

ロボカップ4足ロボットリーグの現状と挑戦

九州工業大学 大橋 健, 大阪大学 光永 法明

Current status and challenge of RoboCup SONY Four Legged Robot League

Takeshi OHASHI, Kyushu Institute of Technology and Noriaki MITSUNAGA, Osaka University

Abstract: In RoboCup SONY Four Legged Robot League, small four legged robots play soccer autonomously. The same platform is used for software resource sharing and acceleration of the technological invention. In fact, many teams release their software and documentation. In this paper, we introduce the history of the league and the current status of the technology. In addition, the league is working on technological challenge.

1 はじめに

ロボカップ4足リーグでは、同一のハードウェアの小型脚式移動ロボットが、自律してリアルタイムにサッカーの試合を行うことを目標としている。同一ハードウェアとすることで、ソフトウェア資産の共有と技術的発展の促進が期待され、また実際に参加チームの多くのソフトウェアが公開されている。これまでの本リーグの歴史を振り返り、現状で達成できた技術等について紹介する。また、サッカーの試合と共に行われるロボカップチャレンジを通して、本リーグが取り組んでいる新たな技術課題への挑戦について述べる。

2 4足ロボットリーグについて

4足ロボットリーグは、ソニーのペット型の4脚ロボットという共通のプラットフォームを用いてサッカーを行う点が最大の特徴である。RoboCup-98におけるエキシビションでは、試作機 MUTANT (Figure 1) を用いて行われた。その翌年の RoboCup-99 より正式種目として発足し、AIBO の RoboCup バージョンである ERS-1100 (Figure 2) が用いられた。その後、RoboCup-2000 より、第2世代の AIBO をベースにした ERS-2100 (Figure 3) が用いられ、ソフトウェア開発キットである OPEN-R SDK が公開された2002年6月よりは、市販の ERS-210/A が利用できるようになった。また、RoboCup-2003には、先日発表された新型の ERS-7 も利用できることが決定している。

これらのロボットは、ロボットの各部位とソフトウェアをコンポーネント化するロボットの標準インタフェースとして提案されている OPEN-R を用いて構成されている。ハードウェアは、パーツの接続部分の形状の共通化して高速シリアルバスで接続することによりモジュール化している。ソフトウェアは、リアルタイムオブジェクト指向 OS である Aperios を基盤としてモジュール化されている。ソフトウェアモジュールは並行動作オブジェクトであり、オブジェクト間通信を行うプログラミングモデルを採用している。オブジェクト間の接続関係を記述した接続記述ファイルにより、オブジェクトの関係を容易に変更できる。また、ネットワークに対応しており、無線 LAN を経由して、外部の PC 上のオブジェクトと接続することも可能である。

このような高いモジュラリティにより、ほぼ2年毎に行



Figure 1: Mutant



Figure 2: ERS-1100



Figure 3: ERS-2100



Figure 4: Challenge 1

われているハードウェアの変更に対して追従して技術の向上が実現されている。この特徴は、各チーム内に留まらず、多くのチームはソースコードやドキュメントを広く公開しているため、一度開発された技術は共有できる体制が整っている。

3 4足ロボットリーグの現状

現在主に使われている ERS-210A を簡単に紹介する。4足に各3自由度、首に3自由度があり、両耳、顎、そして尾に2自由度の合計20の自由度がある。この他に、目や額のLEDの制御とサウンド再生が可能である。入力センサーとしては、足や首の各関節に角度センサーがあり、足先や背中や頭部にはタッチセンサーがある。また、加速度センサーを持ち転倒などの検知ができる。視覚センサーとして、カメラの視野角が幅53度、高さ48度、解像度は10万画素のCMOSイメージセンサが供えられている。また、赤外線距離センサーを持ち障害物を検知できる。ステレオマイクを持ち音声入力ができる。DSPも供えているが残念ながら OPEN-R SDK からは利用することはできない。CPUはMIPS系64bit RISCプロセッサ(384MHz)が用いられている。このように限られた計算能力で、リアルタイムに画像や音声処理を行い、多数のセンサーとアクチュエータを制御しなけ



Figure 5: A four legged league game

ればならない。

実際の試合の様子を Figure 5 に示す。このように、フィールドの周囲 6 個所にはビーコンがあり、ゴールとボールとプレーヤの色が規定されている。このため、カメラで撮影された画像中の色を手掛りとして周囲の環境の認識を行う。

