

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 9 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2013～2016

課題番号：25330364

研究課題名（和文）習熟度と難易度とのマッチングを考慮した学習者適応型コンテンツ推薦手法

研究課題名（英文）Learning Contents Recommendation Method in Consideration to Match Difficulty and Proficiency

研究代表者

三好 康夫（Miyoshi, Yasuo）

高知大学・教育研究部自然科学系理学部門・講師

研究者番号：20380115

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：コンテンツ推薦システムのベースとなるウェブ学習の習慣化支援システムを構築した。また、学習者の習熟度と学習コンテンツの難易度の推定アルゴリズムの精度向上に向けて試行錯誤を行った。開発した難易度推定アルゴリズムをクックパッドのレシピに適用する等の結果から、本アルゴリズムは、汎用的であるが学習者の学習目的に結果が大きく影響されることが確認できた。本研究の実施により、学習コンテンツの推薦には、難易度の尺度だけでなく、理解しやすさを示す尺度の重要性に気づくことができ、新たな推定アルゴリズムの開発に関する研究へと発展させることができた。

研究成果の概要（英文）：I have developed a habit development support system for web learning, it is base for a learning-contents recommendation system. In addition, by trial and error, I have improved precision of the algorithm to estimate learner proficiency and learning-contents difficulty. It is clear that the algorithm is for general purpose but the result is greatly influenced by the learning purpose of the learner, from the result that applied the algorithm to the recipes of Cookpad. This study develops into the development of algorithm to estimate the standard indicating understandability.

研究分野：教育工学

キーワード：学習コンテンツ 難易度推定 習熟度推定 コンテンツ推薦

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、学習習慣化支援を研究する以前はソーシャルブックマークの教育利用に関する研究を行っており、ブックマークの再利用やソーシャルブックマークの持つネットワーク構造に関心を持っていた。そのため、読者ネットワークのみで習熟度と難易度を推定することが可能ではないかという気付きを得ることができたというのが本研究の着想に至った経緯である。

教育工学の分野では、意外にも学習コンテンツの難易度を推定する手法についてはあまり研究がされていない。なぜなら、想定される教育システムの教材(学習コンテンツ)はシステム提供者や教師が用意していて、その難易度が自明であることがほとんどであるからである。難易度の推定を行う研究があったとしても内容に基づくものであり、学術的な書籍の難易度の推定にも利用可能な手法はなかった。応募者が提案した手法を改良する目的で Amazon 等のレビュー情報を用いた手法が提案されているが⁽¹⁾、研究代表者が提案した手法ほどの汎用性はない。また、学習コンテンツではなく、テスト問題の難易度を推定する手法としては、項目反応理論が存在する。これは内容に基づく手法ではなく、受験者の正誤情報のみからテスト問題の難易度を推定する手法であるが、受験者の習熟度がテストの成績から自明である等、状況が異なる点が多く、そのままでは学習コンテンツの難易度の推定には利用できない。

<引用文献>

- (1) 中山祐輝, 南保英孝, 木村春彦: レビュー情報を用いた学術本の難易度推定, 人工知能学会論文誌, Vol.27, No.3, 213 - 222, 2012.

2. 研究の目的

書籍やウェブページ等を対象とした情報推薦は、主にユーザの嗜好情報に基づいて行われている。しかし、対象を学習コンテンツとした場合、ユーザ(学習者)の習熟度に適した難易度のコンテンツが推薦されることが望ましい。そこで本研究は、学習者の習熟度と学習コンテンツの難易度のマッチングを考慮に入れたコンテンツ推薦手法を開発し、学習コンテンツ推薦システムの構築を目指す。学習者と学習コンテンツ間の閲覧関係を示した2部ネットワークの分析により学習者の習熟度とコンテンツの難易度を推定するアルゴリズムの精度改善も目的とする。

