HÁROMDIMENZIÓ SZÁMÍTÁSA SZTEREÓ KÉPPÁRBÓL, ISMERT KAMERAPOZICÍÓ ÉS -KALIBRÁCIÓ ESETÉN

HAJDER LEVENTE

1. Feladat:

Adott két kamera, mindkét kamera kalibrálva van (a kalibrációs paraméterek ismertek). Ezen túl ismertek egymásnak megfeleltetett kétdimenziós pontok a két képen, továbbá a két kamera relatív pozíciója (melyet R forgatási mátrix és T eltolási vektor reprezentálja). Ezekbol az adatokból szeretnénk meghatározni a pontok háromdimenziós koordinátáit.

2. Megoldás

A keresett háromdimenziós pontok közül az i-dik pont koordinátái (3D-ben) felírhatóak vektorként: $X_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_1 \end{bmatrix}$. Ha feltesszük, hogy az elso kamera pozicíója adja a referencia koordinátarendszert, akkor az elso kamera poziciójából a pont háromdimenziós koordinátája X_i, a másik kamerából nézve $X_i' = RX_i + T$.

A vetítést projektíven oldhatjuk meg, ami azt jelenti, hogy ha az (u_i, v_i) pontpár jelenti egy képen a detektált kétdimenziós pontokat, akkor egyszeru perspektívát feltételezve írható, hogy $u_i = k_u \frac{f}{z_i} x_i - u_0$ és $v_i = k_v \frac{f}{z_i} y_i - v_0$, ahol $k_u$és k_va skálázást jelenti (hány hosszegységnek felel meg egy pixel), $u_0$és v_0a kamera döféspontját adja meg (a fókuszponthoz legközelebb eso pont a kamerasíkon), f a fókusztávolság.

A második képre szintén fel lehet írni a vetítési egyenleteket: $u_i' = k_u' \frac{f'}{z_i'} x_i' - u_0'$ és $v_i' = k_v' \frac{f'}{z_i'}' y_i + v_0'$. Tudjuk, hogy $X_i' = RX_i + T$, ahol R-et felbonthatjuk három sorvektorra: $R = \begin{bmatrix} r_1^T \\ r_2^T \\ r_3^T \end{bmatrix}$, T szintén felírható három skalárral: $T = \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \end{bmatrix}$.

A két vetítés így átírható: $u_i' = k_u' \frac{f'}{r_3^T X_i + t_3}(r_1^T X_i + t_1) - u_0'$ és $v_i' = k_v' \frac{f'}{r_3^T X_i + t_3}(r_2^T X_i + t_2) - v_0'$ alakba. A nevezovel még át lehet szorozni.

A pontra (amely három ismeretlen) egy lineáris egyenletrendszert lehet felírni, 4 egyenlettel (tehát az egyenletrendszer túlhatározott lesz):

$$(u_i + u_0) z_i = k_u f x_i$$
$$(v_i + v_0) z_i = k_v f y_i$$

$$r_3^T X_i (u_i' + u_0') + (u_0' + u_0') t_3 = k_u' f' r_1^T X_i + k_u' f' t_1$$

Date: 11.04.2005.

$$r_3^T X_i(v_i' + v_0') + (v_0' + v_0')t_3 = k_v' f' r_2^T X_i + k_v' f' t_2$$

Ez pedig X_i-re nézve $AX_i = b$ alakra hozható túlhatározott lineáris egyenletrendszer lesz, ahol a megoldás $X_i = A^+ b$, ahol A^+ az A mátrix Moore-Penrose féle pszeudoinverze.

A lineáris egyenletrendszer együtthatómátrixát így kaphatjuk meg:

$$A = \begin{bmatrix} -k_u f & 0 & (u_i + u_0) \\ 0 & -k_v f & (v_i + v_0) \\ (u_i' + u_0')r_{31} - k_u' f' r_{11} & (u_i' + u_0')r_{32} - k_u' f' r_{12} & (u_i' + u_0')r_{33} - k_u' f' r_{13} \\ (v_i' + v_0')r_{31} - k_v' f' r_{21} & (v_i' + v_0')r_{32} - k_v' f' r_{22} & (v_i' + v_0')r_{33} - k_v' f' r_{23} \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ k_u' f' t_1 - (u_i' + u_0')t_3 \\ k_v' f' t_2 - (v_i' + v_0')t_3 \end{bmatrix}$$