

令和元年6月14日現在

機関番号：10106

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00417

研究課題名(和文)空間的分析と時間的制御を融合した、次世代商品推薦システムのための基礎理論の構築

研究課題名(英文)Construction of basic theory for next generation recommender system based on spatial analysis and temporal control

研究代表者

前田 康成 (Maeda, Yasunari)

北見工業大学・工学部・教授

研究者番号：30422033

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：マルコフ決定過程(MDP)を用いて顧客クラスが変化する推薦システムのモデル化を行った。遷移確率が既知の場合に総売上上の期待値を最大化する推薦方法を提案した。また、遷移確率が未知の場合の半教師付き学習方法も提案した。

MDPを用いて推薦システムにおける新規顧客に対する質問方法のモデル化も行った。遷移確率が既知の場合に総売上上の期待値を最大化する質問方法を提案した。また、遷移確率が未知の場合の半教師付き学習方法も提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の推薦システム技術では、顧客の趣味などを示す顧客クラスが固定のもとで売上を最大化することは可能だったが、顧客クラスが変化(顧客の趣味などが変化)する場合の最大化は不可能だった。本研究成果によって、顧客クラスが変化する場合であっても売上の最大化が可能になる。

また、従来の推薦システム技術では、通信販売サイトを初めて訪問する顧客(新規顧客)に対して何らかの質問(年齢、趣味などに関する質問)をすることは可能だったが、売上を最大化するための質問は不可能だった。本研究成果によって、売上を最大化するために必要な新規顧客に関する情報を取得するための質問選択が可能になる。

研究成果の概要(英文)：We apply Markov decision processes(MDP) to recommender system with transitions of user classes. A new recommender method which maximizes total reward is proposed under the condition that the true parameters of MDP are known. We also proposed a semi-supervised learning method for recommender system under the condition that the true parameters of MDP are unknown.

We apply MDP to questionnaire for a new customer in recommender system. A new questionnaire method which maximizes the total reward is proposed under the condition that the true parameters of MDP are known. We also proposed a semi-supervised learning method for the new customer problem of recommender system under the condition that the true parameters of MDP are unknown.

研究分野：統計的決定理論、知識情報処理、機械学習

キーワード：推薦システム マルコフ決定過程 顧客クラス 新規顧客 動的計画法 半教師付き学習 EMアルゴリズム 統計的決定理論

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2014年の日本のネット通販市場規模は約13兆円で、前年との比較でも14.6%増加しており、小売業における主要分野の一つである。ネット通販では顧客に商品を推薦する商品推薦システムが利用されている。しかし、従来の商品推薦システムでは顧客や商品の類似性を空間的に分析して推薦に利用するのみで、顧客を購買行動へ向けて誘導する制御の視点が不足している。売上高を最大化するためには、推薦と購買を時間軸で捉える制御の視点も必要である。そこで、本研究では空間的分析と時間的制御の融合によって、売上高を最大化する次世代商品推薦システムのための基礎理論を構築する。

2. 研究の目的

従来から商品推薦システムでは、同じクラスに属する顧客は同様の商品を購入すると仮定して、顧客や商品の類似度に関する分析結果を商品の推薦に利用している。本課題では、顧客や商品の類似度に関する分析を空間的分析と呼んでいる。

また、商品を推薦する本来の目的は売上高の最大化であり、目的を達成するためには商品の推薦と推薦後の顧客の行動(購入/未購入)を時間軸で捉えて分析し、顧客を購買行動へ誘導するような商品を推薦する必要がある。本課題では、このような顧客の誘導を時間的制御と呼んでいる。

本課題では、空間的分析と時間的制御を融合した商品推薦問題において、マルコフ決定過程を用いて定式化し、売上高を最大化する次世代商品推薦システムのための基礎理論を構築することを目的としている。

3. 研究の方法

時間的制御で利用する確率モデルとしてマルコフ決定過程を採用し、従来技術の分析結果も踏まえ、空間的分析と時間的制御の融合によって売上高を最大化する商品推薦問題の定式化を行う。統計的決定理論に基づいて売上高の最大化問題として定式化することにより、理論的な最適性を保証する。

定式化に基づき空間的分析と時間的制御を融合させた商品推薦問題における最適な推薦商品を算出するためのアルゴリズムを提案する。提案内容を計算機上に実装し、空間的分析と時間的制御を融合させた商品推薦方法の有効性を検証する。

4. 研究成果

主な研究成果を以下に示す。

(1)遷移確率が既知のマルコフ決定過程(MDP)を用いて顧客クラスが変化する推薦システムのモデル化を行った。ベイズ基準のもとで総売上上の期待値を最大化する推薦方法を提案し、その有効性を数値計算例によって確認した。

(2)MDPの遷移確率が未知の仮定のもとで顧客クラスが変化する推薦システムにおける半教師付き学習方法を提案した。学習データは完全データと不完全データによって構成される。提案方法ではEMアルゴリズム(expectation-maximization algorithm)を用い、シミュレーションによってその有効性を確認した。

(3)遷移確率が既知のMDPを用いて推薦システムにおける新規顧客に対する質問方法のモデル化を行った。総売上上の期待値をベイズ基準のもとで最大化する質問方法を提案し、その有効性を数値計算例によって確認した。

(4)MDPの遷移確率が未知の仮定のもとで推薦システムの新規顧客問題における半教師付き学習方法を提案した。学習データは完全データと不完全データによって構成される。提案方法ではEMアルゴリズムを用いる。シミュレーションによって提案方法の有効性を示した。

従来の推薦システム技術では、顧客の趣味などを示す顧客クラスが固定のもとで売上を最大化することは可能だったが、顧客クラスが変化(顧客の趣味などが変化)する場合の最大化は不可能だった。本研究成果によって、顧客クラスが変化する場合であっても売上の最大化が可能になる。

また、従来の推薦システム技術では、通信販売サイトを初めて訪問する顧客(新規顧客)に対して何らかの質問(年齢、趣味などに関する質問)をすることは可能だったが、売上を最大化するための質問は不可能だった。本研究成果によって、売上を最大化するために必要な新規顧客に関する情報を取得するための質問選択が可能になる。

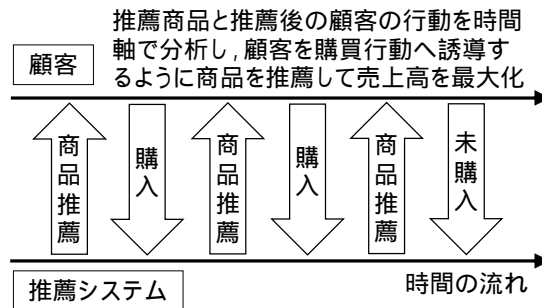


図 1. 推薦システムのイメージ

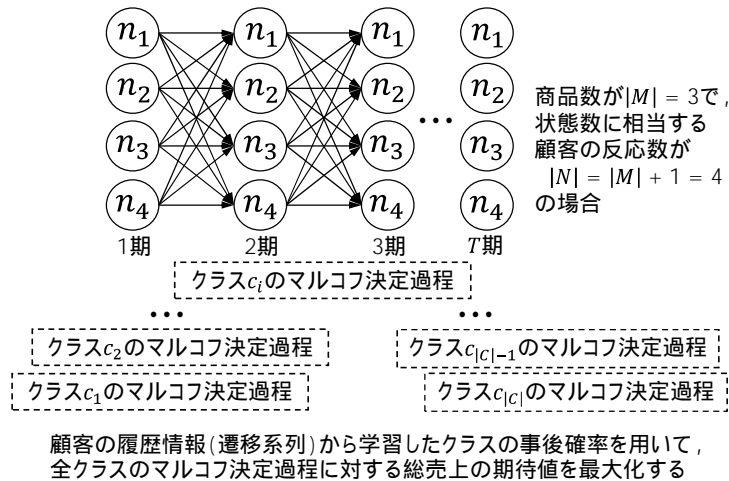


図 2. 顧客クラスが変化する推薦システムのイメージ

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 13 件)

(1) 前田康成, 山内翔, 鈴木正清, 松嶋敏泰, 顧客クラスが変化する推薦システムにおける半教師付き学習, バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, Vol.20, No.1, pp.15-22, May.2018. 査読あり,

https://kitami-it.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=8678&item_no=1&page_id=55&block_id=91

(2) 前田康成, 山内翔, 鈴木正清, 松嶋敏泰, 推薦システムの新規顧客問題における半教師付き学習, バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, Vol.20, No.1, pp.37-46, May.2018. 査読あり,

https://kitami-it.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=8679&item_no=1&page_id=55&block_id=91

(3) 前田康成, 山内翔, 鈴木正清, 松嶋敏泰, 推薦システムにおける新規顧客問題に関する一考察, バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, Vol.19, No.2, pp.13-19, Dec.2017. 査読あり,

https://kitami-it.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=8676&item_no=1&page_id=55&block_id=91

(4) 前田康成, 山内翔, 鈴木正清, 高野賢裕, 松嶋敏泰, マルコフ決定過程を用いたヘルスケア支援に関する一考察, バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, Vol.19, No.2, pp.21-27, Dec.2017. 査読あり,

https://kitami-it.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=8677&item_no=1&page_id=55&block_id=91

(5) Shota Saito, Toshiyasu Matsushima, Evaluation of Overflow Probability of Bayes Code in Moderate Deviation Regime, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics,

Communications and Computer Sciences, vol.E100-A, no.12, pp.2728--2731, Dec.2017. 査読あり

(6) 前田康成, 鈴木正清, 松嶋敏泰, 顧客クラスが変化する推薦システムに関する一考察, 電気学会論文誌 C, Vol.137, No.6, pp.815-816, Jun.2017. 査読あり

(7) 前田康成, 鈴木正清, 松嶋敏泰, センサネットワークを利用したアセットマネジメントに関する一考察, 電気学会論文誌 C, Vol.137, No.6, pp.817-818, Jun.2017. 査読あり

(8) 安田豪毅, 宮希望, 須子統太, 松嶋敏泰, 半教師付き学習における一貫性を満たすゆー度方程式の解に基づく予測の漸近評価, 電子情報通信学会論文誌 A, 査読有, Vol.J100-A, No.1, pp. 102-113, Jan.2017, 査読あり

(9) Shunsuke Horii, Toshiyasu Matsushima, Shigeichi Hirasawa, Linear Programming Decoding of Binary Linear Codes for Symbol-Pair Read Channel, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol. E99-A, No. 12, Dec.2016. 査読あり, DOI: 10.1587/transfun.E99.A.2170

〔学会発表〕(計 15 件)

(1) Shunsuke Horii, Variational Bayesian Compressed Sensing for Sparse and Locally Constant Signals, Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2018), pp. 972-976, 2018.

(2) 堀井俊佑, 須子統太, 統計的決定理論に基づいた因果効果の推定法に関する一考察, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.118, No. 284, IBISML2018-97, pp. 397-402, 2018.

(3) Y. Iikubo, Shunsuke Horii, Toshiyasu Matsushima, Sparse Bayesian Hierarchical Mixture of Experts and Variational Inference, Proceedings of 2018 International Symposium on Information Theory and Its Applications (ISITA), Singapore, pp.60-64, 2018.

(4) Kai Asaba, S. Saito, Shunsuke Horii, Toshiyasu Matsushima, Bayesian Independent Component Analysis under Hierarchical Model on Independent Components, Proceedings of 2018 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), Honolulu, HI, USA, pp.959-962, 2018.

(5) 浅葉海, 齋藤翔太, 堀井俊佑, 松嶋敏泰, 潜在変数に階層モデルを仮定したベイズ独立成分分析, 電子情報通信学会情報論的学習理論と機械学習研究会 (IBISML), Vol.117, No.475, IBISML2017-97, pp. 49-53, 2018.

(6) 堀井俊佑, Bayesian Lasso のための実験計画に関する一考察, 第 20 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2017), 2017.

(7) Shunsuke Horii, Bayesian Sparse-Smooth Modeling and Variational Inference, Proc. of Bayes on the Beach 2017, p.16, 2017.

(8) Shunsuke Horii, Sparse Bayesian Logistic Regression with Hierarchical Prior and Variational Inference, AABI2017, NIPS workshop Advances in Approximate Bayesian Inference, 2017.

(9) 堀井俊佑, 松嶋敏泰, 平澤茂一, 確率伝搬法に基づく疎信号のサポート復元に関する一考察, 信学技報, Vol.116, No.33, IT2016-4, pp.19-24, May.2016.

(10) Yasunari Maeda, Toshiyasu Matsushima, Theoretical Limit of Type-I Hybrid Selective-repeat ARQ with Finite Receiver Buffer, Proc. of Information Theory and Its Applications (ISITA), 2016 International Symposium on, Nov.2016.

(11) Shunsuke Horii, Toshiyasu Matsushima, Shigeichi Hirasawa, A note on support recovery of sparse signals using linear programming, Proc. of Information Theory and Its

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計2件)

(1)名称：推薦装置、推薦方法、及びプログラム

発明者：前田康成

権利者：北見工業大学

種類：特許権

番号：特願 2018-082998

出願年：2018年

国内外の別：国内

(2)名称：推薦装置、推薦方法、及びプログラム

発明者：前田康成

権利者：北見工業大学

種類：特許権

番号：特願 2017-089174

出願年：2017年

国内外の別：国内

取得状況(計0件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

(1) 研究シーズ 北見工業大学 社会連携推進センター

<http://www.crc.kitami-it.ac.jp/seeds/>

北見工業大学の産学連携用の研究シーズ紹介Webページである。研究シーズ一覧中の本課題代表者の前田のシーズ「様々な産業に貢献可能な柔軟な知識情報処理技術」中で本課題を紹介している。

(2) 北見工業大学 学科・コース・研究室サーチ

<http://koho5.office.kitami-it.ac.jp/>

北見工業大学の研究室紹介用Webページである。「情報システム」配下の「人工知能」配下の「知識情報処理研究室」が本課題代表者の前田の研究室で、紹介内容に本課題が含まれている。

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：堀井 俊佑

ローマ字氏名：HORI Shunsuke

所属研究機関名：早稲田大学

部局名：グローバルエデュケーションセンター

職名：准教授(任期付)

研究者番号(8桁): 00552150

研究分担者氏名：松嶋 敏泰

ローマ字氏名：MATSUSHIMA Toshiyasu

所属研究機関名：早稲田大学

部局名：理工学術院

職名：教授
研究者番号(8桁): 30219430

(2)研究協力者
研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。