Fundação CECIERJ - **Vice Presidência de Educação Superior a Distância**

Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação

Disciplina: Computação Gráfica

AD1 - 2° semestre de 2008.

1) Descreva as quatro principais subáreas da Computação Gráfica. Cite exemplos de problemas que são estudados por cada uma delas (1.0 ponto).

   a. *Síntese de imagens – Trata da geração de imagens a partir de um conjunto de dados e modelos. Os principais problemas estudados estão relacionados à produção de imagens realistas e visualização de dados, fenômenos e processos, em muitos casos de forma interativa e, até mesmo, em tempo real. A síntese de imagens se propõe a investigar diversos métodos, algoritmos e esquemas de representação e manipulação dos dados, de forma a solucionar tais problemas de modo eficiente e econômico. Nos estágios iniciais, a síntese de imagens introduziu os principais modelos e técnicas para geração de imagens 3D em dispositivos* ***raster,*** *tais como, estruturas de dados para representação de objetos gráficos 2D e 3D, projeções e modelos de câmera, algoritmos para rasterização de polígonos e recorte, remoção de superfícies escondidas e iluminação direta, técnicas para interação e geração de curvas e superfícies. Em uma fase posterior, algoritmos de iluminação mais sofisticados como Raytracing e Radiosidade e técnicas de mapeamento de textura foram propostos. Atualmente são investigadas técnicas capazes de gerar imagens cada vez mais realistas, utilizando modelos sofisticados com o auxílio do avanço tecnológico das placas e processadores gráficos, assim como dos dispositivos de captura e visualização. A Síntese de Imagens tem grande aplicação na indústria, nas engenharias, nas diversas áreas da ciência, arquitetura, indústria do entretenimento, medicina e etc.*

b. *Processamento de imagens – É a subárea responsável por estudar técnicas para representar, manipular e realizar operações sobre imagens digitais. Ao processar uma imagem digital as técnicas de processamento de imagens produzem uma outra imagem onde determinadas características são realçadas ou modificadas de forma a facilitar a realização de diferentes processos que utilizam as informações codificadas nas imagens. Cita-se como exemplo a aplicação de filtros para remover ou minimizar ruídos em uma imagem digitalizada por um scanner. A subárea de processamento de imagens considera imagens, em muitos casos, como um tipo particular de sinal, havendo desta forma uma considerável interseção com a área de processamento de sinais. Problemas comumente tratados pela área são os problemas de realce de características de imagens, segmentação, transformações geométricas aplicadas a imagens, composição, além de técnicas para armazenamento e transmissão. A área de processamento de imagens possui inúmeras aplicações, como nos próprios processos de síntese de imagens, na ciência dos materiais, astronomia, geografia, microscopia, aerofotogrametria e etc.*

c. *Análise de imagens – Trata da aquisição de informação a partir de uma imagem digital, aquisição esta muita das vezes baseada em reconhecimento de padrões e nas características dos sistemas de formação de imagens. Temos como exemplos de aplicações a identificação de placas de automóveis, a identificação de áreas desmatadas, detecção de tumores em dados médicos, calibração automática de câmeras, determinação da estrutura tridimensional de objetos a partir de imagens e outras.*

d. *Modelagem – A modelagem, tipicamente denominada modelagem geométrica lida com problemas que envolvem a representação, geração e manipulação de formas como curvas, superfícies e sólidos em sistemas computacionais. Problemas normalmente estudados envolvem representação de formas por subdivisão, representações por multiresolução, simplificação de malhas, modelagem a partir de imagens e etc. As técnicas provenientes da área de modelagem têm inúmeras aplicações na indústria, em problemas de física e matemática, engenharias, projeto e manufatura auxiliados por computador (CAD e CAM, respectivamente) e etc.*

2) Descreva alguns dos componentes de uma ferramenta de modelagem (1.0 ponto).

Dentre os diversos componentes em uma ferramenta de modelagem podemos citar como exemplos:

Componentes para modelagem baseada em:
- polígonos;
- imagens.

Editores de shaders.
Texturização.
Otimização de modelos baseada em:
- hierarquias de níveis de detalhe (LODs);
- renderização em texturas;
- redução de polígonos.

Animação:
- cinemática inversa,
- rigging,
- skinning.

Componentes para conversão entre diferentes formatos de modelos 3D.

