

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24年 6月12日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500908

研究課題名（和文） 学習教材向け二方向遷移推薦方式における適応型推薦技術に関する研究

研究課題名（英文） Research on Adaptive Recommendation Technology in Bidirectional Recommendation System for Learning Web Digital Texts

研究代表者

和田 雄次 (WADA YUJI)

東京電機大学・情報環境学部・教授

研究者番号：30366398

研究成果の概要（和文）：既存のeラーニングシステムは教材を単純に並べたものが多く、その利点が見当たらない。従前から研究してきた個別復習支援システムAIRSでは、学習者に適したコンテンツを学習者の履歴データに基づき推薦する機能を提供している。しかし履歴データが蓄積されていない環境では推薦できないという欠点がある。それを解決する手法として提案した属性相関手法の評価実験を先ず行い、次にその評価結果から新たに協調属性手法を提案し、評価実験を行った。

研究成果の概要（英文）：Existing e-learning systems do not show advantages, because of simply enumerating the teaching materials. In our developing “An Individual Reviewing System(AIRS)”, optimal contents for learners are recommended using Collaborative Filtering method. However, Collaborative Filtering method has disadvantages in that unless sufficient historical data is available, recommendation may not be possible. To overcome this disadvantage, we first experimented and evaluated our proposed recommendation method called “Attribute Correlation Method”. Then, we improved this method before developing a new approach named “Collaborative Attribute Method”. Finally, we again evaluated its effectiveness.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：データベース技術

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：教育工学、授業学習支援、データマイニング、レコメンデーション、コンテンツ

1. 研究開始当初の背景

(1) eラーニングシステムなどを活用した大学や高校などの教育現場における課題の一つとして、復習者の特性、例えば現在および過去の学力水準、過去の学習履歴、将来の進路、得意・不得意科目、趣味嗜好、性格、

体力、健康状態などを考慮した最適な復習教材を推薦できるか否かという点がある。

(2) そこで、その推薦を実現するための方式として、こうした復習者の特性を多次元データベース化したデータウェアハウスを構築

して、このデータウェアハウスに対してデータマイニング技術（例えば、相関ルール法、決定木法、協調フィルタリング法など）を適用することにより得られる学習規則性に基づき、復習者にとって最適な復習教材を自動的に推薦する技術が必要となってきた。

(3) しかしながら、データマイニング技術を応用して最適教材を推薦する技術はまだ研究の緒についたばかりであり、教育現場での実用化はまだまだ程遠いのが実状である。

2. 研究の目的

(1) eラーニングシステムなどを活用した大学や高校などの教育現場において、学生の学力を向上させるための手段として、学生自身による予習、座学の演習や実習、発表、討論、試験、そして学生自身の復習などがある。

(2) 本研究はこうした手段の中の「学生自身の復習」に焦点を集めて、復習者の学習意欲（モチベーション）を喚起しながら復習効率を高める方式を研究することが目的である。

3. 研究の方法

本研究は3年間掛けて、段階的に実施した。
(1) 平成21年度は、従前の二方向遷移推薦方式を実際のeラーニング環境で使用することにより、復習者の特性をデータマイニングして推薦する際の操作面と機能面からの問題点を抽出した。その結果から、新たな協調学習推薦機能を提案し、協調学習推薦システムをプロトタイプ化した。

(2) 平成22年度は、先ず、復習者に固有な特性をデータマイニングするために、復習者ごとの学習履歴情報などを収集した。次に、その情報に対して協調学習推薦機能の核である「属性相関手法」を提案して、その有効性を評価するための実験を行った。

(3) 平成23年度は、先ず、前年度に実施した評価実験の結果から「属性相関手法」を改良した適応型推薦技術推薦機能の核となる「協調属性手法」を提案し、プロトタイプ化した。次に、昨年度と同様な学習履歴情報に対して「協調属性手法」の推薦機能を適用して、その有効性を評価するための実験を行った。

4. 研究成果

(1) 協調学習推薦システム

① 多くの高等教育機関や企業研修において、eラーニングが盛んに取り入れられ、発展してきた。適応型ハイパーメディアシステムAHSの一部を利用して学習者に適応した学習コースを推薦するシステムでは、従来に比べ

学習効果が高い事が実験結果から確認されたが、オンライン小テストの結果を基にする為、学習者には負担がかかる。また、学習履歴を基に関連性の高い教材コンテンツを推薦する二方向推薦方式は、教材コンテンツの配置する順序に関係なく関連性の高い教材コンテンツが推薦される事や、アンケート調査によって学習時間が短縮出来る事が確認できた。これらの事から学習者に負担をかけず、尚かつ学習者に適応した情報推薦が必要である。

