

1. はじめに

RoboCup 小型リーグにおける制御システムは、単眼カメラによるグローバルビジョンが多く、オクルージョン領域が発生する。また、その構成は Master-Slave による制御のため、ロボットからのフィードバック情報を用いた制御ができないという問題がある。本研究では、グローバルビジョンとローカルビジョンの統合による自律移動型ロボットの制御を目的とする。

2. ビジョンシステムの統合

グローバルビジョン RoboCup 小型リーグで用いられているグローバルビジョンの構成を図 1(a) に示す。カメラはフィールド上部に取り付け、1 台のカメラでフィールド全体を撮影する。グローバルビジョンでは、ボール位置 (B_{xw}, B_{yw}) 、敵ロボット位置、味方ロボット位置 (R_{xw}, R_{yw}) 、ID、方向 θ の情報を得る。しかし、図 1(b) のように、ロボットとボールの位置関係により、ボールを認識できないオクルージョン領域が発生する。

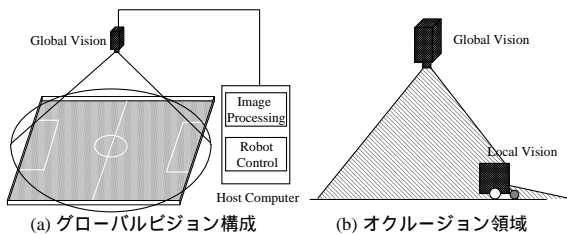


図 1: グローバルビジョン

ローカルビジョン ロボット内にカメラを搭載するシステムをローカルビジョンと呼ぶ。ローカルビジョンの実現には、ロボット内部での画像処理を必要とする。本研究では、ロボットにシングルボードコンピュータを内蔵し、ローカルビジョンとして USB 接続のカメラを使用した。これによりロボット内で USB カメラから得た画像の処理が可能となる。ローカルビジョンによるボールまでの距離計測手順を以下に示す。

1. オレンジ色領域を抽出し、領域が最も大きいものをボール領域とし、中心座標を求める。
 2. 予め求めた座標と距離の関係により求めたスプライン関数から、ボール中心座標に対応した距離を推定する。
- ビジョンシステムの統合** オクルージョン発生時のボール位置推定には、ローカルビジョンから求めた距離データとグローバルビジョンで得られたロボットの位置、方向を統合して推定する。各対象物体が図 2 に示すような場合、ロー

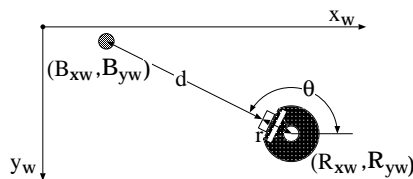


図 2: 距離データからの位置推定

カルビジョンにより計測したボールまでの距離を d とすると、ボール座標値 (B_{xw}, B_{yw}) は次式により推定することができる。

$$B_{xw} = R_{xw} + \frac{W}{640} \times (d + r) \times \cos\theta$$

$$B_{yw} = R_{yw} - \frac{H}{480} \times (d + r) \times \sin\theta$$

グローバルビジョン $\left(\begin{array}{l} R_{xw}, R_{yw} : \text{計測ロボット座標値} \\ \theta : \text{計測ロボット方向} \end{array} \right)$

既定値 $\left(\begin{array}{l} W, H : \text{映像縦横幅 [mm]} \\ r : \text{ロボットの半径 [mm]} \end{array} \right)$

3. 距離計測実験

3.1. 実験方法

フィールド上の 6 つのポイントにロボットとボールを配置し、各ポイントにおけるグローバルビジョンとローカルビジョンの距離計測結果を比較した。各ポイントにおいて、ロボットから 5cm ~ 50cm の距離にボールを配置した際の位置を推定する。

3.2. 実験結果

図 3 に、グローバルビジョンとローカルビジョンの各ポイントにおける距離計測結果の平均誤差を示す。

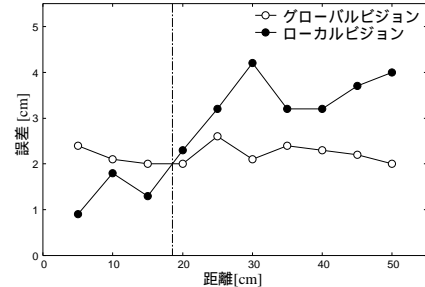


図 3: 距離測定誤差

グローバルビジョンの平均誤差は 2.2cm、ローカルビジョンの平均誤差は 2.8cm とグローバルビジョンの方が良い結果を得た。しかし、18cm 以内の至近距離の場合、ローカルビジョンの誤差は小さくなる。ロボットとボールが至近距離の場合は、ローカルビジョンの結果を統合することで位置推定精度を良くすることが可能となる。

オクルージョン領域の減少 フィールド壁付近において、ボールがロボット側近にある場合、ロボットの陰にボールが入るためグローバルビジョンでは図 4(a) に示すようにボールを捕えることができない。しかし、ローカルビジョンではロボット前方領域の画像を取得するため、図 4(b) に示すようにボールを捕えることができる。

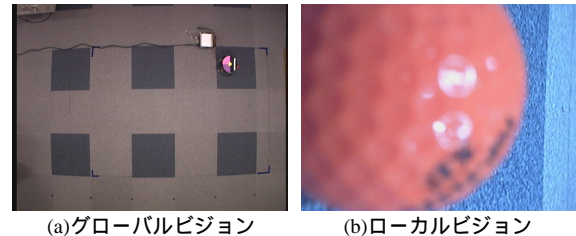


図 4: 各カメラからの画像

各ビジョンシステムの統合 ローカルビジョンによる計測結果をホストコンピュータに送信することで、より正確なボール位置に基づくロボットの制御が可能となる。

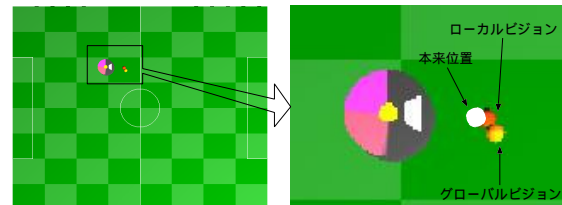


図 5: 推定位置ビュー

実際に、グローバルビジョンとローカルビジョンによるそれぞれのボールの位置推定結果をホストコンピュータ上で統合表示した結果を図 5 に示す。

4. まとめ

本研究では、ローカルビジョンシステムとグローバルビジョンの統合について検討し、近距離における誤差縮小、オクルージョン領域の解決によりその有効性を確認した。今後は、データの共有、協調動作への対応について検討する。