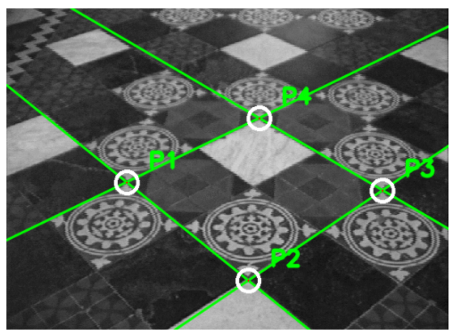
Lista 00 - Visão Computacional

Lucas Camaz

1 Retificação Afim - Método das Retas Paralelas

1. Mostre a imagem com as 4 retas encontradas.



Os pontos selecionados homogeneizados:

- P1 = (163, 237, 1);
- P2 = (328, 370, 1);
- P3 = (510, 248, 1);
- P4 = (343, 150, 1).

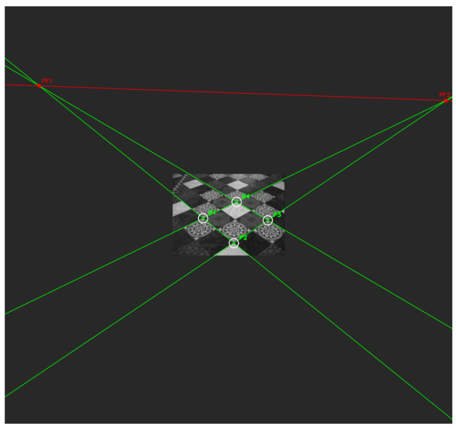
As retas encontradas homogeneizadas:

- P1 x P2 = L1 = (0.00763227, -0.00946861, 1);
- P2 x P3 = L2 = (-0.00113641, -0.00169529, 1);
- P3 x P4 = L3 = (-0.01144325, 0.01950023, 1);
- P4 x P1 = L4 = (-0.00153059, -0.00316673, 1).

2. Sabendo que apóes uma transformação projetiva retas paralelas no mundo real se cruzam em ponto no plano projetivo (ponto de fuga). Encontre o ponto de interseção para cada par de reta. Quais as coordenadas (x, y) dos dois pontos encontrados?

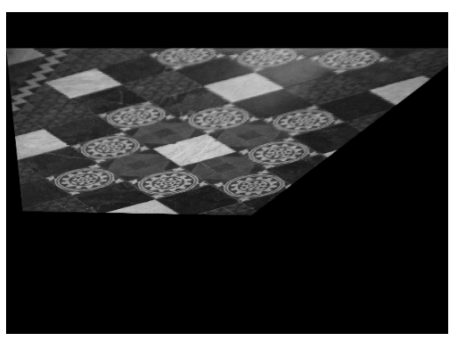
   - Ponto de Fuga 1 = (-715, -471);
   - Ponto de Fuga 2 = (1465, -392).

3. Mostre a imagem com a linha do infinito l' = (l_1,l_2,l_3), formada pela junção dos dois pontos de fuga encontrados no item anterior.



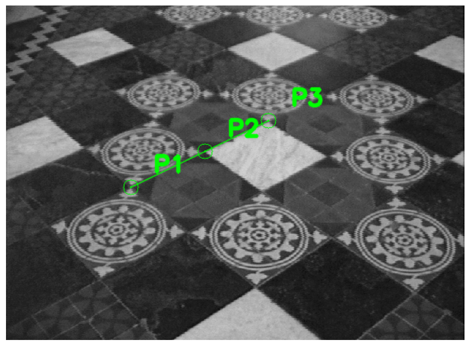
   Coordenadas Encontradas de $l' = (-8.08790547 \times 10^{-05}, 2.24488769 \times 10^{-03}, 1)$.

4. Aplique a transformação H na imagem e mostre a imagem.



2 Retificação Afim - Método da Razão das Distâncias:

1. Escolha manualmente 3 pontos colineares (a', b', c') cujas distâncias do mundo real d(a,b) e d(b, c) podem ser medidas no mundo real. Mostre os pontos na imagem e o segmento de reta que liga os pontos.



