

## Zadanie 2.

### Kalibrácia kamery

#### Znenie zadania

V tomto zadaní budete pracovať s 2D kamerou od spoločnosti Ximea. Cieľom je:

- realizovať kalibráciu kamery,
- aplikovať získané parametre na reálny obraz,
- implementovať detekciu geometrických tvarov,
- precvičiť si prácu s dokumentáciou OpenCV.

#### Úlohy

##### 1. Kalibrácia kamery [2,5 b.]

Realizujte kalibráciu kamery pomocou šachovnice (chessboard pattern) podľa oficiálneho postupu v OpenCV.

Po kalibrácii:

- vypíšte maticu vnútorných parametrov kamery,
- určte hodnoty  $f_x$ ,  $f_y$ ,  $c_x$ ,  $c_y$ ,
- uložte maticu kamery a distorzné koeficienty pre ďalšie použitie,
- demonštrujte odstránenie skreslenia (undistortion) na reálnom obraze.

Výsledkom musí byť funkčný program, ktorý vykoná kalibráciu z viacerých snímok šachovnice a vypočíta vnútorné parametre kamery.

##### 2. Detekcia geometrických tvarov [2,5 b.]

Vytvorte program na detekciu základných geometrických tvarov (napr. kružnica, štvorec, trojuholník, obdĺžnik) v obraze pomocou vhodných metód dostupných v knižnici OpenCV (napr. Houghova transformácia, detekcia hrán, kontúry a ich aproximácia).

Program musí:

- detegovať tvary v reálnom obraze z kamery (Pomenovať),
- graficky označiť detegovaný tvar,
- zobrazit' stred (resp. ťažisko) tvaru,

Pri odovzdávaní demonštrujte detekciu na rôznych typoch tvarov (rôzna veľkosť, farba, osvetlenie, poloha v obraze).

### 3. Farebný filter [1,5 b.]

Implementujte farebný filter, ktorý:

- vyberie jednu konkrétnu farbu v obraze (napr. červenú),
- všetky pixely tejto farby nahradí inou zvolenou farbou.

Príklad: všetky červené objekty budú zobrazené ako zelené.

Farbu detegujte vhodným spôsobom (prahovanie vo vhodnom farebnom priestore). Výsledok musí fungovať v reálnom čase na obraze z kamery.

### 4. Dokumentácia [1,5 b.]

Vypracujte stručnú dokumentáciu vo formáte PDF, ktorá bude obsahovať:

- postup riešenia,
- použité metódy,
- ukážky výsledkov (obrázky),
- získané hodnoty parametrov kamery.

## Bonus úloha [2 b.]

V druhej úlohe (detekcia tvarov) určte veľkosť detegovaných objektov v centimetroch (napr. priemer kruhu, dĺžku strany štvorca, rozmery obdĺžnika). Na výpočet využite výsledky kalibrácie kamery.

## Užitočné odkazy

- Kalibrácia kamery v OpenCV: [OpenCV - Camera Calibration](#)
- Práca s trackbarmi: [OpenCV - Trackbar](#)
- Houghova transformácia: [OpenCV - Hough Circle Transform](#)

**Termín odovzdania:** Piate cvičenie semestra

## Teória

$$s \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}}_{\text{Matica vnútorných parametrov}} \underbrace{\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix}}_{\text{Matica vonkajších parametrov}} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

- $(u, v)$  – súradnice bodu v obraze
- $(X, Y, Z)$  – súradnice bodu v 3D priestore
- $f_x, f_y$  – ohniskové vzdialenosti v pixeloch
- $c_x, c_y$  – hlavný bod (stred projekcie)
- $r$  – rotačná matica
- $t$  – translačný vektor
- $s$  – mierkový faktor