② そこで本研究では学習履歴情報の閲覧回数が多い教材コンテンツである程つまずき易い箇所と仮定し、その教材コンテンツを学習傾向が類似している学習者に「苦手科目を克服する為に必要な教材」として推薦する協調学習推薦システムを提案した。加えて、学習履歴情報を持たない新規学習者には、属性データによる類似嗜好者抽出手法を提案した。

③ 提案方式の特徴は苦手箇所が類似している学習者を発見し、苦手を克服した情報を推薦する事である。図1にその全体の流れを示す。基データに学習履歴を用い、協調学習推薦システムによって教材コンテンツが推薦される仕組みである。また、学習履歴を持たない新規学習者は属性情報を使用した推薦を行う。

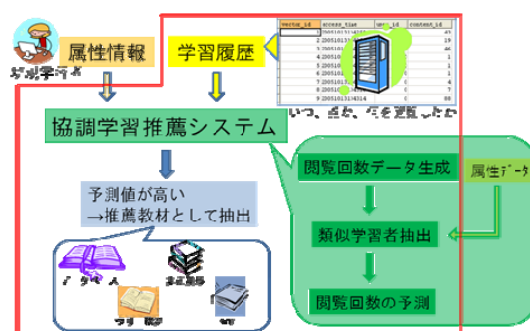


図1. 協調学習推薦システム

④ 本研究では学習者の苦手克服に貢献する教材を推薦するシステムの開発を行った。実験では各学習者に対する推薦教材の抽出を行い、未知の教材が推薦される可能性を示した。また、新規学習者に対する推薦方法において、属性情報の体系化、及びアルゴリズムを提案した。今後の課題は推薦教材が苦手克服に貢献する教材であるかどうかについて分析を行うと共に、新規学習者に対する推薦方式の開発である。

(2) 属性相関手法

① 時と場所を選ばずに学習できるeラーニングは大学や企業研修等で普及し発展してきた。しかし既存のシステムの多くは教材を

単純に並べたものや、オンラインテストの実施に留まる等、学習に関してeラーニングならではの利点が見当たらない。個別復習支援システム AIRS では、学習者毎の学習志向にあったコンテンツの提供を行っている。これはその学習者に適したコンテンツを、その学習者の履歴データや他学習者の履歴データによって学習を効率化させるアルゴリズムを利用している。しかし履歴データが蓄積されていない時点で推薦には対応できないという欠点がある。

②そうした欠点を解決する手法として属性相関手法を提案した。協調学習推薦は学習者の履歴をベースに推薦コンテンツを選定するものであるため、学習履歴が存在しない学習者や学習履歴が一定以上蓄積されていない学習者（以下、新規学習者）に対してうまく類似学習者を抽出できず、結果として精度の高い推薦結果を提示することができない。そこで新規学習者の背景情報を収集し属性データとして扱い、推薦を行う学習者と属性データが似通っている属性類似者の抽出を行う手法を提案した。

③属性データはメタデータ、例えば年齢、性別、趣味嗜好、得意科目、苦手科目などの個人情報から取得する。これらは学習履歴が無くとも新規学習者が必ず保持している情報になる。属性データは各データ間で関連性がある。例えば、高校教育においてライティングと物理に関連性は見出せないが数学 IA と物理には理系科目という点において一定の関連性が見出せる。このように属性データの内部を体系化して表現する必要があると考える。これは学習履歴と比較して利用できる属性データの量が少ないことが予想されるからである。

④学習属性の場合、例えば高校における教育を例にとると、授業科目をルートノードとして、子ノードを理系と文系という系統、さらにその子ノードに大まかな授業区分、さらにその下にはより詳細な授業の名称と定義付けられ、階層化される。下の層に移るにつれデータの具体性が上がるので、情報としての重みが増していく。この重みを、ルートノード直下の第一層を0.5点、以下層を下る毎に1点、2点、4点と2倍ずつ増える点数で表現する。

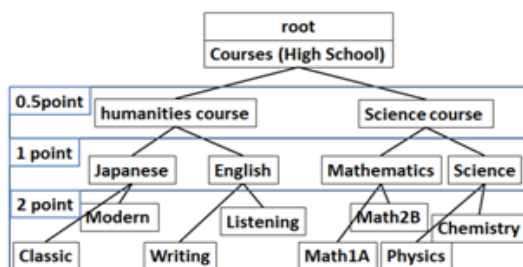


図2. 属性データの階層

これは深層部の評価値を高めるためである。図2は学習に関する属性データを体系化した例である。これを「学習」や「職種」などと、評価に必要な属性の種類だけ作成する。⑤次に、属性相関手法による被験者実験を実施、評価した。表1はその実験結果であり、数値はそれぞれの属性類似者と類似学習者の順位との間で順位相関を取ったものをグループ全体の平均を取ったものである。表1に示すように、どちらも平均は|0.1|以下であったため相関なしということになり有意な結果は得られなかった。また、学習属性と趣味属性では誤差ほどの差異しか無かったため、仮説は否定された。標準偏差も一つを除いて0.2以下にまとまっているため、この結論は妥当であると考えられる。

