

自動追尾ズーム機能を用いたサッカーロボットの研究

道下 貴広 山本 真也* 横田 徹夫** 阪部 俊也

Development of Control Programs for Soccer Robot Using a Homing and Auto Zoom Camera

Takahiro MICHISHITA, Shinya YAMAMOTO and Tetsuo YOKOTA, Toshiya SAKABE

人工知能の研究の一環として、ロボットにサッカーをさせる「ロボサッカー」がある。ボールを追尾する手段として、カメラの持つ自動追尾機能を用いて、その機能による有効性を検討してきた。より追尾性能の向上を図るため、自動追尾機能に加え、自動ズーム機能を用い、タッチセンサとカメラの位置情報による進行方向の決定をプログラムにより制御した。さらに、ロボット本体の移動性能を上げるため、機体を新たに製作した。新たに製作した機体を使用し、自動追尾ズーム機能、タッチセンサを用いたロボット制御プログラムの有効性を確かめた。

1. はじめに

現在、人工知能と知識ロボットに関する研究において、世界の研究者が共通の課題に取り組み、「ロボカップ」という競技会を通じて競い合っている。「ロボカップ」とは、ロボット工学と人工知能の融合、発展のために自律移動ロボットによるサッカーを題材として日本の研究者らによって提唱された大会である。現在では、サッカーだけでなく、大規模災害へのロボットの応用として「ロボカップレスキュー」、次世代の技術の担い手を育てる「ロボカップジュニア」などが組織されている。その中でも、「サッカー」という競技は周囲の状況を把握し、味方との連携、あるいは敵の行動を予測して行動することが求められるため、ロボットが人間に近づくためには適した題材である。この「ロボカップサッカー」は、小型実機リーグ、中型実機リーグ、シミュレーションリーグ、SONY四脚リーグの4つのリーグで構成されている。そして、近々ヒューマノイド（人間型）ロボットリーグが加わる予定である¹⁾。

本研究では、「ロボカップ」の中型実機リーグに参加することを旨とし、自律型ロボットの製作、VisualC++を用いてのプログラムの開発を行うことを目的としてい

る。その手段としてカメラの持つ自動追尾機能を用いて、その機能による有効性を検討してきた^{2) 3)}。また、新たに本体を製作し駆動部系を簡略化させることにより、ロボット本体の動作を安定させた。ロボット本体の動作を安定させた上で、自動追尾に自動ズーム機能を加えた、自動追尾ズーム機能を用いた制御や、それに加え、タッチセンサを用い簡単な状況判断を行うことが出来る制御プログラムを開発し、それらの有効性を検討する。

2. ロボットの構成

ロボットのシステム構成を図1に示す。ロボットのコントローラーとして、東芝社製モバイルパソコン、Libretto SS 1010を使用している。パソコンのプリンタポートにロボット移動のためのモータドライバを接続し、DCモータを制御している。シリアルポートにはソニー社製ビデオカメラEVI-D30を接続し、カメラの自動追尾の設定や、パン、チルト位置情報の読み取り等を行う。カメラの映像出力はビデオキャプチャーカードへ接続され、画像処理を行うことも可能となっている。また、キーボードポートにはタッチセンサが接続され、反応したセンサが押下情報としてパソコンに入力されるようになっている。

ロボット本体を裏側から見た概略図を図2に示す。市販のラジコン（ニッコー社製 ブラックビースト）を改造したものを使用していたが、本体を全て設計し、製作したものに変更した。市販ラジコンの改造から大きく変

日本機械学会関西学生会卒業研究発表講演会
2002年3月21日、口頭発表

* 奈良高専専攻科

** 現豊橋技術大学

更している点は、4輪駆動から2輪駆動に変更した点である。そのため、2輪だけでは本体を安定して動作させるのが困難になるので、キャスターを前後に1個ずつ計2個取り付け、車体を安定させた。また、もうひとつの大きな変更点として、CCDカメラとコントローラとして使用するノート型パソコン、本体駆動のためのバッテリー、そして将来搭載するであろうシュート機構等を搭載するスペースを確保するため、市販ラジコンを改造したロボット本体に比べ、各種パーツ搭載のための面積を広く取った設計となっている。



