

サッカー競技のオブジェクト指向モデリング

Object-oriented modeling for soccer-play

発表者： 中村 翔吾

指導教員： 坪井 一洋

1 はじめに

サッカー競技において、競技中の各選手は場の状況に応じて自身の判断で行動する。この自律性と分散性を忠実に再現するためにオブジェクト指向モデリングを用いる。オブジェクト指向モデリングとは常に物（オブジェクト）を中心に考え、オブジェクトの相互作用によってシステムを表現するという考え方である。サッカー競技において、選手は他の選手の考えを知る必要はなく、具体的な行動のみを知ればよいので、各選手をオブジェクトとして考えることができる。

この発想を基に行われた研究がある[1]。これは、11人の2チームがそれぞれのフォーメーションや戦略に従って試合を行うという内容である。この研究は、選手同士が三角形を維持してパスをやすく行動することや、オフサイドトラップをかける行動について優れていた。しかし、ボールが常に地面を転がり空中移動しない、各選手が得る他選手の位置情報は周囲数人に限定される、審判が存在せずその役割をグラウンドが行っている、選手が常に全力疾走である、ボールがラインアウトすることがない、という問題点があった。

本研究では、それらの問題点を解決し、現実のサッカーの試合を様々な初期条件からコンピュータ上でシミュレートすることを目的とする。これを実現するために忠実なモデル化を行う。そのため、ボールの空中移動、選手の視野、1チームを23人とし選手交代を認める、審判を追加しファール等の判定をさせる、選手の疲労度や場の状況によって走るスピードが変化する、ラインアウトからのスローイン、などの項目について検討し、サッカー競技全体の設計を行った。さらに、これをJava言語によって実装する[2][3]。

2 サッカー競技のクラス設計

オブジェクト指向モデリングにおけるクラスとは、同じ性質を持ったオブジェクトの集合を意味する[4]。すべての選手が同じ行動をするのであれば、フィールド上の全選手22人に対して選手クラスが1つあればよい。しかし、サッカー競技にはポジションという考え方があり、各ポジションによってボールへのアクションや敵選手への対処が異なる。

そこで、オブジェクト指向モデリングの特徴である継承を用いることで、ポジションの違いをモデル化する。継承とはあるクラスの性質を引き継ぐ新しいクラスを生成すること、あるいはそのような関係があることをいう[4]。具体的には、抽象クラスであるPlayerクラスを継承したポジション（FW, MF, DF, GK）に応じたクラスを設計する。

また、これらのクラス以外に、サッカーの試合で1チームが23人であることから、選手交代を管理するTeamクラスが必要となる。さらに、選手の反則行為やボールのラインアウトなどを判定する審判の役割となるRefereeクラスも必要となる。審判は主審と副審に分かれ、それぞれ判定する内容が異なることから、選手と同様に継承を用いてモデル化する。また、サッカー競技に関す

る基本的な情報を持つSOCCERクラスを用意する。

また、Java言語のマルチスレッド機能を用いる。ここでは各選手、ボール、フィールド、チーム、審判をそれぞれスレッドとして定義した。この機能によってサッカーの非同期性を疑似的に再現することができる。

3 各オブジェクトのモデル化

3.1 サッカーオブジェクト

サッカーオブジェクトはサッカー競技に必要な基本的な情報を持つ。また、チームオブジェクトに対してスタート時の各ポジションの人数を指定する。さらに、アプレットとしての機能を持ち、画面に競技の様子を描画する役割がある。

本研究ではサッカー競技の様子が理解しやすいよう2つの画面を描画する。1つはフォーメーションの配置や変化を確認するために、選手を矩形で表示した真上からの視点である（図1上）。もう1つはボールの高さや選手の身長などが分かり、リアリティのある画面として斜め上からの視点である（図1下）。