2. Encontre a razão das distâncias na imagem d(a', b') e d(b', c') = d(a':b').
   - Distância d(P1', P2'): 107.79 px
   - Distância d(P2', P3'): 92.14 px
   - Razão das distâncias a':b' = 1.170

3. Encontre a transformação projetiva H_{22} que transforma os pontos do mundo real a, b e c para os pontos da imagem (a', b', c').

$$H_{22} = \begin{bmatrix} 9.99963176 \times 10^{-1} & 0 \\ 7.26272836 \times 10^{-4} & 8.55095707 \times 10^{-3} \end{bmatrix}$$

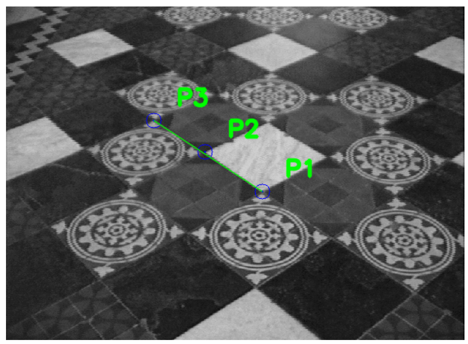
4. Aplique a transformação H_{2x2} no ponto do infinito $(1, 0)^T$ para encontrar o ponto de fuga da linha $< a', b', c' >$:

   Ponto de Fuga no 1D encontrado: $PF = (1376.84232, 1)$
   Ou seja, o ponto no plano 2D está a 1376 px de distância do ponto a.
   Logo, o ponto de fuga está nas coordenadas
   $PF = (1402, -362, 1)$

5. Repita os items anteriores escolhendo um novo segmento de reta que seja concorrente ao segmento encontrado.

   Pontos Selecionados:

   - P1 = [335, 242, 1];
   - P2 = [260, 190, 1];
   - P3 = [193, 149, 1].



   Distâncias:

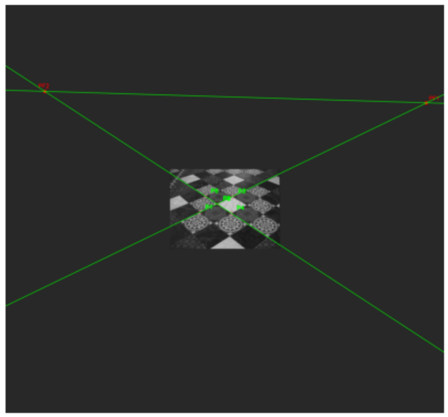
   - d(P1, P2) = 91.26335
   - d(P2, P3) = 78.54935

   $$H_{2x2} = \begin{bmatrix} 9.99948289 \times 10^{-1} & 0 \\ 8.20338939 \times 10^{-4} & 1.01363953 \times 10^{-2} \end{bmatrix}$$

   PF em 1D $= (1218.94529, 1)$

   PF no 2D $= (-684, -425, 1)$

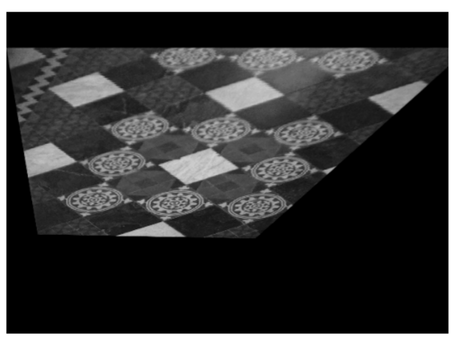
6. Mostre a imagem com os dois segmentos de reta, seus respectivos pontos de fuga e a linha do infinito conectando os dois pontos de fuga.



7. Similarmente ao exercício anterior, monte a matriz de transformação projetiva H e aplique na imagem. Comente os resultados obtidos.

   Os pontos de fuga tiveram coordenadas bem semelhantes nos dois métodos, podendo afirmar que foram os mesmos salvo pequenas diferenças de arredondamento e de seleção de pixel a olho nu. As coordenadas da linha do infinito foram semelhantes e com isso a Matriz de Transformação projetiva H também.