3) Defina o conceito de *Objeto Gráfico*. Como os objetos gráficos podem ser categorizados? Utilize exemplos para descrever os diferentes tipos de objetos gráficos (1.0 ponto).

O conceito matemático diz que um objeto gráfico é um subconjunto $S \subset R^m$ *associado a uma função de atributos* $f{:}R^n \to R^m$. *O subconjunto S define o suporte geométrico do objeto gráfico O.*

A dimensão de um objeto gráfico é dada pela dimensão do suporte geométrico. Curvas são objetos unidimensionais, regiões e superfícies são exemplos de objetos bidimensionais, enquanto que volumes e sólidos são exemplos de objetos tridimensionais.

Objetos gráficos podem também ser categorizados em objetos planares ou espaciais. Objetos planares são aqueles que moram em um espaço bidimensional. Exemplos de objetos planares são as regiões e curvas no plano. Objetos espaciais são aqueles em que o espaço ambiente, onde eles estão imersos, possuem dimensão maior ou igual a 3. Exemplos são as curvas no espaço, superfícies e sólidos.

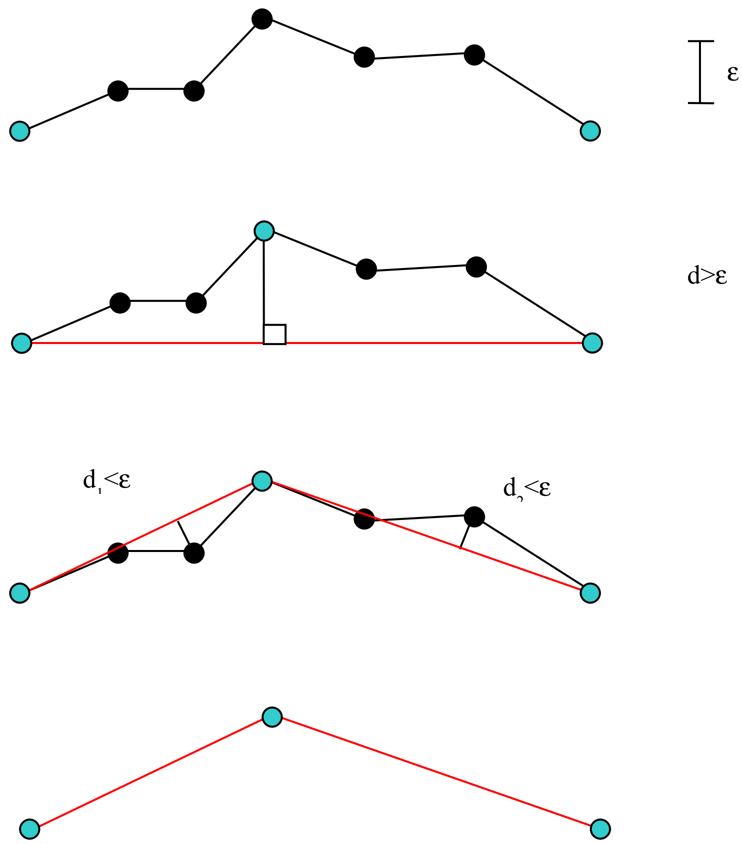
4) Defina o conceito de uma curva poligonal. Descreva as principais vantagens e desvantagens de sua utilização. (1.0 ponto).

Seja $p_0, p_1, \ldots, p_n$ *um conjunto de pontos distintos no plano. Uma curva poligonal é definida como sendo a união dos segmentos* p_0p_1, p_1p_2, $p_{n-1}p_n$ *onde os pontos* p_i *são denominados vértices e os segmentos* p_ip_{i+1} *as arestas da curva.*

Uma curva poligonal é a representação mais simples que se pode obter de uma curva qualquer. A sua simplicidade permite que seja facilmente implementada, por exemplo, através de um array de pares de pontos. Por outro lado, a manipulação, edição e armazenamento de curvas complexas, representadas através de uma curva poligonal, pode ser pouco prática e algumas vezes inviável devido a quantidade de elementos.

5) Faça uma pesquisa sobre o algoritmo Douglas-Peucker para simplificação de curvas poligonais. Descreva algumas de suas aplicações (1.0 ponto).

