# Bacharelado em Ciência da Computação
# Departamento de Computação de Sorocaba – UFSCar

## Computação Gráfica – Lista de Exercícios (revisão)

1) O que se entende por Computação Gráfica? Como essa área do conhecimento se relaciona com as demais áreas correlatas, como, por exemplo, Processamento Digital de Imagens?
2) Cite exemplos corriqueiros do uso da computação gráfica nos dias atuais.
3) O que se entende por dispositivos gráficos?
4) Discuta as principais diferenças entre dispositivos gráficos vetoriais e dispositivos gráficos matriciais; considere os casos de dispositivos de entrada e de saída.
5) Qual é considerada a melhor combinação de dispositivos gráficos vetoriais e matriciais levando em conta as tecnologias atuais?
6) Por que os algoritmos de conversão de primitivas gráficas vetoriais para dispositivos matriciais são importantes na área de Computação Gráfica?
7) O que é um Sistema Gráfico? Qual sua função? Cite alguns exemplos.
8) O que é um Sistema de Referência (SR)? Qual sua função? Discuta os quatro tipos de SR estudados em sala de aula.
9) Dado um SR do universo, o que entendemos por "janela"?
10) Implemente uma função para converter dados entre um SR do universo (ou do mundo) e um SR normalizado (transformação de visualização).
11) Implemente uma função para retornar a um SR do universo dado um SR normalizado. Que parâmetros devem ser passados para a função?
12) Implemente uma função para converter dados entre um SR normalizado e um SR do dispositivo. Que parâmetros devem ser passados para a função?
13) Considere a equação da reta dada por $f(x) = \mathbf{a}x + \mathbf{b}$, onde **a** e **b** são os coeficientes angular e linear, respectivamente, $x$ um número real e o par ordenado $(x, y = f(x))$ as coordenadas de um ponto no plano. Implemente um algoritmo para encontrar pontos de um segmento de reta entre dois pontos dados $p_1 = (x_1, y_1)$ e $p_2 = (x_2, y_2)$, sendo $x_1$, $y_1$, $x_2$ e $y_2$ variáveis reais.
14) No exercício acima, discuta os casos particulares quando temos segmentos de reta horizontais ou verticais.
15) Considere um SRU para o plano definido pelo usuário e um SRD descrito por uma grade retangular finita de tamanho fornecido pelo usuário e implemente uma função para desenhar um segmento de reta, em um dispositivo gráfico de saída, dados os pontos extremos $p_1 = (x_1, y_1)$ e $p_2 = (x_2, y_2)$ do segmento de reta, sendo $x_1$, $y_1$, $x_2$ e $y_2$ variáveis no SRU.
16) Uma vez implementada a função proposta no exercício anterior, considere algumas abordagens para determinar as coordenadas inteiras dos pontos que pertencem ao segmento de reta no dispositivo gráfico considerado. i) adote o critério de selecionar os *pixels* imediatamente acima e abaixo do ponto de intersecção do segmento com cada vertical na grade de pontos. ii) selecione os *pixels* cujas coordenadas são obtidas arredondando-se os valores das coordenadas de algum ponto do segmento. iii) selecione em cada vertical o *pixel*

mais próximo do ponto de intersecção ao do segmento com a reta vertical. iv) selecione em cada vertical o *pixel* mais próximo do ponto de intersecção ao do segmento com a reta horizontal.

17) Justifique a "aparência" dos segmentos de reta obtidos por cada uma das abordagens no exercício anterior.

18) Modifique as implementações realizadas nos exercícios anteriores para minimizar o problema da descontinuidade do traçado de linhas retas.

19) Discuta a abordagem do algoritmo de *Bresenham* (ou algoritmo do ponto médio), para traçado de linhas retas. Dadas as coordenadas dos pontos inicial e final de um segmento de reta, implemente o algoritmo de *Bresenham* para traçado de linhas.

20) O algoritmo de *Bresenham* é capaz de traçar linhas verticais? (considere o algoritmo proposto no livro de A. Conci e E. Azevedo).