表1 属性相関手法の実験結果

	学習属性	趣味属性	総合属性
順位相関平均	-0.077	-0.044	-0.095

⑥このような結果になった原因を考えると、属性データの量が不足していたという可能性が浮かび上がる。そこで被験者のデータを個別に見ると、属性相関による順位において、同率順位の発生が被験者の多くに対して確認された。中には趣味属性が他被験学習者全員に対して一律の数値が出てしまい順位相関が求められないケースも数例あった。だがサンプルデータが少なかったとはいえ相関係数の平均の値が0に近かった結果は無視できない。もう一つの問題は推薦するコンテンツと属性データの関係が不明な点にある。属性データは客観的に信頼性が不明である。

(3) 協調属性手法

①属性相関方式による実験では有用性が確認できなかった。そこで、背景情報を属性データとして利用した。新しい学習者の抽出手法として協調属性手法を提案した。

②学習者の背景情報を属性データとして利用する点は属性相関手法と変わらない。そのデータを体系化して利用するのが属性相関手法であったが、本手法は体系化を行わず、そのまま利用し、学習履歴による学習者間の類似度と属性データを参照して学習者間の類似度を推測するものである。

③属性データ間による類似度を求めるために、事前に属性データ間の類似度を算出する。例えば、既にある程度の学習履歴が蓄積されているユーザIとJがいるとする。彼らの属性データは新規学習者の時に取得しているため、この段階で学習履歴類似度とそれぞれの属性データが存在している。属性データ数は特に決定されていないが、ここでは仮に A

とBの二つが用意されているとする。この二人の間の学習履歴類似度をXだとすると、この二人の属性の組み合わせに類似度Xがあるものだと考える。概略を図3に示す。

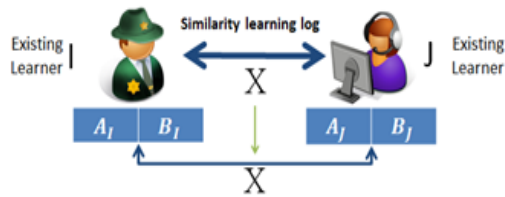


図3. 属性データ間の類似度

この二種類の属性に、同種類の属性同士の相関値を、それぞれXの半数だけ与える。この属性同士の組み合わせが他の既存学習者同士の間でも見られた場合は、値の平均をとる。この相関値をデータベースに蓄積させていく。図4に、属性の相関値の計算方法を示す。

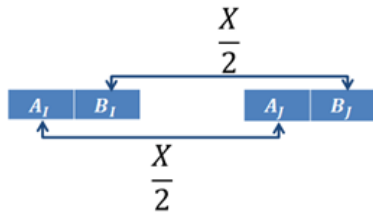


図4. 属性の相関値計算

④学習履歴類似度がない新規学習者に実際に推薦する際は、図5に示すように、蓄積された属性データ間の類似度を参照し、最も属性データ間の類似度が高い組み合わせになる学習者を属性類似者として抽出し、コンテンツを推薦する。

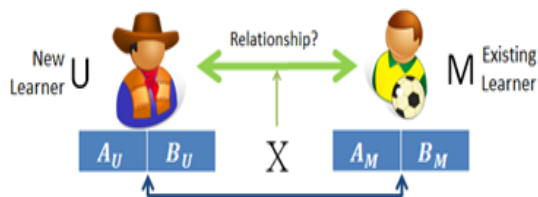


図5. 属性類似者の抽出

⑤属性相関方式は図2に示したように、属性を体系化して点数を加算していったが、協調属性方式は信頼性のある学習履歴類似度をリソースとして属性間の類似度を測っているため、データの信頼性向上が期待できる。逆に、協調フィルタリングと似たアプローチを取っているため、蓄積されたデータ量が少ない状況だと同じように推薦精度が下がってしまう。

⑥属性相関手法と協調属性手法の間には、属

性の体系化の有無以外は同じデータリソースを用いて実験を行えるので、こちらも同様の実験を行った。その結果を表2に示す。

表2 協調属性手法の実験結果

	順位相関
平均値	0.188453

属性相関手法による実験結果より良い結果は出たが、それでもまだ十分に高いとはいえない数値になった。だが、属性相関による結果とは違い、同率順位になってしまった結果は少なかったため、こちらの方がより詳細な結果を出せていた。平均化前のデータを見ると0から0.2くらいまでが多いが、中には0.4以上の相関値も検出されたので、学習者数が増えるなど、データ数が変化すると結果も変化する可能性がある。

