

スポーツの試合を再現した仮想空間を 複数視点で提示する戦略分析支援システムの提案

権藤聡志^{†1} 樽川香澄^{†2} 井上智雄^{†3} 岡田謙一^{†1}

スポーツの分野においては、試合のデータを用いた戦略の分析が行われている。特に戦略を分析する際は複数人で議論し、その際空間情報を把握して議論することが重要となる。我々は空間情報把握のため、空間を見降ろす俯瞰的な視点と、空間内に存在する人や物からの視点という二つの視点を利用する。これをスポーツの戦略分析に用いているソフトウェアもある。しかしそれらの課題として、会議者にプレイの静止画面しか提示することが出来ないこと、フィールドを再現した仮想空間内を自動する選手オブジェクトを操作できない、といったことが挙げられる。そこで我々は仮想空間内を選手オブジェクトが自動する複数視点環境を提案する。提案システムでは、スポーツの試合を基に時間軸情報に基づいて選手オブジェクトを移動させ、それを会議者に提示することで、会議者により現実に近い試合のイメージを持たせる。また移動するオブジェクトを会議者が操作できるようにすることで、会議者同士が議論しやすい環境を作る。これによって効果的な戦略分析を支援する。

The Strategy Analysis Supporting System that Displays the Virtual Space Reproducing the Sports Game by Multiple Perspectives

SATOSHI GONDO^{†1} KASUMI TARUKAWA^{†2}
TOMOO INOUE^{†3} KEN-ICHI OKADA^{†1}

In the field of sports, strategy analysis is conducted using the data of a game with something else. In so doing, it's important to recognize the proper spatial information. This paper presents the design and implementation of the strategy analysis supporting system. This research focuses on two kinds of viewpoints, the overhead view and the individual view. The proposed system shows both viewpoints. And the object is moving similar to game in the virtual space that is reproduced the pitch, therefore user catches up the proper spatial information. Also the system allows the user to move the object by touch in display, consequently, it provides an environment in which the user is easily to discuss.

1. はじめに

スポーツの世界ではしばしば、複数人が集まって戦略の有効性を議論する。議論の際、選手の3次元位置や、それに応じた freespace などの情報を有効性の判断材料として用いるので、空間情報を把握することが重要であるといえる。

また空間情報を認識する際、性質の異なる二種類の視点を利用する。一つ目が、空間を俯瞰的に見る視点である。もう一つは、空間内に存在する人や物などのオブジェクトからの視点である。本研究では、この2つの視点をそれぞれ「俯瞰視点」、「個別視点」と呼ぶ。この2つの視点を利用することで空間情報の認識を促進出来るため[1]、全体的な配置と実際に空間内にいる人やものの視点を意識する必要があるタスクを効率化することが出来る[2]。

現在、スポーツの戦略分析のデジタル化が進んでいる。例えば仮想空間にサッカー場を再現し、複数の視点を会議者

に提示することで、サッカーの試合の戦略分析を行うといった研究がある。しかし現状では、複数視点環境ではプレイの静止場面しか提示出来ない。また、プレイの動きを提示することが出来るソフトウェアも広まっているが、仮想空間内のオブジェクトに対して会議者が操作を行えず、意図を示しながら会議をする作業が行えない。

そこで本研究では、仮想空間内のオブジェクトが時間軸情報と同期して動く複数視点環境を提案する。これによって、会議者により現実に近い試合のイメージを持たせ、かつ、会議者が選手オブジェクトを操作しながら他の会議者と議論できる環境を提供することで、有用な戦略分析を支援する。

2. 背景

2.1 スポーツの戦略分析

野球やサッカーをはじめとするスポーツの分野では、勝率を最大限高めるために、様々なデータの分析が行われている。例えば野球の世界においては、映画化されて話題にもなった「マネーボール」[3]のように、米国のメジャーリーグの球団ではセイバートリクス[4]という、防御率や打点のような成績とは違った指標を用いて、選手を評価している。またサッカーの世界では、図1のように選手の移動や位置などをヒストグラムにして可視化している。

