

1. 緒言

本研究のテーマとして、PC 上に仮想フィールドを作り、サッカーの戦術分析をするためのシミュレータの開発がある。そのようなシミュレータの開発には、撮影された試合の画像からボールの三次元位置を変換することが必要である。

本研究の目的はデジタルカメラを用いて同時に撮影された二視点からの画像を基に、対象物の三次元空間座標を求めることである。

2. 研究のアプローチ

はじめに、二次元画像から三次元座標へ変換するための理論を学ぶ。デジタルカメラで撮影された画像は二次元であり、撮影された目的物の三次元位置を確認することは非常に困難である。そこで二次元座標から三次元座標へ変換させるために以下の式を用いる。

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

s は奥行のパラメータ、 \tilde{m} は二次元座標の拡張ベクトル、 \tilde{M} は三次元座標の拡張ベクトル、 P はカメラ固有の内部パラメータと外部パラメータを含んだ射影行列である。拡張ベクトルとは与えられたベクトルに対して成分 1 を加え、次元を 1 つ多くしたものである。(1)式の P を求めるための作業を「カメラキャリブレーション」という。カメラの内部変数はカメラ固有の値であるため、実験で用いるカメラごとに調べる必要がある。キャリブレーションの手法は複数存在するが、今回は Zhang の手法が実装された既存のソフトを用いることとした。

(1)式では奥行のパラメータ s が求まらないために三次元位置は求まらない。しかしカメラを 2 つ用意し、二視点からの画像を用いることで s を消去することができ、以下の式が得られる。

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

$$B = \begin{bmatrix} u_i p_{i31} - p_{i11} & u_i p_{i32} - p_{i12} & u_i p_{i33} - p_{i13} \\ v_i p_{i31} - p_{i21} & v_i p_{i32} - p_{i22} & v_i p_{i33} - p_{i23} \\ u_j p_{j31} - p_{j11} & u_j p_{j32} - p_{j12} & u_j p_{j33} - p_{j13} \\ v_j p_{j31} - p_{j21} & v_j p_{j32} - p_{j22} & v_j p_{j33} - p_{j23} \end{bmatrix}$$

$$b = [p_{i14} - u_i p_{i34}, p_{i24} - v_i p_{i34}, p_{j14} - u_j p_{j34}, p_{j24} - v_j p_{j34}]$$

ここでは2台のカメラ i, j を用いたとする。 u_i, v_i はカメラ i で撮影した画像の座標、 u_j, v_j はカメラ j で撮影した画像の座標、 p_i, p_j は i, j それぞれのカメラの射影行列の要素である。なお、二視点の画像についてはカメラ 2 台を互いに平行において撮影をしてはならない。

(1),(2)の式の理解とキャリブレーションの環境を整えたら実際に二視点から目標物の写真撮影を行う。その画像に前述のソフトでキャリブレーションを行い、必要な値を求めて(2)式を用いて三次元位置を求める。

3. 結果

実際に二視点からの写真撮影を行いキャリブレーション結果から三次元位置情報を求めた。精度の高い結果は得ることはできなかったが、おおよその物体の空間位置を推定することができた。

4. 結論

物体が移動した先の位置情報を取得することができたので目的は達成することができた。理論通り、二視点からの画像を用意することで奥行のパラメータ s が求まっていない場合でも三次元位置を推定することができることを実証できた。しかし期待していたような精度の高い結果を得ることはできなかったため、今後の課題となる。

5. 今後の発展

今回は物体に疑似的に三次元位置を与え、フィールドもグラウンドなどではなく一定の大きさの紙を用いて撮影したもので研究を行ったため、今後は実際にサッカーボールを蹴ったものを撮影して結果をもとめことや、実際のサッカーの試合の VTR から結果を求めることで動く物体に対してこの手法がどの程度有効であるか、目標であるサッカーのシミュレータの機能として用いることができるかを調べることで更に有意義な研究となるはずである。

文献

- [1] 徐 剛, 辻 三郎, “3 次元ビジョン” pp.7-23, 1998 年 4 月
- [2] 石井規弘, 北原格, 亀田能成, 太田友一, “二視点からの映像を利用したサッカーボールの追跡手法” 2007 年