⑦以上まとめると、今回の研究では属性相関方式の有効性を立証できなかった。この原因として、属性データと学習履歴間の関係がわからないからではないかという推測をし、学習履歴類似度を参照して属性を使った協調属性方式を提案し実験を行ったが、こちらも十分有効であるという結果にはならなかった。今回の実験は被験者数が20と小規模な実験だったので、今後は大人数での実験も必要になるだろう。同時に、より精度の高い類似度の計算方法の策定も行っていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- ① Yuji Wada, Yuuma Hamadume, Shinichi Dohi, and Jun Sawamoto, Technology for Recommending Optimum Learning Texts Based on Data Mining of Learning Historical Data, International Journal of Information Society IJIS, 査読有、Vol. 2, No. 3, 2011, pp.78-87, <http://www.infsoc.org/journal/vol02/2-3.php>
- ② Yuji Wada, Syunsuke Matsuzawa, Mikuru Yamaguchi, and Shinichi Dohi, Bidirectional Recommendation Technology for Web Digital Texts, Journal of Digital Information Management, 査読有、Vol. 8, 2010, No. 4, pp.240-246, <http://www.dirf.org/jdim/v8i4.asp>

〔学会発表〕(計9件)

- ① 栗原 隆平、学習教材推薦者の学習実績と被推薦者の学習効果の関係性、第47回情報処理学会 全国大会、2012年3月8日、名古屋工業大学(愛知県)。
- ② 瀬川 卓也、和田 雄次、教育支援シス

- テムにおけるレコメンド機能に関する研究、第10回情報科学技術フォーラム、2011年9月7日、函館大学（北海道）。
- ③ Yuji Wada, Yuma Hamadume, Shinichi Dohi and Jun Sawamoto, Research on Collaborative Learning Technology -Recommended Study Materials to Overcome the Weak Point, International Workshop on Informatics (IWIN2010), 9-13-2010, Edinburgh, Scotland, UK,
- ④ 宮川 治、土肥 紳一、今野 紀子、高野 辰之、モチベーション志向情報教育システム (SIEM) のコンテンツ分析IV、日本教育心理学会 第52回総会、2010年8月28日、早稲田大学 早稲田キャンパス（東京）。
- ⑤ 和田 雄次、浜詰 祐馬、土肥 紳一、澤本 潤、協調学習推薦技術の研究 ―苦手科目克服のための教材推薦―、第二回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2010)、2010年3月1日、淡路夢舞台国際会議場（兵庫県）。
- ⑥ Yuji Wada, Yuuma Hamadume, Shinichi Dohi and Jun Sawamoto, Technology for Recommending Optimum Learning Texts Based on Data Mining of Learning Historical Data, The 3rd International Workshop on INformatics (IWIN2009), 9-15-2009, Honolulu, Hawaii, USA.
- ⑦ 浜詰 祐馬、和田 雄次、土肥 紳一、eラーニングにおけるレコメンデーション技術の実装 ―苦手克服に貢献する教材の抽出―、第8回情報科学技術フォーラム FIT2009、2009年9月2日、東北工業大学 八木山キャンパス（宮城県）。
- ⑧ 浜詰 祐馬、和田 雄次、土肥 紳一、eラーニングにおけるレコメンデーション技術の実装、2009 PC Conference、2009年8月9日、愛媛大学 城北キャンパス（愛媛県）。
- ⑨ Yuji Wada, Syunsuke Matsuzawa, Mikuru Yamaguchi, and Shinichi Dohi, Proposal and Verification of Bidirectional Recommendation System for Learning Web Digital Texts, The Second International Conference on the Applications of Digital Information and Web Technologies (ICADIWT2009), 8-4-2009, London, UK.

[その他]

<http://www.sie.dendai.ac.jp/labs/prof/wada/index.html>

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
 和田 雄次 (WADA YUJI)
 東京電機大学・情報環境学部・教授
 研究者番号：30366398
- (2) 研究分担者
 土肥 紳一 (DOHI SHINICHI)
 東京電機大学・情報環境学部・准教授
 研究者番号：00227703
- 今野 紀子 (KONNO NORIKO)
 東京電機大学・情報環境学部・准教授
 研究者番号：40349808
- 宮川 治 (MIYAKAWA OSAMU)
 東京電機大学・情報環境学部・准教授
 研究者番号：30316632
- (3) 連携研究者
 澤本 潤 (SAWAMOTO JUN)
 岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・教授
 研究者番号：50438082
- (4) 研究協力者
 浜詰 祐馬 (HAMADUME YUUMA)
 東京電機大学大学院・情報環境学研究科・修士課程
 瀬川 卓也 (SEGAWA TAKUYA)
 東京電機大学大学院・情報環境学研究科・修士課程
 栗原 隆平 (KURIHARA RYUUHEI)
 東京電機大学大学院・情報環境学研究科・修士課程