

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月18日現在

機関番号：12612  
 研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2010～2012  
 課題番号：22500912  
 研究課題名（和文） ウェブ学習環境における参照履歴の構造化による理解モデルマイニングの研究  
 研究課題名（英文） Study of mining models of understanding by structuring reference history under Web learning environment  
 研究代表者  
 渡辺 成良（WATANABE SHIGEYOSHI）  
 電気通信大学・名誉教授  
 研究者番号：90008532

研究成果の概要（和文）：ウェブ学習のページ参照関係をノードとエッジで構成した状態遷移モデルを、150名以上の参照履歴データの統計処理によって抽出するプラットフォームを完成させ、成果を Global Learn Asia Pacific 2011 で発表した。次にウェブ学習者が期待する支援内容のアンケート分析結果から、参照ページの状態遷移関係の類似性をもとに学習者の知識状態を推定する理解モデルマイニングを考案し、学習の継続が困難となった学習者に対して、状態遷移モデルからこれまでの学習遷移過程にもっとも近い候補を検出して学習者に提示する方法を確立した。この成果はSITE2013円卓会議で説明した。

研究成果の概要（英文）：We realized the idea of the state transition model that composed page reference relation of the learner by the node and the edge. Then by the statistical work of reference histories of more than 150 Web learners, we completed the platform that structures and extracts the state transition model. The result was published in the international conference proceedings of Global Learn Asia Pacific 2011. Based on the answers of Web learners to questionnaires about the content of support, we designed the mining models presumed learner's state of knowledge, and out of a large amount of learner's reference histories a state transition candidate that is the nearest to a current transition process of learning was retrieved, and displayed to the learner from whom the continuance of learning became difficult. We explained this result at the SITE2013 round table conference.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教科教育学・教育工学

キーワード：eラーニング、学習支援、データマイニング、Web学習、理解モデル

## 1. 研究開始当初の背景

ウェブ学習教材を授業で用いる教育が普及してきている。ところが、学習履歴データ

が学習者毎に得られるにもかかわらず、その膨大な量のデータの有用な利用法が確立し

ていないために、学習者への支援方法は教員や補助者による助言に頼ることが多く、学習者毎のきめ細かな支援の要求に応えられていない。我々は1990年頃から、ウェブ学習者のコンピュータ支援について、人工知能による知的支援や、学習者のウェブ教材参照履歴の静的あるいは動的分析、学習エージェントなどの研究を進め、国内外に研究成果を公表してきた。最近、ビッグデータ解析が注目され、有用な情報を掘り出すデータマイニングの研究が進んできた。膨大な数の消費者データから、共通する嗜好や傾向を分析し、ユーザのニーズに適切に対処しようとする考えは、教育・学習環境での教師や学生のニーズへの対応に有効に働くと推定できる。そこで、本研究はこれらを融合してコンピュータによる教育支援の新しい方法を提案する。

## 2. 研究の目的

本研究は、eラーニング学習環境で提供されるウェブページ教材の学習者を対象に、ウェブ構造マイニング<sup>1)</sup>により知識抽出を行って学習者の理解モデルを推定する方法を確立し、学習者との相互作用をこれまでよりも多様に行えるようにすることを目的とする。具体的には、1. 学習者のページ参照関係をノードとエッジで構成した状態遷移モデルに構造化して、2. 学習者の症状(誤理解など)を観察して遺伝子機能推定をはかるノックアウトスタディ<sup>2)</sup>を適用し、3. 参照ページの状態遷移関係からターゲットに選んだページを欠損させる(ノックアウト)ことにより、4. 学習者に予想される症状の推定を可能にするような、理解モデルマイニングを提案する。

1) M. Henzinger, "Link Analysis in Web Information Retrieval", IEEE Bull. of the Tech Committee on Data Engineering, Vol. 23, No. 3, pp. 3-8 (2000).

2) 松永務, "情報間参照構造に基づく関係性

解析による疾患関連遺伝子の探索(データマイニング)", 電子情報通信学会論文誌. D-I, 情報・システム, I-情報処理 J87-D-I(11), pp. 991-1000 (2004)

## 3. 研究の方法

学習者のページ参照関係をノードとエッジで構成した状態遷移モデルに構造化して、ウェブ学習者の多数の参照履歴の統計処理による状態遷移モデルを抽出するプラットフォームプログラムを作成する。次に、この実験結果を分析し、ウェブ学習者は知識の欠落の指摘や解法知識の提示などの支援方法について、実際に期待する支援内容についてのアンケートを取る。その結果、ノックアウトスタディのような誤理解モデルに基づく知的支援よりも、行き詰まり解消に向けた次の行動の提示を望むことが分かった。そこで、参照ページの状態遷移関係の類似性をもとに学習者の知識状態を推定する理解モデルマイニングを考案し、この対話環境を構築すれば、学習者がウェブ学習を継続するために有用になるであろうと判断した。そこで学習の継続が困難となった学習者に対して、同じウェブ教材を学んだ学習者の大量の状態遷移データから、この学習者のこれまでの学習遷移過程にもっとも近い状態遷移データ候補を検索して、学習者に提示する対話環境サジェスタを設計した。

