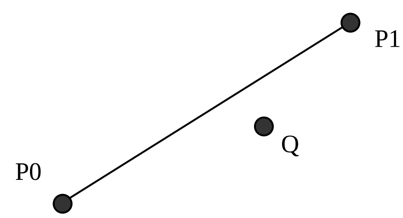
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA APLICADA
2009/1 - Fundamentos de Computação Gráfica

LISTA DE EXERCÍCIOS #1

Utilizando os fundamentos matemáticos revisados em sala de aula, resolva os seguintes exercícios que correspondem a diferentes situações encontradas no processo de geração de imagens a partir de objetos representados vetorialmente.

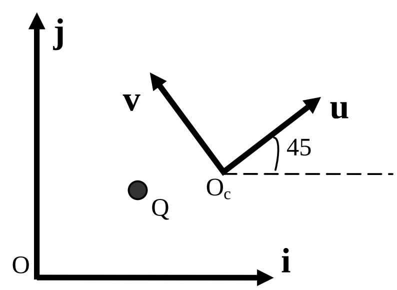
1. Considere dois pontos $P_o = (x_o, y_o)$ e $P_1 = (x_1,y_1)$, em coordenadas de tela. Suponha que você precisa escrever uma função que atribua a cor vermelha a todos os pixels que representam o segmento de reta definido por esses pontos. Esta função corresponde a um processo de "rasterização" desse segmento de reta. Como você "produz" os pontos intermediários entre P_o e P_1?

2. Considere esse mesmo segmento definido por $P_o = (x_o, y_o)$ e $P_1 = (x_1,y_1)$. Suponha um outro ponto $Q = (x_q, y_q)$. Que teste pode ser feito para determinar de que lado do segmento o ponto Q se encontra?



3. Dado um polígono convexo definido por um conjunto de pontos $\{P_o, P_1, P_2, \dots, P_n\}$. Como você pode testar se um dado ponto está dentro, fora ou sobre os segmentos que definem o polígono?

4. Considere as bases vetoriais (i,j) e (u,v) que, associadas a pontos de origem O e Oc, definem, respectivamente, dois sistemas de coordenadas, conforme figura.
   a) Como expressamos Q em função do sistema de coordenadas (O,i,j) e (Oc, u,v)?
   b) Como expressamos u e v, em relação ao sistema (O,i,j)?
   c) Dadas as coordenadas de Q em relação ao sistema de coordenadas (O,i,j), como podemos obter as coordenadas em relação a (Oc, u,v)?



5. Considere um objeto tridimensional num ambiente virtual, descrito como um conjunto de faces, cada uma delas sendo um polígono convexo. Para simplificar, pense numa pirâmide de base quadrangular, ou num cubo. Considere, além disso, um observador nesse ambiente, olhando para o objeto.
   a) Como pode ser calculado o vetor normal a cada face?
   b) Como você determina quais faces do objeto são vistas pelo observador e quais não são?

6. Em uma aplicação gráfica vetorial, por que usamos a representação de vértices e transformações através de matrizes? Quais as vantagens obtidas?

7. Considere um quadrado de lado 2, centrado na origem do sistemas de coordenadas. S(sx, sy) é transformação de escala com fatores sx e sy, e R é transformação de rotação.

a) S(2,2) . S(2,3) é igual a S(2,3) . S(2,2)? Prove. O que você pode generalizar em termos do resultado da aplicação de mudanças de escala sucessivas?
b) R(α) . R(β) é igual a R(β) . R (α)? Prove. O que você pode generalizar em termos de resultado da aplicação de rotações 2D sucessivas?

8. Considere um segmento de reta AB, com A = (1,1) e B = (5,5) e as seqüências de transformações abaixo:
   - T (-1,-1) . S(2,2)
   - S (2,2) . T(-1,-1)

a) Os resultados são iguais ou diferentes? Justifique sua resposta e mostre os resultados de cada seqüência.
b) Como você faria para "animar" o segmento de reta fazendo com que sucessivamente ele realizasse uma volta completa em torno do ponto A e depois uma volta completa em torno do ponto B?

9. Considere um universo composto por 2 objetos bidimensionais representados por arestas implícitas da seguinte forma:
   - Objeto 1: (0,0) - (4,0) - (4,1) - (2,1) - (1,3) - (0,0)
   - Objeto 2: (6,3) - (7,5) - (4,5)

Considere a tela de um computador com resolução de 200 x 200 pixels com aparência quadrada. O canto superior esquerdo da tela tem coordenadas (0,0). Desenhe o que vai aparecer na tela do computador quando as seguintes configurações de parâmetros forem utilizadas para a visualização do universo descrito anteriormente:
a) window = (0, -1) - (10, 9), viewport = (0,0) - (200,200)
b) window = (0, 0) - (5,5), viewport = (100,0) - (200,200)

10. Mostre a vista frontal da imagem gerada pelo trecho de programa em OpenGL dado a seguir. Numere os desenhos de acordo com os comentários do código fonte. Use a convenção do OpenGL para multiplicação de matrizes.
(Considere que a rotação de um ângulo positivo é feita no sentido anti-horário)

```
Procedure Desenha()
begin
  glBegin(GL_POLYGON);
        glvertex2f(0,0);
        glvertex2f(10,0);
        glvertex2f(10,10);
        glvertex2f(0,10);
  glEnd();
end;

Procedure FazDesenho();
begin
  glRotatef(45,0,0,1);
  Desenha();  // 1
  glTranslatef(10,10,0);
  Desenha();  // 2
  glTranslatef(10,10,0);
  Desenha();  // 3
  glTranslatef(-20,-20,0);
  glRotatef(-45,0,0,1);
  Desenha();  // 4
```

```
    glTranslatef(-10,0,0);
    Desenha();  // 5
end;
```

11. Considere duas matrizes homogêneas de transformação T1 e T2. T1T2 é igual a T2T1 quando (marque V se a frase for verdadeira e F se for falsa):
    ( ) Ambas representam translações puras.
    ( ) Ambas representam escalas puras com fatores iguais ou diferentes.
    ( ) Uma representa uma rotação e a outra uma translação.
    ( ) Uma representa uma rotação e a outra uma escala com fatores iguais em todas as dimensões.

12. Assumindo que todas as matrizes abaixo representam matrizes de transformação, indique qual transformação cada uma representa (no caso de rotação, indique se possível em torno de qual eixo – x, y ou z).

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}707 & -0{,}707 & 0 \\ 0 & 0{,}707 & 0{,}707 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 8 \\ 0 & 1 & 0 & -4 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

13. Considere o objeto abaixo representado, sendo os referenciais apresentados pontos de articulação que podem sofrer rotação nos dois sentidos. Que estrutura de dados você escoheria para representar esse objeto de modo a poder realizar as rotações? Mostre como fica a estrutura de dados caso o objeto esteja localizado no ponto P = (10, 25) do sistema de referência do universo.