

平成 22 年 6 月 9 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）  
 研究期間：2008～2009  
 課題番号：20800072  
 研究課題名（和文）ウェブとセンサ情報を用いたユーザの多様な嗜好と状況に応じた  
 情報推薦手法の研究  
 研究課題名（英文）Recommendation using user context based on Web and sensor information

研究代表者  
 森 純一郎 (MORI JUNICHIRO)  
 東京大学・大学院工学系研究科・特任助教  
 研究者番号：30508924

研究成果の概要（和文）：平成 20 年度は、センサおよびウェブから取得したユーザ情報を用いたユーザの嗜好やコンテキストの推定に取り組んだ。これらの成果を、IEEE Pervasive Computing 論文誌やユーザモデリングのトップ学会である UMAP などで発表した。平成 21 年度は、ユーザの嗜好、時空間情報、コンテキストを考慮した情報推薦手法に取り組んだ。これらの成果を論文誌および学会で発表した、特に第 8 回情報科学技術フォーラムにおいては最優秀論文賞を受賞した。なお、提案手法は、経済産業省情報大航海プロジェクトの実証実験として実際にユーザに対するサービスとして提供された。

研究成果の概要（英文）：During fiscal year 2008, I worked on modeling user preferences and contexts using the information obtained from the Web and sensor information. We presented our research results in several international journals and conferences including IEEE Pervasive computing and UMAP. During fiscal year 2009, I developed the recommendation method based on user preference, time/space information, and user context. Our paper was awarded the best paper in FIT2009. Using the developed method, we provided a service to support town visitors in the frame work of the MEXT's grand information voyage project.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,280,000	384,000	1,664,000
2009 年度	1,130,000	339,000	1,469,000
年度			
年度			
年度			
総計			

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：センサ、ウェブ、情報推薦、コンテキスト

## 科学研究費補助金研究成果報告書

## 1. 研究開始当初の背景

現在ウェブ上の情報は爆発的な増加をたどっている。特に、ブログやソーシャルネットワークサービスなどの急速な普及によって、ユーザは自身の日常の体験をもとに容易にコンテンツを生成することが可能になり、またユーザの背景文化や人間関係といった実社会の情報もウェブには投影されてきている。さらに近年では、非ウェブの情報に関しても情報の爆発的な増加がおりつつある。U-Japan 政策によって進められてきたユビキタスセンサネットワーク利用技術の研究開発では、電子タグ、センサー、情報家電などを通して場所、時間、周辺状況といった実世界からのユーザ情報取得が可能になってきている。総務省は 2010 年までには、100 億個以上のユビキタス端末をつなぐユビキタスセンサネットワークの実現へ向けての研究開発をとりおこなうとしており、センサ情報は今後爆発的な増加が見込まれる。これを受けて、「情報の巨大集積化と利活用基盤技術開発」（科学技術連携施策群）においては、ユビキタスセンサネットワークから得られるセンサ情報をコンテンツ化し Web のように誰もが自由に利用可能にするセンシング Web と呼ばれる研究も開始されている。ウェブ情報とセンサ情報という二つの大規模な情報源からの膨大で多種多様なコンテンツが取得可能になりつつある現在、それらの情報をどのように統合、構造化しユーザの嗜好や状況を把握するか、さらにそれらの情報の中からどのようにユーザの嗜好や状況にあったものを見つけ出し提供するかは、情報の爆発的増加とユビキタスネットワーク環境技術が普及している現在において重要な課題である。私はこれまで、ウェブからのユーザ興味やソーシャルネットワーク（ユーザ間の人間関

係）の抽出、センサから感情の抽出、センサからの体験情報の抽出と共有[文献 1]など、大規模なウェブやセンサデータからのユーザ情報の抽出と応用に関する研究に取り組んできた。複数の情報源から抽出されたこれらのユーザの断片的な情報を統合することで、ユーザの嗜好、時空間情報、人間関係を含むコンテキストをよりの確に把握することができる。例えば、「ユーザが何に興味があり、誰と知り合いで、いまどこにいるか」といったユーザのコンテキストは、ウェブからの情報（例えばユーザ興味や人間関係）とセンサからの情報（例えばユーザの位置や時間）を合わせることで推測が可能になる。嗜好、人間関係、位置、時間といったユーザのコンテキストが把握できれば、膨大な情報の中からユーザの嗜好、時間と場所などユーザの時空間情報、人間関係などユーザの社会的情報に合致した適切なウェブ情報やセンサ情報のフィルタリングと提供が実現できる。以上が、本研究の基本的な着想である。

## 2. 研究の目的

本研究では大規模なウェブ情報およびセンサ情報を利用したウェブと実世界における情報推薦を目的とし、以下の研究を行う。

- (1) 大規模ウェブ情報とセンサ情報からのユーザ嗜好やコンテキストの抽出・構造化技術
- (2) ユーザの嗜好、時空間情報、人間関係といったコンテキストを考慮した情報推薦技術