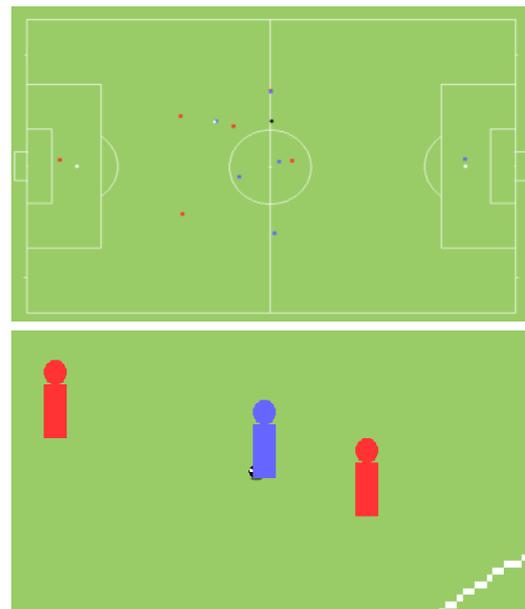


図1 表示画面の例

3.2 フィールドオブジェクト

フィールドオブジェクトはサッカー競技を行う場所であり、その役割は選手やボールなどの位置情報を統括することである。その大きさは105m×70mであり、これは国際大会などで広く用いられている。また、フィールドオブジェクトは選手から3m×2mの格子状に分割して認識され、スペースの表現に用いられる。この詳細は4章で述べる。

3.3 チームオブジェクト

チームオブジェクトは所属する選手の情報を管理する。選手の能力の設定や選手オブジェクトを生成する役割を持つ。また、このとき選手の能力値はcsv形式のファイルから読み込むことができ、自由に変更が可能である。現在、競技中の選手交代が実装で

きていないため、チームオブジェクトはスレッドを持たない。

3. 4 ボールオブジェクト

ボールオブジェクトは選手から受けるメッセージによって移動や停止をする。選手がボールに送るメッセージはそれぞれの行動によって異なるが、すべての行動に必要な情報は、目的位置、移動速度、高さ、行動した選手の背番号である。これらの他にも様々な行動に合わせて必要な情報を与えることで、選手の連携を可能にする。

ボールの高さは選手から与えられる最高高さによって変化するが、今回はその変化の様子が常に放物線を描くとする。ボールが空中にある状態で、選手がパスカットやトラップをするとき、ボールの高さと身長を比較し、その成否を判定する。このように高さという派生属性を定義したことで、ボールの空中移動を疑似的に表現した。

3. 5 選手オブジェクト

選手オブジェクトはサッカー選手の行動を忠実にモデル化しなければならない。各選手は周囲の選手やボールの位置から次の行動を判断し行動するが、フォワードが味方ゴール前で守備をするなどの必要はなく、必ず、戦術やフォーメーションに沿った行動が要求される。これらを実現するためにオフENS、ディフェンスの場面で、各ポジションにすべき行動とすべきでない行動を設定する。

今回は主に守備を行う選手と主に攻撃を行う選手、ゴールキーパーという3つの性質を考える。

(1) 守備選手

守備選手は攻撃に参加せず、主に守備を行う。その守備の様子を図2に示す。敵選手が攻めてきたとき、最も近い選手がその敵選手へプレスかける(図2(a))。他の選手はボールを持った敵選手と他の敵選手の間に入ってパスカットを狙う(図2(b))。またはペナルティエリア内でシュートコースをふさぐ(図2(c))。

守備選手は攻撃に参加することがないため、自チームが攻撃中のときにはハーフウェーラインで待機する。これは敵チームがボールを奪うことでカウンターを狙う可能性があるからである。

