

テニス選手の戦略・戦術思考を可視化する スポーツシミュレータの開発

久嶋 菜摘[†] 奥野 哲也[†] 坂根 裕[‡] 竹林 洋一[†]

静岡大学[†] デジタルセンセーション株式会社[‡]

1. はじめに

テニスにおける戦略・戦術分析では、選手の動きやボールとの位置関係など、物理的側面に注目する[1][2]。実際には、相手の考えを予測し戦略を切り替えるなど、思考しながら試合を進めており、戦略・戦術を検討する上で思考は重要な要素である。

本研究では、競技における選手の思考構造を明らかにするため、思考構造とテニス競技の情報モデルを構築し、思考内容と行動結果を提示できるスポーツシミュレータを開発した。

2. シミュレータによるテニス選手の思考の可視化

思考内容は、物理センサを利用して獲得できるものではなく、その構造も完全には解明されていない。そのため本研究では、思考構造の仮説を立て、その構造を持つ選手をテニスシミュレータ上で競技させることで、状況と思考内容と行動結果をデータとして出力するアプローチを採った。

2.1 思考モデル

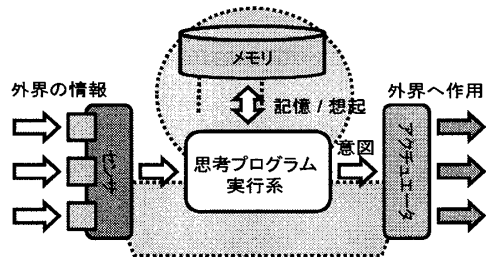


図1 主観の思考モデル

選手が競技時に何を考えているかヒアリング調査した結果、I) 戦略の切り替え、II) ボールの予測、III) 行動意図の決定が共通していた。これらの思考をシミュレーションの対象とする。

テニス選手の思考構造のモデルとして、センサとアクチュエータとメモリを備えた、単純な思考モデル[3]を用いる。図1に思考モデルの概要を示す。

選手は、相手やボールの位置などを知覚情報としてセンサから入手し、入手した情報と記憶を頼りに状況を把握する。そして、自身の移動先やボールを打ち込む場所、身体の向き、球種、打球時の力加減などの行動意図をアクチュエータへ指示し行動を実行する。このとき、センサとアクチュエータの性能

は身体や心の状態などによって劣化する。これによって、疲れて意図通りに動けなかったり、焦りや緊張によって誤った状況判断をしたりするなど、よりテニスらしい実行結果を得ることができる。

また、選手は常に相手の行動を予測しながら試合を進める。そこで、1)思考リソース使用率、2)行動開始遅延時間、3)行動成功確率を定義し、予測の良し悪しに応じて1~3の値が増減し、選手の行動結果が変化する「予測モデル」を導入した。

さらに、選手は状況に応じて戦略を切り替えながら試合を進める。そこで、実際にテニス経験者10名から意見を収集し、それをもとに「戦略決定モデル」を導入した。図2にモデルの概要を示す。

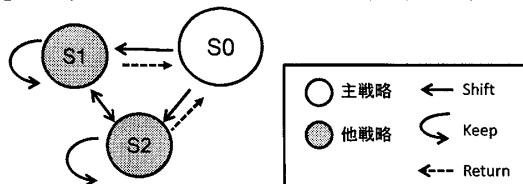


図2 戦略決定モデル

選手にはプレースタイル(主戦略)があり、他戦略への切り替え(Shift)や、現戦略の維持(Keep)を通じて試合を進め、ポイント終了時に主戦略に回帰(Return)する。例えば、戦略には「攻撃型」「守備型」「オールラウンド型」などがある。

2.2 テニスの競技モデル

全体の構造を簡素にするため、テニス競技のモデルも以下のように単純なものとした。

(1) 選手とボールの位置

選手が意識するエリア単位で表現

(2) ボールの回転によるバウンドの変化

ボールの回転を球種に対応付けて表現

以下に、今回考慮に入れなかった要素を示す。

(1) 気象条件によるボールの軌道の変化

(2) コートの種類によるバウンドの変化

また、時間は連続ではなく離散的なターン制とし、選手が思考するターンでは対戦相手の行動は実行されず、ボールの位置も変化しない。図3にターン制の概要を示す。

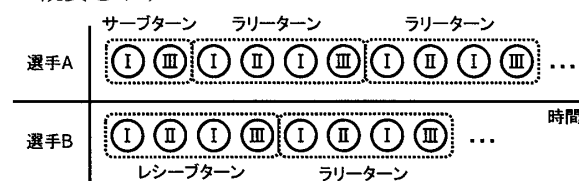


図3 ターン制の概要

Development of A Sports Simulator

for Visualizing Strategic and Tactic Thinking of Tennis Players

Natsumi KUSHIMA[†], Tetsuya OKUNO[†],

Yutaka SAKANE[‡], and Yoichi TAKEBAYASHI[†]

[†] Shizuoka University

[‡] Digital Sensation Co., Ltd.

