

ユーザベース協調フィルタリングを用いた オンライン英語学習環境の構築

Building an Online Learning Environment for English Learning
with a User-based Collaborative Filtering System

北村 智*
Satoshi Kitamura*
木谷紀子***
Noriko Kitani***

山田政寛**
Masanori Yamada**

御園真史*
Tadashi Misono*
山内祐平*
Yuhei Yamauchi*

東京大学* 金沢大学** ベネッセコーポレーション***
The University of Tokyo * Kanazawa University** Benesse Corporation***

<あらまし> 本研究では学習者の興味・関心を押し広げる形で英語学習を行うことのできるユーザベース協調フィルタリングを用いたオンライン学習環境の開発を行った。具体的にこのオンライン学習環境では、学習者と嗜好の似た学習者群と嗜好の似た学習者群の情報を元にして英文ニュース記事が推薦され、学習者は推薦された英文ニュース記事を読むことで英語学習を行う。このシステムによって、学習者は偏りの少ない英文ニュース記事を読むことができ、学習効果が高まった。

<キーワード> 推薦システム, 興味・関心, 学習支援, 言語学習

1.はじめに

Yamada, et al. (2009) は学校・大学における英語学習時間以外に英語学習時間を確保するために、学習者の興味・関心に合わせた英語学習素材を推薦する協調フィルタリングを用いたオンライン学習環境を提案・開発した。この学習環境では学習者は自分の興味・関心に合った英文ニュース記事を読むことができる。これにより学習動機を維持しながら英語学習を進めていくことができると考えられる。

協調フィルタリングを含む推薦システムの基本的な考え方は、利用者が好むものを予測して提示するというものである(神寫 2007)。このことから、予測精度が高いことはシステムとしてよしとされる。だが学習においては、学習者が自分の嗜好に合った英文ニュース記事を集中的に読むことになり、学習内容に偏りが生じる可能性がある。

学習者の学習動機づけを維持していくためには、学習者の嗜好に合った学習素材を推薦し続けられる学習環境は望ましい。だが一方で、生活の中で英語を活用していくためには特定分野に偏らない英語学習も進めていく必要がある。つまり、学習者の興味・関心の範囲を超えた学習を行うことの出来る学習環境を構築することも望まれる。

2.システム

本研究で構築したオンライン学習環境の機能は

ニュース推薦機能, 単語意味表示機能, マーカー機能, コメント機能の4つから構成される。本研究ではYamada, et al. (2009) で開発したオンライン学習環境のうち、単語意味表示機能, マーカー機能, コメント機能に関しては基本的に同一の機能を用いた。ニュース推薦機能に関しては、アルゴリズムに大幅な変更を加えた。

システム構成図を図1, システムのメイン画面を図2, 記事詳細画面を図3に示す。

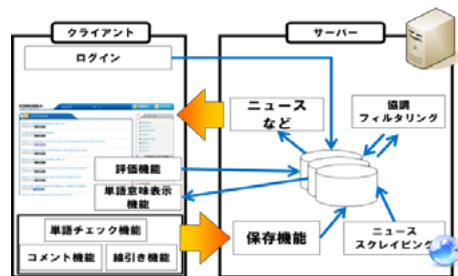


図1 システム構成図

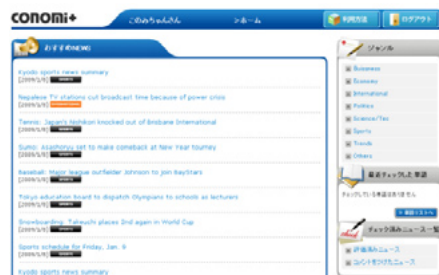


図2 システムのメイン画面



図3 記事詳細画面

2.1. ニュース推薦機能

ニュース推薦機能は学習者に合ったニュースのリストをメイン画面に表示する。推薦アルゴリズムとしてユーザベース協調フィルタリングを用いた。Yamada, et al. (2009) では基本的なユーザベース協調フィルタリングアルゴリズムである Resnick, et al. (1994) のアルゴリズムを用いたが、本研究ではこのアルゴリズムに変更を加えた。

