

# RoboCup サッカーにおける協調的な守備戦略の実現

## Achievement of cooperated defense strategy in RoboCup soccer

市川 学 秋山 英久 片上 大輔 安村 禎明 新田 克己  
 Manabu Ichikawa Hidehisa Akiyama Daisuke Katagami Yoshiaki Yasumura Katsumi Nitta

東京工業大学 大学院  
 Tokyo Institute of Technology

In the RoboCup simulation league, the improvement of a basic skill like the dribble, passing, and the shot, etc. has been researched in various places. While the researches of improvement of an individual level have been conducted actively, the researches of the team strategy with several agents have not investigated sufficiently. Then, we paid attention to the zone press strategy widely used as a strategy of man's soccer. In this report, we describe how we realized the algorithm of the zone press strategy in the simulation league team, and what effect the strategy demonstrated in the game.

### 1. はじめに

現在の RoboCup サッカーシミュレーションリーグでは、プレイヤー同士の協調動作の駆使や、試合中の動的環境でエージェントに学習の機構を組み込むなど、様々なアプローチが試みられている。ドリブルやパス、シュートといった各プレイヤーの基本スキルの向上を研究の重点においているところが多く、チーム全体で協調動作を必要とする戦術を実装しているところはほとんどない。ほとんどのチームではプレイヤー自体はボールを中心として動いているため、見かけ上、協調動作を行っているように見えるだけである。スタミナ管理や、状況判断を行うのが難しいため、チームレベルでの協調動作の研究はあまりされてこなかった。本論文では、味方の位置情報をもとに、全プレイヤーが試合中の刻一刻と変わる状況ごとに複数のプレイヤーの協調を必要とするゾーンプレス戦術の実現を目的とした。実装した戦術と、その戦術の試合中での効果について述べる。

### 2. ゾーンプレスの実装

ゾーンプレスとは、FW と DF の距離を通常よりもコンパクトな状態(図 1)に保つことによって攻守の展開を行う戦術である。できるだけ相手ゴールに近い位置で複数のプレイヤーが協力しあって敵からボールを奪い、そこから攻撃に転じていくことに重点を置く戦術であり、その実装には従来の戦略以上に綿密なプレイヤーの協調行動とスタミナ管理が必要である。本研究では、スタミナ管理、ポジショニング、オフense、ディフェンスの 4 つの観点からゾーンプレスを実装した。

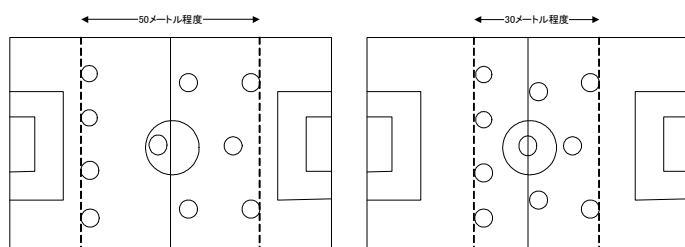


図 1: 通常(左)とゾーンプレス時(右)のポジショニング

連絡先: 市川 学 東京工業大学大学院総合理工学研究科  
 情報システム科学専攻、〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津  
 田町 4259、TEL: 045-924-5205, ichikawa@ntt.dis.titech.ac.jp

### 2.1 ポジショニング

攻撃時でボールを持たない場合や守備時にマークやアタックを仕掛ける必要のない場合は、決められた式によって計算された位置に移動する。この位置は基本パラメータとボールの位置、プレイヤーの役割によって異なるボールへ寄る割合に依存する。

### 2.2 オフense

ゾーンプレスを効果的に行うためには、オフense時においてボールをなるべく前線にまで運ぶ必要がある。DF がボールを奪われた状況では、複数のプレイヤーでアタックを仕掛けることが不可能になってしまうからである。オフenseは以下のような、状況に応じて異なった戦術を行うこととした。

- 自陣ゴールに近い位置でボールを奪った場合、安全にボールを前方へ運ぶ戦術
- 中盤にてボールを奪った場合、確実なパス回しを考慮したうえで前線への展開
- 相手ゴールに近い位置でボールを奪った場合、点を取るためのラストパス、ドリブル突破を行う戦術