まず(1)については、大規模ウェブ情報とセンサ情報からユーザの嗜好やコンテキストをどのように抽出し、統合・構造化できるかについて明らかにすることを大目標とする。そのために、まずショッピングというウェブお

よびユビキタス環境両面で有用と思われる具体的なシナリオにそって、ユーザの嗜好（興味ある商品や好みのレストランなど）、コンテキスト（場所や時間や周辺環境や同伴者や社会ネットワークなど）がどのように表され、それらがウェブ情報（オンラインショッピングサイト、ロコミサイト、ブログ、ソーシャルネットワークなど）、センサ情報（GPS、RFID タグ、IC カードによる行動・購買履歴）からどのように抽出できるかを明らかにする。具体的には私がこれまでの研究で取り組んできたウェブやセンサからのユーザ情報の抽出手法を拡張し設計と実装を行う。さらに、複数のウェブサイトやセンサといった多種多様な情報源から抽出されたユーザの嗜好やコンテキストに関する情報を相互参照、横断利用可能にするために、どのようにそれらのユーザ情報を統合・構造化できるかについて明らかにする。具体的には、ユーザの嗜好やコンテキストを表現するためのメタデータの設計を行い、実データを蓄積していく。

次に(2)については、大規模ウェブ情報とセンサ情報から抽出されたユーザの嗜好、時空間情報や人間関係といったコンテキストを利用して、ウェブおよび実世界においてどのようにユーザの現在の嗜好や状況にあった情報を提供できるかについて明らかにすることを大目標とする。そのために、ショッピングという具体的シナリオにそって、ユーザのウェブ行動（オンラインショッピングやレストラン検索など）と実世界行動（ウィンドウショッピングや外食など）に対して、ユーザの嗜好、場所や時間や周辺環境や同伴者や社会ネットワークといったコンテキストのうち、どの情報を用い組み合わせユーザに適切なアイテム（商品やレストランなど）の推薦を行うかについて明らかにする。具体的には、

現在情報推薦で広く用いられている協調フィルタリング（ユーザ間の嗜好類似度に基づき情報を推薦する）手法を元に、ユーザの嗜好性に加えてウェブやセンサ情報から得られた多様なコンテキストをどのように手法に組み込むか、そしてユーザの現在の嗜好や状況に対して、ユーザ間のコンテキストの類似度をどのように計算し、ユーザに対して情報推薦を行うかについてアルゴリズムの設計と実装を行う。

### 3. 研究の方法

本研究では大規模なウェブ情報およびセンサ情報を利用したウェブと実世界における情報推薦を目的とし、次の2つの主たる技術を目ざして研究開発を行う。各技術は具体的に以下に示す研究項目を行うことで実現を目指す。

(1) 大規模ウェブ情報とセンサ情報からのユーザ嗜好やコンテキストの抽出・構造化技術

1.1 シナリオと対応するデータの情報源（ウェブおよびセンサ）およびユーザ情報（嗜好、時空間情報や人間関係・社会ネットワーク情報など）の分析・設計

1.2 ウェブおよびセンサ情報からのユーザ情報の抽出手法の設計と実装

1.3 抽出されたユーザ情報の分析とそれを構造化するメタデータの設計およびデータの蓄積

(2) ユーザの嗜好、時空間情報、人間関係といったコンテキストを考慮した情報推薦技術

2.0 既存の情報推薦手法（協調フィルタリング）の実装

2.1 構造化されたユーザ情報（嗜好、時空間情報や人間関係情報などのコンテキスト）の協調フィルタリングへの適用の設計と実装

2.2 コンテキストを含むユーザ情報を考慮し

たユーザ間類似尺度の設計と実装

2.3 嗜好およびコンテキストの類似ユーザに基づく情報（推薦アイテム）の重み付け設計と実装

各技術の実現および実証実験の実行については、各年度に次のように具体的に研究をすすめる。

### 平成 20 年度計画

大規模ウェブ情報とセンサ情報からのユーザ嗜好やコンテキストの抽出・構造化技術およびユーザの嗜好、時空間情報、人間関係といったコンテキストを考慮した情報推薦技術について各研究項目について次に述べるような基本的な設計と実装を行い、実証実験に向けた予備実験を行う。

#### 1.1 シナリオと対応するデータの情報源およびユーザ情報の分析・設計

想定シナリオに基づき、ユーザの嗜好（どのような商品やレストランを好むか）、時空間情報（商店やレストランの場所や時間情報）や人間関係情報（同伴者、社会ネットワーク、過去のインタラクション履歴）といったユーザのコンテキスト情報を、ウェブ（ショッピングサイト、口コミサイト、ブログ、ソーシャルネットワーク）、センサ（携帯端末の GPS、店舗や商品に付与された RFID、IC カードの行動・購買履歴）の情報源から取得する。

