

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 29 日現在

機関番号：12608

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650521

研究課題名(和文) ケースメソッドとゲーミングによる体験学習システムの効果測定と学習評価法

研究課題名(英文) Study on Measurement and Evaluation of Experience Learning Methods with Cases and Games

研究代表者

寺野 隆雄 (TERANO, TAKAO)

東京工業大学・総合理工学研究科(研究院)・教授

研究者番号：20227523

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：体験学習においては、ケースメソッドやゲーミングシミュレーションが有効とされている。しかし、体験学習の効果を測定する有効な方法は確立されていない。本研究では、ケースやゲームの学習において、品質管理、エージェント等の技術を適用し、学習効果を測定するとともに、教材の評価が実施できる手法を確立するための研究を指向した。結果をして次の3項目について成果を得た。1) ケース学習における学習状況を測定するペルソナ・コンジョイント法を提案した。2) 習熟度の測定のために、機械学習に基づくNKCSモデルを用いる手法を開発した。3) ケース学習中に得られる定量情報と質的データを利用する新しい学習評価方法を考案した。

研究成果の概要(英文)：In the experience learning literature, both case method and gaming simulation are considered useful. however, there have been very few studies to measure and evaluate the effectiveness of such learning methods. Based on the background, this study focuses on the development of evaluation methods by employing the theories on statistical method in quality management and agent based technologies in artificial intelligence. The results of the two years project are summarized as follows:
1) Proposal of "Persona-Conjoint Method" to measure the status of case learning processes; 2) Proposal of a measurement method of learners' learning levels with NKCS model, which comes from machine learning literature. and 3) Proposal of an evaluation method with both quantitative and qualitative data during learning processes of ordinary case method.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，科学教育

キーワード：体験学習 教師教育・科学コミュニケータ養成 ケースメソッド ゲーミング エージェント 機械学習 NKCSモデル ペルソナ・コンジョイント法

1. 研究開始当初の背景

高度職業人に対する社会人教育の充実が急務となっており、社会人大学院教育に関する要望、ならびに、それを担当可能な教師に対する需要は非常に高い状況である。ビジネス領域の体験学習においては、ケースメソッドやゲーミングシミュレーションの方法が有効とされている。しかしながら、従来、このような体験学習システムの良否を判定し、学習効果の測定を厳密かつ定量的に評価する方法は確立されていない。

我々は、社会人学生・大学生を対象に、マンガ教材を用いたケース学習、コンピュータ上のゲーミング環境を利用した体験学習に関する研究を長年実施してきた。

本研究では、ケースやゲームの設計において、品質管理、エージェント等の技術を適用することで、その学習効果を測定するとともに、教材の評価が実施できる新しい手法の探索を行い、教師教育に活かす。この基本的な考え方は、シナリオやシステムに測定項目を埋め込み、システムと学習者の双方から評価情報を得ることである。

2. 研究の目的

本研究は次の3点を具体的な目的とする：

- (1) マンガケース学習において体験学習シナリオを動的に管理し、学習プロセスをモニターすることによって、学習進捗状況を測定する科学的な方法論を指向すること。
- (2) コンピュータ支援ゲーミング学習環境において、機械学習エージェントを導入し、学習者の習熟度に適応可能なより効果的な体験学習システムをデザインすること。
- (3) ケースメソッドとゲーミングシミュレーションを融合した新しい社会人教育方法を提案し、教師が容易に学習をファシリテートできるフレームワークを指向すること。

本研究の学術的な特色は、まったく異なるとされてきたふたつの体験学習であるケースメソッドとゲーミングシミュレーションを、デザイン時に評価方法を作りこむという観点から考察することにより、学習データを分析し、学習進捗度を評価する方法を提案することにある。これにより、従来は定性的な評価が中心であった体験学習の評価に、品質管理やマーケティングで利用されている高度な分析手法の導入が期待される。

特に、明確な指針がない社会人を対象とす

る体験学習の領域において、学習指導者に客観的な評価指標を提供することは意義深い。これによって、体験学習を指導できる教師のレベルを上げていくことができる。

3. 研究の方法

本研究では、体験学習として主にマンガ教材によるケースメソッドとゲーミングシミュレーションのふたつを対象とする。そして、我々がこれまで長年にわたって実施してきたケースとゲーミングを融合する方法論、ならびに、ナラティブアプローチによる学習評価手法を発展させる。そして、ケースやゲーム学習シナリオを動的に変更・管理しながら、対話学習システム上で質的データを収集し、データマイニング手法で学習者の学びの変化を測定する方法を確立する。

