

人間行動データに基づいたロボカップサッカーシミュレーションにおけるチームワークの形成 Study of Teamwork in RoboCup Soccer Simulation League Based on Human Motion Data

矢作 拓也^{*1}
Takuya Yahagi

渡邊 紀文^{*1,2}
Norifumi Watanabe

^{*1} 慶應義塾大学
Keio University

^{*2} 玉川大学
Tamagawa University

This study aims to formalize a teamwork model with the analysis of human team sports, and to implement the model on a simulation system which uses parameters necessary for the interaction between the players themselves and others. Actually, it aims to analyze the teamwork of human soccer players, by using the eye movement parameters for the simulator of the RoboCup soccer systems. Technology for simulating teamwork in robot soccer game is proposed and a simulation system is constructed. The teamwork model formalizes the movement of human actions which is different from the convectonal approaches. The model utilizes a constructive approach and shows practical usefulness.

1. はじめに

近年ロボット同士の協調作業において、マルチエージェントシステムの研究が注目されている。従来のマルチエージェントシステムは効率性を重視したもので、複雑な条件が必要になるといったものであったが、そこから更にチームワーク形成の研究が頻繁に行われるようになった[野田 03]。チームワークの形成においてマルチエージェント性は欠くことの出来ない要素であり、今後のロボットにおけるチームワーク形成においても重要になると思われる。

本研究は、チームワークに関する構成論的研究とチームワーク形成過程の二つに大きく分けて研究を行う。構成論的研究においては、自律型エージェントによるロボカップサッカーシミュレータを用いて、現在我々が取り組んでいるロボカップサッカーの問題点を抽出し、その問題点と同様なシチュエーションを人間のサッカープレイヤーの行動データから抽出する。今回は特にロボカップサッカーでの団子サッカーの形成の問題を取り上げ、人間のサッカープレイヤーで同様なプレースタイルが存在するのか、またチームワークが出来ているプレーと出来ていないプレーでは行動データとしてどのような差異があるのかを分析する。そして、チームプレー時の人間の行動データから、団子状態を解消したチームワーク形成において必要なパラメータを抽出し、新たなサッカープレイヤーのエージェントモデルを構築する。

2. チームワークにおける構成論的研究

チームワーク形成の研究については様々な手法が存在するが、本研究ではエージェントモデルによるチームワーク形成の問題点を人間のチームスポーツから分析し、そこから得られたプレイヤー間の相互作用に必要なパラメータを用いたモデルを実装しシミュレーションすることで解決する。構成論的研究[Reynolds 88]に基づいた研究を行う。具体的には、ロボカップサッカーシミュレータ上でチームプレーを実現するエージェントモデルを実装し、シミュレータのログデータによるパラメータ解析を行う。今回はロボカップサッカーシミュレーションの中で頻繁に発生した団子サッカーと呼ばれる、プレイヤーがボールに集中しプレイヤー間の協調動作ができない状態に着目した。

団子サッカーはシミュレーション上で発生する問題ではなく、人間のサッカープレー時にも同様な問題が発生する。その多くはサッカーを始めたばかりの初心者、特に小学生のサッカーチームにおいて発生する傾向がある。実際に我々も都内の小学生サッカーチームのチームプレーを撮影し、プレイヤーのほぼ全員がボールに集中している場面を撮影することができた。

このような団子サッカーと呼ばれるチームプレーは、一般にチームワークの完成度が極めて低い状態であるとされているが、その一方で団子状態におけるドリブルやフェイントなどの個人の技術獲得、パスなどの戦術獲得が、チームワーク形成において必要不可欠であるとされている[日高 05]。ロボカップサッカーにおいても、チームワークの完成度の低いチームは小学生のサッカーと同等のレベルであり、チームワークの完成度の高いチームはプロのチームと同等のレベルであると考えられる。その為ロボカップサッカーに置いてチームワーク形成の研究をする上でも、実際の人間のサッカーを研究することが適切であると考えた。

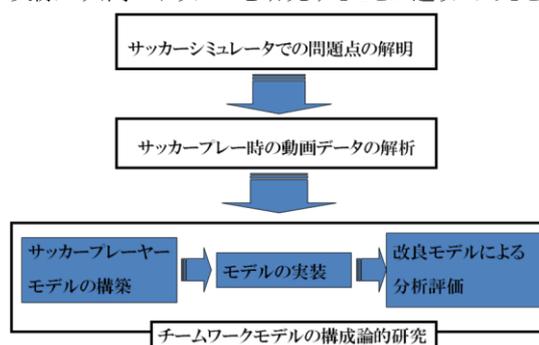


図 1 研究概要

3. サッカープレイヤーの行動データ解析

本研究では、小学生のチームプレーをプレイヤー間の行動軌跡及びチームプレーにおいて重要となるパス前後のボールと選手の距離を分析することで、チームプレーの内容を評価した(3.1 節)。次にパスを出すプレイヤーが行動決定を行う際に最も重要なパラメータと考えられる選手の視線情報を分析し、小学生のプレースタイルの問題点を明確にした(3.2 節)。3.1 及び 3.2 の結果を基に、チームワークを形成するために必要なパラメータを用いたモデルを提案する(3.3 節)。

3.1 小学生サッカーにおけるプレーヤー行動分析

小学生サッカーのプレイスタイルを分析するため、動体解析ソフトを用いた行動軌跡の分析を行った。具体的には、選手やボールの軌跡を追うことで、位置関係データ、ボールキープ時間、ボールの移動軌跡、シュートチャンス、選手の移動軌跡などを分析した。

