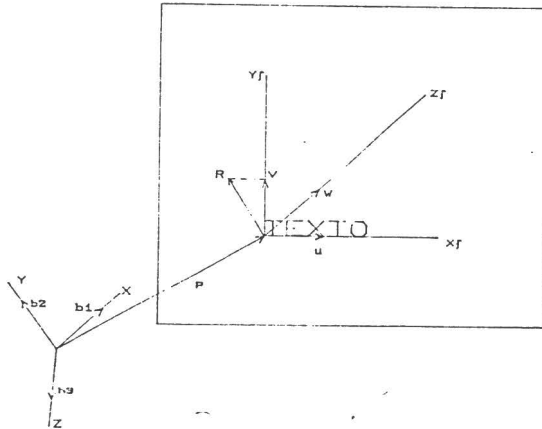


Figura 1 - transformação de sistemas de coordenadas.

O vetor \bar{u} pode ser obtido pelo produto vetorial de \bar{w} com \bar{R} , pois por definição, o vetor resultante é perpendicular ao plano que contém os dois vetores. Da mesma forma o vetor \bar{v} pode ser obtido pelo produto vetorial de \bar{u} com \bar{w} .

$$\bar{u} = \bar{w} \times \bar{R} \quad ; \quad \bar{v} = \bar{u} \times \bar{w}$$

Desta forma têm-se uma base composta pelos vetores \bar{u} , \bar{v} e \bar{w} . Para obter-se uma base ortogonal basta normalizar cada vetor : $\bar{u} = \bar{u}/|\bar{u}|$, $\bar{v} = \bar{v}/|\bar{v}|$ e $\bar{w} = \bar{w}/|\bar{w}|$.

O sistemas de coordenadas $x_f y_f z_f$ é o próprio sistema de coordenadas da fonte de caracteres, devendo-se obter então, as componentes de cada ponto que define uma letra em função da base padrão \bar{b}_1 , \bar{b}_2 , \bar{b}_3 (figura 2).

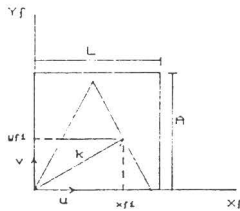


Figura 2 - sistema de coordenadas da fonte.

Seja \bar{k} um vetor que define um ponto de uma letra. As componentes de \bar{k} relativas a base padrão são obtidas pela equação $\bar{k} = T\bar{s}$, onde as colunas da matriz T são os vetores \bar{u} , \bar{v} e \bar{w} e o vetor colunas $\bar{s} = (x_{f1}, y_{f1}, \emptyset)$ é formado pelas componentes de \bar{k} no sistema $x_f y_f z_f$ da fonte de caracteres.

As coordenadas do ponto \bar{k} em relação ao sistema xyz são obtidas por :

$$\bar{k} = \bar{p} + T\bar{s}$$

Supondo que a letra foi definida dentro de um mesmo retângulo de largura L e altura A, cujo canto inferior esquerdo coincide com a origem do sistema $x_f y_f z_f$, vem que para a obtenção de uma letra de tamanho pré-especificado (largura G e altura H), deve ser usada a seguinte equação :

$$\bar{k} = \bar{p} + T\bar{o}, \text{ onde } \bar{o} = (x_f \cdot g/L, y_f \cdot H/A, \emptyset)$$

A posição do caracter seguinte é dada por :

$$\bar{p} = \bar{p} + T\bar{L}, \text{ onde}$$

L = (G, \emptyset , \emptyset)	texto escrito da esquerda para a direita
(-G, \emptyset , \emptyset)	da direita para a esquerda
(\emptyset , H, \emptyset)	de baixo para cima
(\emptyset , -H, \emptyset)	de cima para baixo

4 . Editor de Fontes de Caracteres

4.1 Fonte de Caracteres

Num sistema gráfico padronizado um caracter é definido por traços no inferior de uma malha ou grade ("grid"). Ao conjunto de definições de caracteres distintos chamados fonte de caracteres. Os limites da malha definem o corpo do caracter . São eles a linha de topo e a linha de fundo, limitando verticalmente e a linha direita e a linha esquerda limitando horizontalmente. Assu-me-se que os caracteres ficam dentro de seus corpos. O desenho do caracter deve deixar algum espaçamento no corpo para que, quando escritos lado a lado (como num texto) possuam um espaçamento normal, que na direção horizontal quer na vertical .

Numa fonte de caracteres a distância entre a linha de topo e a linha de fundo deve ser a mesma para todos os caracteres. Já a distância entre a linha esquerda e a linha direita pode variar, pois alguns caracteres, como o "i" minúsculo, são mais estreitos que outros. Fontes com a largura variável são chamadas fontes proporcionalmente espaçadas, enquanto as de largura constante são chamadas monoespaçadas .

Dentro do corpo do caracter são também colocadas a linha de base, a linha ao alto , a linha de meio e a linha de centro(figura 3). As duas primeiras normalmente limitam uma letra maiúscula no sentido vertical , sendo que a distância entre elas determina a altura do caracter. As duas últimas bisseccionam o corpo na direção vertical e horizontal respectivamente. A posição exata destas linhas deve ser especificada pelo projetista da fonte que pode usar critérios estéticos e geométricos .

Dentro da malha o caracter é definido por uma sequência de traços, que pode ser interrompida para iniciar num outro ponto da malha. Os traços sempre começam e terminam em nós da malha, de modo a se conseguir pares ordenados com ordenadas inteiras, sendo que a origem o cruzamento da linha de base com a linha esquerda. Na figura 3 a letra maiúscula A é definida numa malha de dimensões 9 x 12(0 a 9 x -3 a 9) da seguinte maneira :

```

move para ( 0 , 0 )
linha para ( 4 , 8 )
linha para ( 8 , 0 )
move para ( 2 , 4 )
linha para ( 6 , 4 )

```

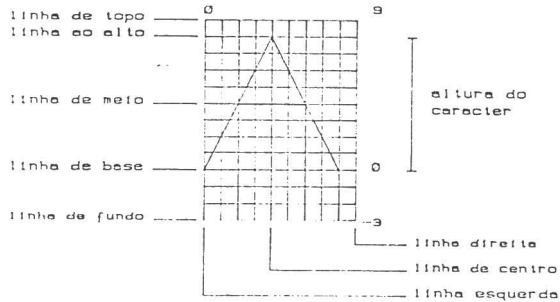


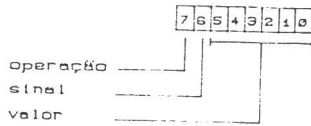
Figure 3 - malha para definição de caracteres.

4.2 Armazenamento de fontes

A primeira tendência para armazenamento da definição dos caracteres é a utilização de arranjos ("arrays") de números inteiros contendo um código de operação (mover, desenhar ou finalizar) e as coordenadas (x,y). Tentador pela simplicidade este método pode ser caro em termos de memória. Supondo que um equipamento de médio/grande porte com palavras de 32 bits utilizadas inteiramente para representar um número inteiro, possua uma biblioteca gráfica simples, que mantenha uma fonte de caracteres na memória. Se esta fonte permitir até quarenta (40) pares ordenados por caracter (representando movimentos ou traços) e apresentar todos os caracteres ASCII (128 caracteres) utilizará pelo menos 15K palavras.

Uma boa malha pode ser definida com 90 divisões no sentido vertical e 60 no horizontal. Como uma parte das divisões no sentido vertical ficará abaixo da linha de base, cerca de 30 destas divisões terão sinal negativo. É possível então fazer uma compactação de forma que um byte (8 bits) possa ter aproveitado conforme mostra a figura 4.

Com este modo compacto de armazenamento, que gasta dois bytes por cada par de coordenadas (x,y), a memória necessária passa a ser aproximadamente 2,5K palavras. Obteve-se desta forma uma economia de mais de 80 %.



	0	negativo
Sinal	1	positivo
	0	move
Operação	1	linhas

Figura 4 - Configuração do byte.

4.3 O Editor

Uma aplicação gráfica pode ter necessidade de utilizar mais de uma fonte de caracteres. Neste caso (por questões de economia) deve ser mantida em memória apenas a fonte corrente. Esta fonte foi carregada de algum dispositivo físico de armazenamento (normalmente disco magnético) no início do processamento. Quando uma outra fonte for requisitada, ela será carregada na mesma área da fonte anterior.

O editor de fontes aqui representado tem o objetivo de facilitar a criação de novas fontes voltadas para o usuário.

Características do Editor

O editor permite que seja indicado pelo projetista da fonte as posições da linhas de topo, ao alto, do meio e do fundo em relação a linha de base, e as posições das linhas de centro e direita em relação a linha esquerda.

O editor interage com o usuário através de botões luminosos (figura 5). Esta técnica permite que se escolha uma opção de menu, simplesmente indicando o item desejado com um dispositivo de localização. Desta forma não há necessidade da memorização da sintaxe dos comandos.