具体的な研究項目は以下のとおりである：

- (1) マンガケース学習において学習進捗状況を測定する方法論

マンガケースの開発においては、キャラクターや背景のデザイン時に、さまざまな情報を意図的に埋め込むことが可能である。学習効果の測定・評価を容易にするためには、この作業を系統的に行う必要がある。従来手法では、意思決定条件の増加などによりこのような作業は不可能であった。そこで、マーケティング分野で利用されているペルソナ法、品質管理分野で行われている直交表分析法などを適用する。このような手法が体験学習の領域で適用された研究は報告されておらず、実験的な評価が重要となる。実際のマンガ教材を用いた評価実験を実施する。

- (2) ゲーミング学習環境における、習熟度に適応可能なシステムのデザイン

我々の提案した学習分類子システムを利用したエージェントシステムや強化学習などの動的な環境に適用的に学習可能な方式を採用する。ゲーミングシミュレーションの場合は、通常の機械学習と異なり、長期間にわたる均一な学習データを得ることが不可能である。

ここに本研究の理論的な難しさが存在する。これに対しては、概念学習の枠組みを放棄し、人工知能の学習理論において発展が著しい逐次的に適応する反射型エージェントを中心とした仕組みを実現する。

- (3) ケースメソッドとゲーミングシミュレーションを融合した新しい体験学習の提案

従来の研究成果を発展させ、さまざまな

ケース教材とゲーミングシミュレーションを融合する教育方法を提案する。このためには、シナリオの動的な管理機能が重要となる。本項目に関する研究の実施により、ゲーミングシミュレーションの長所である動的な環境の変化に対する柔軟性を活かすことができる。また、短所である現実の状況からの乖離に対しては、ケースメソッドの長所である、現実のケースに基づいた記述によって対応できるようになる。

特に、ソフトウェアエージェントの特性パラメータを変更し、被験者の属性を変更することで、異なる組織や背景をもつ環境での実験が可能になる。従来の研究では、教育者が、異背景の異なる学習者を指導し、共同学習の結果分析には、アンケートデータの統計処理がおもに採用されてきた。本研究では、シミュレーションの実施とケースの分析という新しい方法論で接近する。

4. 研究成果

結果として次の3項目について成果を得た。

- (1) ケース学習における学習状況を測定するペルソナ・コンジョイント法を提案した。

ペルソナ・コンジョイント法(Persona Conjoint Method; PCM)とは、ケース学習などの従来測定しにくかった教育の場において、学習者の認知の変化を間接的に測るための手法である。この方法は、製品デザイン手法であるペルソナ法とマーケティング調査分析手法であるコンジョイント分析の組み合わせから成る(学会発表[13], [26], [29])。

実際のケース学習やゲーミング学習、また、社員の意識調査などの分野において、PCMを適用し、学習状況の測定に有効であることを確認した(学会発表[4],[7],[12],[18],[22])。

- (2) 習熟度の測定のために、機械学習に基づくNKCSモデルを用いる手法、ならびに、学習分類子システム(Learning Classifier System)を利用する手法を開発した。

NKCSモデルとは、生物の共進化を範として、Stewart Kaufmannが提案した数理的なモデルである。2種類のエージェントが情報を交換しながら内部状態を変化させていくモデルであり、これによって、学習状況における複雑なランドスケープの変化を測定することができるようになる。我々は、このような状態変化を観測し、デザインできるようなエージェントシミュレーションのための算法を実現し、サービス領域においてその有用性を確認した(雑誌論文[1], 学会発表[8],

[17])。

LCSの利用にあたっては、多くのエージェントが情報交換を行いつつ、知識の共有化をはかり、系全体の学習が動的に進行するような方式(学会発表[23])として、予測型マルチエージェント学習分類子システム(XOLCS)を実現した。これは、ヒューマン・マシン・ハイブリッド・システム全般に利用可能な、機械学習システムであり、百万エージェントにおよぶ大規模システムに適用可能である(学会発表[1])。

- (3) ケース学習中に得られる定量情報と質的データを利用する新しい学習方法を提案した。

実際の事例に基づいたエージェントシミュレーション(雑誌論文[2],[3],[4],[5], 学会発表[6],[9],[19],[24],[25])やゲーミングシミュレーション(学会発表[3],[5])の結果を利用して、仮想ケースを作成することに特長がある(学会発表[11],[14],[28])。これにより、現実の事象に対するモデルの説明力を向上させるとともに、発生する可能性のある架空のケースを学習できるようになる(学会発表[16],[20])。本手法によって、社会人むけのケース学習の適用性を広げることが可能となる(学会発表[2],[10],[30], 図書[1])。

