

# 学習モード選択と習得度推定に基づく ストリートファイター6のスキル学習支援システムの開発

## Development of a Skill Learning Support System for Street Fighter 6 Based on Learning Mode Selection and Mastery Estimation

長谷川 豪<sup>\*1</sup>, 山元 翔<sup>\*2</sup>, 板垣 護<sup>\*3</sup>  
Go HASEGAWA<sup>\*1</sup>, Sho YAMAMOTO<sup>\*2</sup>, Mamoru ITAGAKI<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>近畿大学情報学科

<sup>\*1</sup>Department of Informatics, Kindai University

<sup>\*2</sup>近畿大学情報学部／情報学研究所

<sup>\*2</sup>Faculty of Informatics, Informatics Research Institute, Kindai University

<sup>\*3</sup>ヤルキマントッキーズ株式会社

<sup>\*3</sup>YarukimanTokkys K.K.

Email: go.hasegawa@kindai.ac.jp

**あらまし** : esports では、状況理解・操作・判断を同時に求められる複合的スキルが多く、整理もタイトルに依存しており、体系的な学習が困難である。先行研究は、ストリートファイター6を対象にスキル構造に基づく体系化と段階的学習支援が提案されているが、学習の進め方の違いや学習進行の負担が課題として指摘された。本研究では、学習モード選択と Bayesian Knowledge Tracing による習得確率推定を組み合わせた適応的支援機能を開発した。試験的評価の結果、演習およびモード選択の有用性が示唆された。  
**キーワード** : esports, Knowledge Tracing, Mastery learning, Street Fighter 6

### 1. はじめに

esports はビデオゲームをスポーツ競技として捉えたものであり、その学習についてはまだ未発達な領域であると言える。また、多くのゲームにおいて、状況理解や操作、判断といった複合スキルの同時実行を求められ、さらにこれは相手プレイヤーによって異なる最適解を必要とする。また、プレイがうまくいったかどうか、なぜ負けたかのフィードバックも明示されない。

このようなスキルを伸ばすために、NPC を徐々に強くしていくことで学習を支援するシステム<sup>(1)</sup>や分析ツール<sup>(2)</sup>などが提案されている。しかしこれらは訓練自体は提供されるが、上達の判断は明示化されていない不具合があり、特定のスキルの上達のみを支援することにどまっているという課題があった。つまり、基礎や応用といった学習順序や、スキルの名前や意味、前提関係などが明らかではなく、上達するには暗黙知に依存している。

これに対して先行研究では、ストリートファイター6 (SF6) を対象として、全プレイヤー共通のスキルについて、スキル構造に基づく段階的な学習を実現できるシステムが提案されている<sup>(3)</sup>。しかし、このシステムのプロスポーツ選手による評価結果から、上達スタイルに基づいた学習が提供されていない点、および次に学習するスキルを学習者が決めることによる学習上の負担が指摘された。

よって本研究では、上達スタイルに合わせた情報提示の切り替え、および学習者の能力に基づくスキルの推薦機能を実装することで、適応的なシステムへの改良を目的とする。

### 2. 適応的スキル学習支援システム

#### 2.1 学習モードと学習スキル推薦機能

学習モードについては、知識を踏まえて理論的に学習していくスタイルと、スキルを繰り返し体感的かつ暗黙的にそのスキルを身につけていく感覚的なスタイルの2つがあることを指摘されている<sup>(3)</sup>。従来システムはスキルユニットごとに学習を進めるが、このスキルユニットは知識と動作の2つから構成される。これらはいずれも学習者に学習結果として提示されているが、学習モードを踏まえ、知識ベースであれば従来通り双方を、感覚ベースであれば知識の習得状況や知識のみの学習は表示せずに学習できるように設計する。

次に学習すべきスキルの推薦機能は、習得方学習の考えに基づき、Bayesian Knowledge Tracing (BKT)<sup>(4)</sup>を活用する。先行研究の整理に基づき、各々のスキルは知識と動作、あるいは知識のみのスキルとして定義されている。そこで、個々のスキルの知識と動作に対して BKT で習得率を計算することで、現在習得状態にある確率を推定する機能を実装した。なお、パラメータについては、関連研究等を踏まえ探索的に決定している。

この推定結果に基づき、現在学習し、修得しているスキルの次の段階に位置するスキルを優先するような推薦システムを構築した。この推薦は、知識モードでは知識の習得率、感覚モードでは動作の習得率に基づいて、上記のような推薦を行なっている。

#### 2.2 システムを用いた学習

前節の機能を実装したシステムの UI の一部を図 1, 2 に示す. 学習者はこのようなスキルの系統図をグループ(攻撃アクションなど)ごとに閲覧できる. 一つ一つのスキルユニットは, 「スキル名」「スキルの説明」「知識と動作それぞれの習得確率(BKTにより計算)」「演習開始ボタン」で構成されている. また, 包含関係にあるスキルはリンクで繋がれている. 学習者はこの系統図から, 推薦されているスキル(緑枠で強調)を確認する. その上で演習するスキルを選択し, 適宜ゲームを録画しつつプレイする. その後プレイ動画で, 適切にスキルを繰り返していたことを確認できれば, そのスキルを上手く繰り返せたと回答し, BKTにより習得確率が再計算される. この演習を繰り返し, 学習者は体系的に SF6 のスキルを学習できる.