### 2.3 ディフェンス

複数のプレイヤーで協調しあいディフェンスを行っていく。基本的にボールを持つ敵プレイヤーに一番近い味方プレイヤーがアタックをしかけ、周りにいる味方プレイヤーがパスカットを狙う。縦パスや横パスをカットできるよう敵プレイヤーのマークにつく(図 2)。具体的なディフェンスにおけるアルゴリズムは以下の通りである。

- STEP1:** ボールを持つ敵プレイヤーに一番近い味方プレイヤーを探す。
- STEP2:** ボールを持つ敵プレイヤーの前方にいる一番近い敵プレイヤーを探す。
- STEP3:** ボールを持つ敵プレイヤーの前方にいる二番目に近い敵プレイヤーを探す。
- STEP4:** ボールを持つ敵プレイヤーの横において、STEP2とSTEP3の敵プレイヤーと同じでない一番近いプレイヤーを探す。
- STEP5:** STEP2 で見つけた敵プレイヤーに一番近い味方プレイヤーを探す。もし STEP1 と同じプレイヤーが該当した場合には、二番目に近い味方プレイヤーを探す。
- STEP6:** STEP3 で見つけた敵プレイヤーに一番近い味方プレイヤーを探す。もし STEP1、もしくは STEP5 と同じプレイヤー

が該当した場合には、二番目・三番目に近いプレイヤーを探し、同じプレイヤーが該当しないようにする。

**STEP7:** STEP4 で見つけた敵プレイヤーに一番近い味方プレイヤーを探す。もし STEP1、STEP5、STEP6 と同じプレイヤーが該当した場合には、二番目・三番目に近いプレイヤーを探し、同じプレイヤーが該当しないようにする。それでも該当するプレイヤーがいなければ、あきらめる。

**STEP8:** STEP1 の敵プレイヤーに一番近い味方プレイヤーがボールを奪いにアタックを仕掛ける。

**STEP9:** STEP2 の敵プレイヤーのマークに STEP5 の味方プレイヤーが付く。

**STEP10:** STEP3 の敵プレイヤーのマークに STEP6 の味方プレイヤーが付く。

**STEP11:** STEP7 において該当する味方プレイヤーが見つかったら、そのプレイヤーが STEP4 の敵プレイヤーのマークに付く。

**STEP12:** ボール奪うプレイヤー、敵プレイヤーをマークするプレイヤーに該当しないプレイヤーは、基本ポジションから計算されたポジショニングを行う。

もし敵に最終ラインまで攻め込まれてしまった状況になった場合には、センタリングやラストパスに最も警戒を払った戦術となるようにした。

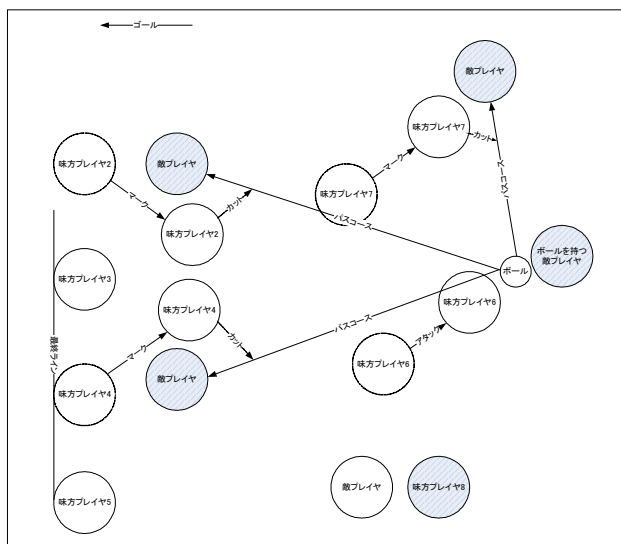


図 2: ディフェンスにおけるプレイヤーの動き

### 3. 評価実験

本研究でゾーンプレス戦術を実装したチーム: MI-STAR と、実装するにあたってベースとしたチーム: UvA-trilearn を4つのチームと対戦させた。ベースチームと比べ、ディフェンス時においてどのような効果が発揮されたかの評価を行った。対戦チームおよびベースチームは以下の通りである。