図4 新たに製作したロボット

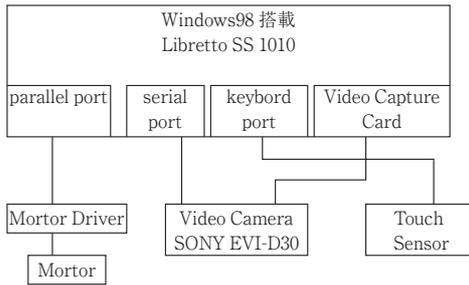


図1 サッカーロボットの構成

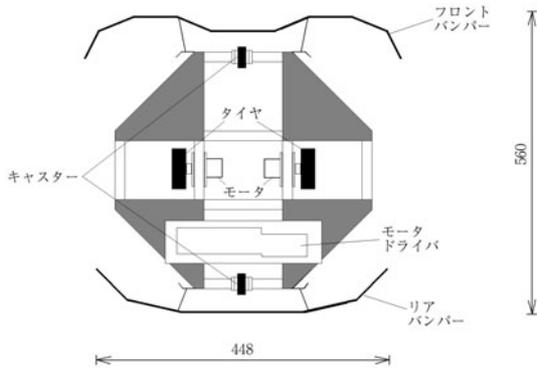


図2 ロボット本体

市販ラジコンを改造したロボットと新たに製作したロボットの比較写真を図3、図4に示す。駆動部は遊星ギアを用いた駆動方式から、減速ギアがモータと一体となるギアヘッド付きDCモータ（日本サーボ製 DME25B36G30A）による駆動方式に変更している。これにより、安定した走行ができるようになり、速度も向上した。



図3 市販ラジコンを改造したロボット

3. CCDカメラのAUTOZOOM機能の有効性

視覚システムとして使用しているCCDカメラ（SONY EVI-D30）には、自動追尾機能の他にAUTO ZOOM機能が搭載されている。

AUTO ZOOM機能とは、追尾対象がカメラから遠ざかってしまったときに自動で画像の拡大を行い、追尾対象が画面上で常にある一定の大きさで写るようにする機能である。また、このAUTO ZOOM機能は、追尾対象が遠ざかった時だけではなく、一部分が障害物などで隠れてしまった場合でもカメラが追尾状態であれば、追尾している物体を拡大して追尾を持続することができる。このAUTO ZOOM機能と自動追尾機能を併用することにより、より確実に追尾対象を捕らえることが可能となる。

自動追尾のみ使用時の画像と、AUTO ZOOM機能との併用時の画像を図5、図6に示す。自動追尾のみの場合とAUTO ZOOM機能を併用の状態と比較すると、ボールまでの距離が同じでも画面上のボールの大きさが明らかに違うことが解る。

このAUTO ZOOM機能を用いれば、最大で約20mまで追尾対象を離しても追尾することが可能であるということが測定結果により判った。ただし、この機能は10m以上の被追尾物を拡大した場合、ボールの横方向移動に対してカメラが追いつくのが困難になり、追尾能力が低下してしまうことが実験により確認されている。しかし、ロボカップのフィールド全体の長さが10mなので、十分に使用に耐えうると考える。

また、障害物などで一部分が隠れてしまった場合、追尾可能なのかを確かめる実験も行った。

実験方法としては、図7に示すようにカメラとボールを固定し、カメラからボールの距離が一定の状態、障害物でボールを徐々に隠していき、最小認識面積の測定を行う。これを数回繰り返し、追尾不能となった時点での被追尾物体の面積を計測する方法とした。

