

# ロボカップ97開催にむけて

## - 実ロボットによるサッカー実現における課題 -

### The RoboCup Physical Agent Challenge 97

正 鈴木 昭二 (阪大)      正 浅田 稔 (阪大)      正 浅間 一 (理研)

准 國吉 康夫 (電総研)      准 北野 宏明 (ソニー CSL)

Sho'ji SUZUKI, Osaka University, 2-1, Yamadaoka, Suita, Osaka

Minoru ASADA, Osaka University

Hajime ASAMA, The Institute of Physical and Chemical Research(RIKEN)

Yasuo KUNIYOSHI, Electrotechnical Laboratory

Hiroaki KITANO, SONY Computer Science Laboratory

**Abstract:** The authors propose RoboCup, a tournament of soccer game by multi mobile robots. RoboCup is a standard problem to evaluate the ability of flexible task execution by multi robots in the dynamic environment. Since the situation changes frequently and rapidly during the game. The authors discuss essential problem to realize a physical robot playing the soccer.

**Keywords:** RoboCup, soccer, multi robot, standard problem

## 1 はじめに

ロボットにとっての知能は、動的な環境下で与えられたタスクを遂行する能力である。他のロボットと協調をしてタスクを実行する能力もこの様な知能の一つである。しかし、従来の研究では、ロボットに与えられるタスクは、衝突の回避や重量物の運搬など数台のロボットの同期をとることにより解決できるものがほとんどである。

これに対して、著者らは、ロボットによるサッカー競技を新たなタスクとして提案する<sup>1)</sup>。サッカーにおけるチームプレーは単にチーム内のロボットの同期を取るだけでは不十分である。相手チームに勝利するためには、個々のプレイヤーが高い技量を持った上で味方と関係することが欠かせない。また、試合の局面に応じて、ポジションを変更する、関係相手を変える、関係できる状況をつくり出す等タスク実行における自らの役割分担を動的に変更することも必要である。

ロボットのタスクとしてサッカーを取り上げるもう一つの理由は、タスク実行能力を試合の勝敗や試合内容により評価できることである。これにより、様々な研究者の提案する手法を共通の枠組の上で比較することが可能となる。著者らは、このような議論を行う場としてロボットによるサッカーの大会を計画しこれをロボカップ (RoboCup) と名付けた<sup>1)</sup>。

ロボカップにはエージェントの設計方法に応じて以下の3部門がある。

**ソフトウェアロボット部門** サッカーのシミュレーションであり、仮想のサッカー競技場(サッカーサーバー)上においてソフトウェアエージェント同士で競技を行う<sup>3)</sup>。

**特殊技能ロボット部門** キックやドリブル等サッカーに必要な技能に注目しこれを行うロボットを作る。チームプレーよりも個人技を重視する。

**実ロボット部門** サッカーをするロボットのチームを作り対戦を行う。

最初の大会は本年(1997年)8月に名古屋における人工知能国際会議IJCAI-97に併せてロボカップ97が開催される。

本報告では実ロボット部門に焦点をあててその課題ついて考察する。特に、長期的に扱うべき課題とロボカップ97で特に焦点を当てる課題について概観する。

## 2 実ロボットによるサッカー実現における課題

ロボットのタスクとしてのサッカーには以下の特徴がある<sup>2)</sup>。

- 複数のロボットが協調することにより目的が達成される。
- 環境が動的に変化する。
- 多目的/多重制約問題を包含する。
- 実時間の計画/推論が必要である。

サッカーを行うロボットは、自分の持つ技能の高さ、ボールやゴールの位置、味方や相手の位置、チームの戦略等の様々な要素を考慮して行動の選択をしなければならない。したがって、ロボットがサッカーするためには以下の能力の獲得が欠かせない。

1. シュートやドリブル等の個々のロボットの基本技能
2. パスなどの味方との関係
3. 動的な役割分担の変更とそれともなう行動選択

これらを実現するためには、(1) 実世界における物体の操り、(2) 部分観測に基づいた行動選択、(3) 実時間のプランニング、(4) コミュニケーション手段と協調の手法等に関する課題に取り組みなければならない。実世界における物体の操り

具体的にはボールの扱いがこれにあたる。ロボットは、ボールの運動に追従し、シュートやパスを行うためにボールの速度を任意の方向に変化させなければならない。しかし、ボールの運動は、質量、床との摩擦、ボールに加えられた力等により変化する。また、ボールの位置を正確に測定することは容易ではなく、ロボットの行動の制御も正確に行えるわけではない。そのため、単にボールの運動のモデル立てるだけでも学習によりボールを蹴る行動を学習するだけでも十分な技能を獲得することは難しい。

## 部分観測に基づいた行動選択

ロボットに搭載されているセンサの能力は限られており、広範囲に渡る情報を正確に獲得するためには長い時間を要する。しかし、サッカーにおいては状況は常に変化するため、短時間で得られる曖昧さの残る情報を元に行動を選択しなければならない。また、局面に応じて注視すべき特徴量も変化する。