- UvA-Trilearn (University of Amsterdam) : RoboCup2001, 2002 4 位, 2003 優勝チーム。過去の強豪の技術を多く取り入れている。ベースとして多数のチームが利用。公開されているプログラムでは単純な攻撃と守備しか行わない。
- YowAI2003 (電気通信大学) : JapanOpen2003 優勝チーム。かけ声によるコミュニケーションを用いてパス回しを行う。
- hana (大阪府立大学) : JapanOpen2003 Best8。UvA Trilearn をベースとしている。行動決定にファジィ Q 学習を取り入れている。

- yamaarashi (九州大学) : JapanOpen2003 決勝ラウンド進出。プレイヤーのスタミナ消費を考慮した効果的な移動を考えている。
- NITCalcio2003 (名古屋大学) : JapanOpen2003 参加チーム。

評価基準として、平均失点・平均フォーメーション幅・オフサイド数・パスカット率・ボールへのプレス・プレイヤーの軌跡、以上の6項目から行った。それぞれ 30 試合分のデータを取り、そのログの解析を行った。主な解析結果は以下の表の通りである(表 1)。

表 1: 対戦チームごとの結果

		vsA	vsB	vsC	vsD
平均失点 (点)	MS	0.62	0.2	0.03	0.1
	UvA	1.37	0.4	0.35	0.3
パスカット率 (%)	MS	69.2	76.2	67.4	64.8
	UvA	53.2	67.2	64.7	57.4
敵チームのオフサイド回数	MS	1.64	3.57	2.77	3.47
	UvA	0.4	1.9	0.6	0.63
平均フォーメーション幅 (m)	MS	31.7	31.5	30.2	31.1
	UvA	37.9	36.4	36.9	37.6

注 MS : MI-STAR、UvA : UvA-trilearn、A : YowAI2003、B : hana、C : yamaarashi、D : NITCalcio2003

相手チームの戦術において、ドリブルを多用するのか、それともパスを多用するのかで、パスカットの伸び率に差が出てはいるが、異なる戦術を持つチームに対して、ゾーンプレスの効果が出ている結果が得られた。全体的に失点を抑えているため、ディフェンスの面ではこの戦術が効果を発揮しているといえる。平均フォーメーション幅から、狭い空間を保っていることがわかり、敵チームのオフサイド数の増加から、最終ラインが高い位置に保たれていることが示された。

### 4. まとめ

本研究では、現在のシミュレーションリーグの現状をふまえ、複数のエージェントによる協調動作を必要とするものとして、ゾーンプレス戦術の実装を行い、試合の中でその効果の評価を行った。試合を分析することにより、この戦術の効果が平均失点、パスカット率、敵チームのオフサイド数、平均フォーメーション幅の面から現れていた。今回は、視覚情報を主として状況判断を行っていたが、会話などのコミュニケーション手段を導入することでさらなる効果を生み出せる可能性がある。

### 参考文献

- [Yao Jinyi 2001] Chen Jiang, Cai Yunpeng, and Li Shi : Architecture of TsinghuAeolus、Tsinghua University、Robot Soccer World Cup 5、2001
- [Jelle R. Kok 2003] Nikos Vlassis, and F.C.A. Groen : UvA Trilearn 2003 team description、University of Amsterdam、Proceedings CD RoboCup 2003、2003
- [高橋友一 2001] 伊藤暢浩 : RoboCup ではじめるエージェントプログラミング、共立出版、2001
- [Jelle R. Kok 2003] Nikos Vlassis, and F.C.A. Groen : UvA Trilearn 2003 source、University of Amsterdam、[http://carol.wins.uva.nl/~jellekok/robocup/index\\_en.html](http://carol.wins.uva.nl/~jellekok/robocup/index_en.html)