CC-222 Visão Computacional – 1ª prova – 11/04/2007 a 25/04/2007
Prof. Carlos Henrique Q. Forster – Instituto Tecnológico de Aeronáutica

As questões desta prova totalizam 7.5 pontos. Prova individual, com consulta, permitido uso de software. Transcrever resultados à caneta e justificar todas as respostas. Não serão aceitas provas entregues depois das 10:00 horas da manhã da data limite.

Nome	Nota

Questão 1 – Geometria Projetiva (1.5)
Considere o enunciado do seguinte teorema de Pappus (no plano projetivo):
Sejam A1, A2 e A3 pontos distintos da reta **r** e sejam B1, B2 e B3 pontos distintos da reta **s**. As retas **r** e **s** se encontram no ponto O. Sejam:
C1, a intersecção da reta A2B3 com a reta A3B2,
C2, a intersecção da reta A1B3 com a reta A3B1 e
C3, a intersecção da reta A1B2 com a reta A2B1.
Então, C1, C2 e C3 são colineares.

a) Escreva a colinearidade garantida no teorema como uma igualdade baseada nos produtos vetoriais e produtos escalares dos vetores de coordenadas homogêneas dos pontos A1, A2, A3, B1, B2 e B3 no plano.
b) Sejam as coordenadas homogêneas dos pontos dadas a seguir.

$$A1 = \begin{bmatrix} -2 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix},\ A2 = \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix},\ A3 = \begin{bmatrix} 13 \\ -8 \\ 1 \end{bmatrix},\ B1 = \begin{bmatrix} 4 \\ 11 \\ 1 \end{bmatrix},\ B2 = \begin{bmatrix} 3 \\ 9 \\ 1 \end{bmatrix},\ B3 = \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Verifique se A1, A2 e A3 são colineares e se for o caso, encontre os coeficientes da reta **r**. Verifique se B1, B2 e B3 são colineares e se for o caso, encontre os coeficientes da reta **s**.
c) Obter as coordenadas dos pontos C1, C2 e C3 para os pontos dados no item (b) e verificar a colinearidade.

Questão 2 – Rotação de Imagens (1.5)
Uma forma de implementar a rotação de imagens é através da decomposição da rotação no produto de três matrizes de transformações lineares $R = A \cdot B \cdot C$, onde A é uma matriz de escala possivelmente não-uniforme, B é uma matriz de cisalhamento que preserva a coordenada y e C é uma matriz de cisalhamento que preserva a coordenada x.

a) Obter as matrizes A, B e C para uma rotação por um ângulo de valor α no sentido anti-horário.
b) Verificar se R, dada abaixo é uma matriz de rotação e, se for o caso, encontre A, B e C correspondentes a R.

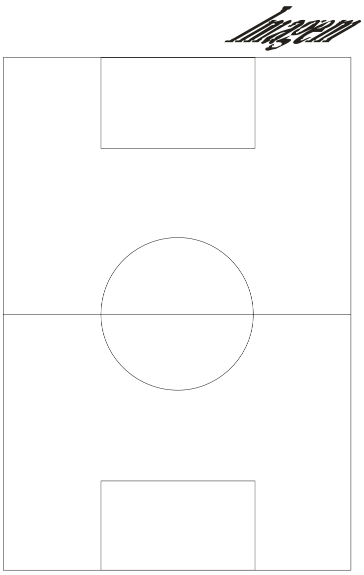
$$R = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.8 \\ -0.8 & 0.6 \end{bmatrix}$$

c) Escreva o pseudo-código para realizar o cisalhamento correspondente à matriz B aplicado sobre uma imagem de 320x200 pixels, utilizando interpolação linear. Determine o tamanho do retângulo que contém a imagem a ser gerada. Não se preocupe com os pontos da borda da imagem e com os pontos fora da imagem.

