

1. はじめに

画像から得られる2次元情報をもとに被写体の3次元情報を習得する問題は、コンピュータビジョンの最も重要な問題の一つと考えられ、視点移動カメラにおけるカメラキャリブレーション^[2]等数多くの研究がなされて来た。この問題は三次元復元と呼ばれ、現在 EyeSite 等プログラム視点から距離を測定する技術等に応用されている。

三次元復元の研究には大きく分けて二種類の復元方法が存在し、幾何情報に基づく復元と、輝度情報に基づく復元があるが、本研究の目的は幾何情報に基づく三次元復元法を利用し、携帯端末のアプリケーション等で、容易な復元を行う事である。その為、本研究では、容易に行うことのできるキャリブレーション手法を考察し、単一のカメラにて三次元復元を行う方法の検討する。

2. 三次元復元

三次元復元を行うには二次元から三次元への座標変換を行う必要がある。これには画像平面座標 \tilde{M}_g とカメラ座標 \tilde{M}_c を結ぶ次式を用いる。

$$s\tilde{M}_g = P\tilde{M}_c \quad (1)$$

ピンホールカメラモデルを利用する事で(1)式によって画像平面座標をカメラ座標に変換出来る事がわかっている。ここで s はスカラー(対象物までの距離)であり、 \tilde{M}_g 画像平面における拡張ベクトル、 P は射影行列、 \tilde{M}_c は対象の位置を表す三次元ベクトルである。

(1)式から s や P の値が既知であるならば復元出来るという事がわかる。しかし、対象物までの距離を測る事は1台のカメラのみでは行えない為、距 s を消去しなければならない。

そこで二箇所からの視点による(1)式を用いて、 s を消去すると

$$M_c = B^+b \quad (2)$$

が得られる、これより対象物の三次元座標 M_c を得ることが出来る。ここで B^+ は疑似逆行列と呼ばれるものである。

3. キャリブレーション

カメラキャリブレーションとはカメラを通した画像は、カメラのレンズの歪みや焦点距離などによって歪みが生じる為、内部、外部行列を求めると共に歪みやずれを補正する事である。主に Tsai と Zhang というプログラム手法がある。本論文では前者の Tsai

手法を起用し、歪みやずれの補正や、内部、外部行列の算出を行っている。

先に述べた様に内部、外部行列が求まる事により、三次元復元する事が出来る。しかし、先の議論はピンホールカメラを用いたものであるのに対し、実際の画像はレンズを利用したカメラによるものである為、レンズの歪みやずれ等により測定結果に大きく誤差を与える場合がある。

その為、Tsai 手法ではレンズの歪みを算出する事も含まれている。レンズの歪みは一般的には以下の(3)~(5)式で算出することが出来る。

$$D_x = X_d(k_1r^2 + k_2r^4) + X_d \quad (3)$$

$$D_y = Y_d(k_1r^2 + k_2r^4) + Y_d \quad (4)$$

$$r = \sqrt{X_d^2 + Y_d^2} \quad (5)$$

上記 D_x, D_y はデジタル座標系での x, y 座標であり、 X_d, Y_d はデジタル座標系での歪みのある X, Y 座標であり、 k_1, k_2 はひずみ係数である。

4. 結論

Tsai のカメラキャリブレーションアルゴリズムを Java 言語で実装し、引数に画像の二次元情報と、対応する世界座標を与えることにより、外部、内部行列を計算した構造体を返すプログラムとなっている。

5. まとめ

本研究で実装したプログラムを携帯端末にて動作を行うには、二回写真を撮る必要がある。

その為アルゴリズムの改善と、チェスボード等で行うキャリブレーション手法の改善も考慮する必要がある。

文献

- [1] 吉藤伸幸, “カラー画像の距離画像へのマッピング”, 慶應義塾大学学士論文, (2000).
- [2] 松井健太郎, 平野一視, 他, “任意視点からサッカーシーンを復元する仮想カメラシステム”, 電子情報通信学会論文, (1998).
- [3] 徐剛, 辻三郎, 3次元ビジョン, (共立出版)pp.7-23, (1998).