また、英語学習において相互評価を実施する方法を提案し、これに、ケース学習に利用できるように図式表現法と複雑度評価法を適用した(雑誌論文[6], 学会発表[3],[6],[15],[21],[27],[31])。

5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計 6件)

- [1] 木嶋恭一, 出口弘, 寺野隆雄: サービスのためのシステム・サイエンス. 情報処理-特集: システム科学・情報学から見たこれからのサービスサイエンス-, Vol. 55, No.2, pp. 126-131, 2014年2月. (査読有)
- [2] 小西憲治, 山田隆志, 吉川厚, 寺野隆雄: 社会ネットワーク理論に基づくソフトウェア開発プロジェクトの成功要因の実証分析. 経営情報学会誌, Vol. 22, No. 3, pp.159-182, 2013. (査読有)
- [3] 寺野隆雄: 社会システムの研究動向1-世界と日本の事情- 計算機科学と社会科学のはざままで生きる社会シミュレーション. 計測と制御-特集: 社会シミュレーション&サービスシステムが目指す社会-, Vol. 52, No. 7, pp. 568-573, 2013年7月. (査読有)
- [4] Satoshi Takahashi, Tomomi Kobayashi, Masaaki Kunigami, Takashi Yamada,

Gaku Yamamoto, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano: Relations between Partial Diversity and Organizational Performance in an Organization. SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration (SICE JCMSI), Vol. 6, No. 2, pp. 147-156, March 2013. (査読有)

- [5] Chao Yang, Setsuya Kurahashi, Isao Ono, Takao Terano: Pattern-Oriented Inverse Simulation for Analyzing Social Problems: Family Strategies in Civil Service Examination in Imperial China. Advances in Complex Systems, Vol. 15, No. 7, 1250038, 2012. (Web 公開, 査読有)
- [6] Sayuri Yoshizawa, Takao Terano, Atsushi Yoshikawa: Assessing the Impact of Student Peer Review in Writing Instruction by Using the Normalized Compression Distance. IEEE Transactions on Professional Communication, 10.1109/TPC.2011.2172833, Vol. 55, No. 1, pp. 85-96, 2012. (査読有)

[学会発表](計 31 件)

- [1] Mhd Irvan, Na Chang, Takao Terano: Designing a Situation-aware Movie Recommender System for Smart Devices. Proc. The Sixth International Conference on Information, Process, and Knowledge Management (eKnow 2014) pp. 24-27, March 2014 (Barcelona, Spain, 3月23日~3月27日).
- [2] Tomomi Kobayashi, Satoshi Takahashi, Masaaki Kunigami, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano: How can Start-up Business Firms Keep the Motivations of Employees? -Analyzing Organizational Management Strategies through an Agent Based Model-. Proc. The Sixth International Conference on Information, Process, and Knowledge Management (eKnow 2014), pp. 173-178, March 2014 (Barcelona, Spain, 3月23日~3月27日).
- [3] Tomoaki Masuda, Takeyori Nabeta, Toshiki Fujino, Manabu Ichikawa, Takao Terano: Discover Tomorrow: You are Applicants of the Games of the XXXII Olympiad. Proc. 41-st Annual Conference of Association for Business Simulation and Experiential Learning (ABSEL 2014), p.32, March, 2014 (Orlando, USA, 3月19日~3月21日)
- [4] Yoshihiro Sasaki, Masaaki Kunigami, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano: Persona Design Method: Investigating What They Feel about Business Leasers. Proc. 6-th JPAIS/JASMIN International Meeting 2013 - Current Issues and Challenges in IT Enabled Services in Japan, (An Official Ancillary Meeting of the 2013 International Conference on Information Systems (ICIC)), pp. 21, 22, Dec., 2013(Milano, Italy, 12月18日~12月18日).
- [5] 増田知昭, 鍋田武頼, 藤野俊樹, 市川学, 寺野隆雄: オリンピック誘致ゲームにおける体験学習. 日本シミュレーション&ゲーミング学会全国大会論文報告集 2013年秋号, pp. 36-40, 2013年12月(仙台, 12月7日~12月8日).
- [6] Toshiki Fujino, Masaki Kitazawa, Takashi Yamada, Masakazu Takahashi, Gaku Yamamoto, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano: Analyzing In-Store Shopping Paths from Indirect Observation with RFID Tag Communication Data. Proc. 10th International Conference on Innovation and Management (ICIM 2013), p. 38, Dec. 2013 (Sao Paulo, Brazil, 12月2日~12月4日).
- [7] Yoshihiro Sasaki, Masaaki Kunigami, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano: Persona Design Method for Evaluating Business Skills. Proc. 10th International Conference on Innovation and Management (ICIM 2013), p. 58, Dec. 2013 (Sao Paulo, Brazil, 12月2日~12月4日)
- [8] Chathura Rajapakse, Takao Terano: An Agent-based Implementation of Service System Interactions based on the ISPAR model Proc. The 8th International Workshop on Agent-based Approach in Economic and Social Complex Systems (AESCS2013), pp. 159-170, Sept. 2013 (東京, 9月11日~9月13日).
- [9] Masaki Kitazawa, Takashi Yamada, Masakazu Takahashi, Takao Terano: Agent-Based In-Store Simulator for Customer Pedestrian Behaviors in a Supermarket. Proc. The 8th International Workshop on Agent-based Approach in Economic and Social Complex Systems (AESCS2013), pp. 182-189, Sept. 2013 (東京, 9月11日~9月13日).
- [10] 大黒孝文, 舟生日出夫, 竹中真希子, 山本智一, 楠房子, 寺野隆雄, 稲垣成哲: 実験操作技能を高めるマンガケースメソッド教材の開発. 日本理科教育学会第63回全国大会発表論文集, PO-002, p. 442, 2013年8月(札幌, 8月10日~8月11日).
- [11] Takao Terano, Tomomi Kobayashi,

