

נושאים מתקדמים בראייה ממוחשבת - הוצאה #3

וילך עמו :

* Essential Matrix

* Fundamental Matrix

$p = \begin{pmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{pmatrix}$
 p_{LS}
 $C(A)$
 $p = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$
 p_{LS}
 $C(A)$
 $p = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$$\left. \begin{aligned} \frac{x}{f} &= \frac{x_c}{z_c} ; \quad \frac{y}{f} = \frac{y_c}{z_c} \\ x &= f \frac{x_c}{z_c} ; \quad y = f \frac{y_c}{z_c} \end{aligned} \right\} 3D \rightarrow 2D$$

- אלוהים אלהים שנברא ב' אקשר
בין ה' בעולם אק' בתאוניה.

$$30 \rightarrow 30 \left\{ \begin{array}{l} P_c = R (P_w - t) \\ \begin{array}{cc} 3 \times 1 & 3 \times 3 \end{array} \end{array} \right.$$

$\begin{array}{cc} \uparrow & \uparrow \\ \text{סיבוב מערכת} & \text{הצגת מערכת} \\ \text{הצירים} & \text{הצירים} \end{array}$

הכללה וסיבוב של נקודה P_w
(משיגה העולם) על מנת לשקט
אותה בקואורדינטות של המצאה.

$$\left\{ \begin{aligned} x &= -(x_{im} - o_x) S_x \\ y &= -(y_{im} - o_y) S_y \end{aligned} \right\} 2D \rightarrow 2D$$

14/11/16

$$\begin{cases} -(x_{im} - o_x) s_x = f \frac{R_1 (p_w - t)}{R_3 (p_w - t)} \\ -(y_{im} - o_y) s_y = f \frac{R_2 (p_w - t)}{R_3 (p_w - t)} \end{cases}$$

ה' הצבה במשוואות
: פתרון קוואד

$$\begin{matrix} P \\ \begin{pmatrix} w x_{im} \\ w y_{im} \\ w \end{pmatrix} \\ 3 \times 1 \end{matrix} = \begin{matrix} K \\ \begin{bmatrix} -\frac{f}{s_x} & 0 & o_x \\ 0 & -\frac{f}{s_y} & o_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ 3 \times 3 \end{matrix} \underbrace{\begin{matrix} [R \mid -Rt] \\ 3 \times 3 \quad 3 \times 1 \end{matrix}}_{3 \times 4} \begin{matrix} P \\ \begin{pmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{pmatrix} \\ 4 \times 1 \end{matrix}$$

↓
צ' מרכז
x_{im}, y_{im}
P מרחק

M - camera projection Matrix

Intrinsic params - K

Extrinsic params - R, t

$$\begin{cases} x_{im} = \frac{w x_{im}}{w} \\ y_{im} = \frac{w y_{im}}{w} \end{cases}$$

$$P \approx MP$$

נשים לב לכך: $M_1 P = 0 \iff ax + by + cz + d = 0$
קיבול מילוי מילוי.

יש 3 מילויים M_1, M_2, M_3 (המילוי)
מחזבים את Cop.

נ' תינתן המילויים הללו היא Cop
Center of Projection

סיכום נוסף:

נשים לב ואזכור את אולי הפתרון הוא הפרמטרים $P \approx MP$.

נשים לב שהפתרון $P \approx MP$ אינו יחיד מכיון ש
כזו "מפתח" את M צריך מציבה P והפתרון
בתחתית צ'רים מוסכמת.

14/11/16

DLT

$$x = \frac{M_1 P}{M_3 P} \quad y = \frac{M_2 P}{M_3 P}$$

1x2 4x1

$$\{P_i\}_{i=1}^n, \{P_i\}_{i=1}^n : \text{C/P}$$

2D 3D

$M : \text{C/P}$

$$\begin{pmatrix} X_i & Y_i & Z_i & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -x_i X_i & -x_i Y_i & -x_i Z_i & -x_i \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X_i & Y_i & Z_i & 1 & -y_i X_i & -y_i Y_i & -y_i Z_i & -y_i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_1^T \\ M_2^T \\ M_3^T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \end{pmatrix}$$

\downarrow תוספת נוסף

(פירס) . P-N פירס X, Y, Z

(תמונה) . P-N פירס x, y

$2n \times 12$ 12×1 $2n \times 1$

פתרון : SVD

Triangulation

$$x = \frac{M_1 P}{M_3 P} \Rightarrow M_1 P - x M_3 P = 0 \Rightarrow (M_1 - x M_3) P = 0$$

$$y = \frac{M_2 P}{M_3 P} \Rightarrow M_2 P - y M_3 P = 0 \Rightarrow (M_2 - y M_3) P = 0$$

$$\begin{pmatrix} M_1 - x M_3 \\ M_2 - y M_3 \\ M'_1 - x' M'_3 \\ M'_2 - y' M'_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ W \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

1x4 1x1 1x4 4x1 2m x 1

$A \cdot X = 0$

המטרה : $\{M^{(i)}, P^{(i)}\}_{i=1}^m$

הקדמה

P

לבדוק מציאת סט היסודי

- 1) למדוד 2 מציאות ממשיות .
- 2) למדוד DLT ביחס לעצמם כיוון עבודה של אחת מהמציאות .
- 3) לקחת את מציאות הסט היסודי החזקה (אחידה) .
- 4) לבדוק אם נקודות תמונה נמדדות 3D באמצעות Triangulation .