このため、この視覚処理がこのリーグの重要な課題の 1 つである。ハードウェアの改造が禁止されているので、標準で搭載されているセンサー以外を付けることができない。このため、中型機リーグのような広角レンズや全方位視覚センサーが利用できないので、頭部を頻繁に動かして自己位置の精度を保つ必要がある。リーグ開設初期は、ボールとゴールをようやく見つけることができる程度であったが、近年ではビーコンを確実に見つけた上で、観客の服と本物のビーコンを見分ける検証処理が導入され高い精度で自己位置を推定できるようになっている。

環境を認識した後は、行動計画を立てそれに従って各アクチュエータのモジュールに指示を送りプレーを行う。初期はボールを捜して近づきゴールに向かってドリブルやシュートをするという単純なものであったが、ボールの取り合いになったときへの対処や壁際やコーナにおける行動などの技術が年々高度化している。ついに RoboCup-2003 で優勝した rUNSWift は、歩容を生成しながら前足の動く直線上にボールがくるようにして、完璧なドリブルを実現するに至っている。他のチームは、歩容とドリブルのためのキックは別の動作として設計しており、この 2 つの状態の間の遷移が必要である。これらと比較するはるかに自然で無駄のない行動が実現できている。

プリミティブな行動についても様々な技術が開発されている。まず、歩容については、より速く正確なものが求められており、多くのチームがトロット歩容を採用している。ルール上どのような姿勢の歩容でもよいことになっており、RoboCup-2000 において、UNSW(現在の rUNSWift) が Figure 3 のように、前足の肘を床に着けた歩容を開発し、圧倒的なスピードで優勝した。この歩容は、頭の高さが低く位置に固定されるので視覚処理上の優位性もあり、現在ではほとんどのチームが採用している。シュートについても、様々な行動が開発されている。ARAIBO により開発された首を横に振りながらのヘディングは、横方向へのパスやシュートが可能であり、壁際のボールの扱いにも向いているので、多くのチームが採用している。また、頭を床に打ちつけるようにしてシュートは、威力があるが、頭部への衝撃から安全装置が作動したり故障の危険がある。BabyTigers が開発した片手でボールをパンチングする動作は、複数のロボットがボールに集まっているときなどでの有効性が確認

されている。ドイツチームに至っては、ボールを抱えてバックドロップして後方へシュートするアクションまで開発している。

4 ロボカップチャレンジと今後の挑戦

本リーグでは、技術の向上を目的としてロボカップチャレンジというものをサッカーの試合と並行して実施している。これは、毎年 2 から 3 のテーマを設定し、達成度や経過時間などの評価尺度により競い合うものである。RoboCup-2003 では、白黒のボールをゴールに入れるまでを競うチャレンジ 1 (Figure 4)、6 つのビーコンを取り外したフィールドでローカライズの精度を競うチャレンジ 2、障害となるロボットを避けながらゴールまでボールを運ぶチャレンジ 3 が行われた。

チャレンジ 1 は、現時点の視覚では非常に難しく、ボールに触ればよい方であり、ゴールまで運べたチームはなかった。このチャレンジを達成するには、視覚センサーの解像度の向上も必要であるが、周囲の白い壁や白線と近接したボールを識別する手法の開発が必要である。

チャレンジ 2 では、ローカライズに利用できる情報として、ゴールと壁、そしてフィールド内のラインのみを手掛りとできる。得点できる精度が厳しかったため得点できたチームこそ少なかったが、数チームはビーコンなしでもある程度のローカライズができていた。来年度以降のルール変更として、ビーコンを減らすことも検討されており、近い将来は撤廃されると思われる。

チャレンジ 3 は、実際の試合に近い実践的なものであるが、障害物に全く接触しないようにするのは難しい。試合で上位になったチームの中にほとんど得点できないところもある一方きちんと準備してきたチームは高得点を獲得している。チャージングなどのルールを厳しく取る方向への検討が進められており、必須の技術となってきている。

このように、新しい試みについてはチャレンジの達成具合を参考に議論が進められるので試合の勝敗と同様に重要な位置付けにある。

5 おわりに

2004 年 7 月に開催される RoboCup-2004 では、ERS-7 と ERS-210/A の 2 つのタイプのロボットが混在することになり、ユニークなチーム構成が見られると思われる。ERS-7 では、CPU、視覚センサー、アクチュエータのそれぞれの機能が向上している。これにより、新たな技術が開発されると期待できる。

References

- [1] 藤田 雅博: 4 脚ロボットリーグの技術課題と展望, 日本ロボット学会誌, Vol. 20, No. 1, pp. 15-19, 2002.
- [2] 大橋 健: 4 足ロボットリーグのとりくみ, 日本ロボット学会誌, Vol. 20, No. 1, pp. 45-46, 2002.