3. 研究の方法

本研究は、学習者の習熟度と学習コンテンツの難易度を推定するアルゴリズムの開発と、学習コンテンツ推薦システムの開発とを

並行して行う。研究代表者である応募者と同じ所属の研究者に研究分担者を依頼し、アルゴリズム開発とシステム開発にそれぞれ担当を割り当てて実施する。

システム開発はゼロから行うのではなく、これまで開発を進めてきたソーシャルブックマーク機能を持つウェブ調べ学習環境へ組み込むことを予定している。これにより、推薦されたコンテンツを元に学習が行われたかどうかの評価が容易になる。実証実験では、協調フィルタリングのみの推薦と習熟度と難易度を考慮に入れたときの推薦とを比較することで効果を検証する。

4. 研究成果

(1) 習熟度と難易度の推定アルゴリズム

まずは本研究の基本となる学習者の習熟度と学習コンテンツの難易度を推定するアルゴリズムについて述べる。提案アルゴリズムでは、コンテンツの内容に基づいて推定するのではなく、図1に示すように学習者と学習コンテンツの2部ネットワークで表現される読者ネットワークの情報のみを利用する。研究初期のアルゴリズムでは、読者ネットワークの関係は誰がどのコンテンツを読んだかという関係のみであったが、推定精度の向上を目的に学習者がコンテンツを読んだ順序を扱うよう改良を行った。

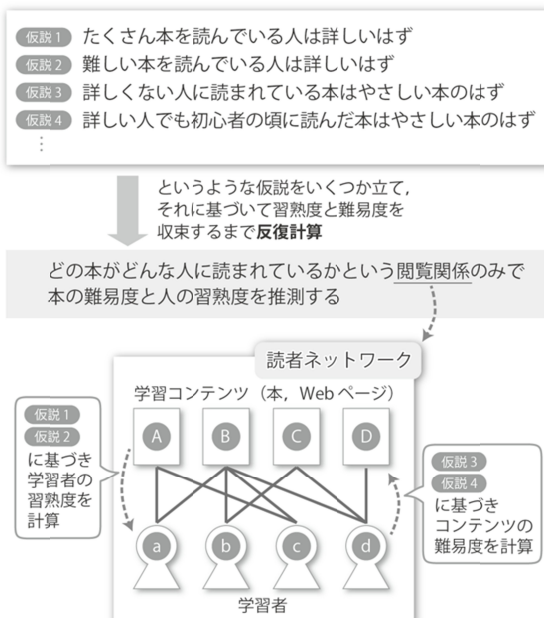


図1 推定アルゴリズムの概要

推定アルゴリズムの学習コンテンツ難易度推定精度の評価を行うためには、正解となる学習コンテンツの難易度データが必要となる。そこで、信頼性の高い正解順位データの作成を目的に、学習者の自己評価に基づく正解順位データの作成を行った。作成した正解順位データを用い、アルゴリズムが推定した難易度順位の精度をスパマンの順位相関により評価したところ、順位相関係数は

初期アルゴリズムの 0.468 から、改良アルゴリズムでは 0.576 と改善されていることが確認できた。

(2) クックパッドのレシピに適用する試み

難易度推定アルゴリズムの汎用性を確認するために、料理レシピの難易度推定に本アルゴリズムを適用してみた。レシピのデータはクックパッド株式会社が国立情報学研究所と協力して研究者に提供しているデータベース (<http://www.nii.ac.jp/dsc/idr/cookpad/cookpad.html>) を使用した。アルゴリズムによりレシピを難易度順に並び替えたものと、無作為に抽出した 30 のレシピを人の主観により料理の技術的な難しさで並び替えたものとをスピアマンの順位相関により評価した結果、相関係数は -0.54 となり、やや強い相関関係は認められるものの、逆順となってしまった。

難易度順が逆になってしまった原因は、アルゴリズムを適用した対象学習者の特性が異なることにあると考えられる。本アルゴリズムは、学習者の習熟度が高くなるにつれ、学習者はどんどん難しいコンテンツに挑戦していくという想定で開発されたものである。しかし、クックパッドの主なユーザは手軽な料理のレパートリーを増やしたいと考えていると思われる。調理技術を高めたいという動機ではなく、手軽に作れる料理を見つけたいという動機で利用するユーザを学習者として扱ったため、学習者の習熟度は手軽なレシピを見つけるスキルレベルということになる。したがって、クックパッドを多く利用して習熟度が高くなるにつれてより簡単なレシピを求める傾向が出てしまい、本アルゴリズムを適用した結果が逆順になってしまったと考えられる。以上より、本アルゴリズムが汎用的であることは確認できたが、学習者の特性を考慮して適用する必要があることが明らかとなった。