第1に、推薦を受ける学習者以外のユーザ群 X を推薦を受ける学習者との嗜好の相関係数の絶対値が高いユーザ群 A と低いユーザ群 B に分割する。ユーザ群 B のうち、ユーザ群 A のいずれかの人と嗜好の相関係数の絶対値が高いユーザ群をユーザ群 C とする。このようなユーザ群 C のデータを使い、Resnick, et al. (1994) の方法で推薦を行う。

被推薦者との嗜好の相関係数の絶対値が高いユーザ群 A のデータのみを用いて推薦を行っても、全体のデータを用いて推薦を行う場合に比べて精度が大きく落ちることはないことが知られている (Herlocker, et al. 1999)。反対に、ユーザ群 B のデータのみを用いた場合は推薦の精度は低下するものと考えられる。

ここで学習者の興味・関心を押し広げるための考え方として、社会学の推移性の考え方に着目した。推移性とは「A と B が強い紐帯であり、A と C も強い紐帯ならば、B と C は思考、行動、価値観が互いに類似し、強い紐帯となる傾向をもつ」という考え方である (Granovetter 1973)。この考え方を応用し、「その時点では類似してはなくても、嗜好の類似した人々と嗜好が類似している人々とは嗜好が類似する可能性が高い」と仮定して、上述のアルゴリズムを決定した。

こうすることで、学習者の嗜好にある程度合わせつつ、学習者の興味・関心の範囲を超えた学習を行うことのできる推薦を行うことができるので

はないかと考えた。

2.2. 単語意味表示機能

英文ニュース記事の文面で下線が引かれている単語にマウスポインタを合わせると単語の意味(第一義)が表示される。また、そこからさらに単語の詳細な意味を表示させることもできる。

下線が引かれる単語は事前に行う英単語テストの個人結果に依存しており、大学英語教育学会の作成した出現頻度レベル別語彙表である JACET8000 に従っている。

2.3. マーカー機能

記事詳細画面において、学習者は英文ニュース記事中の気になる文や語に対してマーカーをつけることができる。マーカーは保存することができ、再度同じ記事詳細画面を開いた時にマーカーをつけた状態で記事を読むこともできる。

2.4. コメント機能

読んだ英文ニュース記事に対して日本語でコメントをすることができる機能である。この機能を利用することで、学習者は他の学習者と記事に対する感想や意見を交換することができる。

記事詳細画面の下方には各記事に対して評価をつけた学習者名が表示され、その学習者名をクリックすると、各学習者が既に評価をつけたニュース記事のリストが表示される。

3. 実験

3.1. 実験の内容

この実験の目的は推薦アルゴリズムの違いが学習に与える影響について検討することである。本研究では開発したユーザベース協調フィルタリングアルゴリズムの効果を検討するための比較対象として、基本的なユーザベース協調フィルタリングアルゴリズムとして知られる Resnick, et al. (1994) のアルゴリズムを用いた。

推薦アルゴリズムを学習者に無作為で割り当てることで、学習者の個人差要因の影響を確率的に統制した。以後、本研究で開発したユーザベース協調フィルタリングアルゴリズムによる英文ニュース記事推薦を受けて学習した群を実験群、Resnick, et al. (1994) のアルゴリズムによる推薦を受けて学習した群を対照群と呼ぶ。

3.2. 実験に用いた英文ニュース記事

本研究では英文ニュース記事に KYODO

NEWSを用いた。KYODO NEWSのニュース記事にはニュースのカテゴリを分けるタグがつけられており、各カテゴリの1ヶ月間のニュース配信数およびカテゴリの内容を考慮して「政治」「経済」「事故・事件」「科学技術」「スポーツ」「アジア」「社会」の7カテゴリを設けた。