21) Em caso negativo no exercício anterior, que modificações você poderia incorporar no algoritmo para que este possa desenhar segmentos de retas na vertical?

22) Discuta o funcionamento do algoritmo de *Bresenham* analisando o valor da variável que armazena o erro.

23) Implemente um algoritmo que, dados uma sequência de pontos no plano, ligue estes pontos, na ordem em que são apresentados, para formar um polígono regular.

24) Nos exercícios anteriores, a abordagem utilizada para traçado de segmentos de reta é chamada de incremental. Implemente um algoritmo baseado na abordagem incremental para desenhar ¼ de uma circunferência centrada na origem (primeiro quadrante), dado um SRU, onde a entrada é o raio ($R$) da circunferência. O que você pode concluir quando os valores de $x$ se aproximam do valor do raio $R$?

25) Implemente um algoritmo baseado nas funções $x = R * cos\ \theta$ e $y = R * sen\ \theta$, onde $0 \leq \theta \leq \pi/2$, para tentar diminuir os efeitos indesejáveis do exercício anterior.

26) Implemente um algoritmo baseado na abordagem incremental para desenhar ¼ de uma elipse (primeiro quadrante), centrada na origem de um sistema de coordenadas cartesianas.

27) Implemente um algoritmo baseado na *abordagem não-incremental* para desenhar ¼ de uma circunferência centrada na origem, onde as entradas são o raio ($R$), o número de pontos ($n$) e as coordenadas desses pontos. Teste o algoritmo para diferentes valores de $R$, assim como para diferentes valores de $n$.

28) Considere um retângulo definido por quatro coordenadas inteiras em um espaço de coordenadas contínuas bidimensional (SRU). Implemente uma função para preencher esse retângulo com uma cor pré-definida pelo usuário considerando uma grade retangular onde cada entrada desta grade corresponda a um pixel no espaço discreto de visualização. Considere a abordagem discutida em sala de aula.

29) Considere um retângulo definido por *quatro coordenadas reais* (incluindo coordenadas negativas). Implemente uma função para preencher este retângulo considerando uma grade retangular onde cada entrada desta grade corresponda a um pixel no espaço discreto de visualização.

30) No exercício anterior, qual foi o critério que você adotou para preencher os *pixels* da grade discreta nos quais existe a intersecção com as arestas do retângulo?

31) Implemente uma função para preencher um retângulo considerando apenas os *pixels* da grade discreta que não interceptam as arestas do retângulo, ou seja, considere apenas os

pontos estritamente interiores ao polígono.

32) Diferentemente do exercício anterior, considere o preenchimento considerando todos os *pixels* que o polígono intercepta.

33) Conforme discutido em sala de aula, implemente um algoritmo para preencher um retângulo, definido por coordenadas reais, preenchendo os *pixels* da grade discreta, que tenham intersecção com as arestas esquerda e inferior do retângulo e não preenchendo os *pixels* da grade que interceptam o retângulo nas arestas superior e direita. Qual a vantagem desta abordagem?

34) Refaça todos os exercícios anteriores para preenchimento de retângulos, mas agora considere polígonos arbitrários, incluindo aqueles onde existam intersecção de arestas.

35) Implemente um programa onde o usuário entre com as coordenadas reais de quatro polígonos de formas arbitrárias. O número de pontos de cada polígono será dado pelo usuário. Definidos os polígonos no espaço bidimensional, preencha cada um deles com uma cor diferente. Considere também o caso onde não exista separação entre dois polígonos, ou seja, as coordenadas de algumas arestas são as mesmas para duas figuras.

36) Considere um sistema de *coordenadas cartesiano bidimensional* e 5 (cinco) pontos que definem um objeto no plano, dados por $p_1$=(3,3), $p_2$=(6,3), $p_3$=(6,6), $p_4$=(4.5,8) e $p_5$=(3,6). Implemente 6 funções parar realizar a translação, escalonamento, rotação e espelhamentos (em relação ao eixo *x*, em relação ao eixo *y* e em relação aos dois eixos, simultaneamente). Você <u>não deve passar</u> as matrizes de transformação para os parâmetros formais das funções, apenas as coordenadas do ponto e os <u>parâmetros necessários</u> para as operações que serão realizadas dentro de cada rotina. As funções devem retornar os pontos modificados. Uma vez implementadas as operações, aplique cada uma delas sobre o objeto definido pelos pontos acima.

