

# サッカーロボットにおけるシュート機構の研究

道下 貴広 谷口 陽亮\*<sup>1</sup> 砥出 章\*<sup>2</sup> 阪部 俊也

Development of shoot mechanism for soccer robot

Takahiro MICHISHITA, Youryo TANIGUCHI and Akira TOIDE, 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。カメラの持つ自動追尾機能を用いて、ボールを自動追尾させることの有効性を実証できた。次の段階としては確実にシュートできる機構を開発することにあると考えた。ボールを自動追尾で追跡し、タッチセンサでボールがロボットの側にあることを認識したのち、確実にボールをシュートできるようにシュート機構を製作し、攻撃力を高めるとともに、より複雑なプレーに対応できるようにした。

## 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、発展のために自立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。その「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<sup>1)</sup>。

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目指し、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<sup>2), 3), 4)</sup>。

有効な攻撃機能を持たない現在のサッカーロボット

に、自動追尾カメラとタッチセンサと連動したシュート機構を開発し、攻撃力を高めるとともに、より複雑なプレーに対応できるようにした。

## 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と接続し、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とり等を行う。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。

2輪の車輪によって移動するが、それ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、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、そしてシュート機構を搭載するスペースを確保するため、それらのパーツや機構を取りつけるための面積を広く取った設計となっている。

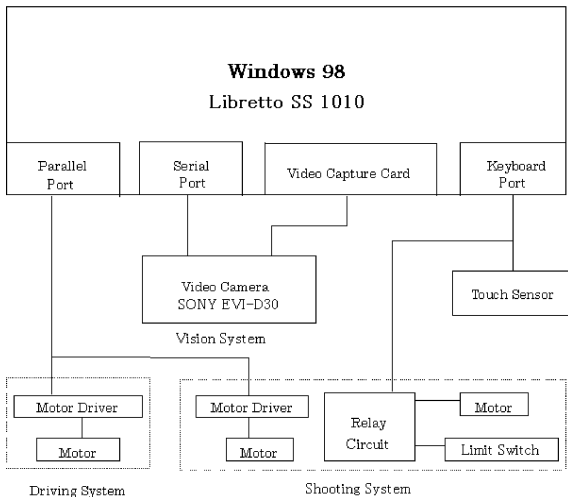


図1 サッカーロボットの構成

### 3. シュート機構

開発したシュート機構にはバネ式を採用した。これはバネを引き直すことにより、何度でもシュートを繰り返すことができ、機構そのものもコンパクトにすることができることを最大の利点と考えたからである。しかし、シュートに要する時間が、空気圧シリンダなどを用いた場合より時間がかかってしまうという欠点もある。

製作したシュート機構の概略図を図2に示す。シュート機構の基本的な構成は引っぱりバネ2本、DCモータ、ボールネジ、ストッパからなっている。その基本的な仕組みはDCモータとボールネジでばねを引き延ばしその張力でボールを打ち出していくものである。

引っぱりバネは、バネ定数 $0.56\text{N/mm}$ 、長さ $100\text{mm}$ 、径 $12\text{mm}$ を用いた。バンパーをシュート部とするシュート機構とし、バンパーはシュート動作により約 $5.5\text{mm}$ 移動する。