## 4. 研究成果

ウェブ学習者の多数の参照履歴を統計処理し、その数値を用いた状態遷移モデルを作成するアルゴリズムを造り、プラットフォーム完成させた。実際に、理解モデルを取り出すために150名以上の受講学生データから遷移確率を計算し、学習者の要求に対して、その学習者のこれまでの学習遷移過程をもとに、遷移確率が高い状態遷移データ候補を検

索して、学習者に提示する対話環境サジェスタを構築した。この成果を Global Learn Asia Pacific 2011 で論文発表した。さらに、このプラットフォームを改良して第二回の実験を行い、14名の学習者の対話結果を分析してシステム評価を行った。事前テストを14名の学生に対して行い、平均点がほぼ等しいグループAとBに分けた。グループAにはサジェスタが使えるが、グループBには自己学習の環境だけであった。全員にウェブ学習させ、事後試験(5問)を行った。両グループの問題回答結果を表に示す(各問10点満点)。グループAの学生A7が極端に悪い成績のために、サジェスタの有効性は示せなかった。この学生とグループBの最低点の学生B3を除いて6名の平均点で比較すると、あきらかに提案手法が成績の向上に有効であった。この成果は SITE2013 円卓会議で説明した。提案方法は次に開くべきウェブ学習教材が分からない学習者、特に初心者には有用性が高いことが示せたといえる。

グループ A

学生	問1	問2	問3	問4	問5	平均
A1	8	3	2	6	7	5.2
A2	8	10	8	9	6	8.2
A3	8	7	9	7	8	7.8
A4	10	2	7	4	4	5.4
A5	8	5	2	10	8	6.6
A6	10	10	7	6	9	8.4
A7	7	1	0	0	1	1.8
平均	8.43	5.43	5.00	6.00	6.14	6.2

グループ B

学生	問1	問2	問3	問4	問5	平均
B1	8	2	1	4	9	4.8
B2	10	8	6	3	4	6.2
B3	5	4	4	7	2	4.4
B4	10	5	6	6	8	7.0
B5	10	6	5	1	7	5.8
B6	8	7	5	4	8	6.4
B7	8	10	9	8	9	8.8
平均	8.43	6.00	5.14	4.71	6.71	6.2

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

1. 仲田知弘, 高玉圭樹, 渡辺成良, “エージェントベースシミュレーションを用いた国際排出権取引市場における時系列データの分類法の提案”, 計測自動制御学会論文集, Vol. 46, No. 9, pp. 555 - 561, 2010.9

2. Tomohiro Nakada, Keiki Takadama, Shigeyoshi Watanabe, “Bayesian Analysis Method of Time Series Data in Greenhouse Gas Emissions Trading Market”, In: Shu Heng Chen, Takao Terano, Ryuichi Yamamoto (Eds), Agent-Based Approaches in Economic and Social Complex Systems VI: Post-Proceedings of the AESCS International Workshop 2009 (Agent-Based Social Systems), Springer-Verlag, pp.147-159, 2011.3.

3. Tomohiro Nakada, Keiki Takadama, Shigeyoshi Watanabe, “Analysis of Emission Right Prices in Greenhouse Gas Emission Trading via Agent-Based Model”, The Journal for International Transactions on Systems Science and Applications, pp.1-15, to be appeared

[学会発表] (計2件)

1. Shigeyoshi Watanabe and Takehiro Nakamura, “Using Log Data of E-Learners Obtained by Educational Data Mining to Provide Relevant Information to Individual E-Learners”, Global Learn Asia Pacific 2011-Global

Conference on Learning and Technology,  
30, March, 2011, Melbourne, Australia

2. Tomohiro Nakada, Keiki Takadama,  
Shigeyoshi Watanabe, “Decision-making  
Model Using XCS in Artificial Market”,  
IEEE CEC’2011 Workshop on Agent-Based  
Computational Economics and Finance  
(CEC2011), CD-ROM, pp.1-5, New Orleans  
U.S.A, June 2011.

〔口頭説明〕（計 1 件）

Shigeyoshi Watanabe, “Application of  
Learning Log Data on iPad”, SITE2013  
24th International Conference  
(Introduced in Round-table), 26, March,  
2013, New Orleans, LA, U.S.A.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渡辺 成良 (WATANABE SHIGEYOSHI)

電気通信大学・名誉教授

研究者番号：90008532

### (2) 研究分担者

織田 健 (ODA TAKESHI)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・助  
教

研究者番号：30260540