

## Estudando para a P2 - 2018

1. Um conceito muito importante em CG é o da *bounding Box (BB)* de um objeto. De uma forma bem intuitiva seria a caixa mínima (Box) que você usaria para poder guardar seu objeto. Alguns softwares confundem BB com a chamada de Axial Aligned Bounding Box (AABB), onde a caixa seria paralela aos eixos usado no programa para descrever os objetos (que às vezes são chamados de sistemas de coordenadas do mundo, do universo, globais, etc.). Responda: Qual seria um uso disso em CG? Em relação a possíveis sistemas de coordenadas que essa idéia ajuda a descrever?
2. A maior parte das aplicações da CG visa criações de objetos do nosso mundo, ou objetos do mundo 3D que podem existir, os chamados **Sólidos Realizáveis**. Estes são descritos sempre a partir de coleção de pontos com 3 coordenadas cada um. O que significa cada uma das coordenadas?
3. As coordenadas de um ponto só fazem sentido em relação a um sistema de eixos de coordenadas perfeitamente caracterizado: i.e. Centralizado em um ponto bem definido (chamado origem do sistema de coordenadas). Explique porque também é importante identificar a unidade usada e a direção considerada positiva em cada eixo.
4. Na maior parte das aplicações da CG, mesmo quando os objetos parecem ter superfícies não planas, eles serão de fato representados por faces (F) planas, limitadas por arestas (A) retas. Cada aresta ou lado das faces são limitados por pontos chamados vértices (V). Para simplificar ainda mais a programação as faces dos objetos não são polígonos quaisquer e sim, geralmente, apenas triângulos ou quadriláteros. Para que um objeto poliédrico de genus zero seja realizável é condição necessária que seu número de vértices (V), arestas (A) e faces (F) satisfaça a chamada equação de Euler (atenção: como esse nome é suíço-alemão você deve ler “oiler”):  $V-A+F=2$ . Desenhe um sólido qualquer, mas diferente de um cubo. Descreva as coordenadas dos seus vértices em relação a um sistema de coordenadas que você definir de modo que seu objeto seja perfeitamente desenhado. Verifique se ele satisfaz a equação de Euler.
5. Como queremos que em CG um objeto pareça o mais real possível, precisamos lhe dar aspecto de ser um objeto real (renderizá-lo), isso é feito incluindo nas suas faces a aparência de serem constituídas de um material com cor, texturas, brilho e outras características de uma superfície real. Para isso ele deve ser composto de faces. Como é importante identificar a direção perpendicular de cada face, ou seja, sua normal, cada face deve ser identificada por uma lista de vértices em uma ordenação orientada seguindo a regra da mão direita. Assim precisamos ter uma estrutura de dados para um objeto que seja composto por pelo menos duas (2) listas: (i) Uma lista de faces, onde cada face é identificada pelo nome dos seus vértices ordenados seqüencialmente de modo que sua normal aponte para a direção externa do objeto; e (ii) um lista de vértices onde cada um seja identificado pelas suas coordenadas. Essa estrutura de dados para representação de objetos em CG é chamada de “Baseada em Vértices”. Represente essas listas para o objeto que você desenhou na questão anterior.
6. Existem outras estruturas de dados possíveis em CG. Por exemplo: uma estrutura de dados onde cada aresta seja também identificada é muitas vezes mais útil. Com ela é mais fácil representar um objeto apenas como wire frame e selecionar seus limites para modificar suas formas. Assim surge outra estrutura de dados baseada em 3 listas: (1) Uma lista de faces, onde cada face é identificada pelo nome das arestas ordenadas seqüencialmente de modo que façam um loop no sentido anti-horário, quando vistas da região exterior ao objeto; (2) um lista de arestas onde cada uma seja identificada pelos seus vértices; e (3) a lista de coordenadas dos vértices (como na questão anterior). Essa estrutura de dados para representação de objetos em CG é chamada de “Baseada em lados” (ou em “arestas”). Represente essas listas para o objeto que você desenhou em 9.

7. Considere o sólido ao lado. Indique o número de cada um dos 6 elementos da fórmula de Euler-Poincaré que o compõem (já que ele obviamente é algo realizável e deve satisfazê-la). Depois descreva pelo menos 4 metodologias distintas, dentre as de modelagem de sólidos estudadas no curso, que poderiam ser usadas para gerá-lo de forma perfeita (isto é sem que as suas características curvas fossem aproximadas e partes dele fossem perdidas). Explique ainda, de forma clara e simples, como as metodologias que você mencionou gerariam esse objeto.