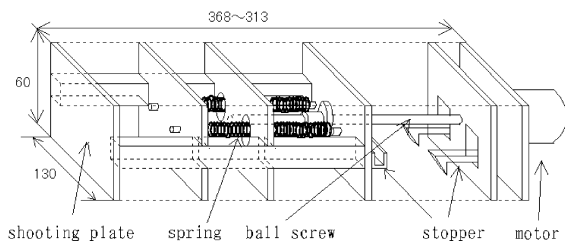


図2 シュート機構

### 4. シュートの動作

開発したシュート機構の動作は以下ようになる。

シュートを打ち終わった状態を初期状態とし(図3)、そこからDCモータでボールネジを駆動させバネを巻き上げる。

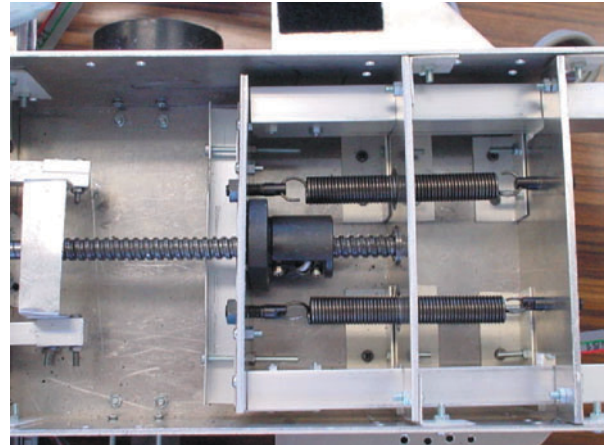


図3 シュートを打ち終えた状態

ある一定以上バネを伸ばすと、自動的にストッパがかかって固定される(図4)。

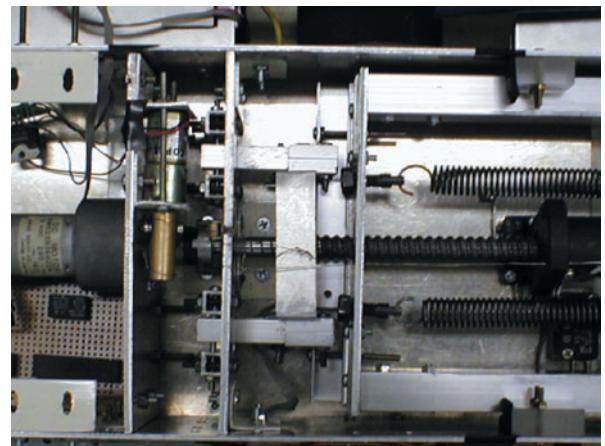


図4 バネを巻き上げた状態

次に、モータを逆回転させてボールネジだけを元の位置に戻す。以上がシュートを打つための準備過程となる。このボールネジの一連の動作をリレー回路によって制御している。

バネが伸びた状態でロボットはボールを認識し、ボールをドリブルさせるといった動作の後、シュートの機会が来れば、ストッパを解除し、ボールを打ち出す。ストッパは二ヶ所に配置されており、この二つを連結している部分をストッパ解除用モータにつけられたワイヤで引き上げて解除する仕組みになっている。

このシュート機構では、シュートを打つ準備過程となるバネを巻き上げる時間は約5秒となり、ボールの打ち出し速度は、約 $55\text{cm/sec}$ となった。ロボットを静止させ、ボールがフロントバンパーに接触した状態からシュートを打った結果、ボールの転がった最大距離は約 $8\text{m}$ となった。よって競技場の広さが $10\text{m}$ であることから、十分な性能を持っていると思われる。

#### 4. 制御回路

ボールネジを駆動させるためのDCモータの制御にリレーとリミットスイッチを用いた回路を製作した。図5にその回路のシーケンス回路図を、図6にスイッチの配置を示す。モータの電源はこれまでの14.4Vを流用し、リレーの電源は6Vとした。

リレー回路を用いた理由として、コントローラから独立して動作させることにより、プログラムによる処理が必要でなくなり、ロボットの他の行動がより行いやすい。また、モータを制御するのに使えるプリンタポートは8ビットまでと限られているため、出力ポートの節約となる。

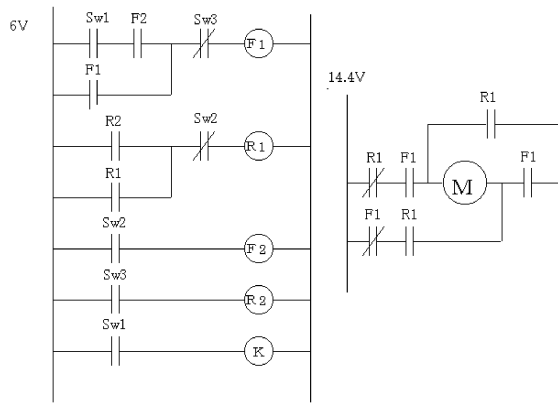


図5 シーケンス回路

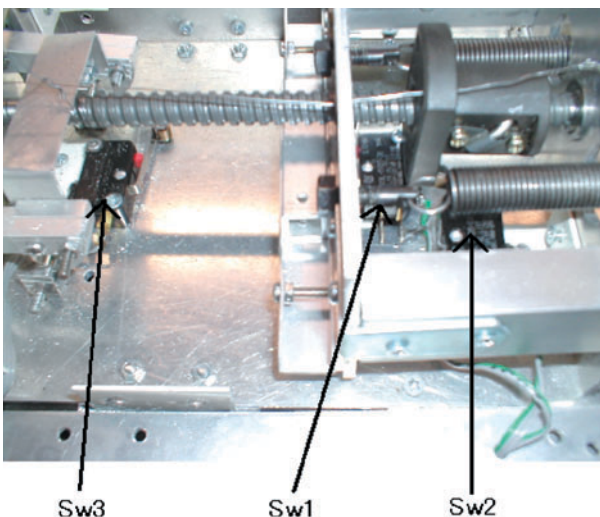


図6 各スイッチの配置

Sw1はシュートを打ち終えた状態を、Sw2はボールネジがバネを巻き上げる前の位置、つまり最も前方にある位置、Sw3はバネを完全に巻き上げた状態をそれぞれ検出している。Sw1, Sw2が入るとモータは正回転し、バ

ネを巻き上げる。そしてSw3が入るとモータは逆回転し、ボールネジのみを元の位置に戻す。Sw2が入るとモータは停止し待機する。そしてシュートが行われると、Sw1が入り再びモータが正回転し、バネを巻き上げる。このように、試合中はいつでもシュートが行えるように常にバネは伸びた状態で待機し、シュート動作後すぐにバネを巻き上げている。

#### 5. シュート動作

図7～図10に実際にロボットがボールをシュートする様子を示す。

まず、ロボットはボールをカメラにより認識し、ボールに接近する。(図7)