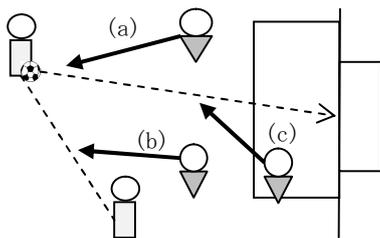


図2 守備選手の行動

(2) 攻撃選手

攻撃選手は主に味方へのパスとドリブルを駆使して敵ゴールへと向かう。このとき意識するのは「味方選手との距離感」である。味方選手がボールを所持している時、その選手とは一定の距離を保って行動する。味方選手に近づきすぎた場合、その選手は他の選手から離れる方向へ移動する。逆に遠ざかってしまった場合、その選手は他の選手へ近づく方向へ移動する。これは、選手間の距離を一定に保たなければ明らかにフォーメーションのバランスが崩れるためである。

また、現実の試合では攻撃選手が守備に参加する状況も見られる。ただし、自チームのゴール前まで下がるような守備行動はあまり見られない。さらに、攻撃選手全員が守備に参加することも

あり得ない。そこで、敵選手にボールが渡った場合、攻撃選手の中でその敵選手に最も近い選手がプレスをかける。また、敵選手がハーフウェーラインを越えて自チーム側のエンドに侵入した場合、プレスをかけている選手以外はハーフウェーライン付近で待機するように設定する。

4. スペースの表現

サッカー競技において、パスをするとき考えることは「パスの目標位置の周辺に敵がいるかどうか」である。もし敵がいる場合、その位置へのパスをやめ、別の方向へパスをする、もしくは自分でボールを所持し続けるなどの選択肢が増える。また、「あの辺りには敵がいらない」と判断したエリアにパスをし、味方選手をそこへ走らせることで得点のチャンスを作ることもできる。このように、サッカー競技ではスペースの認識が不可欠である。

ここでは、フィールドを3m×2mの大きさで格子状に分割し、図3のように人がいる位置とその周囲を1、人がいない場所を0とする。このデータは選手やボールの位置情報を統括するフィールドオブジェクトが常に保持し続ける。パスをする選手はフィールドオブジェクトから指定した格子のデータを得て、目標位置周辺に敵がいらないことを確認できる。

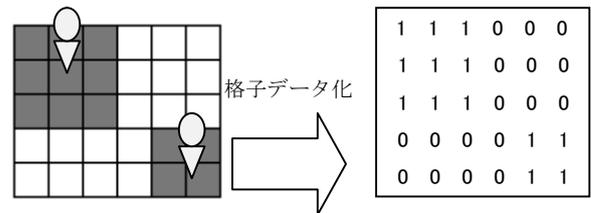


図3 フィールドの分割

5. まとめと今後の課題

サッカー競技の自律性と分散性をオブジェクト指向モデリングによって表現した。ポジション別にモデル化をすることで、各選手が戦術を考慮して行動できる。さらに、クラス設計に審判とチームを加え、サッカー競技をより忠実に再現できる枠組みを設計した。

現在はゴールキーパーを含めた1チーム6人の選手が試合を行えるところまで開発が進んでいる。この時点で選手がボールを扱う基本的な行動については実装できている。また、ボールの空中移動を放物線に限定し、このときの高さを派生属性として定義したことで、ボールの空中移動を疑似的に表現できた。さらに、フィールドを格子化して認識させることでスペースを表現できるようになり、選手の行動の幅が広がった。

現在の選手に関しては、ゴールキーパー以外は攻撃選手と守備選手という区別のみで、実際のポジションとは異なる。今後はこれらの選手をさらに実際のポジションに近づけ、1チーム11人の選手が試合を行えるように改良する。また、チームオブジェクトによる競技中の選手交代や、審判の実装についても検討する。

参考文献

[1]坪井一洋, 増田智和: 第21回日本シミュレーション学会大会論文集, (2002) pp.165-168. [2]林晴比古: 『改定新Java言語入門ビギナー編』, (ソフトバンククリエイティブ, 2001). [3]芹沢浩: 『Javaグラフィクス完全制覇』(技術評論社, 2002). [4]磯田定宏: 『オブジェクト指向モデリング』, (コロナ社, 1998).