

Visão Computacional
IMPA – 2004
2ª Prova
Entregar em 20/2/2004
(no meu escaninho ou a Asla)

Considere a imagem em <http://www.impa.br/~pcezar/cursos/visao/lab/fachada.jpg>. Admita que ela foi obtida por uma câmera com pixels quadrados e sem distorção angular. É possível determinar os pontos de fuga de três direções mutuamente ortogonais do espaço, correspondentes à largura, altura e profundidade do prédio que aparece na foto. Denotaremos estes pontos de fuga, obtidos através da interseção de projeções de retas paralelas, por F_X , F_Y e F_Z , respectivamente. Nosso objetivo é obter informações tridimensionais na foto, usando estes três pontos. O procedimento tem diversas etapas. O resultado encontrado por mim, em cada etapa, é fornecido, para que cada item possa ser resolvido de modo independente. No entanto, se você obtiver valores compatíveis com o da resposta, utilize estes valores e não os meus.

1. Encontre F_X , F_Y e F_Z , supondo que a origem do sistema de coordenadas da imagem é o canto superior esquerdo (eu achei $F_X \approx (-1680, 822)$, $F_Y \approx (37, -2136)$ e $F_Z \approx (880, 654)$).
2. Use o fato de que centro óptico C forma com os três pontos de fuga F_X , F_Y e F_Z um triedro tri-retângulo para mostrar que a projeção do centro óptico sobre a imagem é o ortocentro (ponto de encontro das alturas) do triângulo $F_X F_Y F_Z$.
3. Use a propriedade anterior para obter as coordenadas (x_0, y_0) , em pixels, da projeção H do centro óptico (eu encontrei $H \approx (193, 256)$).
4. O ponto H , no sistema de coordenadas da câmera, tem coordenadas (x_0, y_0, f) , onde f é a distância em pixels do centro óptico C ao plano de projeção. Utilize uma relação de ortogonalidade para calcular f (eu achei $f \approx 1030$ pixels). Sabendo que a menor dimensão do filme mede 35 mm, estime também a distância focal da lente em mm.
5. Considere, para o sistema de coordenadas do mundo, o referencial que tem origem no centro óptico C e tem eixos paralelos às direções X , Y e Z , com distâncias medidas em pixels. Utilize C , F_X , F_Y e F_Z para obter a equação de projeção da câmera neste sistema; eu obtive
$$P = \begin{bmatrix} -782.51 & 14.61 & 696.97 & 0 \\ 382.88 & -843.26 & 517.97 & 0 \\ 0.4659 & 0.3948 & 0.7920 & 0 \end{bmatrix}.$$
6. Suponha, agora, que desejemos extrair, com as proporções corretas, o cartaz situado na fachada do prédio. Ele está situado em um plano em que Z é constante. Embora esta constante seja desconhecida ela pode ser arbitrada (por exemplo, podemos supor $Z = 1$). Determine a homografia que estabelece a correspondência entre cada ponto q da imagem e o ponto Q do plano $Z = 1$ que se projeta em q . Aplique esta homografia na imagem para remover a deformação perspectiva do cartaz (seu resultado deve se parecer com a figura a seguir).