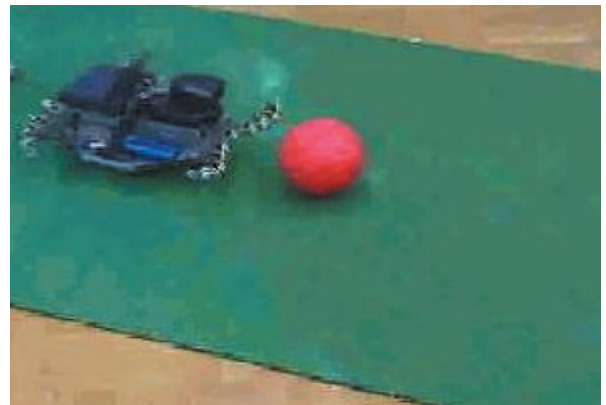


図7 自動追尾

この動作は自動追尾プログラムにより行われている。そしてボールがフロントバンパーの真中に取り付けてある三つのセンサ (R, T, Y) に入った場合のみ、シュート動作に入る。(図8)

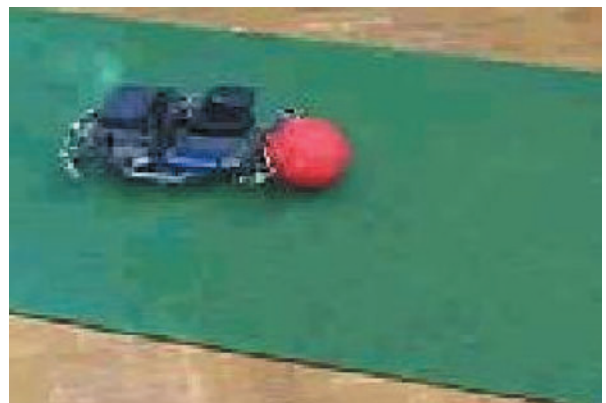


図8 ボールのタッチセンサによる認識

この時、それ以外のセンサに接触した場合は、ロボットはボールがバンパーの真中に来るように軌道を修正



する。そしてシュート動作に入るとシュート機構内部のストッパー解除用モータが駆動する。もしシュートに失敗した場合(ストッパーが外れなかった場合)は繰り返しストッパー解除用モータを駆動させる。このようなプログラムにすることにより確実にストッパーが外れるようにした。

またロボットがシュートを打つ際、ロボット自身が前進しながらシュートを行うことにした(図9)。これはタッチセンサが反応してからシュートを行う時に、0.5秒ほどの時間がかかってしまうので、停止してからシュートを行おうとすると、ボールだけが先に転がる場合があり、その場合シュートが空振りになってしまう可能性が高いからである。また、前進しながらシュートを打つことによってより強いシュートが打つとといったことを期待してのことである。

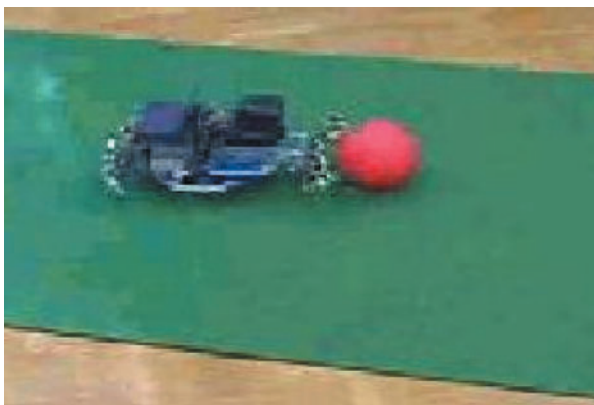


図9 シュート動作

そしてシュートが成功するとロボットは停止する(図10)。その後、約1秒してから再び自動追尾を始める。これがシュートにおける一連の動作である。

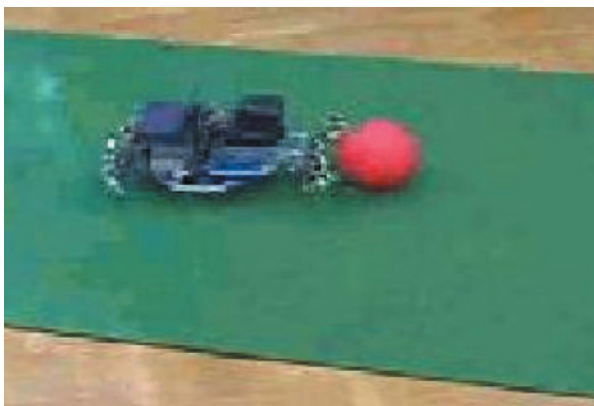


図10 シュート動作終了

## 6. 結果と考察

シュート機構を追加したことにより、シュート動作が可能になり、攻撃力を高め、複雑なプレーをすることが可能となった。しかし、ゴールの認識を行っていないため、今後はゴールの認識の問題も含め、このシュート機構を有効に使うことが出来るプログラムが必要になってくると思われる。また、今後はロボット自身が回りの状況を把握するとともに自己の位置認識も行なえるようなセンサの追加、およびパスなどを可能にするためにロボット同士の通信が行なえるようなシステムの開発を行なっていく必要がある。

## 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, p.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, p45-50, 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, p21-24, 2001
- 4) 道下貴広 他：自動追尾ズーム機能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38号, 2002