

ローカル情報のみを利用したサッカーアルゴリズムに関する研究

青山 悠[†]

[†]大阪電気通信大学院 工学研究科 〒572-8530 大阪府寝屋川市初町 18-8

E-mail: [†]aoyama@noblab.osakac.ac.jp

あらまし 近年、ロボットに関する研究が盛んであり、医療、アミューズメント、宇宙産業などの分野においてロボットの活躍が期待されている。人工知能の問題としての“サッカー”では、リアルタイムにダイナミックで複雑な環境の中で、複数の AI が協調することが大きな課題となっている。本研究では、パスの経路選択アルゴリズムをポジション選択にも適応し、状況に適応的にポジション選択を行う方法を提案し、その有効性を検証する。

キーワード RoboCup, サッカー, ロボット, ポジション選択

Soccer strategy algorithm based on local information around each

Yu AOYAMA[†]

[†] Graduate School of Engineering, Osaka Electro Communication University

Hatsu-Cho 18-8, Neyagawa, Osaka 572-8530 Japan

E-mail: [†]aoyama@noblab.osakac.ac.jp

Abstract Recently, research on the robot is popular, and the activity of the robot is made to want to put it on in the medical treatment, amusement, the field such as the universe industry. More than one AI cooperates in the complicated dynamic environment in real time, that is subject in "soccer" as a problem of the artificial intelligence. This research meets position choice by the pass course choice algorithm. A suitable position choice is proposed and validity is verified.

Keyword RoboCup, soccer, robot, positioning

1. はじめに

近年、ロボットに関する研究が盛んであり、医療、アミューズメント、宇宙産業などの分野においてロボットの活躍が期待されている。

RoboCup は、「西暦 2050 年、サッカーの世界チャンピオン・チームに勝てる自律型ロボットのチームを作る」という夢に向かって人工知能やロボット工学などの研究を推進し、様々な分野の基礎技術として波及させることを目的とした新たなランドマーク・プロジェクトである。

同じ課題に対して多くの研究グループがさまざまな手法を適用し、「人工プレイヤーが協調して試合に勝つ」という単一の基準で評価を行うコンペティション形式で研究の総合評価が行われている。このような手法により、現実的で実用的な協調システムや知的システムの構成論の検証と発展が期待されている。

RoboCup には、サッカーシミュレータ上で競技を行うシミュレーションリーグ、実際にロボットを動かして競技を行う小型機リーグ、中型機リーグ、四脚ロボットリーグがある。本研究で対象としているのはシミュレーションリーグである。

2. サッカーサーバ

2.1. サッカーサーバの構成

サッカーサーバは、様々な種類のプログラミング言語で書かれたプログラム同士がお互いにサッカーの試合を行うことを可能にするシステムである。

試合はサーバ・クライアント方式で行われ、サッカーサーバは仮想的なフィールドを提供し、ボールとプレイヤーの全ての動きをシミュレートする。各クライアントはそれぞれのプレイヤーの動きをコントロールする、いわばプレイヤーの頭脳の役割をする。サーバと各クライアントとの通信は UDP/IP によるソケットを通じて行われる。

サッカーサーバの構成を、図 1 に示す。

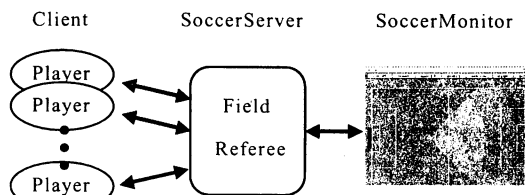


図 1: サッカーサーバの構成

2.2. プレイヤの基本コマンド

ここでは、プレイヤの行える基本コマンドを説明する。

- Turn : プレイヤの体の向きを変える。
- Dash : 体の向いている方向に走る。
- Kick : ボールを蹴る。
- TurnNeck : 体とは独立して首の向きを変える。
- Say : 文字列を周囲の人間に伝える。
- Catch : ボールをキャッチする。

Turn, Dash, Kick, Catch は 1 シミュレーションサイクルにどれかひとつしか行えない。

プレイヤがある目標地点に行きたい時には、Turn で自分の体の向きを目標地点に向けて、到達するまで Dash をし続けなければならない。また、ドリブルをしたい時は、Dash と Kick を繰り返す必要がある。エージェント同士の意思通達は、Say によって文字列を送るしかない。ただし、最大 10 バイトの制限があり、相手の声も聞こえてくるので、味方同士にそれとわかるようにしなければならない。

2.3. サッカーサーバから得られる視覚情報

プレイヤが得られる視覚情報は、ローカルなものである。すなわち、オブジェクト（ボール・他プレイヤ・フラグなど）の情報は、プレイヤの顔との相対的な角度と距離で得られる。ただし、距離情報には誤差が含まれ、離れる程誤差は大きくなる。