3.2.実験の流れ

10月13日から19日までを利用登録期間とし、学習者はこの期間に学習を開始した。利用登録時に学習者は実験群・対照群に無作為に割り当てられた。登録時に学習者は事前質問票およびJACET8000に基づく英単語テスト80問へのオンライン回答を行った。10月20日から11月1日までは実験群・対照群ともにResnick et al. (1994)のアルゴリズムによる推薦を受けて学習した。11月2日から29日までは実験群は本研究で開発したユーザベース協調フィルタリングアルゴリズムによる英文ニュース記事推薦を受けて学習し、対照群はResnick et al. (1994)のアルゴリズムによる推薦を受けて学習した。11月30日から12月6日までは事後データ回収期間として、学習者はこの期間に最初にログインしたときに事後質問票、JACET8000に基づく英単語テスト80問および配信記事に含まれていた英単語から各カテゴリに特徴的だった6語ずつで構成したカテゴリ別英単語テスト42問へのオンライン回答を行った。JACET8000に基づく英単語テスト80問は事前に行ったテストと同一の内容のものであった。

3.3.対象者

複数の大学から大学1~4年生および修士課程大学院生に利用登録をしてもらった。最終的に事前・事後のテストデータおよび質問票データがそろっている学習者は116名であった。

本研究では英単語に関する学習を中心的にみるため、学習開始時点で英単語力の高い学習者を分析の対象から外した。事前に行ったJACET8000に基づく英単語テスト80問のうち、正解数が50問以下の学習者を分析の対象とした。この基準は全体平均値+1SD未満という基準と合致するものであった。分析対象となったのは実験群53名(男性15名,女性38名),対照群45名(男性15名,女性30名)であった。

3.4.分析に用いたデータ

事後の質問票データ,事前・事後のJACET8000

に基づく英単語テスト80問の正誤データ,事後のカテゴリ別英単語テスト42問の正誤データ,事前・事後の質問票への回答データおよびシステムに記録されたログデータを分析に用いた。

4.分析結果

4.1.ニュース推薦に対する反応の分析

推薦アルゴリズムの違いが学習者の興味・関心と推薦される英文ニュース記事との関係に与える影響を検討するために、事後質問票データの分析を行った。事後質問票では推薦に関して「おすすめされるニュースは興味のもてるものが多かった」「興味をもてるニュースがおすすめされなかった」の2項目について、それぞれ[1.とてもそう思う]~[5.全くそう思わない]の5段階評定で質問した。

それぞれに関してウィルコクソンの順位和検定を行ったが、どちらの項目についても実験群と対照群の間に有意差は認められなかった。本研究で開発したユーザベース協調フィルタリングアルゴリズムによる推薦を受けることで、少なくとも、推薦の精度が大きく悪くなるという結果は得られなかったといえる。

4.2.学習行動の分析

推薦アルゴリズムの違いが学習者の読む記事に与える影響を検討するため、学習者が評価値をつけた記事のデータを分析した。

まず、学習者が評価値をつけた記事の総数の平均値は実験群が87.56件,対照群が88.93件で有意差はなかった($t(80.70)=.08, n.s.$)。評価値をつけた記事の総数の平均値に関してはカテゴリ別に集計して実験群と対照群を比較しても、全てのカテゴリにおいて有意差は認められなかった。

学習者が評価値をつけた記事のカテゴリ別集計結果に関して、実験群と対照群の標準偏差を比較したところ、政治カテゴリの記事,スポーツカテゴリの記事に関して有意差($p<.05$),アジアカテゴリの記事に関して傾向差($p<.10$)がみられた。

分析の結果から、推薦アルゴリズムの違いによって読む記事の量は全体的には変わらないが、本研究で開発したユーザベース協調フィルタリングアルゴリズムによる推薦を受けることで、学習者が読む記事の偏りは軽減される可能性があることが示された。

