

複数カメラからの画像合成を用いたロボットシステム

市橋浩典 内山雅文[†] 高橋友一^{†‡}

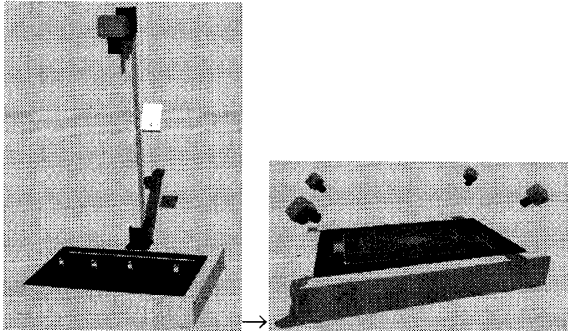
名城大学理工学部情報工学科[†]

名城大学大学院理工学研究科[‡]

1. はじめに

Robocup MixedReality (MR) リーグとは、図 1 のようにディスプレイ上に超小型ロボット (EcoBe!) を置いて、シミュレーションのボールを用いてサッカーをする RoboCup のリーグである [1]。2008 年に以下の変更があった。①EcoBe! のモデル変更された。②フィールドが広がった。③2 対 2 から 5 対 5 になった。そのため、一つのカメラではフィールドすべてをカバーするのが難しくなった。[付録参照]

小型リーグでも、同様の問題が発生しており、複数カメラの利用が検討されている [2]。本論文では複数の安価なカメラを用いて MR リーグにおけるカメラシステムを検討した。



(1) 20inch 2x2

(2) 42inch 5x5

図 1 MR リーグのシステム概要図

2. MR リーグにおける複数カメラシステム

MR リーグでは、ロボットの上につけたマーカで個体識別をする。各カメラ画像からマーカの位置だけ高くした平面画像を生成し、その画像を重ね合わせることで一枚の平面画像を生成する。小型リーグと異なり、ロボットの高さは一定なので、平面画像は 1 枚でよい。

2.1. 平面画像の作成

フィールドを世界座標の XY 平面として、Z をマーカの高さに固定し、X, Y を必要な解像度で分割して平面画像を取得する。

レンズの歪みは、円周方向と半径方向の歪みを考慮する。内部パラメータ、を変換行列、歪みパラメータをキャリブレーションにより求め、変換する。 [3]

複数カメラのキャリブレーション作業を以下の簡略な手順で実現した。①ディスプレイに画像の基準となるマーカを表示。②画像差分により自動的に画像との対応位置を取得。

平面画像が重複した部分では①平均値をとる方法、②距離による重み付け方法、の 2 つ考えられるが、処理時間の点で①を採用した。

2.2. カメラの同期

カメラを順番にキャプチャしていくと、待ち時間が増えてしまうため、並列処理が望ましい。

そこで、カメラ 1 台に対してキャプチャを繰り返すプロセスと、常に合成を繰り返すプロセスを作成し常に最新の状態になるようにした (図 2)。図 2 で flag はキャプチャ終了したことを表す。

