

チーム内での非協調行動のチームパフォーマンスへの影響の分析 -RoboCup Soccer Simulation 2D において-

山田 達也[†] 河原林 友美[‡]

福井工業高等専門学校 生産システム工学専攻[†] 福井工業高等専門学校 電気電子工学科[‡]

1. はじめに

サッカーでは、チームとしての目標（相手チームに勝つ）を達成するために、フォーメーションやポジショニングによって協調関係を前提にチームが構成されている[1][2]。また、エージェントにチームの目標を達成させるために、一般にはその協調関係を生かし他者と協力することが有利であると考えられることから、個々のエージェントが他のエージェントとどのように協調するかという研究がなされている[3][4]。

しかしながら、チームの目標達成に立ち返った場合、必ずしも他者と協力して行動することが有利であるとは限らず、単独で行動した方が良い結果を生むこともあると考えられる。

そこで、本研究では、チームとしての目標は共有しつつも単独で行動することを選択するエージェントをワンマンエージェントとし、このワンマンエージェントがチームに与える影響を分析する。なお、サッカーシミュレータとして、RoboCup[5] Simulation League で用いられる Soccer Server[6]を用いた。

2. RoboCup Soccer Server

RoboCup Soccer Server におけるエージェント（プレイヤー）は、サーバから受信した視覚や聴覚などの情報を元に、意思決定を行い、行動を起こす。得られる情報は、視界や遠くのものほど見えにくいように制限されている。また、エージェントの行動は、kick, dash, turn などの低レベルコマンドをサーバに送信し、実現する。ただし、kick コマンドは、ボールが kickable エリアに入ったときに実行可能である。また、ドリブルやパスといった行動は、それらの組み合わせによって行われる。

3. ワンマンエージェント

本研究では、ワンマンエージェントをチームとしての目標（ゲームに勝つこと）は共有しているが、『常にワンマン的手段をとるエージェント』と定義する。ここでは、ワンマン的手段を『エージェントが、パス行動をせず、自分ひとりでボールをキープしたままゴールを目指し、シュートする』として実現した。

具体的には、agent2d[7]をベースとして、行動ルールからパス行動を除く(*)という実装を行った。表 1 に agent2d とワンマンエージェントの行動ルールを比較したものを示す。

Analyzing the Influences and Effectiveness of Uncoordinated Behavior on its Team's Performance - on the RoboCup Soccer Simulation 2D

[†] Tatsuya YAMADA, Advanced Engineering Course, Department of Production System Engineering, Fukui National Collage of Technology

[‡] Tomomi KAWARABAYASHI-KUBO, Department of Electrical and Electronic Engineering, Fukui National Collage of Technology

表 1: 行動ルール

	条件	agent2d 行動	ワンマン 行動
	状況判定		
Is the ball in kickable area ?	Should I shoot ?	shoot	shoot
	Should I pass ?	pass	(*)
	else	dribble	dribble
else	Should I go to the ball ?	go to the ball	go to the ball
	else	take a position	take a position

4. 実験と考察

1 体のワンマンエージェントがチームに与える影響に注目し、チームパフォーマンスの分析を行うこととした。また、その際、ワンマンエージェントを加えない場合とフォーメーションの各ポジションにワンマンエージェントを加えた場合について実験を行い、比較を行った。なお、評価指標には、勝敗数、得点、シュート数、ドリブル軌跡等を用いた。

4-1. 実験方法

実験は、以下に示す各実験チームに対して、対戦チーム (agent2d) との試合を 1 試合 3000 ステップで 50 回ずつ試行する。

実験チームは、agent2d をベースに構成する。図 1 は、チームのフォーメーションであり、円はそれぞれエージェントを表す。なお、円の中の数字は、そのエージェントの背番号であり、背番号 1 は、ゴールキーパー (GK) である。

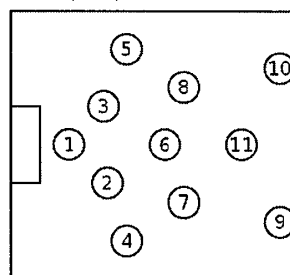


図 1: フォーメーション

各実験チームの構成は、以下のように定義する。

$$T_{Ei} = \{p_j | 1 \leq j \leq 11\}$$

ただし、 T_E は実験チーム、 p は player を表し、 i は実験チームの番号、 j はエージェントの背番号を表している。また、全ての実験チームの集合は、

$$\{T_{Ei} | 0 \leq i \leq 11, i \neq 1\}$$

である。ここで、 $T_{E0}(i=0)$ は、ワンマンエージェントを加えない場合とし、それ以外の場合は、 $j=i$ なる背番号のエージェントをワンマンエージェント

とする。i=1 は、GK がワンマンエージェントとなってしまうため今回は省いた。なお、(ワンマンエージェントを含まない) T_{E0} による対戦は、その他の対戦結果の基準とするため行った。

4-2. 実験結果

それぞれの実験チームに対するシミュレーション実験の試合結果 (50 試合中) は、図 2 のようになった。これより、多く勝利しているチームは、 T_{E9} (19 勝 0 敗 31 分け) と T_{E11} (21 勝 0 敗 29 分け) の 2 チームであることがわかる。