8. O que são quatérnios?
9. Que problemas com as rotações os quatérnios não resolvem?
10. O que é “Bloqueio do cardan” ou do “travamento de um grau de liberdade” de um giroscópio?
11. Observe os 5 números abaixo. Depois, responda as seguintes perguntas sobre eles.

$$A = 2 + 3i + 2j + 5k ; B = 1 + i ; C = 3j - 5k ; D = 0, E = 3 + 4i + 5j$$

a) A que conjuntos de números que você conhece até hoje pertence o número D?

b) Qual o resultado de  $A+B+C+E$  ?

c) Qual o quadrado de B ?

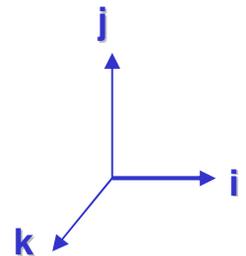
d) Qual o simétrico de  $B+D$  ?

e) Qual o conjugado de E ?

$$ij = k = -ji$$

$$jk = i = -kj$$

$$ki = j = -ik.$$



f) Qual o valor de A multiplicado por B ? e de de A multiplicado por D ?

g) Qual o valor desta multiplicação na ordem inversa : BA ?

h) Como você poderia escrever C como um complexo de complexos , isto é na forma  $q = z1 + z2 j$ ?  
Ou seja quais seriam os complexos  $z1$  e  $z2$  que resultariam no quatérnio  $q = z1 + z2 j = C = 3j - 5k$  ?

i) Qual o módulo ou magnitude de  $A = 2 + 3i + 2j + 5k$  ? Ou seja qual é o valor de  $|A|$  ?

j) Como você pode girar, por quatérnios, pontos em torno do eixo y de 180 graus ?

k) O que é um operador quatérnio de rotação? O que é gimbal lock?

### Responda nos pontilhados ou brancos abaixo

1. Sem considerar as sombras, que os objetos não transparentes fazem nas superfícies, as cenas ficam irreais. Calcular sombras em síntese é .....

2. As áreas de penumbras podem ocorrer quando ..... ou .....
3. Para simular o brilho nas superfícies é usado o modelo de luz chamado de ..... desenvolvido por Phong Bui-Tuong em 1975.
4. Uma técnica global de criação de cenas com realismo visual é a denominada ..... Um algoritmos ou técnicas de sombreamentos e realismo locais é .....

**Para as questões abaixo escolha apenas uma das alternativas, mas diga porque de você considerou cada uma certa ou errada.**

Para desenhar um objeto com um nível maior de realismo é necessário calcular o seu nível de sombreamento (*shading*), neste cálculo:

- (a) como o efeito de *bandas de Mach* é desastroso nunca se deve usar métodos com incrementos de intensidade de uma face para a outra.
- (b) O método de Phong é um ótimo método, que usa interpolação de intensidades entre os pixels da face para evitar o efeito de bandas de Mach.
- (c) O método de Gouraud é adequado para superfícies poliédricas, pois usa a normal dos vértices, para calcular suas intensidades e a partir destas interpola a intensidade dos pontos interiores das faces.
- (d) Para objetos composto de faces planas o efeito de *bandas de Mach* auxilia na visualização das arestas entre faces.
- (e) Efeito de *bandas de Mach* é a característica do olho humano que torna o lado escuro menos escuro e o claro mais claro, quando há variação de intensidade luminosa.

Eliminar linhas invisíveis para um observador de uma cena é chamado em Computação Gráfica de tratamento de *Hidden lines*. Sabendo que se um observador está em  $(V_x, V_y, V_z) = (0, 0, 20)$ :

- (a) Poderemos dizer que um cubo localizado centrado na origem deste sistema de coordenadas terá faces visíveis desde que suas normais com o observador estejam no máximo fazendo um ângulo de 90 graus com a direção z do sistema de eixos.
- (b) Pelo método de Roberts (ou *back face culling*) de eliminação de linhas invisíveis, serão consideradas visíveis as arestas que limitarem faces visíveis.
- (c) *Backface culling* pode ser usado com vários objetos em cena, mesmo que uns estejam parcialmente encobrendo os outros.
- (d) A técnica de *z-Buffer* ou ordenação por distância ao observador, considera que só os pontos mais longe do observador são visíveis, de modo que se um objeto encobre o outro, os que tiverem com pontos mais distantes serão desenhados, assim partes invisíveis são facilmente eliminadas. O método do pintor é uma variação desta técnica.
- (e) Possivelmente deve ocorrer o efeito de *caustic* ao observador visualizar essa cena.