1 ターンは I ~ III の思考フェーズで構成されており、各フェーズは原則として I, II, I, III の順番に実行し、行動は III の後に実行する。そのため、打球の瞬間に、相手の動きを見て逆を突く、体の向きを変化させてフェイントをかけるなど、既定の順番に反した行動は表現できない。

3. 実装：テニスシミュレータ

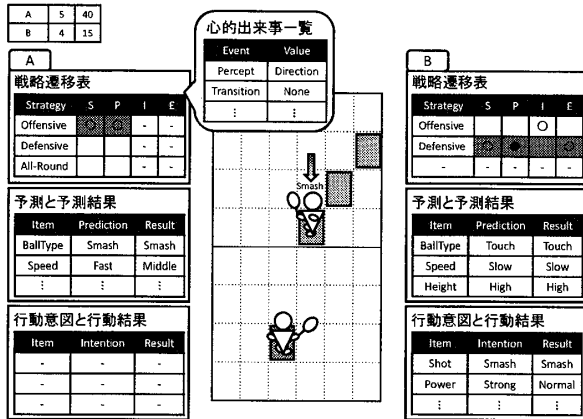


図 4 実行画面の設計

シミュレータでは、選手の思考内容とその行動結果だけでなく、選手の状況や状態などの物理的要素も提示する。シミュレータで可視化する項目（実行画面）を図 4 に示す。

画面中央に対戦中の選手の行動や位置関係、画面左右に両選手の思考内容とその行動結果を表示する。また、各思考が完了するまでに生じた心的出来事

(例：外界情報の知覚や想起など) を時間順で一覧表示し、どのような心的出来事が思考に影響を与えたのか分析できるよう配慮した。

シミュレータは、選手の思考プログラムを実行する。図 5 に思考プログラムの記述例を示す。

```
//相手のサーブのスピードが速いときはDefensiveにShift
//その他の場合は、自分から攻めることもできるので、主戦略を維持
var speed = perceptor.BallInfo.NormalPoint.Speed;
if (speed == Speed.Fast)
{
    strategy.Shift("Defensive");
}
else
{
    strategy.Keep();
}
```

図 5 思考プログラムの記述例

この例は「相手のサーブボールのスピードが速い場合は自身の戦略を守備型に切り替え、そうでない場合は主戦略（攻撃型）を維持する」という思考を表現したものであり、ある思考プログラムの一部分となっている。

シミュレータでは選手の思考内容をログとして出力する。ログは I ~ III の実行毎にそのときの選手やボールの位置などのシチュエーション情報を付与して出力する。なお、図 4 の実行画面はログを視覚的に提示するために設計した。

4. 実行結果

図 6 に実行結果を示す。

P1の戦略決定フェーズ 【戦略】Keep: Offensive P1の予測フェーズ 【予測】NormalPoint.Speed: Fast 【予測】NormalPoint.Location: C2 (X = 2, Y = 8), C3 (X = 2, Y = 9), D2 (X = 3, Y = 8), D3 (X = 3, Y = 9) P1の戦略決定フェーズ 【知覚】NormalPoint.Location: 16 (X = 1, Y = 1) 【知覚】SelfLocation: F5 (X = 4, Y = 2) 【知覚】NormalPoint.Speed: Fast 【戦略】Shift: Offensive -> Defensive	P1の行動意図決定フェーズ 【意思決定】Type: Rally 【意思決定】ShotType: Touch 【意思決定】Relocation: F5 (X = 5, Y = 11) 【行動結果】Target: G1 (X = 3, Y = 7) 【行動結果】Location: H4 (X = 2, Y = 3) 【行動結果】Relocation: H4 (X = 2, Y = 3) 【行動結果】ShotType: Touch 【判定結果】Success
---	--

図 6 実行結果

この例は、「ボールの位置の予測が大きく外れたために、主戦略を攻撃型から守備型に切り替え、ボールを返すことに集中する」という思考をプログラム記述し、シミュレータで実行した結果である。

思考プログラムは選手の思考内容を表現したものであり、思考内容とコードが相互に変換できることが望ましい。そこで、実際の思考内容がどの程度記述でき、さらに記述したコードからその思考をどの程度復元できるか評価する。評価結果をもとに、Storytelling Alice[4]のアプローチのように言語表現として必要な要件を洗い出し、プログラム作成者が選手の思考内容を違和感なく直感的にコーディング可能な思考の言語モデルを設計する。

また、コーチング支援や学習支援の実現には、実行結果が実際の選手の思考や行動として置換可能でなければならない。このような「テニスらしさ」を評価するためには、実行結果を被験者に理解可能な粒度で視覚的に提示できる UI を作成し、複数テニス経験者によって実行結果を評価する必要がある。

5. 結論

本研究では、選手の戦略・戦術思考を可視化するためのテニスシミュレータを開発した。選手の思考プログラムを作成しシミュレートした結果、実際のテニス選手の思考の大部分をコードに変換できることがわかり、シミュレーションを通じて選手の思考内容を可視化できる見通しを得た。人間の思考を情報学的にとらえる本研究のアプローチは、テニスにおける戦略・戦術を分析する方法論の一つとして有効である。

参考文献

- [1] 浅野敏郎, 佐藤邦彦, 浜野博行, 原肇: "テニス・スウィングの解析と定量評価," 精密工学会誌 73(2), pp.281-285 (2007).
- [2] 中地成介, 岩壺卓三: "テニススウィングにおける腕連成系の動作解析," 関西支部講演会講演論文集 2005(80), pp."14-15"- "14-16" (2005).
- [3] 坂根裕, 奥野哲也, 久嶋菜摘, 竹林洋一: "スポーツ学習支援のためのプレイヤー主観の思考プログラミング環境," 教育情報システム学会第 34 回全国大会論文集, pp.224-225, TA2-2 (2009).
- [4] Caitlin Kelleher, Randy Pausch: "Lessons Learned from Designing a Programming System to Support Middle School Girls Creating Animated Stories," Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC'06), pp.165-172 (2006).