最大まで拡大されたときの画像の状態を図8に示す。

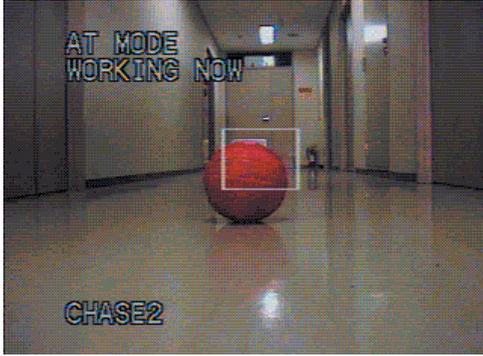


図5 自動追尾のみ使用



図8 最小認識面積の測定

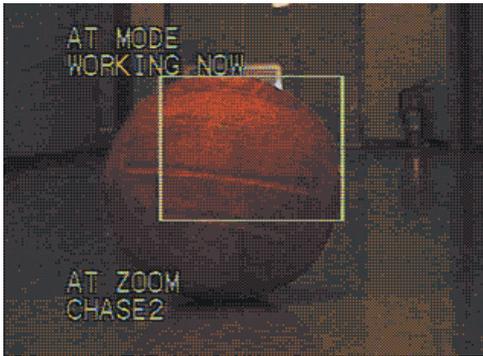


図6 AUTO ZOOM使用

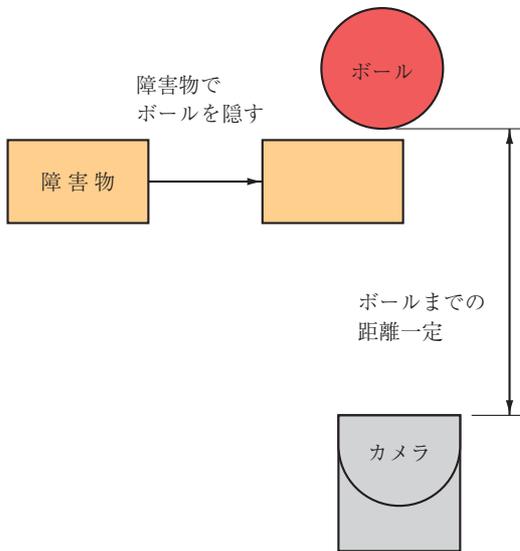


図7 追尾最小面積測定方法

実験結果として、画面中に映っているボールの一部分(赤色)が元のボール全体の大きさに対して、3%~5%程度の大きさであるということがわかった。自動追尾だけの場合の追尾能力に比べて、大幅に追尾能力が上がっていることがわかる。したがって、自動追尾機能のみを用いるよりAUTO ZOOM機能を併用した方がカメラはボールを見失いにくいということがいえる。

4. ロボット制御プログラム

AUTO ZOOM機能、自動追尾機能を使用したカメラと、ロボット本体に装着されているタッチセンサを使用したロボット制御プログラムを作成した。タッチセンサが反応した場合の基本動作を、カメラの追尾状態と本体に対する向きによって変化させるよう、表1のようにロボットの基本動作を決定した。

ロボット本体の進む方向はカメラの向きで決まる。ロボット後部のタッチセンサが反応した場合、無条件に前進する。前進後、カメラがボールを追尾中であればそのままボールの追尾を継続するが、非追尾中である場合、ボールを捕捉するためにロボット本体はその場で旋回する。

センサの前部が反応した場合は、カメラの向き、追尾中であるか否かで表1の内容のように反応が異なる。

たとえば、カメラが正面に向いている状態でボール追尾中であるとき、センサ前部の中央部が反応した場合は、ボールがセンサに触れている可能性が最も高い。そのため、ロボットはセンサが反応しているという情報を無視する。

この動作表を元に作成したプログラムの実証結果を図9に示す。ロボットが自動追尾を行って壁際に近づいてきた場合を想定する(図9(i))。カメラが正面でボールもロボットのほぼ正面にあるので、ロボットは前進を行う。しかし、このまま前進を行うと(図9(ii))のように壁(障害物)に衝突してしまう。従来のプログラムでは、タッチセンサの入力を考慮していなかったので、(図9(ii))の様に壁にぶつかった場合でも自動追尾を続けようとする。その後、カメラの向いている方向、(ii)の場合は右方向へ回転しようとして、フロントバンパーの左端が壁に引っかかり身動きがとれなくなってしまうことがあった。しかし、新たに製作したプログラムはタッチセンサの入力を考慮しているので、壁に衝突した場合は(図9(iii))に示すように後退を行って壁(障害物)から離

