Problems

Termín na odovzdanie riešení je 4. december 2019. Riešenia posielajte na cvisionfmfi@gmail.com.

1) (5 bodov) Napíšte program, ktorý z obrázka, na ktorej je fotografia knihy vyextrahuje a zobrazí obal tejto knihy. Obal knihy na fotografii vyznačuje užívateľ voľbou rohov.

2) Implementujte afinnú a metrickú rektifikáciu obrazu. T.j. vstup programu bude obraz, a výstupom budú dva obrazy, v jeden afinne a druhý metricky rektifikovaný. (Detaily viď. prednáška. Požadované priamky môžete získať vyznačením štyroch vrcholov 'štvorca' v obraze).

The Direct Linear Transformation (DLT): K množine bodových korešpondecií v 2D $\mathbf{x}_i \leftrightarrow \mathbf{x}'_i$ nájdeme maticu projektívnej transformácie H tak, aby

$$\mathbf{x}'_i = H\mathbf{x}_i. \tag{1}$$

Rovnicu (1) v homogénnych súradniciach možno ekvivalentne vyjadriť v tvare

$$\mathbf{x}'_i \times H\mathbf{x}_i = 0. \tag{2}$$

Označme $\mathbf{h}^{j^T}$ j-ty riadok matice H. Potom

$$H\mathbf{x}_i = \begin{pmatrix} \mathbf{h}^{1^T}\mathbf{x}_i \\ \mathbf{h}^{2^T}\mathbf{x}_i \\ \mathbf{h}^{3^T}\mathbf{x}_i \end{pmatrix} \tag{3}$$

a pre $\mathbf{x}'_i = (x'_i, y'_i, w'_i)$ systém (2) prejde na tvar

$$\mathbf{x}'_i \times H\mathbf{x}_i = \begin{pmatrix} y'_i\mathbf{h}^{3^T}\mathbf{x}_i - w'_i\mathbf{h}^{2^T}\mathbf{x}_i \\ w'_i\mathbf{h}^{1^T}\mathbf{x}_i - x'_i\mathbf{h}^{3^T}\mathbf{x}_i \\ x'_i\mathbf{h}^{2^T}\mathbf{x}_i - y'_i\mathbf{h}^{1^T}\mathbf{x}_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{0}^T & -w'_i\mathbf{x}_i^T & y'_i\mathbf{x}_i^T \\ w'_i\mathbf{x}_i^T & \mathbf{0}^T & -x'_i\mathbf{x}_i^T \\ -y'_i\mathbf{x}_i^T & x'_i\mathbf{x}_i^T & \mathbf{0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{h}^1 \\ \mathbf{h}^2 \\ \mathbf{h}^3 \end{pmatrix} = 0$$

kde druhá rovnosť je dôsledkom faktu, že $\mathbf{h}^{j^T}\mathbf{x}_i = \mathbf{x}_i^T\mathbf{h}^j$. Tretí riadok vyššie uvedenej matica sa dá získať lineárnou kombináciou ostatných, preto z uvedeného systému je zaujímavá len časť

$$\begin{pmatrix} \mathbf{0}^T & -w'_i\mathbf{x}_i^T & y'_i\mathbf{x}_i^T \\ w'_i\mathbf{x}_i^T & \mathbf{0}^T & -x'_i\mathbf{x}_i^T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{h}^1 \\ \mathbf{h}^2 \\ \mathbf{h}^3 \end{pmatrix} = 0, \tag{4}$$

ktorú označme $A_i\mathbf{h} = 0$. A je potom matica rozmeru 2×9 a $\mathbf{h}$ je 9 prvkový vektor prvkov matice H.

$$\mathbf{h} = \begin{pmatrix} \mathbf{h}^1 \\ \mathbf{h}^2 \\ \mathbf{h}^3 \end{pmatrix} \qquad\qquad H = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 & h_3 \\ h_4 & h_5 & h_6 \\ h_7 & h_8 & h_9 \end{pmatrix}$$

n korešpondencií $\mathbf{x}_i \leftrightarrow \mathbf{x}'_i$ určí n systémov tvaru (4), ktoré dohromady vytvoria maticu systému A s rozmermi $2n \times 9$. Riešenie (Približné - s najmenšou chybou) takéhoto systému je možné výhodne nájsť použitím singulárneho rozkladu matice A: Riešením systému je posledný stĺpec matice V zo singulárneho rozkladu $A = UDV$ matice A, kde D je diagonálna matica s kladnými prvkami na diagonále usporiadanými od najväčšieho po najmenší v smere z ľavého horného rohu.