Para considerar o tom de sombreamento de uma superfície, usamos modelos de iluminação que vão crescendo em complexidade de acordo com os elementos existentes na cena que se quer representar de maneira realística.

- (a) o modelo de *luz ambiente* é insuficiente para o realismo, mas é o mais simples e considera que a intensidade de um ponto é função da intensidade da luz ambiente multiplicada pelo coeficiente de reflexão da superfície em que o ponto se encontra.
- (b) o modelo de *luz ambiente* considera a *lei de Lambert* que diz que a direção de reflexão é igual a direção de iluminação.
- (c) o modelo de luz ambiente melhora muito se for utilizada a divisão por uma constante, pois a intensidade de luz em um ponto é inversamente proporcional à sua distância até a fonte de luz.
- (d) o coeficiente de luz especular é função da cor da superfície iluminada e da cor da fonte de luz.

(e) a direção do observador é muito importante no modelo de luz especular, pois esse considera a transparência dos objetos somando a intensidade luminosa de um ponto com a intensidade luminosa dos objetos que estão atrás deste.

**Responda as perguntas abaixo:**

- A. O que quer dizer o termo "*renderizar*" de imagens digitalizadas?
- B. Quais os grupos de processos que devem ser executados para a visualização de imagens sintéticas compostas por objetos formados por *malhas poligonais*?
- C. Descreva as diferentes etapas ou processos envolvidos no realismo das cenas.
- D. Processo de remoção de partes invisíveis pode ser subdividido em dois sub-processos. Caracterize esses sub-processos e conceitue suas subdivisões. Esses sub-processos ocorrem em que fases da renderização?
- E. Quais as formas de sombreado (*shading*)? Descreva-as resumidamente com suas palavras. Qual o efeito visual que intensifica a noção dos limites dos polígonos ao se usar a técnica de shading constante ou *flat shading*? Mostre você mesmo em um exemplo essa intensificação e a explique.
- F. O que é uma *scan-line*?
- G. Como os objetos descritos por lista de polígonos são *rasterizados*? Esse método se aplica aos polígonos não-convexos e com furos?

**Responda e resolva:**

- 1) Como o processo de back face *culling* é também denominado? Nele é utilizado que espaço de coordenadas para a descrição do objeto? E do observador? Em que se baseia este cálculo? Considerando  $X_o, Y_o$  e  $Z_o$  as coordenadas do *Observador* e  $(Z_i, Y_i, Z_i)$ ,  $(Z_j, Y_j, Z_j)$ , e  $(Z_k, Y_k, Z_k)$  as coordenadas de 3 vértices  $I, J$  e  $K$  de uma face do objeto, indique com expressões como o cálculo de visibilidade da face é feito.
  - 2) O que é, e para que se utiliza o algoritmo de *Z-buffer*? Quais suas vantagens e desvantagens? Em que *sistema de coordenadas* (\*) ele trabalha? Qual a idéia básica do algoritmo?
- (\*) No sentido os *sistema de coordenadas* considerados no slide 14 da Aula 8-2018
- 3) Qual a diferença entre modelos de iluminação e algoritmos de sombreado? Faça um esquema que mostre a diferença entre estes aspectos.
  - 4) Que efeitos não são levados em conta nos modelos de iluminação locais? Que efeitos o modelo simula?
  - 5) O modelos de iluminação de *Bui Tuong Phong* (1942-1975) utiliza 3 componentes. Descreva como são calculados cada parcela destes componentes.
  - 6) Como o modelo de *Bui Tuong Phong* pode ser usado em objetos coloridos. Porque a componente especular tem um comportamento diferenciado das demais?
  - 7) Se a luz pontual não estiver no infinito como o modelo de *Bui Tuong Phong* pode ser rescrito? (Explique através de desenhos esquemáticos)