また、オブジェクトがボールかプレイヤの場合は、速度（相対的な角度と距離の移動変位）情報が、オブジェクトがプレイヤの場合は、そのプレイヤのチーム名、背番号、体・顔の向きなどの情報が得られる。ただし、距離が離れるほど情報が欠落し、速度や体の向き、背番号が見えなくなることもある。

3. ワールドモデル

視覚情報の角度や距離といった情報だけでは、自分がフィールド上のどこにいるのか、ゴールが見えなかった場合はどっちがゴールなのかがわからない。

そこで、アルゴリズムに利用するための前処理として、自分や他オブジェクトの絶対座標を求める。それらの情報や、座標や速度関係の計算関数をまとめたクラスをワールドモデルとする。

自分の絶対座標を得るにはまず、自分がどの方向を向いているかを知る必要がある。フィールドのエンドラインやサイドラインの視覚情報は、視線とラインの角度差が得られる。見えたラインがゴール向かって右のサイドラインとすると、絶対角度は以下の式で求めることができる。

$$GlobalDirection = \begin{cases} 180 - Dir & \text{if } Dir \geq 0 \\ -Dir & \text{otherwise} \end{cases}$$

絶対座標は、絶対角度と見えているフラグの角度と距離から求めることができるが、距離には誤差が含まれるため、絶対角度と 2 つのフラグの角度から求める。フラグの絶対座標は、サーバ接続時にサッカーサーバから得られる。

また、次の位置は、現在の自分の行動から以下の式により求める。

$$(u_x^{t+1}, u_y^{t+1}) = (v_x^t, v_y^t) + (a_x^t, a_y^t) \quad (1.1)$$

$$(p_x^{t+1}, p_y^{t+1}) = (p_x^t, p_y^t) + (u_x^{t+1}, u_y^{t+1}) \quad (1.2)$$

$$(v_x^{t+1}, v_y^{t+1}) = decay \times (u_x^{t+1}, u_y^{t+1}) \quad (1.3)$$

$$(a_x^{t+1}, a_y^{t+1}) = (0, 0) \quad (1.4)$$

ここで (p_x^t, p_y^t) , (v_x^t, v_y^t) , (a_x^t, a_y^t) は、それぞれサイクル t における物体の位置、速度、加速度を表す。ボールの速度はプレイヤがキックすることで、プレイヤの速度はダッシュすることで変化する。decay は減衰率のパラメータで、プレイヤとボールは別々に設定されている。

4. アルゴリズム

4.1. パス

サッカーでは、一人がドリブルでゴールまで抜いていくよりも、パスをつなげた方が攻める速度も速く、ゴール前の危険な状況からの回避が早くなることから、パスが必要になってくる。

プレイヤがどこにパスを出すか決定するために、前方の状況を評価する。味方がボールの取れるエリア、敵がインターセプトできるエリアを算出する。

このエリアにより、どの方向に出せば敵プレイヤに取られ、味方プレイヤにパスが通るかがわかる。味方のエリアよりも手前に敵のエリアがあれば、その方向はパスが有効とは言えない。パスを出すには、敵・味方のエリアを総合したパス有効エリアで、最も幅の広い味方の方向を選ぶ。

白の 1 番がボールを持っている状況（図 2）での味方のエリア、敵のエリアをそれぞれ図 3 に示す。パス有効エリアを図 4 に示す。

図 2 の状況では、 -10 度方向にパスを出す。すなわち、2 番のプレイヤにパスをすることになる。

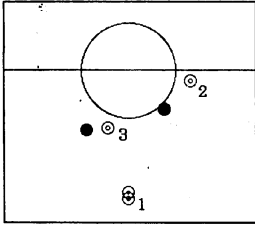
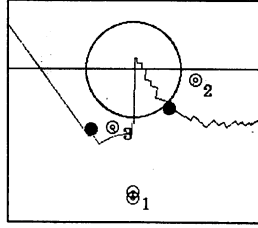
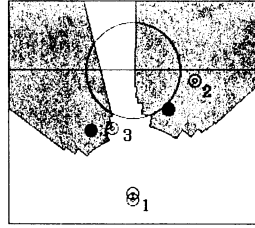


図 2：フィールド状況



(a)味方



(b)敵

図 3：エリア

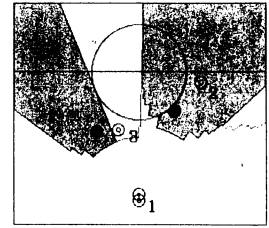


図 4：パス有効エリア

4.2. ポジション選択

ボールから離れているプレイヤーは、ボールに一番近いプレイヤーとの位置関係を、初期のフォーメーションと同じように保つように動く。

しかし、これでは敵プレイヤーが目前にいて、パスをもらえない場合でも、そこが選択されたポジションであれば、動くことはない。

そこで、パスを受けられる場所に移動するために、ボールを持っている味方プレイヤーから見たパス有効エリアを算出し、そのプレイヤーがどこに出すかを予測する。もし、自分のエリアが、自分が動いたことによって高くなるならば、その方向に動く。