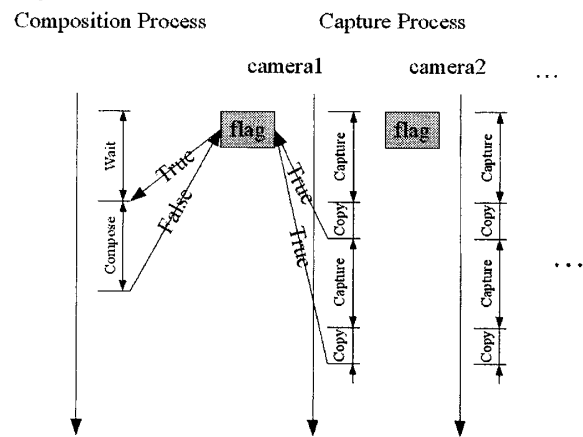


図 2 カメラの同期方法

3. 実験システム

フィールドは 42 インチ液晶ディスプレイ (1920x1080) で Web カメラ (640x480, 14[fps]) 4 台を図 3 の様に配置した。

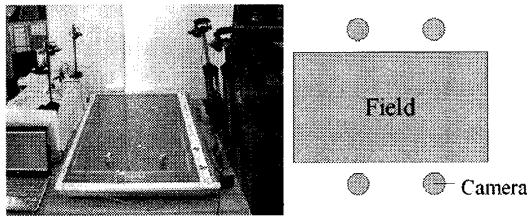


図3 カメラの配置

実際にロボットにおいて認識できるか確認する。ディスプレイにマークを表示し、マークの高さを0として、誤差を計測した。

3.1. ロボットを置いて認識評価

画像を合成した結果を図4に示す。重複部分で少しずれているが、認識することができた。

14fpsのカメラを用いて実行した結果12.8fpsだった。

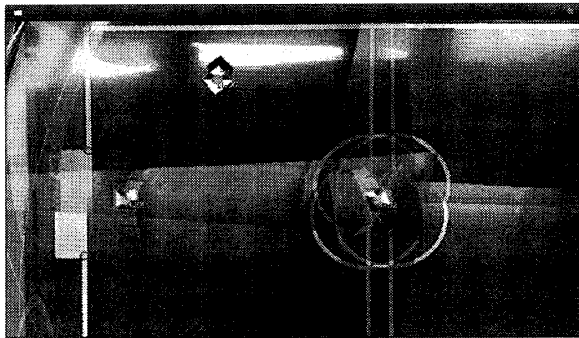


図4 合成画像

3.2. ディスプレイに表示させて誤差計測

ディスプレイにマークを等間隔(4x4)に表示し認識させた結果、16点中14点認識することができた。認識できなかった場所は、重複部分で片方のカメラでは反射によって色が見えない状態だったからだと考えられる。

誤差の平均は表1のようになった。Y軸方向の誤差が大きいのはカメラがY軸方向に覗き込むようになっていたからだと考えられる。

表1 平均誤差(ドット単位)

	誤差平均	標準偏差
X軸方向	0.6	1.6
Y軸方向	2.1	4.2
距離	4.3	2.4

4. まとめと考察

結果より、多少位置のずれはあるが、ほぼ正確に認識することができた。

フレームレートはカメラ単体でのフレームレートに近い値が出ているため十分にカメラの性能が引き出せていると言える。

キャプチャ画像の端になるほどずれが大きくなる事とfpsが遅くなっている事が今後検討で

ある。

5. 付録

・1つのWebカメラがカバーできる範囲

カメラ横又は縦の視野角 θ 、解像度をN、カメラとマークの距離を1とすると、約 $1\theta/N$ 以上離れている点は区別できる。

使用するマークを図5(左側)に示す。バーコードをサンプルする半径をr、サンプル数をMとする。

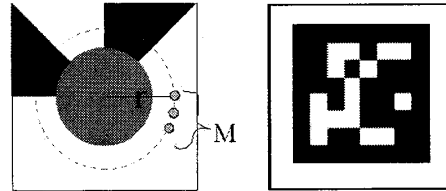


図5 マーク

マークを識別するため、Mは8以上必要となる。さらに、角度の精度を上げるためにはMは大きければ大きい程よい。

サンプル点間の距離は、約 $2\pi r/M$ となる。

以上より、以下の条件を満たす必要がある。

$$1\theta/N < 2\pi r/M$$

Webカメラの横方向の視野角 θ は測定の結果1.2 rad、解像度Nを640、半径rが9.8mmの円でサンプリングする。

M=32なら、1は991.5mm以下でなければならない。

・2次元コードを用いた場合

より多くのロボットを認識するためには、2次元コードを用いたマークを用いる必要がある。その場合、ドット間の距離を $1\theta/N$ より大きくすれば良い。

例えば、図5(右側)のようなマークを利用した場合、ロボットの幅は26mmである。一番外の白い部分までマークの一部なので10等分しているため、ドット間の距離は2.6mmとなる。

以上より1は1346.6mm以下でなければならない。

6. 参考文献

- [1]RoboCup: <http://www.robocup.org/>
- [2]林祐司,遠山聖司,藤吉弘亘:小型(F180)リーグのためのイメージモザイクによるグローバルビジョンシステム,人工知能学会,第21回SIG-challenge研究会 pp38-43,2005
- [3]OpenCV:<http://opencv.jp>