4.3.学習効果の分析

推薦アルゴリズムの違いが学習成果に与える影響を検討するため、カテゴリ別英単語テストの得点および JACET8000 英単語テストの得点を分析した。

(1)カテゴリ別英単語テスト得点の分析

まず得意な単語の偏りについて検討するために、カテゴリ別英単語テストの得点の分析を行った。カテゴリごとの正答数を算出し、それぞれについて平均値の差の検定を行ったところ、科学技術カテゴリ ($t(84.91)=2.23, p<.05$), 政治カテゴリ ($t(91.53)=2.12, p<.05$), 事故・事件カテゴリ ($t(94.96)=2.37, p<.05$) については 5%水準の有意差が、アジアカテゴリ ($t(85.63)=1.88, p<.10$) については 10%水準の傾向差がみとめられた。

一方、カテゴリごとの正答数の標準偏差に関しては、いずれのカテゴリについても実験群と対照群の有意差はみとめられなかった。

これらの結果から、一般的に実験群のほうが対照群に比べてカテゴリ別英単語テストの得点が高いことが示された。

(2)JACET8000 英単語テスト得点の分析

全体的な学習効果について検討するために、事後の JACET8000 英単語テストの得点の分析を行った。実験群の平均点は 43.83 点 (SD 9.35), 対照群の平均点は 40.07 点 (SD 8.85) であり、平均点に有意な差がみとめられた ($t(94.84)=2.04, p<.05$)。本研究における実験群と対照群は無作為割当によるものであるため、事前の JACET8000 英単語テストの得点には実験群と対照群に有意差はなく、事後テストにおける差は実験群と対照群の処遇の相違に起因するものと考えられる。

この結果から、実験群のほうが対照群に比べて高い学習成績を示したといえる。

5.まとめと考察

本研究では Yamada, et al. (2009) で開発した学習者の興味・関心に合わせた英語学習素材を推薦する協調フィルタリングを用いたオンライン学習環境を拡張し、より学習目的に焦点化したユーザベース協調フィルタリングアルゴリズムを設計し、一般的な協調フィルタリングアルゴリズムとの学習効果の差異を検討した。検討の結果、本研究で開発した協調フィルタリングアルゴリズムによる推薦を受けたほうが、より多様な学習内容に

触れ、最終的な学習成果も高まる可能性が示された。本研究で用いた学習環境において、実験群と対照群の違いは推薦アルゴリズムのみであり、学習に用いるインタフェースは全く同一のものであった。インタフェースは同じであっても、学習素材を推薦するアルゴリズムを変化させるだけで学習の質は変化するということが本研究によって示されたといえる。

本研究では情報処理技術の教育的利用を検討する上で、情報处理的な「最適化」が学習にとっての「最適化」とはならない可能性を重視した。新技術の教育的利用においては、その技術が開発された文脈と教育・学習的文脈との差異を検討し、教育・学習領域における応用のあり方を十分に検討していく必要があるといえるだろう。

謝辞

単語意味表示機能では変形を処理するための辞書ファイル使用のご許可をくださった染谷泰正先生(関西大学)に感謝いたします。本研究は東京大学大学院情報学環ベネッセ先端教育技術学講座の研究プロジェクトとして、東京大学と株式会社ベネッセコーポレーションの共同研究として実施されている。また、システムの開発には株式会社空の協力を得た。

参考文献

- Granovetter, M. S. (1973) The strength of weak ties. *AJS*, 78: 1360-1380.
- Herlocker, J. L., et al. (1999) An algorithmic framework for performing collaborative filtering. *Proc. 22nd annual international ACM SIGIR conf. on Research and development in information retrieval*: 230-237.
- 神島敏弘 (2007) 推薦システムのアルゴリズム(1). 人工知能学会誌, 22(6): 826-837
- Resnick, P., et al. (1994) GroupLens: An open architecture for collaborative filtering of netnews. *Proc. 1994 ACM conf. on Computer supported cooperative work*: 175-186.
- Yamada, M., et al. (2009) Vocabulary learning environment with collaborative filtering for support of self-regulated learning. In J. D. Velasquez, et al. (Eds.) *KES 2009, Part II, LNAI 5712*, pp.523-530