^{†1} 慶應義塾大学理工学部情報工学科

Department of Computer and Information Science, Faculty of Science and Technology, Keio University

^{†2} 慶應義塾大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Keio University

^{†3} 筑波大学大学院図書館情報メディア研究科

Graduate School of Library, Information and Media Studies, University of Tsukuba



図1 サッカーの試合における選手の移動データ



図2 サッカーの戦略ボード

これは例えば選手にGPSをつけて移動を計測したり[5]、スパイダーカムと呼ばれるスタジアムの最上段から張られたワイヤーによって移動できるカメラを用いて撮影した俯瞰的な映像を画像処理によって選手の移動距離を算出したりしている[6]。

そして、試合などの現場においては、それらのデータを基に、図2のような戦略ボードを用いてその試合の戦略をチームで共有する。このときに共有される戦略は、事前もしくはその場において、監督やコーチの協議によって決定される。このとき、攻撃側の選手も守備側の選手も、それぞれすべての位置を想定して考えるので、空間把握が必要となる。

2.2 空間情報の把握に用いる2つの視点

空間情報を認識する作業において空間情報を広く全体的にとらえたい場合に、その空間自体を俯瞰的にとらえる見方が利用される。このように空間を上から俯瞰的にとらえる視点を「俯瞰視点」と呼ぶ。俯瞰視点による空間情報の表示は、地図や部屋の間取り図の表現などで利用される。空間を俯瞰視点でとらえることにより広い範囲の情報を踏まえた状況理解が促進されるため、自分の所在地や複数のオブジェクト同士の全体的なバランスなどを確認する際に頻繁に利用され、スポーツにおいても前述のサッカーの戦略ボードのように活用されている。

また、俯瞰視点とは別に、空間情報を認識する作業において空間内に存在するオブジェクトの見え方を意識することが求められる場合がある。このように、空間内に存在するオブジェクトの視点を本研究では「個別視点」と呼ぶ。個別視点による空間情報の表示は、グーグルストリートビュー

ー[7]や主人公の目線で進めていくアクションゲーム、役者目線のカメラなどで利用されている。空間を個別視点でとらえることで実際にその空間に存在するオブジェクトの視点を確認出来るため、より実際の状況を想像しやすくなる。

2.3 関連研究

現在、スポーツの戦略分析ソフトが多く広まっている。ニュートン・ジャパン社が販売している Tactics View は、タブレット端末で再生した試合の動画にタッチ操作で矢印などを書き込み、サッカーの戦略ボードの様に使えるソフトウェアである[8]。また e-spor 社が販売しているソフトウェアは、実際の試合における選手の動きを取り込み、走行距離やパストラフィックなどのデータを可視化し、試合における時間進行に合わせて再生するなどの機能を備えている[9]。これらのソフトウェアは、システム内の選手オブジェクトが同期して、試合と同様に動くので、より現実の試合をイメージしやすくなるが、ある1か所からの視点(主に俯瞰視点)の情報のみしかユーザに提供することができない。

また複数視点を同時に提示するシステムとしては、コンピュータグラフィックス(CG)で描いた仮想空間を用いた研究が報告されている。MERL (Mitsubishi Electric Research Laboratories) では、テーブルトップインターフェースと複数の壁面ディスプレイを利用して、複数の俯瞰視点を同時に確認可能なシステムが作成された[10]。テーブルトップインターフェース上に空間を俯瞰的にとらえたイメージを表示し、他に用意された3枚の壁掛け型ディスプレイには角度を少しずらした俯瞰視点のイメージや、指定した道順のように特定の情報を明示したイメージなど用途に応じた俯瞰視点のイメージを表示する。ユーザは、空間を真上から見た様子だけではなく、用途に応じて異なる位置からの視点や様々な情報を含んだイメージを計4枚のディスプレイを利用して同時に確認することが出来るため、空間の状況認識を効率的に進めることが出来る。Andy らは、テーブルトップインターフェース上に表示した地図上で人形をセットすると、その人形の視点で地形の様子を確認出来るシステムを作成した[1]。人形の視点は、壁掛け型のディスプレイ3枚を利用して表現している。また、人形の回転や移動操作によって、その人形の視点も連動させて操作することが出来る。俯瞰的な見え方だけではなく、その空間にいるオブジェクトの視点も同時に確認して空間状況を把握出来るため、より詳細にその空間に対する理解を深めることが出来る。また人形を、視点を確認したい位置に動かすという容易な操作で視点情報が再現されるため、視点の移動操作も直感的に実現することが出来る。ここでは操作はすべてテーブルトップ上で行われ、人形の視点が表示されているディスプレイからの操作は行わない。

2.4 従来研究の問題点

ここまですポーツの戦略分析と複数視点環境についての

現状と研究について述べてきたが、これらをまとめると次のような問題点が挙げられる。

- 複数視点環境では静止場面しか再現出来ない
スポーツはプレイが止まるまでは常に選手やボールなどが動き続ける。しかし従来研究ではユーザにプレイの中の一場面のみしか切り取って提示できない。例えば図2のサッカーの戦略ボードなどを用いて、選手オブジェクトを試合のように移動させる場合、両チーム合わせて22個の選手の駒を、同期させて一度に動かすことは出来ない。つまり従来研究では、試合の戦略を分析する際に、実際のプレイを動的に再現することができないので、会議者は正確な試合のイメージを持てず、戦略分析をするための空間情報の把握が不十分になってしまう。
- 動的なオブジェクトに対する操作が出来ない
2.3項で例を挙げたように、選手オブジェクトが同期して動くソフトウェアは存在する。しかしこれらのソフトウェアでは、システム内で動いている選手の配置などを直接触れて動かすことが出来ない。つまり、サッカーの戦略ボードのように、駒を動かして他の会議者に自分の意図を示しながら議論をするという作業が行えない。

3. 提案

本章では、我々が行ってきた先行研究と本研究の提案について述べる。

3.1 先行研究

我々は過去に複数視点を連動して操作することの出来るマルチユーザタッチインターフェースに関する研究を行ってきた[2]。これは、テーブルトップ型のタッチパネル上に俯瞰視点、壁型ディスプレイにオブジェクトの個別視点を表示し、それぞれの視点で、オブジェクトの移動や操作を同期し同時に提示することで、仮想空間内におけるオブジェクトの位置や周囲との距離などの3次元位置情報の認識を促進し、複数人による作業を効率化するというものである。本研究ではこれをベースとし、改良を加えたものを提案する。

3.2 設計方針

2.4項において従来研究の問題点として、複数視点環境では静止画面しか再現できないこと、そして動的なオブジェクトに対して操作が出来ないという2点を述べた。本研究では、3.1項で述べた先行研究同様、会議者に仮想空間を提示することで、現実に近い試合のイメージを持たせることで、より有用な戦略分析を支援することを目的とする。手段は下記の通りである。

- 時間軸情報に連動した選手オブジェクトの移動
従来研究では、複数視点環境において静止している場面しか提示出来ず、会議者にリアルなプレイのイメージを持たせることが出来なかった。そこで、実際の試合に対応した選手の移動を提示する。俯瞰視点ではピッチを上から見た

図、個別視点では任意の選手の視野を表示することにより現実に近い試合のイメージをすることが出来るようになる。と期待できる。

- 自動する選手オブジェクトへの操作

従来研究では、システム内で自動する選手オブジェクトに対して会議者から操作することが出来ず、複数人での議論が行えない。そこで本研究では、自動する選手オブジェクトを、会議者が直接操作出来るようにすることで、他者と考え方を示しながら議論を進め、有用な分析結果を導き出すことが期待できる。

3.3 試合を再現した仮想空間を複数視点で提示するスポーツの戦略分析支援システムの提案

スポーツの戦略分析は複数人の協調作業によって行われる。また空間情報を把握する際に、複数の視点を用いることは有効であり、それらはスポーツの分野でも同様である。しかし現状では、協調作業の出来る複数環境はあるものの、それらは動きのある仮想空間を再現出来ておらず、また動きのある仮想空間を再現したシステムはあるが、これらは仮想空間内のオブジェクトに対する操作が行えない。そこで本研究では、試合を再現した仮想空間を複数視点で提示する、スポーツの戦略分析支援システムを提案する。これは、テーブルトップインターフェース上に選手のいる仮想空間の俯瞰視点、壁型のディスプレイに選手オブジェクトの個別視点を表示し、時間軸情報に沿って現実の試合と同様の動きを反映させ、また自動する選手オブジェクトに対して操作を行えるようにする。これによって、ユーザにより現実に近い試合のイメージを持たせ、戦略を分析した結果、実際にプレイする際の最善手を導き出せるように支援する。

4. 実装

本章では、このシステムが持つ機能の実現方法ならびに機能詳細に関して説明する。

4.1 ハードウェア構成

本システムでは、テーブル型のタッチパネルと壁面型のディスプレイを利用しそれぞれに俯瞰視点と個別視点で捉えた空間情報を提示することで、複数人の作業者が直感的に空間情報の認識や操作を行うことが出来る。

テーブル型タッチパネルには複数人の接触を同時に認識可能なMERL社のDiamondTouchを利用した[11]。DiamondTouchの操作はユーザが微弱な電流がながれるシートの敷かれた椅子に座った状態で行う。ユーザがテーブル表面に触れると、その場所に配置された電極・ユーザの身体・シート間の静電容量結合により電流が通り、これによりユーザ識別と接触位置を特定することが出来るため、テーブルを中心とした複数人での協調作業が可能である。俯瞰視点を表示するDiamondTouchには、空間を上から俯瞰的にとらえた様子を提示する。



図3 提案システムの環境

そして、個別視点を表示する壁面ディスプレイには、電子黒板の一種であるSMART Boardを利用した[12]. ユーザに対し、個別視点もタッチパネルで提示し、オブジェクトの移動操作を提供することにより、個別視点目線からの戦略の議論が行える.

これらの二種類の視点で表示する情報を常に同期させることで、作業者は両視点を同時に利用して空間情報を確認することが出来る. また、俯瞰視点ではタッチパネルに直接触れることで、作業者はオブジェクトの移動や回転等の操作を行うことが出来る. これらのデバイスを図3のように配置することで、複数人で同時にオブジェクト情報の認識・操作を行うことが可能な作業環境を構築する.

4.2 機能

DiamondTouch 上に表示されている俯瞰視点は、Java を利用して作成したイメージで表示しており、SMART Board 上に表示している個別視点は Java3D を利用した仮想空間で表現した. これらの別環境で用意された空間やオブジェクトの情報は常に同期させており、どちらかの視点内でオブジェクトの操作が行われた際は両方の視点イメージ内で適した位置にオブジェクトが自動的に移動するため、各視点同士で情報認識時にギャップを感じずに直感的に空間情報を把握して作業を進めることが出来る.

4.2.1 再現した仮想空間について

フィールドの大きさや選手のサイズが現実世界での大きさと比例させて構成されている. 具体的には、フィールドの大きさは国際大会の基準範囲である $105\text{m} \times 68\text{m}$ を、そして選手の身長は日本人男子 20~24 歳の平均身長とされる 171cm をそれぞれ同比率でスケールダウンして仮想空間内に配置した[13]. また個別視点の視野角は、映像により運動感覚を誘発する際にその感覚が飽和するとされている 110 度に設定した[14].

4.2.2 俯瞰視点でのオブジェクト操作

俯瞰視点上では全てのオブジェクトをタッチにより移動操作可能であり、触れたオブジェクトをドラッグすることでそのオブジェクトが移動する. また視点オブジェクトには回転操作も可能である. 視点オブジェクトはダブルタッチをすることで設定する.

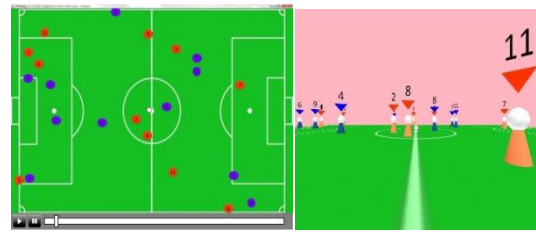


図4 俯瞰視点(左)と個別視点(右)の画面表示

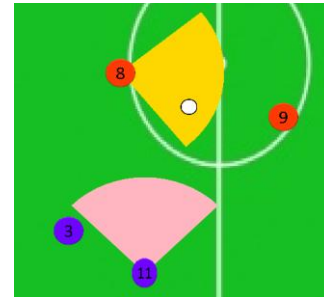


図5 個別視点オブジェクトの判別

視点オブジェクトを設定すると、図5のように俯瞰視点上ではそのオブジェクトの周囲に扇形の描画がされるため他のオブジェクトとの判別が容易になる. 視点となるオブジェクトは2つまで設定可能であり、設定したユーザによって扇形が異なる色で描画される. この扇形の周囲に触れることによって、視点の方向を触れた方向へと設定でき、またドラッグすることで、視点の向きを連続的に変化させることも出来る. この際、個別視点イメージで表示されているオブジェクトの視点の向きは、図5のような俯瞰視点上での視点オブジェクトの周囲に表示されている扇形の向きと連動する. また扇形の中心角は、視点設定オブジェクトの視野角と同じ角度で描画されている. この機能によりユーザは、どのオブジェクトがどの方向を見ているのかという情報を、俯瞰視点上で容易に認識することが出来る.

4.2.3 オブジェクト移動の再生操作

また俯瞰視点上には、図4下部のように、時間軸情報の基本となるベースとなるタイムラインを配置する. 再生ボタンやタイムラインへのアクションによって、実際の試合と同様に、選手オブジェクトが移動をする. これにより、試合などのイメージをよりリアルに近づけることが出来る. またこのとき、タイムライン上のポインタや再生・停止の操作によって、会議者の任意の場面を選択することが出来るようにすることで、会議者が論点をステップバックしたり、別の論点へと切り替えたりすることが容易になる.

また再生中に会議者が、任意の選手を操作したくなった場合は、ユーザが駒に触れた時点から、プレイを再現するのではなく、その動かした駒の動きに対応して、サッカーの基本ルールに沿ってその他の選手オブジェクトが移動する. これにより、試合を再現してイメージを膨らませるだけでなく、より有効な戦略を導き出せるようになると考えられ

る。

5. 今後の展望

5.1 評価について

まず今後にはやらなければならないこととしてシステムの有用性の評価を取ることが挙げられる。我々がこのシステムのタスクとして考えているのは、試合の動画を見て、あるプレイにおいて、ある選手の判断・動きが正しかったかどうかを議論するというものである。このタスクはサッカーやバスケットボールなどの試合前後において、実際によく行われる議論の一つである。

ただし、スポーツの戦術の可否というのはセオリー通りでなくとも結果論として正しかったという場合もあり、必ずしも導いた結論が正しいというわけではない。

そこで評価の方針としては、タスクを試合のプレイの正しさの議論として、評価実験としてあるプレイの可・不可について議論し、そのプレイに関する対応策を決定してもらう。その対応策を第3者が、サッカーのプレイにおけるセオリーに則った複数の基準に基づいて定量評価し、3.1項の先行研究と提案システムを用いた場合で比較して、システムの有用性を図っていきたいと考えている。

また、タイムラインや選手オブジェクトの操作など、会議者のユーザビリティなどをポイントに評価実験を行っていききたいと考えている。

5.2 展望

現時点でのシステムでは、私が主観で美しいと選んだプレイを解析し、選手・ボールの動きなどの動きを座標データにしてシステムに実装している。現時点ではシステムで再現することのできる時間やプレイというものがとても短いという段階である。しかし2章で述べたように、図1のような試合における選手の動きをデータ化したものが存在している。

もし将来的にこのシステムを実用化していくとすれば、前述の試合における選手・ボールの移動データを、例えばドラッグなどの簡単な操作で取り込み、システム上に反映させるようにすることや、試合中や試合終了直後のミーティングにおいて、より有用な戦略分析を行え、実際のプレイに活かせるようになると考えられる。また、選手の身長・体重などのフィジカルデータや、ボールも含めた高さ方向の移動情報を追加することで、コーナーキックなどのポストプレイやスクリーンプレイなど、議論出来る戦略の幅が広がることが期待される。

6. まとめ

本研究では、スポーツの戦略分析に注目した。例えばサッカーなどのスポーツで戦略の可否を議論する際、全選手の位置など、空間情報を把握することは重要である。

また、俯瞰視点と個別視点という2種類の視点を同時に利

用することは、空間把握に有効である。

現在、仮想空間を複数視点によって提示し、それを基にスポーツの戦略分析を行う研究は進んでいるが、現状ではプレイの静止場面しか再現が出来なかったり、動いている選手オブジェクトを操作することが出来ず、会議者がリアルな試合のイメージを持ってなかったり、協調して会議することが出来ない。そこで本研究では、仮想空間内において選手が自動するスポーツの戦略分析支援システムを提案した。それにより、会議者により試合に近いイメージを持たせ、より有効な戦略分析を行えることが期待できる。

今後は先行研究と比較し、システムの有用性を評価していく。

参考文献

- 1) Andy Wu, Derek Reilly, Anthony Tang, and Ali Mazalek, "Tangible navigation and object manipulation in virtual environments", In Proceedings of TEI '11, ACM, Funchal, 2011, pp.37-44.
- 2) 樽川香澄, 井上智雄, 岡田謙一, "複数視点からのオブジェクト操作を連携させたマルチユーザータッチインタフェースの提案" Proceedings of DICOMO '12, Ishikawa, 2012.
- 3) Michael Lewis, Moneyball: The Art of Winning an Unfair Game W Norton & Co Inc
- 4) データスタジアム: 野球の見え方が180度変わるセイバーメトリクス 宝島社 (2008)
- 5) サッカードイツ代表の秘密兵器, <http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1204/04/news040.html>
- 6) Spydercam, <http://www.samadsc.com/terms/spydercam.html>
- 7) Google Street View, <http://maps.google.co.jp/>
- 8) Tactics View, <http://intergate-j.com/tacticsview/>
- 9) e-spor, <http://www.soccer-ikusei.com/html/soccerbunnsekisoft.html>
- 10) Clifton Forlines, Alan Esenther, Chia Shen, Daniel Wigdor, and Kathy Ryall, "Multi-user, multi-display interaction with a single-user, single-display geospatial application", In Proceedings of UIST '06, ACM, Montreux, 2006, pp.273-276.
- 11) P. Dietz, D. Leigh, "Diamond Touch: A Multi-User Touch Technology", In Proceedings of UIST '01, ACM, NY, 2001, pp. 219-226.
- 12) SMART TECHNOLOGIES. <http://smarttech.com/>
- 13) 文部科学省. http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/main_b8.htm.
- 14) 画像電子学会. 3次元画像用語事典. 新技術コミュニケーション, 2000.