   Coordenadas da Linha no Infinito:
   $(-7.53388940 \times 10^{-5}, 2.46943388 \times 10^{-3}, 1)$



3 Retificação Métrica

Faça a retificação métrica da imagem aplicando o método da cônica dual dos pontos circulares. Explique os passos seguidos e mostre a imagem retificada.

Para encontrar a Homografia que transforma os angulos retos no Projetivo em angulos retos no Euclidiano, selecionamos duas retas concorrentes na imagem onde o angulo entre elas no espaço Euclidiano nós sabemos que é de 90^o. Com isso o produto interno entre elas é 0. Usando o método dos pontos circulares teremos o seguinte desenvolvimento:

$$l' \cdot H^{-1} \cdot C^*_\infty \cdot H^{-T} \cdot m' = 0$$

Onde $H^{-1} \cdot C^*_\infty \cdot H^{-T}$ é um produto de matrizes de estrutura:

$$H^{-1} \cdot C^*_\infty \cdot H^{-T} = \begin{bmatrix} B & t \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} B^T & 0 \\ t & 1 \end{bmatrix}$$

Como

$$C^* = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

O produto gera a matriz

$$\begin{bmatrix} BB^T & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Chamando BB^T de J e fazendo a multiplicação pelas retas, temos:

$$(l_1, l_2, l_3) \cdot \begin{bmatrix} J & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{pmatrix} = 0$$

Sendo $J = \begin{bmatrix} j_1 & j_2 \\ j_2 & j_3 \end{bmatrix}$ desenvolvendo a multiplicação temos:

$$(l_1 j_1 + l_2 j_2, l_1 j_2 + l_2 j_3, 0) \cdot \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{pmatrix} = 0$$

$$l_1 j_1 m_1 + l_2 j_2 m_1 + l_1 j_2 m_2 + l_2 j_3 m_2 + 0 = 0$$

Que pode ser escrito como:

$$(l_1 m_1, l_2 m_1 + l_1 m_2, l_2 m_2) \cdot \begin{pmatrix} j_1 \\ j_2 \\ j_3 \end{pmatrix} = 0$$

Pegando dois pares de retas concorrentes teremos uma matriz 2x3 e resolvendo o sistema por SVD achamos o vetor (j_1, j_2, j_3) montando assim a Matriz J. Para acharmos a Matriz B, aplica-se a decomposição de Cholesky na Matriz J. Descartando a transformação de rotação, ou seja, com t = 0, teremos $H^{-1} = \begin{bmatrix} B & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, calculando a inversa de H^{-1} teremos H, e aplicando H na imagem teremos a Retificação.

Com o método das retas paralelas basta usarmos dois pares das retas encontradas. Ja com o método da Razão das distâncias é necessário encontrar outro par de retas concorrentes para desenvolvimento do sistema.

Com isso foi desenvolvido com as retas L1, L2, L3, L4 sem homogeneização para que seja trabalhado com os valores inteiros:

- L1 = (-133, 165, -17426);
- L2 = (122, 182, -107356);
- L3 = (98, -167, -8564);
- L4 = (87, 180, -56841).

- Foi calculado com as retas $L1 \times L4$ e $L2 \times L3$.
- Com isso a Matriz 2 x 3 utilizadas foi: $\begin{bmatrix} 11956 & -2538 & -30394 \\ -11571 & -9585 & 29700 \end{bmatrix}$
- Os valores de j = (0.93080074, 0.00864088, 0.36542485)
- Logo, $J = \begin{bmatrix} 0.93080074 & 0.00864088 \\ 0.00864088 & 0.36542485 \end{bmatrix}$
- E a Matriz B encontrada ajustada com o determinante = 1 é:
$B = \begin{bmatrix} 1.26339308 & 0 \\ 0.01172843 & 0.79151929 \end{bmatrix}$
- Aplicando HP, HA e HS temos: