

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：54601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500197

研究課題名(和文) 気づきに基づく個別ユーザ適応型推薦システムの設計と評価

研究課題名(英文) design and evaluation of individual user adaptive recommender system based on awareness

研究代表者

山口 智浩 (Yamaguchi, Tomohiro)

奈良工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：00240838

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ユーザの真の選好を見出すための気づきに基づく対話的推薦システムを提案し、旅行プラン推薦システムおよび別カテゴリ商品提示による好みの明確化を促す推薦システムを構築した。前者では、多様なプランのグループ化による対話的推薦、ユーザ特性分類とユーザの選好推定手法を提案し、提案手法とその評価を国内学会、国際会議およびbook in chapter paperとして発表した。後者では、ユーザの好みの具体化と変化を促し、ユーザの好みを明確化させる推薦手法を提案し、提案手法とその評価を国際会議および人工知能学会論文誌において発表した。

研究成果の概要(英文)： This research presented the awareness based interactive recommendation system to find out the true preferences of a user. We developed Round-trip Plan Recommendation System, and Preference Clarification Recommender System by Searching Items Beyond Category. In the former, we proposed the interactive recommendation method by grouping various plans, user-profiling and the preference estimation method. The proposed methods and its evaluations were published as international conference papers and book in chapter papers. In the latter case, we proposed the recommendation method which supports users to clarify the most appropriate preference by assisting both the preference concretization of users and the preference change of users. The proposed method and its evaluations were published as international conference papers and the JSAI journal paper.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：対話的推薦システム 気づき支援 好みの明確化 セレンディピティ ヒューマンインタフェース インタラクション 対話的強化学習

1. 研究開始当初の背景

近年、商品の多様化により、さまざまな商品を消費者に提供できる反面、商品がありすぎて消費者が真に求めている商品が見つからないという問題が表面化している。このような情報過多の状況を打破するために、消費者にとって有用な情報を提供する推薦システムが探求されている。この種の推薦システムは、(i)オンライン書籍 Amazon の書籍推薦に代表されるように、ユーザの購買履歴を基に類似するユーザの購買履歴の差分から商品を推薦する手法(協調フィルタリング)、(ii)商品やコンテンツの内容とユーザのプロファイル(ニーズ)を比較し、ユーザにあった商品を推薦する手法(内容に基づくフィルタリング)に分類できる。しかし、協調フィルタリングは、(1) 購買履歴情報が蓄積されていない未知のコンテンツには対応できないのはもちろん、その情報が少ない場合もユーザの真の選好の推定精度は悪くなる。一方、内容に基づくフィルタリングは、(2) キーワード入力などの表面的な情報のみからユーザの選好を推定するため、ユーザの真の選好は把握できないことに加えて、その選好も始めから明確でないことが多く、徐々にプロファイルの情報が古くなり、適切な推薦ができなくなる。

2. 研究の目的

これらの問題を解決するために、本研究では気づきに基づくフィルタリングを提案し、その有効性の検証を目的とする。このアプローチは、ユーザが「現時点の好み」(確定ではなく、あとで変更可能)を入力し、それを基にシステムが「推薦」候補を提示し、その中からユーザが好みの候補を「選択」することを繰り返す。ここで重要なことは、ユーザの選考基準の中で初期の好みは広く、それを絞りこむために「好みを満たす候補」に加えて「それと異なる意外な候補」をあえて提示し、その中から選択させることによってユーザに真の好みに気づかせ、自らの選好基準を明確にさせることである。また、初期の好みからスタートするため、意外ではあるが的外れではない情報推薦が可能となる。このような気づきはユーザ毎に異なるため、他のユーザとの類似性ではなく、多種多様な価値観を持つユーザの選好を個別に推定すること、また、気づきを促進するために、セレンディピティ(予期せぬ良いものを見つける能力・才能)を計算機上で実現することが要となり、この2つの機能の探求が本研究の課題となる。

3. 研究の方法

まず(1)で本研究の基盤となる対話的推薦手法と提案システムの評価について述べ、(2)と(3)で対話的推薦システムを発展させる手法について報告する。

(1) 多様なプランのグループ化による対話的推薦

対話型強化学習によるプランの網羅的探索手法の考案

ユーザとのやりとりを通して、ユーザの選好を段階的に推定する手法を実現する。具体的には、(i)ユーザの選好を絞り込むために対話的強化学習を採用するとともに、(ii)ユーザ各人に適したプランを見出すために、訪問希望都市を(強化学習の)学習目標として、それらの都市を1つ以上含むプランを網羅的に探索する。1つ以上の訪問希望都市を含むプランは数多く存在し、それらを見出すことで、さまざまなユーザに対応する。

多様なプランのグループ化とユーザ主導のプラン閲覧による予期せぬプラン発見

考案した手法で見出された全プランを、ユーザの初期好みの範囲(訪問希望都市集合)を全て含む最短プランを原点とする2次元の推薦空間に配置する。推薦空間は、初期好み範囲を拡大させる選好拡大軸と、初期好み範囲を絞り込む選好焦点化軸とで定義される。まず選好焦点化軸を元に全プランを初期好み範囲に含まれる都市数でグループ化し、各グループ内では、初期好み範囲にない、追加された都市数で選好拡大軸に沿って各プランに対応するプランアイコンを推薦空間に配置する。ユーザが上述の推薦空間上を移動しながら各プランを閲覧することで、予期せぬ良いプランの発見を促進させる手法を実現する。

推薦空間上での閲覧履歴の可視化による真の好みへの気づき支援

ユーザが上述の推薦空間上を移動しながら各プランを閲覧した履歴を可視化し、ユーザが長時間閲覧したプランを顕在化することで真の好みへの気づき支援を実現する。推薦空間上での各プランの閲覧時間を計測し、閲覧時間の長さに応じてプランアイコンの背景色を濃くすることで、閲覧履歴として可視化する。

閲覧プラン率によるユーザ特性の分類
推薦空間上の全プラン数に対し、ユーザが閲覧したプラン数の割合を閲覧プラン率と定義する。対話的推薦タスクでユーザが最終的に好みをプランを選択するまでに閲覧した推薦空間上のプランに対して、閲覧プラン率の大きさで、ユーザを閲覧プラン率大のヘビーユーザと閲覧プラン率小のライトユーザとに分類し、分析を行った。

被験者実験による提案手法の評価

真の好みへの気づき支援方法について、被験者実験を通して評価した。被験者実験の結果、70%の被験者が好みプランを遷移させた。さらに、気づき支援の効果について分析したところ、システムが生成した推薦プラン集合

に対するユーザの閲覧率の大きさで被験者がほぼ同数の2群に分かれ、気づき支援の効果が両者で異なることを見出した。気づき支援の効果として、閲覧率が大きい(70%以上)群(ヘビーユーザと呼ぶ)では閲覧回数、閲覧時間の短縮(有意差なし)が生じ、閲覧率の小さい(70%未満)群(ライトユーザと呼ぶ)では閲覧回数の増加が5%で有意差があった。

(2) 興味範囲に基づくユーザの選好推定

対話的推薦前の予備実験で6つの観光情報属性に対する被験者の興味のある属性数によってユーザの興味範囲をユーザ特性として推定し、興味ある属性数の大小でユーザらをヘビーユーザ(仮)(興味範囲大)とライトユーザ(仮)(興味範囲小)に分類する。対話的推薦では、ユーザ特性にあわせた観光情報を含むプランを提示し、好みのプラン決定タスクの被験者実験でプラン閲覧率の評価を行なった。

まずユーザのプラン閲覧に対する興味の刺激を目的として、これまで作成した観光プラン推薦システムに、ユーザが閲覧中のプランに含まれる都市の観光情報提示機能を追加した。次に観光情報を6つの観光属性(泊まる、見る、遊ぶ、食べる、買う、温泉)で分類し、予備実験で6つの観光情報属性に対する被験者の興味のある属性数によって、観光属性を人気の上位3属性と下位3属性とに分けると共に、被験者をヘビーユーザ(仮)(5属性以上)、ライトユーザ(仮)(4属性以下)に仮分類した後、観光プラン推薦システムによる好みのプラン決定タスクの被験者実験でプラン閲覧率の評価を行った。実験結果から閲覧プランに対する観光情報提示方法で上位3属性のみの観光情報提示グループ1では、8名中7名が閲覧率70%以上、8名の平均閲覧率が88.5%となったのに対し、不人気3属性条件と全6属性条件での観光情報提示グループ2では、8名中3名が閲覧率70%以上、8名の平均閲覧率が66.2%であった。t検定の結果、上述の2グループ間での平均閲覧率は $p=0.09$ で有意傾向があった。

(3) ユーザの好みを明確化させる推薦

別カテゴリ商品提示による好みの明確化を促す推薦システムを構築し、セレンディピティの実現と被験者実験を実施した。前述の(1)で考案した手法は、既知の選択項目を追加・削除した新たなプランをユーザに見せることによって予期せぬ良いプランの発見を支援するという受身的な機構である。そこで本提案手法では、既知の選択項目以外の選択項目をシステムが追加する枠組みを探索し、セレンディピティを向上させる能動的な機構に発展させた。

具体的には、ユーザは検索したいカテゴリを入力し、満足する商品が見つかるまでそのカテゴリ内での推薦商品の検索を行う。提示された商品に満足すれば確定ボタンを押し、

別の商品を見たい場合にセレンディピティボタンを押す。どちらのボタンを押した場合でも、ユーザの好みの明確化を促すために類似する別カテゴリの商品を提示することで、ユーザの好みの「具体化」と「変化」を促し、ユーザの好みを明確化させるシステムを提案した。このシステムでは、ユーザの好みと別カテゴリの商品との類似度を計算し、類似度の高い商品から提示する。

提案システムの有効性を検証するため、34人の被験者に対して、家電製品を検索する被験者実験を実施した結果、次の知見を得た。まず、セレンディピティボタンと確定ボタンを持つシステムは、被験者の38%に対して好みの明確化(好みの具体化か変化)の支援に貢献した。特に、入力された商品属性(=希望する商品属性)重視による別カテゴリ商品の推薦順番ではユーザの好みの変化を促し、一方、商品の持つ商品特徴重視による別カテゴリ商品の推薦順番ではユーザの好みの具体化が促されることが示された。また、確定ボタンを持つシステムは、セレンディピティボタンと確定ボタンを持つシステムよりも好みの明確化の支援効果は小さいが、被験者が自らの好みが明確であると感じているにも関わらず、更なる好みの明確化の支援に成功した。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

対話的推薦におけるユーザの選好の変化を通して、真の選好への変化プロセスの解析が可能になった。具体的には、最終的な好みプラン決定までに閲覧した推薦プランの閲覧率によって閲覧率が大きいヘビーユーザと閲覧率の小さいライトユーザとに分類でき、提案手法による気づきの支援効果がそれぞれで異なることが明らかになった。

推薦対象の属性集合に対する興味範囲の大きさによって、低コストで属性集合に対するユーザ特性を推定し、ユーザ特性にあわせた対話的推薦を実現した。まず興味ある属性数の大小でユーザらをヘビーユーザ(仮)(興味範囲大)とライトユーザ(仮)(興味範囲小)に分類し、次に属性集合を両ユーザが好みやすい人気属性と、ライトユーザが好まず好むユーザが少数な不人気属性に分類し、人気属性のみでの情報提示を行う対話的推薦の方が、全属性での情報提示を行う対話的推薦に比べ閲覧率が大きくなり、ヘビーユーザ率が大きくなることを示唆された。

これまで困難であったユーザの真の選好を明確化する方法論を確立し、意外ではあるが的外れではない情報推薦を可能にした。具体的には、当初ユーザが選んだカテゴリと類似する別カテゴリの推薦商品の提示機能を実現し、かつユーザが別の商品を見たい時の提示が効果的(他の場合と比べて好みの変

化へ好みの具体化が生じる割合が大きい)であることが明らかになった。

(2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

本研究のユニークな点は、人の好み変化を明示的に扱い、かつ真の好みへの変化の方向性を仮定していることである。本研究の位置づけとして、対話的推薦システム研究において、HAI への新たな展開や深化への貢献が挙げられる。これらの成果を国内外の学会に発表し、国内論文誌への査読論文が掲載され、国外では英語図書への Book in Chapter paper として公表した。これらのうち1件は他の英語図書への selected paper としての収録の推薦を受けている。

(3) 今後の展望

本研究で仮定した、「人の好みは真の好みへと不可逆的に遷移する」かについての検討が残されている。そこで今後の展望として、真の好みへの気づきプロセスの理論的解明が考えられる。有力なアプローチのひとつとして、人の学習分野での学習過程モデル研究、とりわけ初心者からエキスパートに至る過程をカバーする継続的学習プロセスが挙げられる。

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 4件)

沢田石 祐弥, 原田 智広, 佐藤 寛之, 服部 聖彦, 高玉 圭樹, 山口 智浩, 多次元空間問題における商品属性の関係理解と商品選定の支援, 電子情報通信学会誌, 査読有, Vol. J97-A, No. 6, pp.482-491, 2014

森 有紗美, 原田 智広, 北川 広登, 高玉 圭樹, 集団適応状態に向けた好意情報の提示とその影響, 電子情報通信学会誌, 査読有, Vol. J97-A, No. 6, pp.429-438, 2014

