

学習者モデリング技術を用いた ゲーム型教育システムのための 研究プラットフォームの構築

Research Platform of Intelligent Tutoring System for Educational Game

市瀬 龍太郎*1
Ryutaro Ichise

庄司 裕子*2
Hiroko Shoji

山川 宏*3*2
Hiroshi Yamakawa

三浦 麻子*4
Asako Miura

*1 国立情報学研究所
National Institute of Informatics

*2 中央大学
Chuo University

*3 研究人生を楽しむ会
Academic Life Club

*4 神戸学院大学
Kobe Gakuin University

We constructed a research platform of intelligent tutoring system for educational game based on the architecture of education support gaming system. The platform utilized academic career design learning material called *Happy Academic Life 2006*. We discuss about the implementation methods of the system and experiments for showing the performance of a component in the system.

1. はじめに

近年、計算機を利用した教育システムがさまざまな場所で利用されるようになってきている。しかし、これらの教育システムは、一定の知識を決まった体系で取得させることを目的として構築されることが多い。一方、現実世界においては、単に得た知識を利用するのみならず、周りの環境状況に応じて、適切な意思決定をすることが求められる。そのため、現実世界の一部をシミュレートしたゲーム環境を利用した教育が様々な場所で使われ始めている。例えば、ボードやカードを使ったゲーム型の教材としては、山川らが開発したキャリアデザイン学習教材 *Happy Academic Life 2006 (HAL2006)* [山川 06]、厚生労働省が開発した新型インフルエンザ対策学習教材 *Pandemic Flu*、日立システムアンドサービスが開発した *SE 出世双六* など、ここ数年だけでも多くのものが使われ始めている。また、このような教材が情報技術と融合することも進んでおり、シリアスゲームという分野として、注目を集めている。具体的なものとしては、IBM が開発を行っているビジネス教育ゲーム *innov8* などが挙げられる。このような教材は、実際に大学院の教育においても使われており、今後、ますます利用が広がると考えられている。

このようなゲーム型の教材を利用すると、学習者が楽しく学べるという利点があるが、従来の知識獲得型の教育に比べると、効果が分かりづらい、適切な教示が無いと学習が進まないなどの問題点が指摘されている。それを解決するために、市瀬らは、教育支援型ゲーミングシステムという枠組みを提案している [市瀬 07]。本研究では、教育支援型ゲーミングシステムの枠組みに基づき、*Happy Academic Life 2006* を題材とした研究プラットフォームの構築を行っている。その研究プラットフォームについて報告する。

2. 教育支援型ゲーミングシステム

市瀬らは、ゲーム型教材に、知的教育システムの枠組みを取り入れた教育支援型ゲーミングシステムを提案している [市瀬 07]。本章では、教育支援型ゲーミングシステムについて述べる。

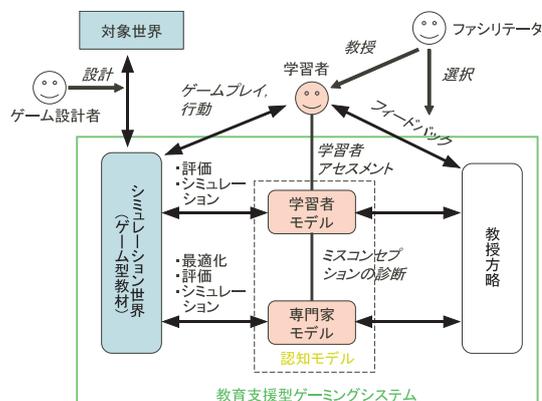


図 1: 教育支援型ゲーミングシステムの基本概念

教育支援型ゲーミングシステムは、図 1 で表されるような構成になっている。システムの基本構成としては、ゲーム型教材となるシミュレーション世界、学習者モデル、専門家モデル、教授方略の 4 つのコンポーネントを持つ。シミュレーション世界は、ゲーム設計者が対象世界を写像したものであり、その中で複数の人間の学習者（プレイヤー）がゲームプレイ（行動）を行うことで、実行と経験を通して対象世界に対する学習を行う。学習者モデルは学習者を模倣（アセスメント）する認知モデルであり、学習者のふるまいから学習者の教材に対する理解のモデルを推定することでミスコンセプションの診断を行い他のモジュールにその情報を提供する機能を持つ。専門家モデルは、学習者が目標とすべき知識状態を表現するためのモデルである。教授方略は、学習者モデルと専門家モデルの情報をもとに学習者の理解状態に適したヒントや問題の選択、説明のための情報提供などのフィードバック機能を持つ。これらのモジュールが連携する結果、ゲーム型の教材において学習者が効率的に学習することが可能となる。