#### 1.2 ウェブおよびセンサ情報からのユーザ情報の抽出手法の設計と実装

#### 1.3 抽出されたユーザ情報の分析とそれを構造化するメタデータの設計およびデータの蓄積

私がこれまで研究開発を行ってきたウェブおよびセンサからの情報抽出手法を拡張し、シナリオで対象としたユーザ情報をウェブ、センサの情報源から抽出する。センサ（GPS, RFID, IC カード）からユーザ情報（嗜好、場所・位置情報、人間関係情報）への抽

象化はあらかじめ定めたルールを用いて行う。最終的に各ユーザ情報は属性と属性値のペア集合として抽出される。

異種の情報源から取得された情報は同一意味を表す属性であっても異なる表現をもつ場合がある。異なるウェブサイト間、センサ間、またウェブ情報のセンサ情報間でユーザ情報の透過的、横断的に利用し推薦を適用するために、抽出したユーザ情報をメタデータにより統合・構造化された属性表現にする。メタデータに関してはユーザの嗜好やコンテキストを表現する既存の RDF スキーマを拡張して独自の設計を加える。

#### 2.1 構造化されたユーザ情報（嗜好、時空間情報や人間関係情報などのコンテキスト）の

協調フィルタリングへの適用の設計と実装

#### 2.2 コンテキストを含むユーザ情報を考慮したユーザ間類似尺度の設計と実装

#### 2.3 嗜好およびコンテキストの類似ユーザに基づく情報（推薦アイテム）の重み付け設計と実装

まず、既存の情報推薦手法である協調フィルタリングの基本実装（ユーザとアイテム（推薦対象：商品やレストラン）の行列を作りユーザ間の嗜好類似度に基づき推薦）を行いその性能の確認を行う。その上で、時空間情報や人間関係といったユーザのコンテキストを属性化し協調フィルタリング手法に組み込む。基本的には、従来のユーザとアイテムの行列に、ユーザとコンテキスト、アイテムとコンテキストの2つの新たな次元を加えることで、ユーザ-アイテム-コンテキストの3次元空間においてユーザの間の類似度計算を行う。その際に、従来の嗜好類似性に加えて、ユーザ間の時空間（どこにいるのかなど）コンテキストの相関、ユーザ間の周囲の

コンテキスト（だれといるのかなど）の相関、さらにユーザ間の人間関係・ソーシャルネットワークを考慮して、現在のユーザの嗜好と状況（例えば場所、同伴者）に応じた社会的に近い類似ユーザの発見（例えば、ユーザが現在いる場所に共通の同伴者と過去に訪れた友人）を行う。情報の推薦は、類似ユーザの嗜好するものを推薦する従来のアイテム予測において、コンテキストを考慮した上で現在の状況にもっとも適切なアイテムを提示するためのアイテム予測の重み付け関数を用いる。

#### 平成 21 年度計画

前年度から研究・開発を行った技術と予備実験に基づき、想定シナリオであるウェブおよび実世界でのユーザのショッピングにおける情報推薦のための実証実験を実施する。実験は、本研究で開発した技術を推薦機能としてモジュール化し、共同研究協力者が同様のシナリオで行う実験システムに組み込み実施する。

#### 4. 研究成果

平成 20 年度は、センサおよびウェブから取得したユーザ情報を用いたユーザの嗜好やコンテキストの推定に取り組んだ。具体的にはセンサおよびウェブ情報を抽象化した属性を用いて、ユーザの嗜好やコンテキストを推定する機械学習手法を構築した。これらの成果を、IEEE Pervasive Computing 論文誌やユーザモデリングのトップ学会である UMAP などで発表した。

平成 21 年度は、ユーザの嗜好、時空間情報、コンテキストを考慮した情報推薦手法に取り組んだ。具体的には、ユーザの説得性に着目し、センサやウェブなどの複数の情報源を元に、ユーザが受け入れやすい情報の推薦手法を構築した。実験を通して、提案手法が、

協調フィルタリングといった従来手法に対して優れていることを示した。これらの成果を論文誌および学会で発表した、特に第 8 回情報科学技術フォーラムにおいては最優秀論文賞を受賞した。なお、提案手法は、経済産業省情報大航海プロジェクトの実証実験として実際にユーザに対するサービスとして提供された。

#### 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 2 件）

- ① 小柴等, 相原健郎, 森純一郎, 武田英明, 記憶の想起と記録のためのライフログ・ブログ連携型支援手法の提案, Vol.51, No.1, 2010, pp. 63-81
- ② Alexander Kroener, Michael Schneider, and Junichiro Mori, A Framework for Ubiquitous Content Sharing, Vol.5, No.4, 2009, pp.58-65

