

Considere um sistema de coordenadas cartesianas ortonormal para o espaço euclidiano tridimensional associado a um sistema de referência do universo – SRU, com limites extremos dados por ( $x_{\min} = -5 \text{ m}$ ,  $x_{\max} = 5 \text{ m}$ ), ( $y_{\min} = -5 \text{ m}$ ,  $y_{\max} = 5 \text{ m}$ ), e ( $z_{\min} = -10 \text{ m}$ ,  $z_{\max} = 10 \text{ m}$ ). Esse sistema deve ser orientado positivamente, segundo a regra da mão direita. Para fins dos exercícios, o dispositivo gráfico de saída corresponderá a uma malha retangular de 640x480 pixels, onde a entrada com coordenada (0,0), nessa matriz, é a entrada superior esquerda (imagine que essa região preencha toda a tela do seu monitor).

1) Considere as seguintes coordenadas contínuas para cada um dos pontos que pertencem a um objeto tridimensional descrito e centralizado em relação a base do SRU, conforme a seguinte relação:  $P1 = (10.0, 6.0, 0.0)$ ;  $P2 = (10, -6.0, 15.0)$ ;  $P3 = (10, -6.0, -15.0)$ ;  $P4 = (-10, 6.0, 0.0)$ ;  $P5 = (-10, -6.0, 15.0)$ ;  $P6 = (-10, -6.0, -15.0)$ .

Os pontos  $P1$ ,  $P2$  e  $P3$ , devem ser ligados por retas representando um triângulo, assim como os pontos  $P4$ ,  $P5$  e  $P6$ . Os outros três pares de pontos  $P1$  e  $P4$ ,  $P2$  e  $P5$  e  $P3$  e  $P6$ , também devem ser unidos por retas, de forma que todos os pontos formem um prisma no espaço. Observamos que as escalas das coordenadas dos pontos estão em centímetros. Considere um ponto de referência, descrito em coordenadas do mundo, dado por  $R = (14.5, 13.7, 18.3)$  – valores em centímetros. Sobre esse ponto de referência, colocaremos um observador virtual. Considere, a título de exemplo, seu celular, com a câmera apontada na direção do vetor normal ao plano de visualização que será dado por  $N = (-5.0, -5.0, -5.0)$ ; defina um vetor “view up”, que chamaremos de  $V$ , partindo do vetor normal. Dica: o produto interno de dois vetores ortogonais é nulo. Definidos os vetores  $N$  e  $V$ , construa um sistema de coordenadas de visualização (SCV) para seu observador virtual, que chamaremos de ( $x_v, y_v, z_v$ ).

Finalmente, dado o novo sistema de coordenadas, faça a projeção do objeto construído acima no plano de projeção do SCV. O processo de projeção deverá seguir o modelo da projeção perspectiva, sendo que o centro de projeção deve necessariamente estar sobre o eixo  $z_v$  e o plano de projeção coincidente com o plano  $x_vOyv$ . A posição exata do centro de projeção ficará a critério do aluno, buscando uma visão adequada do objeto em questão.

Determinados os pontos projetados, converta as novas coordenadas contínuas do plano de projeção para o sistema de referência do dispositivo, considerando nesse momento toda a grade bidimensional do dispositivo gráfico de saída, isto é (640x480 pixels) e exiba o objeto em um única viewport. Considere uma janela de visualização (definida no SCV) onde possa ser mapeado todo o objeto no dispositivo de saída. Exiba o objeto no dispositivo gráfico de saída – o monitor do seu computador. Finalmente, como comentário no código, descreva qual é a representação física do plano de visualização que consideramos neste exercício.

2) Considere o mesmo SRU, o mesmo dispositivo gráfico matricial, conforme o exercício anterior, o mesmo SCV definido pelo usuário acima, assim como o prisma de base triangular descrito pelos pontos dados. Para este exercício, divida seu dispositivo gráfico matricial de saída em quatro viewports distintas, não sobrepostas e que chamaremos de viewports 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Por exemplo, se a matriz que representa a tela do computador possui 640x480 pixels, cada viewport terá 320x240 pixels. Não se preocupe com linhas divisórias entre as viewports. Agora, na primeira viewport, exiba o resultado do exercício anterior, considerando a mesma janela de visualização definida anteriormente. Nas três viewports restantes, exiba os resultados das rotações do objeto considerando as rotações individuais em cada um dos três eixos coordenados do sistema de coordenadas do mundo. Isto é, na viewport 2, exiba o resultado da projeção do objeto rotacionado em relação ao eixo x, do sistema de coordenadas do mundo. Na viewport 3, a rotação será em torno do eixo y e na última em torno do eixo z. Para as três últimas viewports, considere janelas de visualização adequadas para garantir que todo o objeto seja exibido em cada uma delas. O ângulo de rotação para os três casos pode ser idêntico (sugerimos 45º) e as rotações devem ser feitas sobre as coordenadas originais do objeto, isto é, não são cumulativas, quer dizer, por exemplo, a rotação do objeto a ser exibido na viewport 3, não deve ser feita sobre o objeto rotacionado e exibido na viewport 2.