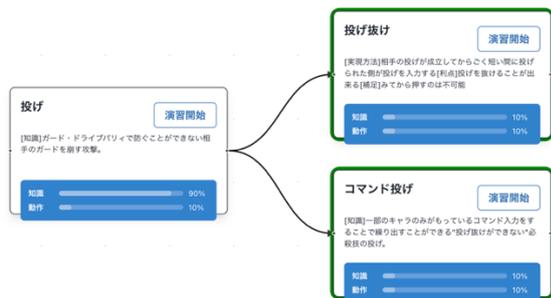


図 1 知識モード画面



図 2 感覚モード画面

### 3. 試験的評価

#### 3.1 実験内容

被験者 6 名 (SF6 の未経験者 2 名, 経験者 4 名) を対象に検証実験を行った. 目的は, モード切り替え, および BKT による推定が妥当なものとして受け入れられるかである. 手順自体は, システムを用いて SF6 をプレイしながらスキル学習を実施してもらうもので, 最低 10 個のスキルが習得となるまで学習してもらった. その後, アンケートを実施した.

#### 3.2 実験結果

まず, 各ユーザおよび各演習で, BKT による推定習得確率と演習の正誤結果を比較し, BKT の挙動を確認したところ, スキルの習得確率は想定通りに更新されていた. 次に習得確率について妥当かを確認するアンケート (9 件法) では, 知識演習では平均 7.1, 動作演習では平均 6.8 であった. これについては演習が短かったり, 自身の能力を定量化して回答

することの難しさであったり起因していると考えられる.

次に推薦機能そのものについては, 「推薦理由の理解のしやすさ (平均 2.7)」が低評価だった. 一方で, 演習自体は「段階的学習のしやすさ (平均 4.3)」や「学習の継続のしやすさ (平均 4.5)」と比較的高い評価が得られた. よって推薦機能の妥当性判断は検討が残るものの, 演習自体の有用性は損なわなかったと考えられる.

学習モード別のアンケート分析として, 片方のモードの利用が 7 割以上である被験者をそのモード利用者として分類し, 知識モード 2 名, 直感モード 3 名に分類した. いずれもアンケート内容は同様である (5 件法). なお, 両モード利用割合が同程度であった 1 名は分析から外した. 知識モード利用者は, 「学習すべきスキルの提示で迷わず学習できたか (平均 5)」に関する評価が高かった. 一方, 「モード選択の有用性 (平均 4.7)」が直感モード利用者から高い評価を得られ, 学習モードによる設計が受容されたと考えられる. また, 自由記述では 2 名から, 「各スキルの難易度の差が反映されていない」との指摘が得られたことから, 演習形式だけでなく, スキル毎の難易度を考慮した BKT パラメータ設定が必要であることが示唆された.

### 4. まとめ・今後の課題

本研究は, SF6 を対象として, スキル構造に基づいて段階的に学習可能な学習支援システムにおいて, 学習者の学習モードに基づく学習方法と, BKT に基づくスキルの習得率推定に基づく次に学習すべきスキルの推薦機能を拡張した. これにより適応的な支援の実現を目指した.

結果として, 演習やモード選択については有用なものとして受け入れられた一方で, 推薦理由が提示されないことによる推薦に基づく学習の行いづらさが課題として残った. 今後は多くの被験者を対象とした実験や, 推薦時の提示情報の改善が挙げられる.

#### 参考文献

- (1) Zhang, C., He, Q., Zhou, Y., Liu, E., Wang, H., Zhao, J., & Wang, Y.: Advancing DRL Agents in Commercial Fighting Games: Training, Integration, and Agent-Human Alignment, In Proceedings of the 41st International Conference on Machine Learning, Proceedings of Machine Learning Research, Vol.235, pp.59003-59023 (2024)
- (2) Kajinami, T., & Miyauchi, Y.: Observer Interface Focused on Trends of Character Movement and Stamina in Fighting Games, 2020 IEEE Conference on Games (CoG), pp.566-571 (2020)
- (3) 片桐 遼太, 山元 翔, 板垣 護: “ストリートファイター 6 を対象とした知識構築に基づく練習支援 システムの開発と初期評価”, 人工知能学会, 第 102 回先進的学習科学と工学研究会, 102 (2024)
- (4) Corbett, A. T. & Anderson, J. R.: “Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge”, User modeling and user-adapted interaction, 4, 4, pp. 253-278 (1994)