表1 基本動作表

		カメラ左		カメラ正面		カメラ右	
		追尾中	非追尾中	追尾中	非追尾中	追尾中	非追尾中
センサ前部	左端 Q	無視	後退	後退	後退	後退	後退
	W	無視	後退	後退	後退	後退	後退
	E	無視	後退	後退	後退	後退	後退
	R	無視	後退	無視	後退	無視	後退
	真中 T	無視	後退	無視	後退	無視	後退
	Y	無視	後退	無視	後退	無視	後退
	U	後退	後退	後退	後退	無視	後退
	I	後退	後退	後退	後退	無視	後退
	右端 O	後退	後退	後退	後退	無視	後退
センサ後部	全て	前進	前進	前進	前進	前進	前進

れる動作を行う。

この場合は、カメラが追尾中かつ右を向いている状態で、フロントバンパーのタッチセンサ「W」が入力されている。したがってこの場合では、表1に示すように後退を行う。その後、(図9 (iv)) に示すようにロボットは再び自動追尾を開始し、ボールを追尾し始める。その後も、ロボットは何度か壁(障害物)に衝突したが、壁際から抜け出して、元通り自動追尾動作を続けた。結果として、フロントバンパーに取り付けられているタッチセンサの入力を考慮したプログラムは、有効に働いているということが確認できた。

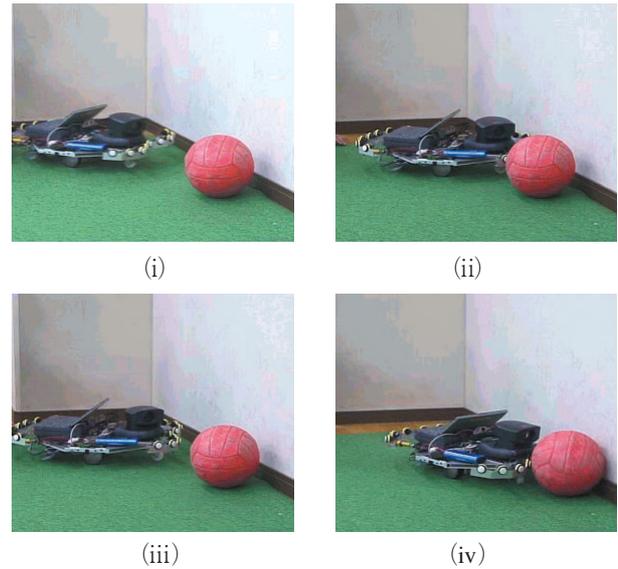


図9 ロボットの動作

5. 実験結果及び考察

自動ズーム機能、タッチセンサを用いた制御と、新たに製作したロボット本体により実験を行ったところ、以下に挙げるような結果を得ることが出来た。

- ・自動ズーム機能を用いたロボット制御の有効性を確認できた。
- ・タッチセンサの入力を考慮したプログラムを作成し、従来のプログラムに比べて自動追尾の追従性が向上した。
- ・カメラの認識状況を考慮に入れたことにより、無駄な動作を減少させることができた。

問題点として挙げられるのは、自動追尾機能を用いていると対象物が1つであるために、サッカーをするに当たって重要な自己の位置認識が行えない。

以上より、今後改善すべき問題も残っているが、現段階では、カメラの認識状況とタッチセンサの入力を考慮に入れた制御プログラムは有効であると言える。

参考文献

- 1) 松原 仁 他：ロボカップの歴史と2002年への展望
日本ロボット学会誌 Vol.20 No.1, pp.2~6 2001
- 2) 道下貴広 他：複数のセンサ入力による自律型移動ロボット制御の基礎研究, 奈良工業高等専門学校研究紀要第36号, pp45-50, 2000
- 3) 道下貴広 他：自動追尾システムカメラを用いたサッカーロボットの研究, 奈良工業高等専門学校研究紀要第37号, pp21-24, 2001