- Satoshi Takahashi, Masaaki Kunigami, Atsushi Yoshikawa: Case Meets Agent-Simulation: Toward Model-Based Case Development in a Service Domain. Proc. 2013 Frontier in Service Conference, p.10, July, 2013 (台北, 7月4日~7月7日).
- [12] 内田瑛, 寺野隆雄, 吉川厚: 登場人物の役割認識に基づいた学習効果の測定. 2013年度人工知能学会全国大会(第27回)論文集, 4J1-0S-23-3, 2013年6月(富山, 6月4日~6月7日).
- [13] Yasuaki Sasaki, Hikaru Uchida, Masaaki Kunigami, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano: Exploring your Business Leaders through Virtual Characters. Proc. 5th Int. Conf. on Information, Process, and Knowledge Management (eKNOW2013), pp. 40-44, 2013. (Nice, France, 2月24日~3月1日)
- [14] Tomomi Kobayashi, Satoshi Takahashi, Masaaki Kunigami, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano: Is There Innovation or Deviation? Analyzing Emergent Organizational Behaviors through Agent Based Model and a Case Design. Proc. 5th Int. Conf. on Information, Process, and Knowledge Management (eKNOW2013), pp. 166-171, 2013 (Nice, France, 2月24日~3月1日).
- [15] 吉澤(渡邊)小百合, 國上真章, 高橋聡, 吉川厚, 寺野隆雄: ピクトグラムを利用した英作文学習の視覚化と改善手法. 2012年度認知科学会第29回大会, P3-19, pp. 673-680, 2012 (仙台 12月12日~12月15日).
- [16] Tomomi Kobayashi, Satoshi Takahashi, Masaaki Kunigami, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano: Analyzing Organizational Innovation and Deviation Phenomena by Agent Based Simulation and Case Design. Proc. 9-th International Conference on Innovation and Management (ICIM 2012), pp. 778-791, 2012, (Eindhoven, Netherlands, 11月14日~11月16日)
- [17] Chathura Rajapakse, Takao Terano: A Computational Model for Service Systems Based on Kauffman's NKCS Architecture. Proc. International Symposium on Soft Computing sponsored by ASPIRE League, CD-ROM, 2012 (横浜, 11月8日~11月9日).
- [18] 佐々木康浩, 吉川厚, 寺野隆雄: シミュレーションによる組織の状況に対応したITリーダーの効率的な育成方法の試案. Proc. JAWS 2012, 81 in Memory, 2012 (掛川, 10月24日~10月26日).
- [19] 木村幸平, 山田隆志, 吉川厚, 山本学, 寺野隆雄: エージェント・ベース・モデルによるイノベーション要因の分析. Proc. JAWS 2012, 42 in Memory, 2012(掛川, 10月24日~10月26日).
- [20] 小林知巳, 高橋聡, 國上真章, 吉川厚, 寺野隆雄: エージェントシミュレーションでケースを説明する Proc. JAWS 2012, 62 in Memory, 2012 (掛川, 10月24日~10月26日).
- [21] Sayuri Yoshizawa-Watanabe, Masaaki Kunigami, Satoshi Takahashi, Takao Terano, Atsushi Yoshikawa: Pictogram Network: Evaluating English Compo-Skills. Proc. IEEE IPCC 2012, No. 86, CD-ROM, 2012 (Orlando, USA, 10月8日~10月10日).
- [22] Hikaru Uchida, Masaaki Kumigami, Akiko Orita, Takao Terano, Atsushi Yoshikawa: Persona Conjoint Method: Measuring Learners' Latent Understandings and the Effect of Stereotypes in Complex Business Situations. Proc. Grace Hopper Celebration of Women in Computing (GHC2012), 2012 (Baltimore, USA, 10月3日~10月6日).
- [23] 寺野隆雄: 「人を育てるシステム」のための機械学習技術. 材料とプロセス, Vol. 25, No. 2, 鉄鋼協会第164回秋季講演大会, 討論 34, pp. 685-686, 2012 (松山, 9月17日~9月19日).
- [24] Yamada Takashi, Takao Terano: A Computational Study of Rule Learning in "Do-It-Yourself Lottery" with Aggregate Information. Proc. World Congress on Social Simulation, 12pp. No. 53 in CD-ROM 2012 (台北, 9月4日~9月7日).
- [25] Takao Terano: Rewinding the History of the Chinese Civil Servant Examination System through Agent-Based Modeling with High Performance Computers. Proc. BIT's 1st Annual World Congress of Emerging Infortech-2012, p.339, 2012 (大連, 中国, 8月28日~8月30日).
- [26] Hikaru Uchida, Akiko Orita, Masaaki Kunigami, Takao Terano, Atsushi Yoshikawa: Measuring Learners' Awareness through Persona-Conjoint Method. Proc. 34th Annual Cognitive Science Conference, Poster Session 2-63, 2012 (札幌, 8月1日~8月4日).
- [27] Sayuri Yoshizawa-Watanabe, Masaaki Kunigami, Satoshi Takahashi, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano: Pictogram Network to Support English Composition Instructors. Proc. 34th Annual Cognitive Science Conference, Poster session 3-160, 2012 (札幌, 8月1日~8月4日).
- [28] Takao Terano, Tomomi Kobayashi, Satoshi Takahashi: Is This a Good