図 2 の 3 番のプレイヤーの場合、1 番のプレイヤーがパスを出す時のパス有効エリアを算出する(図 5)。もし、2 番のプレイヤーが図の左側に動いたとすると、2 番のプレイヤーがパスを受けられる範囲が狭まってしまう。図の右側に移動することによって、2 番のプレイヤーのエリアが右側に広がりパスを受けやすくなる。

2 番のプレイヤーがパスを受けられると判断するまで移動した後の配置と予想したパス有効エリアを図 6 に示す。

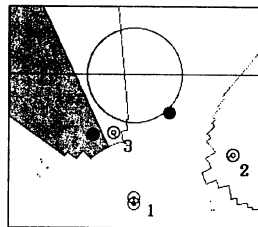
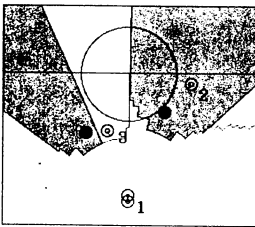


図 5：パス有効エリア 図 6：移動後パス有効エリア

4.3. ゴールキーパー

ゴールキーパーは、サーバ接続時に、1 チームに 1 体だけ指定したプレイヤーだけなれる。ゴールキーパーとして参加したプレイヤーだけが、Catch コマンドを使うことができる。

ゴールキーパーは、フォーメーションの動きはせず、ボールがペナルティエリアの中に入ってきた時だけボールを取りに行き、それ以外はゴールとボールの直線

上でゴールを守る。

以前のゴールキーパーの動きは、ゴールの中心からゴールの幅の半分離れた距離で扇形に移動する。

しかし、この動きの場合、移動する時に Turn コマンドを使わなくてはならない。よって、移動に時間がかかりボールに追いつけないということがあった。

そこで、ゴールに対して体を横に向けて、ゴール前を直線的に移動する。これにより、Dash コマンドだけでシュートコースを防ぐように動くことができる。

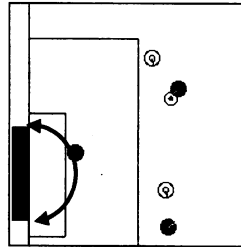


図 7：扇形に移動

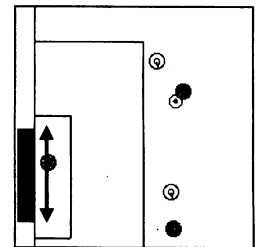


図 8：直線的に移動

5. 実験結果

今回提案したアルゴリズムと、ポジション選択にパス有効エリアを使用しないチームとで試合を行った。1 試合は 6000 シミュレーションサイクルで、フィールドは 105m×68m、ゴール幅は 14.02m で 30 試合行い、パス回数、ボールキープ率、ボールがどちらサイドにあったか、得点を比較する。

パス回数は、プレイヤーがボールを蹴りだした後、同チームプレイヤーがボールを蹴った時に 1 回とし、目視でカウントした。

ボールキープ率は、ボールが静止状態で無い時に一番近くにいたチームをゲームのログデータから算出した。

ボールサイドは、センターラインより相手サイドにあった時間を全体の割合で求める。

30 試合のそれぞれの平均値を表 1 に示す。総得点は 154 点、総失点は 3 点となった。

また、パス回数と得点のグラフを図 9 に示す。

表 1 : 試合結果

パス有効エリア	あり	なし
パス回数	20 回	10 回
キープ率	64%	36%
ボールサイド	74%	35%
得点	5.1 点	0.1 点

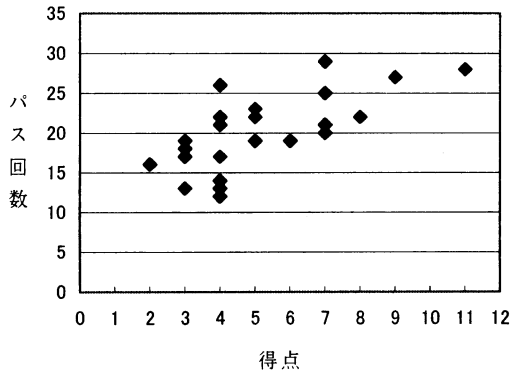


図 9 : 得点とパス回数

パス有効エリアを実装したアルゴリズムは、未実装のアルゴリズムよりパスの成功回数が倍になった。キープ率、ボールサイドもパス有効エリア実装アルゴリズムのほうが高く、良くなったと言える。

