Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Faculdade de Ciências e Tecnologia
UNIVERSIDADE de COIMBRA

VISÃO POR COMPUTADOR

8º trabalho

2º Semestre **Ano lectivo 2016/2017**

Aplicação de homografias

Neste trabalho pretende-se aplicar os conceitos de homografias induzidas por planos. Considere as imagens do padrão em xadrez que estão anexas a este trabalho. O lado de cada quadrado do xadrez mede 38 mm. A câmara que adquiriu as imagens tem a seguinte matriz de parâmetros intrínsecos (mm):

$$K = \begin{bmatrix} 2071.82 & 0 & 688.18 \\ 0 & 2070.19 & 571.97 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1—Considere as imagens 5, 6 e 7 dadas. Detecte todos os cantos dos quadrados (estimando as suas coordenadas) e estabeleça as correspondências entre eles. Normalize as coordenadas de todos os cantos detectados em todas as imagens. Para isso multiplique as coordenadas pela matriz K^{-1}.

2—Usando as coordenadas normalizadas, calcule as homografias entre cada um dos padrões em 3D, e as suas respectivas imagens, ou seja calcule as matrizes H_w^5, H_w^6, H_w^7. Calcule de seguida as homografias entre as imagens 5 e 6, 6 e 7, 5 e 7 ou seja calcule as homografias H_5^6, H_6^7, H_5^7, induzidas pelo plano-xadrez visível. Verifique de seguida se as seguintes igualdades são satisfeitas:

a) $H_5^6 = H_w^6 \times (H_w^5)^{-1}$
b) $H_6^7 = H_w^7 \times (H_w^6)^{-1}$
c) $H_5^7 = H_6^7 \times H_5^6$

Analise, comente e discuta os resultados.

3—Faça a decomposição em valores singulares de cada uma das seis homografias calculadas. Para cada uma delas, divida todos os seus elementos pelo segundo maior valor singular. Obtêm-se assim as seis homografias normalizadas.

4—Seja H_N cada uma das homografias normalizadas. Para cada uma delas calcule a seguinte decomposição em valores singulares:

$$H_N^T \times H_N = V \Sigma V^T$$

Sejam $\sigma_1, \sigma_2 \; e \; \sigma_3$ os três valores singulares e $\begin{bmatrix} v_1 & v_2 & v_3 \end{bmatrix}$ os três vectores coluna da matriz V. Calcule os seguintes vectores $u_1 \; e \; u_2$:

$$u_1 = \frac{\sqrt{(1-\sigma_3)}\, v_1 + \sqrt{(\sigma_1 - 1)}\, v_3}{\sqrt{\sigma_1 - \sigma_3}} \quad \text{e} \quad u_2 = \frac{\sqrt{(1-\sigma_3)}\, v_1 - \sqrt{(\sigma_1 - 1)}\, v_3}{\sqrt{\sigma_1 - \sigma_3}}$$

Calcule as seguintes matrizes:

$$U_1 = \begin{bmatrix} v_2 & u_1 & \hat{v}_2 u_1 \end{bmatrix}, \; W_1 = \begin{bmatrix} H_N v_2 & H_N u_1 & \widehat{H_N v_2}\, H_N u_1 \end{bmatrix}$$

$$U_2 = \begin{bmatrix} v_2 & u_2 & \hat{v}_2 u_2 \end{bmatrix}, \; W_2 = \begin{bmatrix} H_N v_2 & H_N u_2 & \widehat{H_N v_2}\, H_N u_2 \end{bmatrix}$$

Onde o símbolo ^ representa a matriz anti-simétrica obtida com os elmentos do respectivo vector.

5—De seguida, e para cada homografia calcule as quatro soluções para a rotação da câmara R, translação com factor de escala T/d e normal do plano N. As quatro soluções são:

Solução 1:

$$R_1 = W_1 U_1^T, \quad N_1 = \hat{v}_2 u_1, \quad \frac{T_1}{d} = (H_N - R_1) N_1$$

Solução 2:

$$R_2 = W_2 U_2^T, \quad N_2 = \hat{v}_2 u_2, \quad \frac{T_2}{d} = (H_N - R_2) N_2$$

Solução 3:

$$R_3 = W_1 U_1^T, \quad N_3 = -\hat{v}_2 u_1, \quad \frac{T_3}{d} = -(H_N - R_1) N_1$$

Solução 4:

$$R_4 = W_2 U_2^T, \quad N_4 = -\, \hat{v}_2 u_2, \quad \frac{T_4}{d} = -(H_N - R_2) N_2$$

Impondo a restrição de que todos os pontos devem estar em frente da câmara duas destas soluções são eliminadas. Analise e comente as relações entre as rotações, translações e normais ao plano estimadas com as várias homografias. Discuta que possíveis relações existem entre elas.