O algoritmo de Douglas-Peucker é um algoritmo de simplificação de curvas poligonais bastante simples que utiliza um processo de inserção sucessiva de pontos de acordo com uma medida de erro especificada. A cada passo, o algoritmo tenta aproximar uma sequência de pontos por um segmento de reta ligando o primeiro ao último ponto. Uma vez encontrado o ponto mais distante entre a curva e o segmento aproximador, verifica-se se sua distância está dentro de um limite estabelecido. Se a resposta for positiva a aproximação é aceita, caso contrário o algoritmo é aplicado recursivamente às subsequências anterior e posterior ao ponto mais distante.


ε
d>ε
d₁<ε
d₂<ε

6) Qual a diferença entre curvas paramétricas e curvas implícitas? Escolha uma curva de sua preferência e represente-a tanto na forma paramétrica quanto na forma implícita (1.0 ponto).

Curvas paramétricas utilizam uma formulação em que as coordenadas dos pontos que a descrevem são dadas em termos de funções definidas em um espaço de parâmetros determinado por um intervalo da reta. Para cada valor do parâmetro t, é possível calcular as coordenadas x(t) e y(t) de cada ponto da curva. Curvas paramétricas são bastante apropriadas para problemas que envolvem amostragem.

Uma curva paramétrica planar pode ser vista como a trajetória de um ponto que se desloca no plano, se interpretarmos o parâmetro t como o tempo. O conjunto de pontos de uma equação paramétrica planar $\gamma(t)$ descreve o que chamamos de traço da curva. Existem várias parametrizações possíveis para uma curva. Abaixo temos, como exemplos, o círculo na forma paramétrica.

$$(\cos(t), \mathrm{sen}(t)),\ 0 \leq t \leq 2\pi$$

Curvas implícitas são caracterizadas através das raízes de uma equação da forma F(x,y)=0. Desta forma, pode-se dizer que curvas implícitas são determinadas pela interseção de uma superfície com o plano z=0, o que as caracteriza como curvas de nível.A equação clássica do círculo na forma implícita é apresentada abaixo:

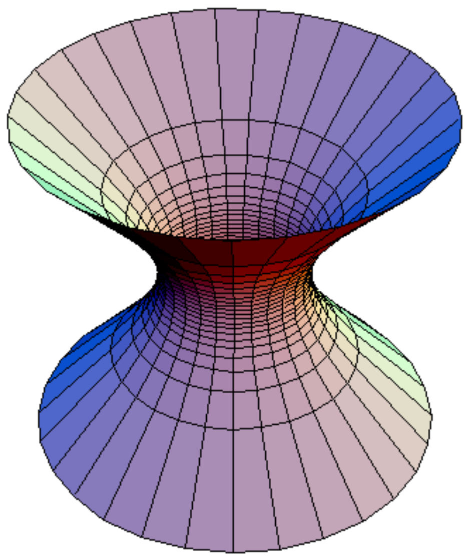
Exemplo: $(x^2 + y^2 - r^2 = 0)$

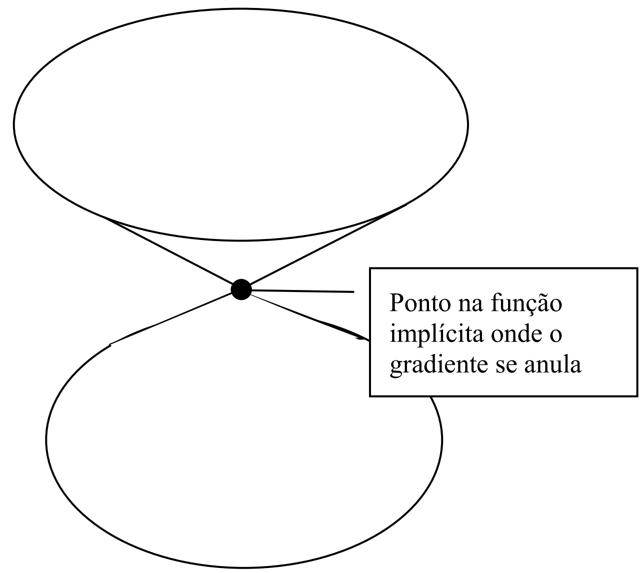
Diferentemente de curvas descritas parametricamente, as curvas implícitas são mais adequadas quando é necessário lidar com o problema de classificação ponto-conjunto.

7) Qual a condição necessária para que uma superfície implícita não se caracterize como uma superfície degenerada? Descreva um exemplo de equação em que tal condição é verificada e, em seguida, apresente um exemplo correspondente a uma superfície degenerada (1.0 ponto).

Para que uma superfície implícita F(x,y,z) = 0 não seja degenerada, é necessário que o gradiente de F seja não nulo em todo os pontos de F, isto é, $\nabla F(x,y,z) \neq 0$.

Considere por exemplo a superfície dada pela função $F(x,y,z) = x^2+y^2-z^2-k=0$, *a qual descreve um hiperbolóide de uma folha. Para* $k \neq 0$, $\nabla F(x,y,z) = (2x,2y,-2z)$ *se anula* *para o ponto (0,0,0), o qual não faz parte da superfície, entretanto para k=0 temos que o ponto (0,0,0) faz parte de uma superfície degenerada descrita por um cone.*





8) Como objetos volumétricos podem ser representados? Descreva as vantagens e desvantagens de cada tipo de representação (1.0 ponto).

Objetos volumétricos podem ser representados de dois modos:

- Representação por bordo ou *B-rep* (boundary representation): baseada no teorema de Jordan, que afirma que um objeto volumétrico pode ser definido por uma superfície fechada e limitada (uma cápsula envolvente) mais um algoritmo para solução do problema de classificação ponto-conjunto.

- Representação por decomposição: tipo de representação em que o espaço envolvente é subdivido em um conjunto de células e o objeto é descrito através da enumeração das células que o intersectam. Pode-se adotar uma decomposição uniforme, por exemplo, através de uma matriz ou então uma decomposição não uniforme, por exemplo, uma octree.

9) Faça uma pesquisa sobre o algoritmo de deCastlejau para geração de curvas de Bérzier (1.0 ponto).

O algoritmo de deCastlejau é um algoritmo utilizado para calcular um ponto sobre uma curva de Bérzier correspondente a um valor de parâmetro $t = t0$, $0 \le t0 \le 1$, baseado em aplicações repetidas de interpolações lineares. Considere, por exemplo, *uma curva de Bézier de grau n=3 contendo os pontos P0,P1,P2 e P3. A parametrização do segmento P0P1 é dada por*

(1 - t)P0 + tP1,

Para um dado valor de t=t0 podemos calcular um novo ponto de controle sobre P0P1 da seguinte forma:

Q0 = (1 - t0)P0 + t0P1.

Podemos aplicar o mesmo processo calculando para os segmentos P1P2 e P2P3 os pontos :

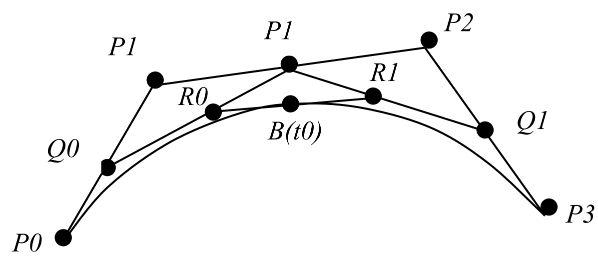
Q1 = (1 - t0)P1 + t0P2 e Q2 = (1 - t0)P2 + t0P3.

Em seguida, obtemos os pontos R0 e R1, interpolando para t=t0, respectivamente, os extremos dos segmentos Q0Q1 e Q1Q, conforme abaixo:

R0 = (1 - t0)Q0 + t0Q1 and R1 = (1 - t0)Q1 + t0Q2.

Finalmente, o ponto B(t0) na curva é obtido interpolando-se R0 e R1

B(t0) = (1 - t0)R0 + t0R1



10) Qual a vantagem da utilização de *b-splines* em relação às curvas de *Bérzier* (1.0 ponto)?

Uma vantagem das curvas b-spline em relação a curvas de *Bérzier* é a de que *b-splines* permitem criar curvas com muitos pontos de controle, sem a necessidade de se aumentar o grau do polinômio da base ou então colar diferentes curvas de menor grau juntamente através de um mecanismo que garanta a continuidade e suavidade entre os segmentos nos pontos de junção. Isso se deve ao fato de que, por definição, *b-splines* descrevem curvas suaves por partes, sendo que a suavidade é garantida automaticamente através do compartilhamento de pontos de controle entre segmentos de curva consecutivos que compõe a curva maior.

Uma outra vantagem é o grau de controle local, que se obtém como conseqüência do fato de que pontos de controle influenciam apenas um subconjunto dos segmentos que compõem a curva total, algo que não é possível de se obter através de curvas de Bézier, nas quais a modificação de um ponto de controle causa uma modificação em toda a curva.