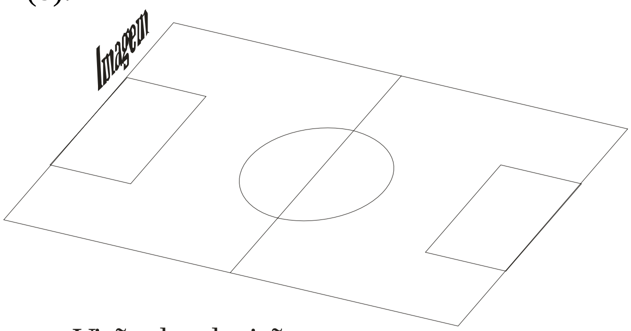
Questão 3 – Projeções (1.5)

Nos campos de futebol, encontramos propagandas na forma de um tapete sobre o gramado com uma imagem distorcida, mas que, quando televisionadas causam a impressão de que é uma figura ou estrutura de pé ao lado das traves.

a) Considere um retângulo no plano das traves com vértices de coordenadas cartesianas (0, 2, 5), (0, 2, 15), (0, 0, 5) e (0, 0, 15) e uma câmera de orifício com centro de projeção em (500, 20, 500). O plano do chão é dado por y=0. Quais as coordenadas sobre o chão que os vértices do quadrilátero devem ter para gerar a mesma imagem que o retângulo?
b) Considere agora o centro de projeção no infinito na direção do vetor (25, 1, 25). Quais as coordenadas do quadrilátero sobre o chão nessa nova condição?
c) Se sobre o retângulo imaginário no plano das traves quiséssemos produzir uma imagem, qual matriz de transformação 3x3 transformaria as coordenadas homogêneas dos pixels da imagem não distorcida (sistema de coordenadas sobre o retângulo) em coordenadas de pixels da imagem verdadeira impressa sobre o chão? Utilize o resultado do item (b).



Visão de cima do campo

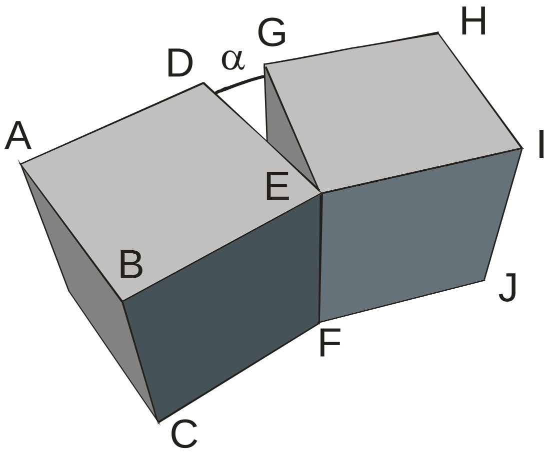


Visão da televisão

Imagem no sistema de coordenadas do retângulo

Questão 4 – Calibração de câmeras (1.0)

Considere uma peça articulada formada por dois cubos de igual dimensão conectados por uma aresta comum que forma um eixo, como visto na figura. O ângulo α corresponde ao ângulo entre as duas faces de contato dos cubos. Uma imagem dessa peça foi obtida por uma câmera de orifício e as coordenadas de imagem dos vértices rotulados na figura foram extraídas manualmente. Desenvolva um método para estimar o ângulo α .



Questão 5 – Visão estéreo (2.0)
Considere o seguinte cenário. Um objeto é colocado sobre o tampo de uma mesa giratória (centro do tampo está na origem e eixo de rotação é o eixo y). Uma câmera de orifício fixa ao chão é colocada com centro de projeção no ponto de coordenadas cartesianas (100, 0, 0) e o eixo óptico aponta para a origem do sistema de coordenadas global.
Os parâmetros intrínsecos relevantes da câmera são $f = 6, s_x = 3, s_y = 3, o_x = 0, o_y = 0$.
Foi tirada uma imagem do objeto, que chamamos imagem da câmera esquerda, e rotacionamos o objeto de 45º no sentido horário, obtendo outra imagem, chamada imagem da câmera direita. Encontre:

a) O tamanho da linha de base,
b) As coordenadas de imagem dos epipólos,
c) A matriz essencial,
d) A matriz fundamental,
e) A reconstrução 3D de um ponto com imagem esquerda de coordenadas (-0.2857, 0.5714) e imagem direita de coordenadas (0.3944, 0.5578).