(3) 学習コンテンツ推薦システムの基盤となるウェブ学習習慣化支援システムの開発

ウェブ学習活動 (自らの興味関心に従い自発的に学習リソースを選択し、長期間にわたり少しずつ継続して学習を行う活動) を支援するため、ウェブ学習の習慣化と促進を主な支援対象とした学習環境の構築を行ってきた。そして、これまで開発してきた習熟度と難易度の推定アルゴリズムを適用し、学習コンテンツ推薦を本学習環境上に実装することを目指した。本学習環境は、ウェブアプリケーションである学習コミュニティサイトと、それと連動する Google Chrome 用のブラウザ拡張機能から構成される。学習コミュニティサイトは学習リソースのキュレーションサービスである。本サイトでは学習リソースのまとめをバンドルと呼び、ユーザによって作られたバンドルを使ってウェブ学

習を進める。難易度推定アルゴリズムを用いて学習コンテンツ推薦機能を提供すれば、学習促進のためのナビゲーション支援となることが期待されたが、推薦に必要な読者ネットワークを構成するバンドルや閲覧履歴のデータを増やすことができなかった。キュレーションサービスとしての学習コミュニティサイトとして、ユーザにバンドルを作成してもらうための仕掛けを作ることが今後の重要な課題となった。

(4) 学習コンテンツのアンダスタンダビリティの推定手法の提案

本研究は、学習コンテンツの推薦にコンテンツの難易度という尺度を利用しようとしてきた。ここでの学習コンテンツの難易度とは、その学習コンテンツが解説しようとしている概念の難しさである。しかし、同じ概念を解説する学習コンテンツの理解しやすさは、学習コンテンツにより異なる。そこで、この理解しやすさ (文章のわかりやすさ、ある概念をどれほどわかりやすく解説しようとしているか) を示すアンダスタンダビリティという尺度を提案した。難易度が学習者の習熟度を考慮して次にどの概念を学習すれば良いのかを推薦するのに用いられるのに対し、安打スタンダビリティは、わかりやすさを考慮して学習したい概念をどのコンテンツで学習すれば良いのかを推薦するのに用いることができる。アンダスタンダビリティの推定手法として、まずは学習コンテンツの内容 (テキストデータ) を用いて算出する方法を提案した。現時点では、ある概念をそれよりも少し易しい概念を用いて丁寧に解説しようとして表現した度合い (噛み砕き度) と、ある概念の説明文中に含まれるたとえ話や事例の度合い (とっつきやすさ) の 2 種類の指標を用いて推定するアルゴリズムを構築中である。

< 引用文献 >

三好 康夫, 濱田 一伸, 鈴木 一弘, 塩田 研一, 岡本 竜: 学習コンテンツ推薦を目的とした難易度推定アルゴリズムの評価のための正解データ作成, 電子情報通信学会 教育工学研究会 技術研究報告 (vol.113, no.482) ET2013-119, 161-164, 2014.

Y. Miyoshi, Y. Fujisaki, K. Suzuki, K. Shiota and R. Okamoto: Estimating the Difficulty of Cooking Recipes by Analyzing User-Recipe Relationship in the Social Network, Proc. of World Conf. on E-Learning, 420-425, 2015.

富田 大樹, 三好 康夫: Web 学習の習慣化支援を目的とした学習計画の実行を促すブラウザ拡張機能の試作, 人工知能学会全国大会 (第 28 回) 論文集, 3D4-1, 2014.

藤崎 優理, 三好 康夫, 鈴木 一弘, 塩田 研一, 岡本 竜: 学習リソースの推薦を目的としたアンダスタンダビリティ推定手法の検討, 教育システム情報学会第41回全国大会講演論文集, 435-436, 2016.