- 8) Como se explica a idéia básica do sombreado de *Gouraud* para superfícies poligonais. Como se calcula as normais nos vértices? (Explique usando desenhos esquemáticos)
- 9) Porque ao se interpolar a normal e não a intensidade de luz o sombreado de *Bui Tuong Phong* produz melhores resultados? (Explique por desenhos esquemáticos)
- 10) Descreva a idéia básica dos algoritmos de ray-tracing e radiosidade.
- 11) Quais as principais deficiências do ray tracing.
- 12) Isotrópico é um adjetivo que caracteriza materiais que tem mesma propriedade física (no nosso caso transmissividade e outras propriedades óticas ) em todas as direções dos seus eixos. Anisotrópicos são os que têm propriedades físicas diferentes ao longo dos diferentes eixos ou direções, sendo o oposto de isotrópicos. Que aspectos tornam a Radiosidade diferente das outras técnicas baseadas em iluminação global?
- 13) O que é o "*environment map*" (ou mapa de reflexão)? Explique porque é mais eficiente na animação de objetos com brilho do que as técnicas de iluminação global. Quais as vantagens e desvantagens do "*environment map*" em relação ao *ray tracing*?
- 14) Quais as diferenças conceituais entre o "*bump map*" e o "*displacement map*"? (Explique através de desenhos esquemáticos)
- 15) Resumidamente descreva os diferentes processos de mapeamentos usados para levar as texturas 2D nas superfícies dos objetos 3D. Para exemplificar descreva-os através de um exemplo com uma forma simples.
- 16) Quais as vantagens do uso de superfícies paramétricas (para representação da geometria dos objetos) nos mapeamentos? Descreva-as com suas palavras.
- 17) Qual a diferença básica entre "*environment map*" e o "mapeamento de textura"?
- 18) Procure mais detalhes explicativos do porque do nome MIP map. Diga porque ele é uma idéia adequada para evitar *anti-aliasing*? Como são obtidas as texturas de resolução mais baixas a partir das de resolução mais altas? Exemplifique como é possível definir o nível de busca no *Mip Map*
- 19) De exemplo de ocorrência de sombras bem definidas e suaves. Como pode-se incluir sombras na visualizações realísticas?
- 20) Que é o Z-buffer de sombras? No que esse se difere do z-buffer normal? O que você poderia dizer sobre o aliasing neste processo.
- 21) Em que se baseia a técnica de radiosidade?
- 22) Qual a importância das curvas e superfícies no contexto da computação gráfica?
- 23) Qual o desafio enfrentado ao traçar uma curva num conjunto de pontos?
- 24) Diferencie área convexa e não convexa?
- 25) O que fazer caso a aproximação dos pontos gerados não seja satisfatória para representar curvas acentuadas?

- 26) Qual a vantagem da representação analítica sobre a representação por conjunto de pontos?
- 27) Qual a grande vantagem da representação paramétrica?
- 28) Existe uma forma de representação de curvas que seja sempre melhor?
- 29) Quais são as curvas paramétricas mais comuns na CG?
- 30) O que é blending function?
- 31) Tratando-se de curvas em CG, em que aspectos a curva de Hermite tem vantagem sobre as outras?
- 32) O que são as Curvas de Bézier e quais suas utilidades?
- 33) O que significa uma curva ter “controle global”? Qual é a desvantagem de curvas com controle global?
- 34) Qual é a vantagem da curva estar contida no fecho convexo do polígono pelos pontos de controle?
- 35) Como é possível aplicar transformações afins em curvas?
- 36) Discorra sobre as características básicas das B-Spline.
- 37) O que são B-splines não periódicas? E B-Splines não uniformes?
- 38) Por que o estudo da teoria das Splines é importante para a CG?
- 39) Qual interpolação de curvas Spline foi desenvolvida especificamente para ser aplicada na CG? Cite uma característica importante.
- 40) Por que as curvas racionais são importantes para a Computação Gráfica?
- 41) Como são geradas as superfícies de revolução? Como elas podem ser obtidas?
- 42) Que tipo de aplicação torna as Superfícies Geradas por Interpolação Bi-linear uma das mais úteis?
- 43) Qual é a utilidade de Interpolações Trilineares?
- 44) O que são Superfícies Paramétricas Bicúbicas? Quais os problemas inerentes à representação Superfícies Paramétricas Bicúbicas?
- 45) Como se dá a geração de superfícies de formas livres?
- 46) Na formulação de Bézier, como gerar superfícies a partir de curva? Como podemos unir os polígonos trabalhados?
- 47) Qual é a maior desvantagem das superfícies de Hermite?
- 48) O que significa o termo NURBS? Para que servem as superfícies NURBS? Para que tipo de modelagem elas foram criadas?