As funções disponíveis no editor permitem:

- indicar a origem de uma sequência de traços ;
- Construir uma sequência de traços ;
- desfazer o último traço ;
- indicar qual o caracter ASCII a ser editado ;
- apagar o caracter corrente ;
- recuperar a definição anterior do caracter corrente .

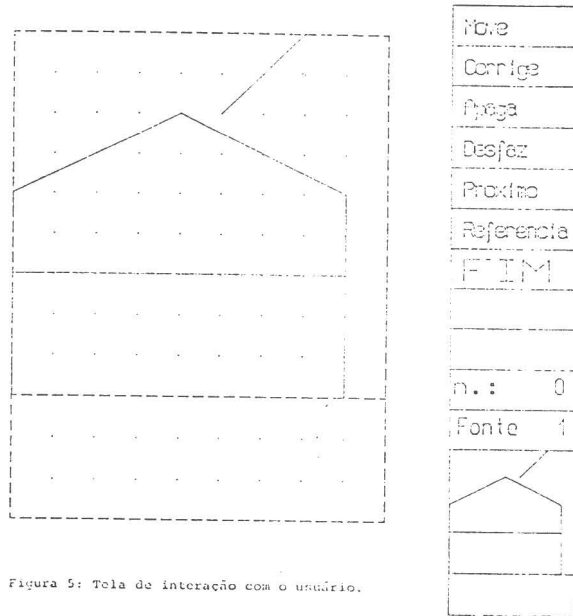


Figura 5: Tela de interação com o usuário.

5. Exemplo

O exemplo aqui representado foi construído, utilizando-se um sistema gráfico tridimensional desenvolvido na PUC/RJ.

Diversas vistas de uma casa com textos escritos na parede dos fundos e em uma das laterais, são apresentadas simultaneamente.

Visualização tridimensional de texto.

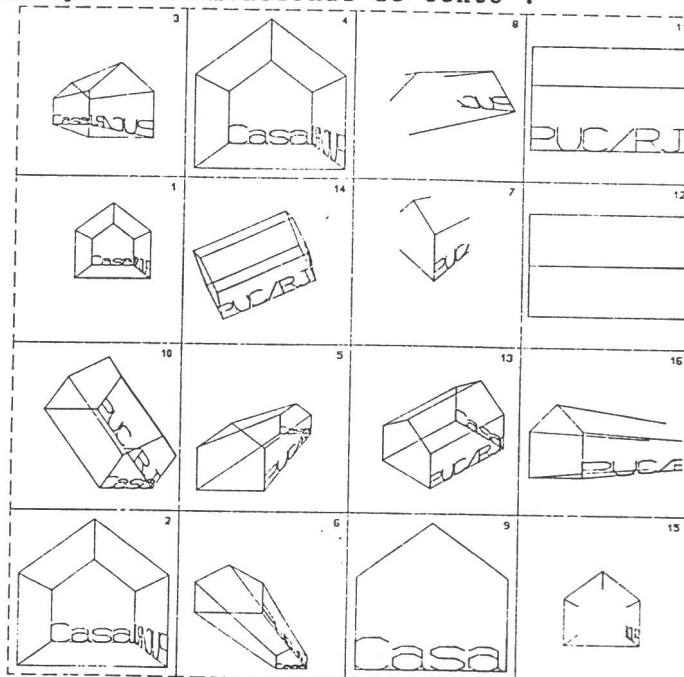


Figura 6

6 . Conclusões

Através de um tratamento matemático simples é possível tratar textos colocados no espaço a três dimensões. Os textos e seus atributos são tratados em seu próprio plano e posteriormente transformados para o sistema de coordenadas do usuário. Todo o processo é independente do núcleo gráfico como um todo , podendo deste modo ser utilizado em qualquer implementação .

O editor de caracteres permite a criação ou modificação de fontes de maneira fácil , rápida e econômica, também independente do núcleo, dando total flexibilidade ao usuário .

As figuras do trabalho foram construídas utilizando-se um editor de texto gráfico desenvolvido pelo autor e as respectivas legendas utilizam caracteres criados com o editor de fontes, mostrando a utilidade do desenvolvimento .

7 . Bibliografia

ENDERLE,G.; KANSY,K.; PFAFF,G.

Computer graphics programming . Berlim, Springer-Verlag, 1984.

SIGGRAPH/ACM.

Computer Graphics , vol. 13 , nº 3 , august 1979 .

SIGGRAPH/ACM

Computer Graphics , special GKS issue, february 1984.