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)

Y. Miyoshi, Y. Fujisaki, K. Suzuki, K. Shiota and R. Okamoto: Estimating the Difficulty of Cooking Recipes by Analyzing User-Recipe Relationship in the Social Network, Proc. of World Conf. on E-Learning, 420-425, 2015. 査読有

Y. Miyoshi, K. Suzuki, K. Shiota and R. Okamoto: Evaluation of Difficulty Estimation for Learning Materials Recommendation, Liu, C.-C. et al. (Eds.): Proc. of the 22nd Intr. Conf. on Computers in Education, 71-76, Japan: Asia-Pacific Society for Computers in Education, 2014. 査読有

Y. Miyoshi and R. Okamoto: Encouraging Each Other in the Community Site for Habit Development, Wong, L.-H. et al. (Eds.): Proc. of the 21st Intr. Conf. on Computers in Education, 292-294, Indonesia: Asia-Pacific Society for Computers in Education, 2013. 査読有

[学会発表](計8件)

藤崎 優理, 三好 康夫, 鈴木 一弘, 塩田 研一, 岡本 竜: 学習リソースの推薦を目的としたアンダスタンダビリティ推定のための噛み砕き度算出手法の提案, 電子情報通信学会 教育工学研究会 (vol.116, no.517) ET2016-122, 163-166, 新居浜市, 2017/03/10.

藤崎 優理, 三好 康夫, 鈴木 一弘, 塩田 研一, 岡本 竜: 学習リソースの推薦を目的としたアンダスタンダビリティ推定手法の検討, 教育システム情報学会 第41回全国大会, 435-436, 宇都宮市, 2016/08/31.

三好 康夫, 富田 大樹: Web 学習習慣化・促進支援のための学習コミュニティサイトとブラウザ拡張機能の開発, 教育システム情報学会研究会, Vol.30, No.7, 127-134, 東京都, 2016/03/19.

藤崎 優理, 三好 康夫: 使用食材・器具・調理法に着目した料理レシピの難易度推定アルゴリズム, 2015 年度 JSiSE 学生

研究発表会, 137-138, 高松市, 2016/03/04.

富田 大樹, 三好 康夫: 集合知を活用した Web 学習の習慣化・促進支援, 人工知能学会全国大会 (第 29 回), 1N2-3, 1-4, 函館市, 2015/05/30.

富田 大樹, 三好 康夫: Web 学習の習慣化支援を目的とした学習計画の実行を促すブラウザ拡張機能の試作, 人工知能学会全国大会 (第 28 回), 3D4-1, 松山市, 2014/05/14.

三好 康夫, 濱田 一伸, 鈴木 一弘, 塩田 研一, 岡本 竜: 学習コンテンツ推薦を目的とした難易度推定アルゴリズムの評価のための正解データ作成, 電子情報通信学会 教育工学研究会 (vol.113, no.482) ET2013-119, 161-164, 高知市, 2014/03/08.

濱田 一伸, 三好 康夫, 鈴木 一弘, 塩田 研一, 岡本 竜: 難易度推定アルゴリズムを用いた学習コンテンツ推薦システムの開発に向けた事前調査, 教育システム情報学会 第38回全国大会, 15-16, 金沢市, 2013/09/02.

[図書](計0件)

[産業財産権]

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

[その他]

<https://milab.org/bundler/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三好 康夫 (MIYOSHI, Yasuo)

高知大学・教育研究部自然科学系理学部門・講師

研究者番号: 20380115

(2) 研究分担者

塩田 研一 (SHIOTA, Ken-ichi)

高知大学・教育研究部自然科学系理学部門・准教授

研究者番号: 50202106

鈴木 一弘 (SUZUKI, Kazuhiro)

高知大学・教育研究部自然科学系理学部門・助教

研究者番号: 50514410

岡本 竜 (OKAMOTO, Ryo)

高知大学・教育研究部自然科学系理学部門・教授

研究者番号: 60274362

(3) 研究協力者

濱田 一伸 (HAMADA, Kazunobu)

富田 大樹 (TOMITA, Hiroki)

藤崎 優理 (FUJISAKI, Yuri)

南 祐希 (MINAMI, Yuki)