## 実時間のプランニング

環境に対して十分な知識を持った上で十分な観測を行えば最適な行動を選択することができる。しかし、この方法は最適な行動の探索に時間を要するため、短時間で状況の変化するサッカーには適さない。限られた時間内に限られた情報を元に素早く行動を選択を行う即応的なプランニングが必要である。ただし、チームの戦略との関わりも考えて行動選択をすることが望ましいため、即応的なプランニングだけで問題が解決するわけではない。コミュニケーション手段と協調の手法

ロボット間のコミュニケーション手段としては無線通信が一般的であるが情報伝達に時間遅れがある。また、通信するロボット同士が知識を共通していなければならない。状況の変化の激しいサッカーにおいては時間遅れないコミュニケーション手段が必要である。

## 3 ロボカップ97における課題設定

ロボカップの実ロボット部門では実際にサッカーをするロボットの実現を目指す課題は多い。そこで、ロボカップ97においては基本的な課題に的をしぼり個々のロボットの技量向上と味方との連携プレーの実現を当面の目標として定める。具体的には以下の課題を設定する。

1. ボールを操ることによるシュート、ドリブルなどの単体のロボットの基本技能の実現。
2. パスなどの連係のための基本技能の実現。
3. シュート、ドリブル、パス等敵味方が存在する局面における行動の選択の実現。

いずれもサッカーを行うためのごく基礎的な能力である。

最終目標であるサッカー試合を行うための基礎に過ぎないが、例えば、ボールの扱いを取り上げて解決すべき問題は多い。ボールの発見に関しては、

- ボールを確実に見つけることが難しい。視覚以外の手段で発見することは困難であるが、視覚を用いても照明の影響や視野の範囲の問題で簡単に見失う。
- ボールの速度は様々な要因で変化するために追跡が難しい。

などの問題がある。また、ボールの操りに関しては、

- ボールの挙動に関する精密なモデルを作り正確に予測することは難しい。床の材質、状態、ボールの大きさ重さ等で変化する。
- ロボットが任意のボールの速度を実現することは難しいが、状況に応じて適切なボールを蹴り出し方向や強さは変化する。特に、味方との連係が必要なパスの場合には味方の位置や敵の位置を考慮してボールコントロールをする必要がある。

などの問題がある。

ロボカップ97ではこれらの問題解決をサッカー実現の第一歩と位置付け、これを解決する手法に関する議論を活発に行っていく。

## 4 まとめと今後の展望

本稿では、ロボットによるサッカーが複数のロボットによるタスク実行能力を研究する上での標準問題であることを述べた。その上で、実ロボットによるサッカーの課題を概観し、ロボカップ開催にあたり実ロボット部門で当面考えるべき課題を検討した。今後、ここに挙げた課題に取り組むことによりロボットによるサッカーを実現し、更に、高度なタスクを実行する知能を実現するために必要な技術の議論が深まることが期待される。

ロボカップの第一回大会は、1997年8月に名古屋において人工知能の国際会議IJCAI-97と併せて開催される。実ロボット部門はロボットの大きさ毎に小型、中型、大型の3つに分けられる<sup>4)</sup>。小型は直径15cm、中型は直径50cm、大型はそれ以上の円に収まる大きさである。小型部門のロボットはセンサを搭載する程大きくはないため、センシングは競技場上方に取り付けられたカメラを用い、競技場内のロボットの位置を検出する。小型部門は、センサ情報を共有したロボットのチームプレーの実現を目指す。中型は、センサを搭載した独立したロボットを用いることを原則とし、センサ情報を共有しないロボットによるチームプレーの実現を目指す。なお、今回は大型部門の参加者はいない。

1997年以降のロボカップの大会予定は以下の通りであり、原則として国際会議と同時開催する。

1998年夏 パリ(フランス)・ICMAS-98およびワールドカップサッカーと同時開催。

1998年10月 バンクーバー(カナダ)・IROS-98と同時開催。

1998年11月 シンガポール・環太平洋人工知能会議PRICA-98と同時開催。

1999年月 ストックホルム(スウェーデン)・IJCAI-99と同時開催

これらの大会を通じてここで概観した課題について議論が深まり解決への糸口も見えてくるものと期待している。

## 参考文献

- [1] H.Kitano, M.Asada, Y.Kuniyoshi, I.Noda, E.Osawa: RoboCup: The Robot World Cup Initiative, Proc. of IJCAI-95 Workshop on Entertainment and AI/ALife, 1995.
- [2] 北野, 大沢, 松原: なぜ今, RoboCupなのか?, bit 1996年5月号, Vol.28, No.5, pp.22-27, 共立出版, 1996.
- [3] 野田, 國吉: シミュレーション部門とSoccer Server, bit 1996年5月号, Vol.28, No.5, pp.28-34, 共立出版, 1996.
- [4] URL  
<http://www.robocup.org/RoboCup/RoboCup.html>