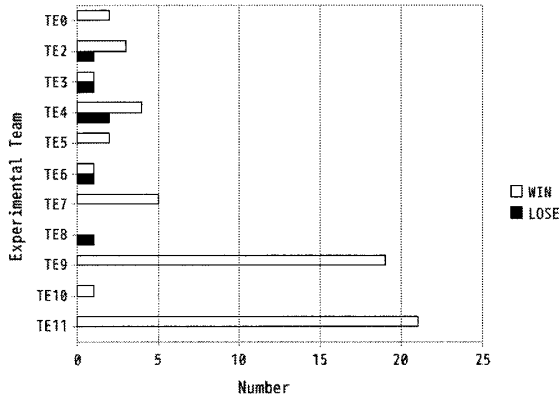


図 2: 各実験チームの勝敗数 (50 試合中)

また、表 2、表 3 は、それぞれその 2 チームのシュート数と得点についてベースチームである T_{E0} と比較したものである。 T_{E0} (=agent2d)を基準とした t 検定の結果、それら 2 チームにはそれぞれシュート数および得点に有意な差が認められた。よって、ベースチームである T_{E0} に比べ、 T_{E9} および T_{E11} は、チームパフォーマンスが向上しているといえる。さらに、ワンマンエージェントのポジションにいるエージェントのスコア (カッコ内の数値) に注目すると、チーム全体のスコアの内、多くの割合を占めており、チームパフォーマンスの向上に、ワンマンエージェントが寄与しているといえる。

表 2: T_{E0} , T_{E9} のシュート数と得点 (1 試合あたり)

	シュート数		得点	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
T_{E0}	0.08 (0.04)	0.27 (0.20)	0.04 (0.00)	0.20 (-)
T_{E9}	1.02 (0.40)	1.02 (0.61)	0.48 (0.32)	0.68 (0.51)
T_{E0} と T_{E9} の t 値	0.00		0.00	

() 内の数値は、背番号 9 のスコア

表 3: T_{E0} , T_{E11} のシュート数と得点 (1 試合あたり)

	シュート数		得点	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
T_{E0}	0.08 (0.04)	0.27 (0.20)	0.04 (0.04)	0.20 (0.20)
T_{E11}	0.64 (0.56)	0.72 (0.70)	0.50 (0.48)	0.68 (0.68)
T_{E0} と T_{E11} の t 値	0.00		0.00	

() 内の数値は、背番号 11 のスコア

最後に、それらのチームのドリブル軌跡を図 3 に示す。それぞれの図は、右側が相手ゴール方向である。 T_{E0} と T_{E11} を比較すると、全ドリブル軌跡 (灰色) 自体に特徴的な変化が見られる。また、同じポジションのエージェントのドリブル軌跡 (黒色) を比較すると、どちらもワンマンエージェントのドリブル軌跡が、より相手ゴールへ向かうようになっていることがわかる。

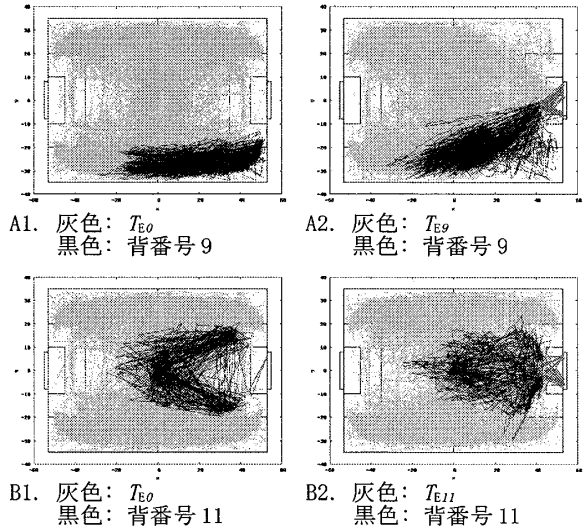


図 3: ドリブル軌跡 (50 試合累計)

それぞれ、灰色線は実験チーム内の全エージェントに関するドリブル軌跡、黒色線は注目エージェントに関するドリブル軌跡 (細線) とシュート軌跡 (太線) である。

5. おわりに

本研究では、RoboCup Soccer Simulation 2D において、チームの目標は共有しつつも単独で行動するエージェントとしてワンマンエージェントを具体例に挙げ、そのチームパフォーマンスへの影響の分析をするため、実験を行った。実験の結果、今回の設定において、ワンマンエージェントがチームパフォーマンスの向上に寄与する可能性がある、ということが示された。

今後は、エージェントのアーキテクチャとして、単独の行動と他者との協力の切り分けをどのように実現するかという方向に研究を進める予定である。まずは、ワンマンエージェントが有利に働いた状況を分析したいと考えている。

参考文献

[1] 大内東ほか: “マルチエージェントシステムの基礎と応用 (第 4 版)”, コロナ社 (2007).
 [2] Luis P. Reis et al.: “Situation Based Strategic Positioning for Coordinating a Team of Homogeneous Agents”, *Balancing Reactivity and Social Deliberation in Multi-Agent Systems*, LNCS 2103, pp. 175-197, Springer Verlag (2001).
 [3] 河原林友美ほか: “気の利くサッカーエージェント実現に向けた味方モデル構築の試み”, 第 71 回情報処理学会全国大会講演論文集, vol. 2, p. 23 (2009).
 [4] M. T. J. Spaan et al.: “High level coordination of agents based on multiagent Markov decision processes with roles”, *IROS*, pp. 66-73 (2002).
 [5] RoboCup, <http://www.robocup.org>.
 [6] Mao Chen et al., *RoboCup Soccer Simulator Users Manual*, RoboCup Federation (2002).
 [7] agent2d, <http://rctools.sourceforge.jp/pukiwiki/index.php?agent2d>.