37) Diferentemente do exercício anterior, considere agora um *sistema de coordenadas cartesianas homogêneas* e implemente uma função que multiplique uma matriz por um vetor.

38) Considere um sistema de coordenadas homogêneas no plano. As matrizes que definem as transformações lineares de escalonamento, translação e rotação possuem inversa? Em caso afirmativo, qual a condição necessária para a existência da matriz inversa?

39) Supondo um sistema de coordenadas homogêneas e admitindo a existência das matrizes inversas para as operações de rotação, deslocamento e escalonamento, como são descritas essas matrizes?

40) A multiplicação das matrizes de rotação, translação e escalonamento é comutativa? Dê exemplos e justifique sua resposta.

41) Considere o objeto definido pelos pontos $p_1$=(3,3), $p_2$=(6,3), $p_3$=(6,6), $p_4$=(4.5,8) e $p_5$=(3,6). Aplique sobre ele uma operação de rotação de 70º (ou algum outro ângulo qualquer). Juntamente com a operação de rotação, verifique que uma outra operação aconteceu implicitamente sobre o pontos que definem o objeto. Que operação foi essa? Por que isso aconteceu? Você saberia como resolver este problema?

42) Implemente uma função que, dado um objeto posicionado em algum lugar arbitrário do plano, centralize o mesmo na origem do sistema de coordenadas.

43) Considere as funções implementadas nos dois últimos exercícios e antes de fazer uma rotação de 70º, centralize o objeto (do exercício 41) no centro do sistema de coordenadas. Que conclusões você pode retirar deste exercício?

44) Nos exercícios anteriores, trabalhamos com um sistema de coordenadas para o espaço bidimensional contínuo, onde todas as funções implementadas retornam apenas os valores dos pontos modificados. Considere agora um retângulo de visualização definido pelos valores ($x_{min}$,$x_{max}$) e ($y_{min}$,$y_{max}$) e que a origem do nosso sistema de coordenadas coincida com o centro deste retângulo. Dessa forma para cada um dos exercícios acima (relacionados com transformações no plano), converta as coordenadas dos objetos que estão definidas em um SRU para um SRN. Posteriormente, implemente uma função para *visualizar* os objetos convertendo as coordenadas do SRN para o SRD, isto é, para as coordenadas inteiras do dispositivo gráfico matricial de saída.

45) A transformação de cisalhamento (*shearing* ou *skew*) no plano é uma operação que distorce o formato de um objeto. Neste tipo de operação, aplica-se um deslocamento aos valores das coordenadas do objeto proporcional ao valor das outras coordenadas de cada ponto transformado. Por exemplo, uma distorção na direção $x$, proporcional a coordenada $y$, pode ser obtida considerando a seguintes novas coordenadas: $x' = x + S*y$ e $y' = y$. Note a presença da coordenada $y$ na composição da coordenada $x'$, onde S é um valor constante. Descreva a matriz que define a transformação de cisalhamento neste caso particular.

46) Suponha um sistema de coordenadas homogêneas. Como fica a matriz de transformação do exercício anterior neste caso?

47) Qualquer número real pode ser usado como parâmetro em uma operação de cisalhamento. Também é possível fazer a distorção em qualquer direção. Dê pelo menos três novos exemplos de operações de cisalhamento no plano, considerando um sistema de coordenadas homogêneas.

48) Implemente uma função para realizar as transformações de cisalhamento descritas acima.

49) O sistema de cores RGB é capaz de representar todas as cores possíveis em um sistema gráfico de saída? Justifique sua resposta.

50) Implemente uma função para converter valores do sistema de cores aditivo RGB para o sistema HSV. Implemente também uma função para converter valores do sistema HSV para o sistema RGB.