〔学会発表〕（計 17 件）

- ① Junichiro Mori, Hisashi Kashima, and Yuya Kajikawa, Finding your Business Partners by using Machine Learning, The 19th International Conference for Management of Technology (IAMOT2010), 2010 年 3 月 8 日, カイロ・エジプト
- ② Junichiro Mori, Yuya Kajikawa, and Ichiro Sakata, Evaluating the Impacts of Regional Cluster Policies using Network Analysis, The 19th International Conference for Management of Technology (IAMOT2010), 2010 年 3 月 8 日, カイロ・エジプト
- ③ Naoki Shibata, Yuya Kajikawa, Junichiro Mori, Ichiro Sakata, and Kenzo Fujisue, Creating an Academic Landscape of Service Innovation, The 19th International Conference for Management of Technology (IAMOT2010), 2010 年 3 月 8 日, カイロ・エジプト
- ④ Junichiro Mori, Hisato Tashiro, Kazuo Haraoka, and Katsumori Matsushima, Identifying Informal Communities and Leaders for Total Quality Management using Network Analysis of Email, IEEE International

- Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2009 (IEEM2009), 2009年12月8日, 香港・中国
- ⑤ Junichiro Mori, Yuya Kajikawa, and Ichiro Sakata, Analyzing Inter-Firm Networks for Enhancing Large-scale Regional Clusters, IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2009 (IEEM2009), 2009年12月8日, 香港・中国
- ⑥ Yuya Kajikawa and Junichiro Mori, Interdisciplinary Research Detection by Citation Indicators, IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2009 (IEEM2009), 2009年12月8日, 香港・中国
- ⑦ 森純一郎, 梶川裕矢, 坂田一郎, 関東甲信越広域経済圏における大規模地域クラスターの分析, 研究・技術計画学会第24回年次学術大会, 2009年10月24日, 東京・日本
- ⑧ 森純一郎, 梶川裕矢, 坂田一郎, ウェブ情報を用いた中小企業間連携支援システム, 研究・技術計画学会第24回年次学術大会, 2009年10月24日, 東京・日本
- ⑨ 梶川裕矢, 森純一郎, 坂田一郎, 松島克守, 浜松地域における産業構造の分析と浜松イノベーションマネジメントシステムの構築に向けた取り組み, 研究・技術計画学会第24回年次学術大会, 2009年10月24日, 東京・日本
- ⑩ 梶川裕矢, 森純一郎, 坂田一郎, 松島克守, 学術論文の学際性の測定と評価, 研究・技術計画学会第24回年次学術大会, 2009年10月24日, 東京・日本
- ⑪ 坂田一郎, 橋本正洋, 森純一郎, 梶川裕矢, 柴田尚樹, サービス・イノベーションの情報科学リンケージの研究, 研究・技術計画学会第24回年次学術大会, 2009年10月24日, 東京・日本
- ⑫ 森純一郎, 相原健郎, 小柴等, 武田英明, 心的コンテキスト推定 - 「ぶらっと Plat@自由が丘」におけるユーザ特性の推定 -, 第8回情報科学技術フォーラム, 2009年9月3日, 仙台・日本
- ⑬ 小柴等, 相原健郎, 森純一郎, 武田英明, 説得性に基づく情報推薦手法の提案-- 「ぶらっと Plat @ 自由が丘」における統合された行動ログの活用, 第8回情報科学技術フォーラム, 2009年9月3日, 仙台・日本
- ⑭ 小田朋宏, 松原伸人, 星孝哲, 相原健郎,

小柴等, 森純一郎, 武田英明, 「ぶらっと Plat@自由が丘」における CGM サービス・盛り上がりマップとライフログ連携ブログの実装 -, 第8回情報科学技術フォーラム, 2009年9月3日, 仙台・日本

- ⑮ Junichiro Mori, Yutaka Matsuo, Hitoshi Koshiba, Kenro Aihara, and Hideaki Takeda, Predicting Customer Models Using Behavior-based Features in Shops, Int'l Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization (UMAP 2009), 2009年6月24日, トレント・イタリア
- ⑯ 森純一郎, 松尾豊, 著者話題モデルを用いたウェブからのエンティティ属性推定, 2009年度人工知能学会全国大会, 2009年6月17日, 高松・日本
- ⑰ 梶川裕矢, 森純一郎, ネットワーク指標を用いた学際的な論文の抽出, 情報知識学会第17回年次大会, 2009年5月16日, 東京・日本

〔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〕

ホームページ等

本研究を用いた実証実験のウェブページ:

<http://jiyugaoka.puratto-plat.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

森 純一郎 (MORI JUNICHIRO)

東京大学・大学院工学系研究科・特任助教

研究者番号: 30508924