また、得点とパス回数をグラフにしたところ、ほぼ右肩上がりになり、パスの成功回数が多いほど得点が取れていることがわかる。

試合中のパスからシュートをする様子を図 10 に示す。

6. まとめ

本研究では、パス有効エリアにより、パスを出す側がコースを選ぶだけでなく、受ける側がパスを貰える位置に移動できる方法を提案し、実装アルゴリズムと未実装アルゴリズムで試合を行い、その有効性を検証した。

結果としては、パス有効エリアを実装したアルゴリズムでは、未実装アルゴリズムに比べパスの回数が多くなった。その結果、得点に結びつき、最低でも 3 点以上の差を付けて試合に勝つことができた。

今後の課題としては、マークやフォローといったディフェンス面での協調行動の獲得や、シュートを外すことが多々見られたので、ワールドモデルの精度向上などが挙げられる。

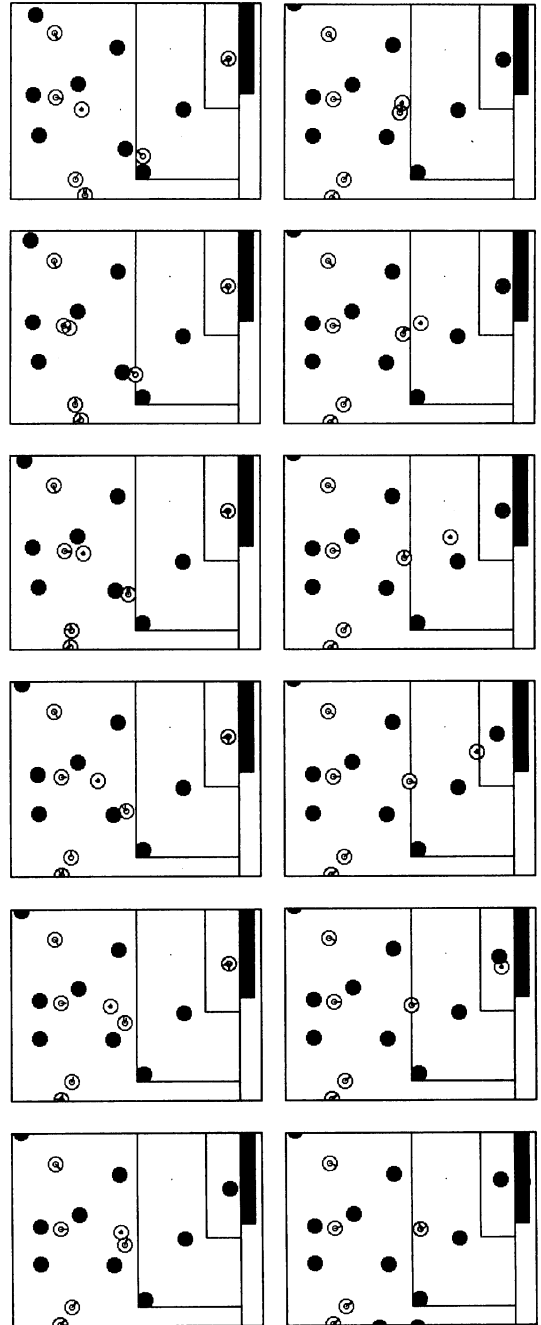


図 10 : パスとシュートの様子

文 献

- [1] Luis Paulo Reis and Nuno Lau, FC Portugal Team Description: RoboCup 2000 Simulation League Champion, in P.Stone et all editors, RoboCup-2000: Robot Soccer World Cup IV, Springer LNAI 2019, pp.29-40, 2001
- [2] 家田 純一, 三宅 修, 関森 大介, 升谷 保博, 宮崎 文夫, “視覚情報とわずかな通信に基づく自立分散型サッカーロボットの強調手法”, 第18回日本ロボット学界学術講演会予稿集, 分冊 2, pp.669-670,2000
- [3] T.Andou: “Andhill-98: A robocup team which reinforces positioning with observation,” M. Asada and H. hitano(ed.), RoboCup-98: Robot Soccer World Cup II. Pp.338-345.Springer, 1999.
- [4] S.Luke, C.Horn, J.Frris, G.Jackson, and J.Hendler: “Coevolving soccer softbot team coordination with genetic programming,” H.Kitano (ed.), Proc. Of The First International Workshop on RoboCup, pp.115-118, Aug. 1997.
- [5] M.Ohta: “Gemini in robocup-200,” RoboCup 2000: Robot Soccer World Cup IV. pp.477-480, Springer, 2001.