Service? - Analyzing Service Levels of Individuals and Organizations through Agent-Based Modeling. 2012 Frontier in Service Conference, Session # 269, 2012 (Maryland, USA, 6月14日~6月17日).

[29] 内田瑛, 折田明子, 國上真章, 寺野隆雄, 吉川厚: 学習における気づきの変化を測る. 2012年度人工知能学会全国大会(第26回)論文集, 1F2-OS-11-6, 2012 (山口, 6月12日~6月15日).

[30] 折田明子, 吉川厚, 寺野隆雄: マンガ教材によるグローバルなビジネス教育の実践. 2012年度人工知能学会全国大会(第26回)論文集, 1P2-OS-9a-6, 2012(山口, 6月12日~6月15日).

[31] 吉澤小百合, 國上真章, 高橋聡, 吉川厚, 寺野隆雄: ピクトグラム・ネットワークによる作文改善支援. 2012年度人工知能学会全国大会(第26回)論文集, 2L1-R-12-4, 2012 (山口, 6月12日~6月15日).

〔図書〕(計 1 件)

[1] Tomomi Kobayashi, Satoshi Takahashi, Masayuki Kunigami, Atsushi Yoshikawa, Takao Terano: A Unified Agent-Based Model to Analyze Organizational Deviation and Kaizen Activities. in Francien Dechesne, Hiromitsu Hattori, Adriaan ter Mors, Jose Miguel Such, Danny Weyns, Frank Dignum (Eds.): Advanced Agent Technology -Proc. AAMAS 2011 Workshops-, LNAI 7068, Springer Verlag, 506 (384-395), 2012.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)
なし

〔その他〕

ホームページ等
<http://www.trn.dis.titech.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

寺野 隆雄 (TERANO TAKAO)
東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授
研究者番号: 20227523