

6X-08 完全自律小型ロボットのローカルビジョンシステムについて

永見政宏[†] 石綿克利[‡] 長坂保典[‡]

村上和人^{††} 成瀬正^{††} 高橋友一[‡] 森康夫^{‡‡}

[†]中京大学 大学院 情報科学研究科 [‡]中部大学 {工学部 | 経営情報学部}

^{††}愛知県立大学 情報科学部 ^{‡‡}メカトロシステムズ株式会社

1. はじめに

1997年頃から始まったRoboCupは自律移動ロボットにおける動的環境におけるマルチエージェントシステムの評価プラットフォームとして注目を集めている。我々が開発中のロボット(写真1)はそれぞれにCCDカメラとCPUを搭載し、自律動作させることを目指している。本報告では、画像の解像度低下がボール検出に及ぼす影響と、ゴール達成の行動生成手法について述べる。

2. システムの概要

我々のRoboCup小型リーグロボットは、個々のロボットへCCDカメラを搭載し、そこから得られた映像情報をロボット内部で処理し行動する。ロボットへは駆動処理CPUとは別に画像処理専用のCPUを搭載する。CCDカメラはNTSC信号を出力するタイプで、最大で320×240ドットへの変換可能なビデオキャプチャボードによってRGB各値に変換したものを画像処理CPUへ取り込む。画像処理CPUには日立製SH7045(24.8MHz)を用いる。

画像処理CPUでは得られた画像からボール、ゴール位置を抽出し、移動方向・移動量を決定し、駆動処理CPUへそれらを渡す。駆動処理CPUはそれらの情報を元に行動計画を作成し移動制御を行う。各CPU間の通信は、4bitパラレル信号線を用い、7byte分のデータをLSB,MSBの順で順次送信する。

3. 取得画像と処理内容

処理画像には、ロボットの用途によって前方方向のみのNormal-Visionと、全周囲レンズを用いたOmni-Visionの2タイプがある。それぞれのカメラで、各解像度によりボール領域として得られるドット数を表1に示す(×は認識不能。空欄は未測定)。ボールとして判定するためには、2~3ドットを必要とする。この結果より、Omni-Visionでは160x120ドットの画像を用いることで、80cm程度の距離でボールの判定が可能となる。Normal-Visionの場合は、80x60ドット画像でおおよそ150cm程度の距離でボールの判定が可能となる。160x120ドット画像を用いればさらに遠方まで判定可能になるが、処理にかかる時間が多くなるため、適切ではないと判断した。

ボールはNormal-Visionではロボットに近い側から順に探索する。すなわち、Normal-Visionでは水平ライン最下部から上方向へ順に走査し、各ラインは左から右へ走査する。Omni-Visionでは前方方向にあたる画面左端・垂直ライン最上部から右方向へ、各ラインは上から下へ走査する。ロボット前部にあたる比較的重要な個所から探索を開始することとしている。

ボール探索時に併せて検出するものとして、敵味方のゴール領域がある。この領域は画像中に比較的大きな範囲で得られるため、探索は3ライン毎として、処理時間の削減を図っている。物体の抽出にはRGB表色系を用い、各値にボール、敵及び見方ゴールの3つの閾値を設定し抽出する。一般的にRGB表色系を用いた場合、周囲光の影響を受けやすいため、環境に応じて閾値を調整する必要がある。

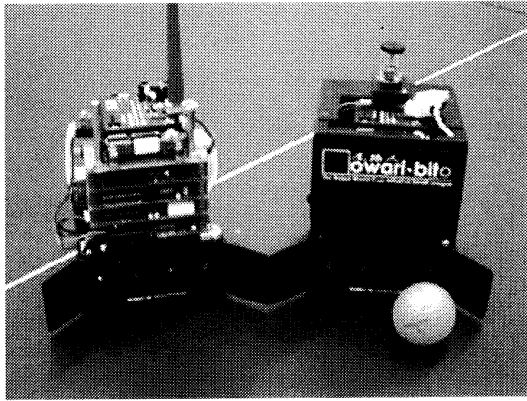
4. 基本行動パターン

それぞれのロボットは、常に目標となる敵ゴール位置を進行方向を基準とする回転角度として保持している。基本行動パターンとしては、まずはボールのそばまで回転と前進によって移動する事を実装してある。得られた画像から進行方向に対するボール中心位置のずれ(角度)から回転量を決定し、その後直進させる。ボール中心位置が決められた座標空間内に存在した時点で停止させる。これにより随時方向を修正しながらボールの手前に移動することができる。次に、内部に保持している敵ゴール位置の情報を元にロボット前部にある羽(フィン)によってボールと敵ゴールが進行方向上の直線に乗るように回転する。この基本行動パターンはボールが検出されることが条件で、常にゴールが見え

