

画像処理論 レポート 課題3

平成 16 年 5 月 19 日: : : 切 平成 16 年 5 月 25 日講義開始まで

1 ストーリー

カメラ A とカメラ B がある. これら 2 台のカメラを用いて, ある物体を撮影しその物体の位置 $\{P_o = (X, Y, Z)\}$ を求めたい.

このとき, まずカメラ A で何らかの処理 (特徴点抽出) を行ってその物体の画像上の点 $\{p_A = (u_A, v_A)\}$ を見つけることが出来たとする. 次に p_A に対応するカメラ B の画像上の点 $\{p_B = (u_B, v_B)\}$ を見つけるためにカメラ B の画像上にエピポーラ線を引く (問題 1). そしてエピポーラ線上での「対応点探索問題」を解き正しい p_B が求められたとする. そうして p_A, p_B から三角測量の原理を用いて P_o を求める (問題 2). これによって目的が達成されたことになる.

2 問題

2.1 問題 1

p_A に対応するカメラ B の画像上の点 $\{p_B = (u_B, v_B)\}$ を見つけるためにカメラ B の画像上にエピポーラ線を描くプログラムを作成してください.

- 求める仕様

カメラ A の画像上の任意の点 p_A を指定可能. またその点を作るエピポーラ線をカメラ B の画像上に他の人が見て分かるように描くこと. (ただし, GUI などの表示は必要ありません. 例えばプログラムの引数を p_A とし, エピポーラ線が描かれたカメラ B の画像 (pgm ファイル) をファイルとして保存するなどで結構です.)

2.2 問題 2

p_A, p_B から三角測量の原理を用いて P_o を求めるプログラムを作成してください.

- 求める仕様

プログラムはカメラ A の画像上の任意の点 p_A とカメラ B の画像上の任意の点 p_B を指定可能で, それらの点に対応する物体の点 $P_o = (X, Y, Z)$ を表示すること. (ストーリーにあるように p_A に対して p_B は正しい座標であるということが成り立つと考えて, プログラムを作成してください.) ただし, カメラの焦点距離や中心, カメラ位置や回転行列に誤差があります. そのため焦点と画像上の点を結んだカメラ A, B の 2 直線は原理的には交わるはずですが, 実

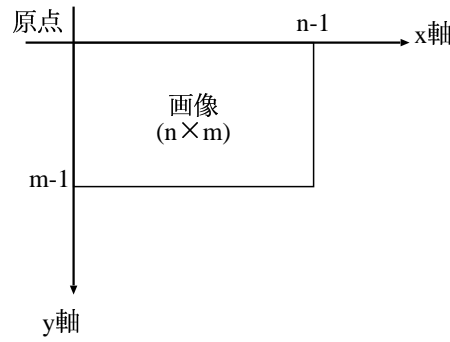


図 1: 標準的な画像の扱い

際は誤差の影響で交わらないこともあることに注意してください. このことに対する対応は各自考えてプログラムに反映させてください.

2.3 補足 1

画像のサイズを $n \times m$ とすると, 画像は通常 $\{(x, y) | 0 \leq x \leq n-1, 0 \leq y \leq m-1\}$ と表現する. このとき, 図 1 にあるように画像の左上を原点として x 軸, y 軸を設定し, プログラムなどで扱うことになる. 画像の中心を (x_0, y_0) , カメラの焦点距離を f とすると, 焦点を原点, 光軸を Z 軸正とするカメラ空間座標系を考えたとき画像上の点 (x, y) は空間上の点 (X, Y, Z) を用いて

$$x = f \frac{X}{Z} + x_0$$

$$y = f \frac{Y}{Z} + y_0$$

と表現される. そのためこのカメラ座標系において, 画像 (x, y) によって観測された物体上の点 (X, Y, Z) は媒介変数 s を用いて

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = s \begin{pmatrix} x - x_0 \\ y - y_0 \\ f \end{pmatrix}$$

となる.

2.4 補足 2

講義資料 1.6 節のエピポーラ幾何において媒介変数 $s > 0$ に関してですが以下に与えるデータは画像平面座標系のデータとカメラ空間座標系のデータは同じ単位系ではありません. s は焦点距離 f_L (画像平面座標系でのデータ), カメラ空間座標 Z_A (カメラ空間座標系でのデータ) によって

$$s = \frac{Z_A}{f_L}$$

と表される. そのため単位系の違いが s に含まれています.

プログラムの作成は 3 章のデータを使ってください.

3 カメラデータ

- カメラ A の焦点距離 : $f_A = 1085$
- カメラ A の画像中心 $(u_{A,0}, v_{A,0}) = (346.384, 250.811)$
- カメラ A の焦点の世界座標系での位置 : $T_A = \begin{pmatrix} 193.2067030 \\ 310.573425 \\ 188.783189 \end{pmatrix}$
- 世界座標系から CameraA の空間座標系への回転行列 : $R_A = \begin{pmatrix} -0.872994 & 0.442426 & 0.20528 \\ 0.0196193 & 0.452402 & -0.891598 \\ -0.487336 & -0.774333 & -0.403625 \end{pmatrix}$
- カメラ B の焦点距離 : $f_B = 1081$
- カメラ B の画像中心 $(u_{B,0}, v_{B,0}) = (380.285, 252.341)$
- カメラ B の世界座標系での位置 : $T_B = \begin{pmatrix} -166.061052 \\ -239.405965 \\ 180.596364 \end{pmatrix}$
- 世界座標系から CameraB の空間座標系への回転行列 : $R_B = \begin{pmatrix} 0.780698 & -0.623953 & 0.0345515 \\ -0.263264 & -0.378536 & -0.887357 \\ 0.566748 & 0.683662 & -0.459787 \end{pmatrix}$