連絡先: 市瀬 龍太郎, 国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系, 〒 101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2, Tel:03-4212-2000, Fax:03-3556-1916, E-mail:ichise@nii.ac.jp



図 2: 実際のシステムの様子

3. Happy Academic Life 2006 を用いた教育支援型ゲーミングシステム

前章で述べた教育支援型ゲーミングシステムに基づき、ゲーム型キャリアデザイン学習教材 Happy Academic Life 2006 [山川 06] を題材として、システムの実装を進めている。以下、教育型ゲーミングシステムにおける 4 つのコンポーネントをどのようにして、実現するかを順に説明していく。

シミュレーション世界のコンポーネントは、デジタル版の Happy Academic Life 2006(D-HAL2006) を用いた。D-HAL2006 は、サーバクライアント方式となっており、ネットワークを通して、プレイヤーは学習を行う。D-HAL2006 のサーバ側は、JAVA のサーブレットを用いて構築されており、盤面やカードの管理など、ゲームの進行全般を取り持つ。クライアント側は Flash で実装され、学習者は Web ブラウザを通して、ゲームに参加する。サーバから送られてきた情報をクライアント側で表示し、プレイヤーが行動を決定後、それがサーバに送られるのを繰り返して、ゲームが進行していく。実際のシステムは、図 2 のようになる。プレイヤーは、2 つに分かれた盤面の表示画面と自分の状態の表示画面を見ながら、ゲームを進めていく。全員に共通する盤面の状況や、各自が振ったサイコロの目などは、盤面の画面に表示される。一方、各プレイヤーは、自分の手元に、別途端末を持ち、各プレイヤーの状況は、そこに表示される。各プレイヤーは、行動を手元で入力することで、盤面全体が更新され、ゲームは進んで行く。なお、D-HAL2006 に関しては、用意が整い次第、一般に公開する予定である。

学習者モデルと専門家モデルのコンポーネントは、自動化クライアントを用いて実装されている。自動化クライアントは、状況に応じた行動を If-Then 形式で書いた行動決定ファイルを読み込み、D-HAL2006 のサーバとやりとりすることで、状況に応じた行動を決定し、人間がクライアントを使って行動を選択していくのと同様に、ゲームを進めていくことが可能である。学習者モデル用の行動決定ファイルは、行動クロニング [Sammut 96] と同様の方法を用いて作成を行う。具体的には、学習中のプレイヤーの行動をサーバの方に蓄積しておき、教師付き機械学習の枠組みを用いて、プレイヤーの状況と行動のペアから持っている行動パターンを If-Then の形で学習する。現状のシステムでは、機械学習の方法として、CN2 [Clark 91] を用いて規則の導出を行っている。専門家モデルに関しては、シミュレーションを繰り返すことで、行動ファイルを決めることが可能であると考えられる。この実装については、今後、検

討を進めていく予定である。

教授方略のコンポーネントは、学習者モデルと専門家モデルの差分を検出し、学習者へのフィードバックを行う。学習者のモデルが専門家モデルと違う部分は、行動決定ファイルの差分として表すことができる。現状のシステムでは、このモジュールに関しての実装は行われておらず、この差分の検出方法、および、提示方法についても、今後、検討を進めていく予定である。

4. 実験

本研究で提案されたシステムが実際に有効であるかを検討するために、本論文では学習者モデルが適切に抽出されているかに絞って実験を行った。2007 年秋の三週間にわたる授業において、被験者 4 名による実験を行った。まず 1 回目の授業でゲームに関する説明を行い、2 回目の授業でゲームプレイを。3 回目の授業で前回のゲームを再現しながら各プレイヤーのターン毎の意思決定プロセスを振り返ることを行った。再現の際には、ボード版のゲームを用いたため、アシスタントが山からめくられるカード類の再現を支援した。各プレイヤーは、全てのターンにおける論文数などの状態と、その時に手にしたカード種類などの情報が記載されたゲーム再現シートを利用し、通常のゲームの流れと同様にゲームを再現した。ゲーム再現シートには、ターン毎に、前章で述べた機械学習手法で得た規則の中で、適用可能な複数の規則が記載されている。我々は、各プレイヤーのある時点での意思決定が、記載された適用可能ルールの中の一つにより説明できるか否かという観点で、インタビューを行った。