LocalVision System for Small Size Robot in RoboCup

Masahiro Nagami School of Computer and Cognitive Sciences, Chukyo University

101 Tokodate, Kaizu, Toyota City Aichi 470-0393, Japan



(写真1)ロボット外観

(表1)解像度と認識 dot 数の関係

距離	Omni-Vision		Normal-Vision	
	80x60	160x120	80x60	160x120
10			560	2404
20	6	20	185	700
30	5	17		
40	3	9	49	197
50	1	7	34	117
60	1	6		
70	×	5		
80	×	3	11	42
90		2	11	41
130			5	20
150			4	19

(表2) 各ビジョン間での相違点

	Normal-Vision	Omni-Vision
位置検出	画面左右下隅から上に向かって水平ライン単位で走査。目標物が見つかった時点で終了。80×60の画像を利用	画面左上隅から右へ向かって垂直ライン単位で走査。目標物が見つかった時点で終了。160×120の画像を利用
処理枚数	毎秒約6枚	毎秒約3枚
行動	先ず、ボールへ向かう。その後、敵ゴール位置 $\theta > \pm 30$ ならばフィンを用いてボールとの位置関係を修正	敵ゴールとボールを結ぶ直線上に移動。敵ゴールが見つけれられない場合は Normal-Visionと同じ動作

ている必要は無い。

Omni-Visionを装備したロボットの場合は敵ゴールを認識する確率が高い為に前述の基本行動パターンに加え、敵ゴールとボールとの直線の延長線上へ移動し、ロボットの進行方向へ向かってボールとゴールが直線上に並ぶ位置へ回り込む動作としている。

5. 考察と今後の展開

RoboCup フィールド上において、基本動作の繰り返しによって最低限の目標である「得点する」という目標を達成できることは確認できた。問題点として、Normal-Visionを用いたロボットの場合、敵ゴール位置の把握は常に内部に蓄積された過去の移動履歴に頼ることになる。従って、敵ゴールが検出されない時間が長くなるとスリップや移動精度の影響から誤差が蓄積され、目標方向を誤ることが多くみられる。これに対し、Omni-Visionを用いた場合、ほとんどの状況でゴール位置を確認できるため目標方向を常に定める事ができる。

これらから、Omni-Visionを用いる方が合理的な行動が生成可能と言える。現時点ではロボットを中心とした各物体への位置関係を把握しているに過ぎないが、対象物同士の位置関係を把握し、計画するには全周囲レンズ系の歪み補正を行う必要があり、処理コストの増加が懸念される。

また、Omni-Visionを用いた場合、Normal-Visionに比べ画像走査に2倍の時間がかかるが、一枚の画像中から多くの情報を得ることができるため処理速度の低下以上のメリットは有ると考えられる。

今後、各ロボット間で協調してサッカーをさせるためには、味方がどこに居るかを知る必要がある。ロボット側面にルールに違反しない範囲内でマーカーを設置して識別するか、様々なランドマークからフィールド座標上での絶対座標を計算し、無線通信によりロボット間で共有する方法が考えられる。

参考文献

[1] 石綿克利, 永見政宏, 長坂保典, 村上和人, 成瀬正, 高橋友一, 森康夫, "Owari-bito(尾張人)の現状および課題と展望", 人工知能学会研究会資料 SIG-Challenge-9906, pp.46-52(1999.10)

[2] 山澤, 八木, 谷内田, "移動ロボットのナビゲーションのための全方位視覚センサ HyperOmniVision の提案", 電子情報通信学会論文誌 Vol. J79-D-II, No. 5, pp. 698-707, 1996