14/11/16

הערה אחרונה:

$$P \approx MP \Rightarrow P \approx MGG^{-1}P$$

$$P' \approx M'P \quad P \approx M'GG^{-1}P$$

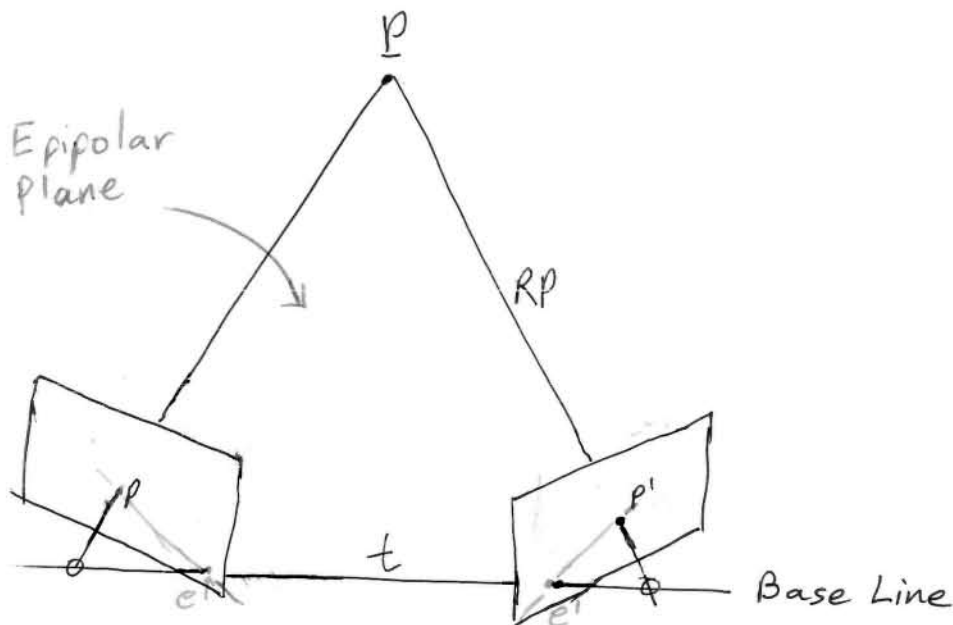
$$M = \left[\begin{array}{c|c} I & 0 \\ \hline \underbrace{3 \times 3} & \underbrace{3 \times 1} \\ \hline & 3 \times 4 \end{array} \right] \quad \text{מקובל להכניס מילום להיות:}$$

$$[I | 0] = MG \quad \text{בהנחה של מילום.}$$

$$\Rightarrow M = [I | 0]G^{-1}$$

עושים זאת על מנת למצוא מרחקים בעולם.

Epipolar Geometry



Baseline: Line joining ee

Epipoles: Intersection of Baseline & image plane

Epipolar plane: contains Baseline & 3D Point

Epipolar Line: Intersection of Epipolar plane & Image Plane

$$P' = RP + t \quad \left\{ \begin{array}{l} P - \text{במרחב הקטלוגי של מילום של מילום.} \\ P' - \text{במרחב הקטלוגי של מילום של מילום.} \end{array} \right.$$

ה- t הוא המרחק בין המילום:

$$\overset{\text{cross product}}{\downarrow} t \times P' = t \times (RP + t) = t \times RP + \underbrace{t \times t}_0 = t \times RP$$

ד' הכנסת של פ'ת: P'^T

$$P'^T(t \times P') = P'^T(t \times R P) = 0 \Rightarrow P'^T[t]_x R P = 0$$

\uparrow
 $P'^T(t \times P') = 0 \hookrightarrow$

$$a \times b \triangleq [a]_x b \therefore \text{לכפול}$$

$$[a]_x = \begin{bmatrix} 0 & -a_z & a_y \\ a_z & 0 & -a_x \\ -a_y & a_x & 0 \end{bmatrix} \quad : \text{rel } \omega$$

(*) $t \times p'$ - הוקטור הניצב למישור המאונך t, p' .

(*) וקטור הניצב למישור כפול וקטור במישור המישור שווה לאפס.

$$P'^T \underbrace{[t]_x R}_{\text{Essential Matrix}} P = 0$$

Essential Matrix - $E = [t]_{\times} R$

האילוף ה"ת נקרא האילוף האופור"י.