Takadama, K. and Ushida, Y., Specifying Collective Adaptive Situations in Cross Cultural Game Towards Validation of Agent-based Social Simulation, SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration (JCMSI), 査読有, Vol.6, No.2, pp.117-123, 2013, DOI:10.9746/jcmsi.6.117

高玉 圭樹, 佐藤 史盟, 大谷 雅之, 服部 聖彦, 佐藤 寛之, 山口 智浩, 別カテゴリ商品提示による好みの明確化を促す推薦システム, 人工知能学会論文誌, 査読有, Vol. 28, No.2, pp. 210-219, 2013,

<http://dx.doi.org/10.1527/tjsai.28.210>

[学会発表](計 12件)

山口 智浩, 竹森 孝樹, 高玉 圭樹, invisible な迷路タスクを用いた人の学習過程の可視化による継続的学習の支援, 1E5-0S-23b-7, 人工知能学会全国大会(第28回), 2014年5月12日, 松山/愛媛

山口 智浩, 竹森 孝樹, 高玉 圭樹, Invisible な迷路タスクを用いた人の学習過程の可視化, 計測自動制御学会, 第41回知能システムシンポジウム, 2014年3月13日, 筑波大/東京

竹森 孝樹, 山口 智浩, 高玉 圭樹, invisible な刺激に基づく, 人間の継続的学習の促進, 計測自動制御学会, システム・情報部門 学術講演会 2013 (SSI2013), pp. 227-231, 2013年11月18日, 大津/滋賀

Yamaguchi, T., Nishimura, T., and Takadama, K., Awareness based recommendation - Toward the Cooperative Learning in Human Agent Interaction -, The International Conference on Humanized Systems 2012, pp.198-203, 2012年8月17日, Daejeon/Korea

Takadama, K., Sato, F., Otani, M., Hattori, K., Sato, H., and Yamaguchi, T., Preference Clarification Recommender System by Searching Items Beyond Category, IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction (IHCI 2012), pp.3-10, 2012年7月21日, Lisbon /Portugal

山口 智浩, 山口 浩基, 高玉 圭樹, 対話的プラン推薦システムにおける閲覧効率化機能がユーザに与える影響の分析, 計測自動制御学会, 第39回知能システムシンポジウム, pp.29-34, 2012年3月15日, 千葉大/千葉

佐藤 史盟, 大谷 雅之, 服部 聖彦, 佐藤 寛之, 高玉 圭樹, 山口 智浩, 別カテゴリ商品提示による好みの明確化を促す推薦システムの設計と評価, 計測自動制御学会, システム・情報部門 学術講演会 2011 (SSI2011), 3D4-3, 2011年11月23日, 代々木/東京

山口 智浩, 足立 麻衣子, 高玉 圭樹, 好

みのユーザプロファイリングにおける、
好み変化のモデル化,計測自動制御学会,
システム・情報部門 学術講演会 2011
(SSI2011), 1A1-4, 2011年11月21日,
代々木/東京

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・
教授

研究者番号：20345367

〔図書〕(計 4件)

Yamaguchi, T., Takemori, K., and
Takadama, K., Visualizing mental
learning processes with invisible
mazes for continuous learning, in HIMI
2014, Part II, Lecture Notes in
Computer Science (LNCS Vol.8522), Proc.
of 16th International Conference, HCI
International 2014, S.Yamamoto (ed.),
pp.137-148, Springer-Verlag, 2014

Yamaguchi, T., Nishimura, T. and
Takadama, K., Awareness based
recommendation - toward the human
adaptive and friendly interactive
learning system, in Engineering
Creative Design in Robotics and
Mechatronics, chapter 6, M. K. Habib,
J. Paulo Davim, (eds.), pp.86-100, IGI
Global, 2013

Yamaguchi, T., Takemori, K. and
Takadama, K., Modeling a human's
learning processes toward continuous
learning support system, in
Interdisciplinary Mechatronics, M. K.
Habib, J. Paulo Davim, (eds.),
pp.69-94, Wiley-ISTE, 2013

Takemori, K., Yamaguchi, T., Sasaji, K.
and Takadama, K., Modeling a Human's
Learning Processes to Support
Continuous Learning on Human Computer
Interaction, in Human Interface and
the Management of Information.
Information and Interaction Design.,
Lecture Notes in Computer Science
(LNAI Vol.8016), Proc. of 15th
International Conference, HCI
International 2013, S.Yamamoto (ed.),
pp.555-564, Springer-Verla, 2013

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

山口 智浩 (YAMAGUCHI, Tomohiro)

奈良工業高等専門学校・情報工学科・教授

研究者番号：00240838

(2)研究分担者

高玉 圭樹 (TAKADAMA, Keiki)