インタビューの結果、前半では、各ターンで提示されるいくつかのルールの中に尤もらしいのがあることが多いが、コマを進めるだけの後半や、戦略性なく資金を取ったりする行動が多い部分はうまくルールに表現されていないといった知見が得られた。また、プレイヤーは、「人脈を増やしたかったので、番のカードを使用した」というような意図を持った形で、意思決定を語ることが多いが、今回のルールではではそうした意図を表現できていない問題点が明らかになった。

5. 関連研究

シミュレーション&ゲーミング手法を教育の手段として活用する試みは、学校現場の IT 化の進行に伴って、近年盛んになりつつある。シミュレーション&ゲーミング手法がもっとも効果を発揮できる可能性がある場面として、従来の教育で十分に扱えなかった目標や内容を扱う時がある [松田 02]。大学教育におけるキャリア形成支援は、まさにこれに該当する。近年盛んにその必要性が論じられ、専門学部の設立、キャリアセンターの設置、特色 GP プログラムなど、活発に取り組みがおこなわれているが、専門性を有した教員はごくわずかであり、また教育カリキュラムにも標準的なものが存在しないからである。大学教育へのシミュレーション&ゲーミング手法の導入は、ビジネスゲームの開発や経済活動(株取引など)体験、環境教育などの文脈で、いくつかの活発な実践があり、本研究で採り上げるテーマに近接する領域の例としては、産業能率大学によるキャリアデザインのための学習プログラムの開発がある。しかし、そのほとんどは、ゲームの実践が参加者にもたらす(ポジティブな)成果に焦点を当てるのみで、本研究のように、ボードゲームというまさに「ゲーム」らしい形式をもち、アカデミック・キャリアの形成過程を参加者が十分に疑似体験できるシミュレーション環境を実現しつつ、なおかつプレイログから

の学習者モデルの構築という学問的成果を同時に追究するものは見られない。

6. まとめ

本稿では、HAL2006を用いた教育支援型ゲーミングシステムについて述べた。教育支援型ゲーミングシステムでは、機械学習手法に基づく学習者モデリング技術を用いているため、学習者の知識状態を把握することができる。その結果、適切なフィードバックを学習者に返すことが期待できる。学習者モデルの妥当性を調べるために、被験者を用いた実験を行った。その結果、戦略性のある部分に関しては、妥当な規則が取り出せていることが分かったが、意図を表現できない問題点があることも分かった。今後は、意図の表現できる手法を考案していくと共に、専門家モデルと教授方略のコンポーネントに関しても実装を進めていく予定である。

参考文献

- [Clark 91] Clark, P. and Boswell, R.: Rule Induction with CN2: Some Recent Improvements, in Kodratoff, Y. ed., *Proceedings of the European Working Session on Learning : Machine Learning (EWSL-91)*, Vol. 482 of *LNAI*, pp. 151–163, Porto, Portugal (1991), Springer Verlag
- [Sammut 96] Sammut, C.: Automatic construction of reactive control systems using symbolic machine learning, *Knowledge Engineering Review*, Vol. 11, pp. 27–42 (1996)
- [山川 06] 山川 宏, 市瀬 龍太郎, 太田 正幸, 加藤 義清, 庄司 裕子, 松尾 豊: Happy Academic Life 2006:研究者の人生ゲーム – ゲーム型キャリアデザイン学習教材の開発 –, 人工知能学会誌, Vol. 21, No. 3, pp. 360–370 (2006)
- [市瀬 07] 市瀬 龍太郎, 山川 宏, 庄司 裕子, 三浦 麻子: シミュレーション世界における行為者の模倣エージェントの作成と知識獲得支援, 合同エージェントワークショップ&シンポジウム (2007)
- [松田 02] 松田 稔樹: シミュレーション&ゲーミング手法の学校教育での活用に関する教育工学的考察, シミュレーション&ゲーミング, Vol. 12, No. 1, pp. 5–12 (2002)