図 2 は、小学生のサッカープレイ時において比較的スペースを確保した中でパスが行われている場面である(5sec 時にパスを出している)。グラフからパスを出した選手(点線)が、ディフェンスの選手(実線)と密集している中でパスを出す以前に、パスを受けた選手(破線)は、大きなスペースを確保していることが分かる。

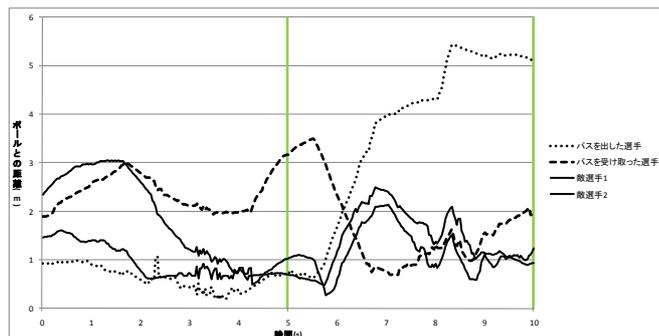


図 2 パス成功時のボールと選手の距離

次に、団子状態時におけるパス前後のボールと選手の距離を見てみると、パスを出す選手やパスを受ける選手(点線)、ディフェンス選手(実線)ともにボールに密集していることが分かる(図 3)。この状態から、ボールを持っていない選手がスペースに入り込まず、ボールに向かって行動していることがわかる。これでは、スペースの変動がなく、スペース確保することが極めて困難である。

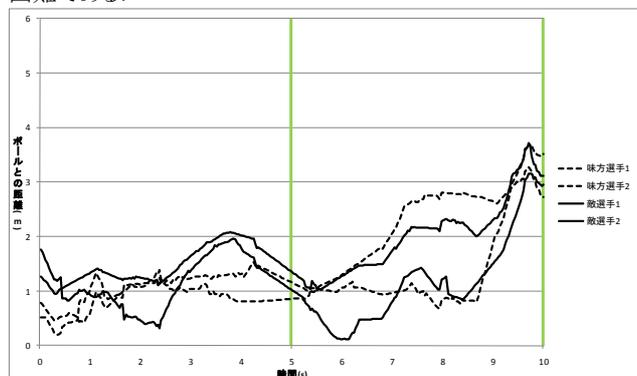


図 3 団子状態でのボールと選手の距離

3.2 小学生プレーヤーの視線情報の分析

次に動画データからプレーヤーの視線方向を推定するソフトを用いて、小学生のサッカーにおいてパスを出す前後の視線情報を取得し、パスを行う時のプレーヤーの視線及びパスを成功した際の視野パラメータを分析する。

小学生のパスの前後における視線の変動に着目すると、図 4 のようにパスをする前後において視線がボールからほとんど離れておらず、特にパスを出す10フレーム前(0.3sec)までほぼ視線を移動していない。パスを出す時点でこのような狭い視野データである場合、周りの選手の状況を把握することは極めて困難であると考えられる。

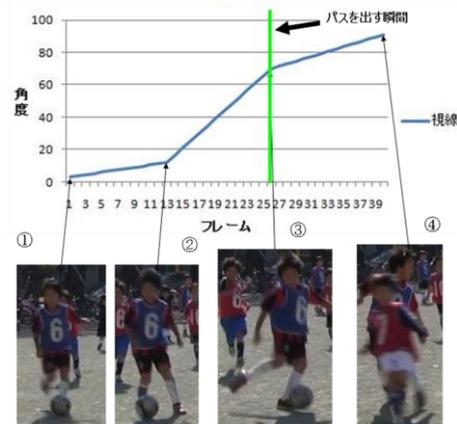


図 4 パス前後のプレーヤーの視野角の変化

3.3 チームワーク形成可能なエージェントのモデル化

3.1 及び 3.2 のデータから、パスを出すタイミングにおいて中距離以上で選手のいないスペースを活用する、またパスを出す 0.3sec 前のタイミングにおいて視野を拡大し、開いているスペースを確認する行動が必要であるということがいえる。

ロボカップサッカーにおける視野情報は、実際の人間のサッカーと同様に首振りをして多くの情報を得る。そこでまずパスを出すプレーヤーはパスを出す前に首振りを行うことでボール以外の視野情報を獲得し、開いているスペースに対してボールを出す。更に味方のプレーヤーは、パスを受け取るためにパスが出される空間を予測し、そこへ移動することが必要となる。本研究では 0.5 秒後のパスの軌道を予測してパスに反応するようにモデルを実装した。

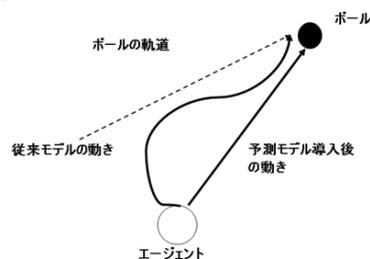


図 5 従来モデルと予測モデル導入後のエージェントの動き

4. シミュレーション結果とまとめ

シミュレーション実験から、従来モデルと比較しスルーパス成功率が 30%から 52%に向上した。更に 1 試合当たりの得点も平均 1.6 点から 2.8 点へ増加した。

本研究から、人間のチームプレイ分析によるエージェントモデル構築の有効性を示すことが出来た。今後はパス前後のパスを受け取るプレーヤーの視野情報を獲得し、パスを出すプレーヤーと受け取るプレーヤーの相互の意図を反映したシミュレーションモデルの実装を目指す。

参考文献

- [野田 03]野田五十樹:チームプレイのモデル化と模倣学習によるスキル獲得,「情報と知」研究報告会,2003
- [Reynolds 88] Reynolds:Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model,1988
- [日高 05]日高哲朗:スポーツ指導法の体系化に向けて,千葉大学教育学部研究紀要 53 pp.27-31, 2005