

建物内の位置履歴からのユーザモデリングに関する研究開発 (032103007)

Research on User Modeling using Users' Indoor Location History

松尾 豊 産業技術総合研究所

Yutaka Matsuo National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

和泉 潔

Kiyoshi Izumi

産業技術総合研究所

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

研究期間 平成 15 年度～平成 17 年度

概要

ユビキタスネットワーク環境において、ユーザの位置情報を取得する技術が進展している。特に建物内の位置情報はユーザの特性が反映され易く、ユーザの年齢や性別、目的、興味などのユーザモデルが得られれば効果的な情報支援に活用できる。本研究では、センサから得られたユーザの位置履歴を用い、ユーザモデリングを行う技術を開発した。来客や内部職員が仕事を行うオフィス空間、および学会や展示会といったイベント空間を対象として位置履歴データを収集し、ユーザ属性を推定する処理を行う。ユーザモデリングの新たな手法を提案し、その評価を行った。いくつかの付随的な手法も提案するとともに、空間の意味を記述する方法についても検討した。

Abstract

Recent development of location technologies enables us to obtain the location history of users in a ubiquitous environment. User modeling is effective for personalized information support. This research proposed new methods to infer users' properties from the user's location history. We target office environments and event environments such as showcases and academic conferences. The obtained location history data is analyzed to show the effectiveness of our methods. We also develop the description of place semantics for user modeling.

1. まえがき

近年、多くのコンピュータやセンサが環境や機器に埋め込まれ、多様な情報通信インフラがシームレスに接続されるユビキタスネットワークを実現するための研究が行われている。特に、ユーザの情報収集を支援・代行する技術、利用者の好みや行動履歴に基づきサービスをカスタマイズする技術においては、ユーザの文脈に応じた情報支援が課題となっている。そのために、ユーザの位置情報、活動情報、欲求、嗜好、それらの履歴から、ユーザの文脈を推定する必要がある。例えば、ユーザが障害者や高齢者であることを推定したり、ユーザの目的や興味を推定することによって、駅や病院、市役所やデパート、商店街など生活の多様な場面において、さまざまな人が積極的に活動しやすい環境を構築することができる。

ユーザの位置を計測する技術は着実に進展しており、さまざまなデバイスによりユーザの位置を取得することが可能になっている。しかし、ユーザの位置情報からのユーザの文脈を推定するユーザモデリングに関して、これまで研究が十分に行われていない。本研究では、センサから得られたユーザの位置履歴を用い、ユーザの属性を推定するユーザモデリングを行う方法の研究開発を行った。そのために、ユーザにとっての空間がどのような意味を持つかというアフォーダンスに着目した空間の意味表現についても考察を行った。

2. 研究内容及び成果

2.1 位置データの取得

本研究で具体的に使用したのは、産業技術総合研究所で研究開発されている、カード型 CoBIT である。赤外線 ID タグと液晶シャッターを用いて利用者の位置と方向に応じて ID を発信する。タグ検出器を環境中に設置すること

で、ユーザの位置と同時に ID を取得することができる。本研究で仮定するこのデータ形式は一般性のあるものであり、例えば、IC タグ (RDIF タグ) で取得されるユーザの位置情報はこの形式に加工することができる。

位置データの取得は計 3 回行った。そのうちの 1 回は、産業技術総合研究所臨海副都心センターにおいて、2004 年 2 月 16 日 (月)～20 日 (金) の 1 週間行ったものである。研究センター内の 1F および 4F にセンサを計 94 個設置し、4F に勤務する内部スタッフおよび当期間中の来館者すべてにカード型 CoBIT を配布した。内部スタッフは研究員、事務職員、学生、補助スタッフ等であり、対象となる 66 名全員にカード型 CoBIT を配布し、そのうち 47 名のデータを取得できた。来館者については、計 170 名の位置情報を取得した。センサの総検出回数は 24317 回であり、そのうち 20273 回が内部スタッフであった。ひとりあたりの平均は、内部スタッフで 431.3 回、来館者で 23.8 回である。内部スタッフに対しては、年齢、来所頻度、居室、喫煙するかなどのユーザ属性を人手で調べ、ユーザ属性のデータとした。そのほか、2004 年度、2005 年度には、学会会場においてもカード型 CoBIT を用いた位置情報取得、RDIF を用いた位置情報取得の実験を行った。

2.2 ユーザ属性の推定

ユーザの位置履歴とユーザ属性があらかじめ分かっているならば、位置履歴からユーザ属性を推定するモデルを作ることができる。各センサはユーザの ID を検出できるので、それぞれのユーザに対する検出回数を求め、これを n 人のユーザ、 m 個のセンサをそれぞれ行、列とする行列で表す。これをセンサ・ユーザ行列と呼ぶ。次に、ユーザの属性について考えると、例えば、コーヒーを飲むかどうかというユーザ属性を考え、この属性値が {飲む、飲まない}

という2つ(それぞれ1と0とする)を取り得るとする。つまり、センサの検出回数をもとにした属性から、coffeeという属性が1であるか0であるかを分類するモデルを作ればよい。センサ-ユーザ行列は、情報検索の分野でよく利用される語-文書行列と同じ形式であり、さまざまな情報検索・自然言語処理の手法が応用できる。本研究では、各種のタスクで良好な結果を出すことが報告されているSupport Vector Machine (SVM) を適用し、ユーザ属性の推定を行う手法を提案した。

センサの検出回数をそのまま属性として用いる方法の他に、検出回数に各種の処理を施した上で属性として用いる方法があり、さまざまな方法について比較検討を行った。結果として、精度良く推定できるユーザ属性とそうでないものがあることが明らかになった。例えば、年齢に関しては、「25歳未満」「40歳以上」などの両端の属性値はF値で60以上と比較的、的確に推定できている。また研究チームや身分などの属性は、よく推定できるものもある。コーヒーを飲むか、喫煙するかといった属性は、ベースラインと比較するとF値で15ポイント程度精度よく推定できる。本研究では、ユーザ属性によってその推定可能性に差があること、提案手法により、より正確に推定できることなどを示した。

また、ユーザモデリングのためのセンサの重要度を推定する手法も構築した。重要度の高いものから順に属性として用いたときに、ユーザ属性の推定精度はどのように上がっていくかを示したものが図1である。各種の属性構築法による比較結果を示している。センサの重要度を計算することで、ユーザ属性の推定に潜在的に寄与するセンサを特定することができる。したがって、環境中のセンサの数を絞りたいときに重要度の低いセンサを取り除いたり、またセンサを追加するときに重要度の高いセンサの近辺に配置するといった形で利用することができる。

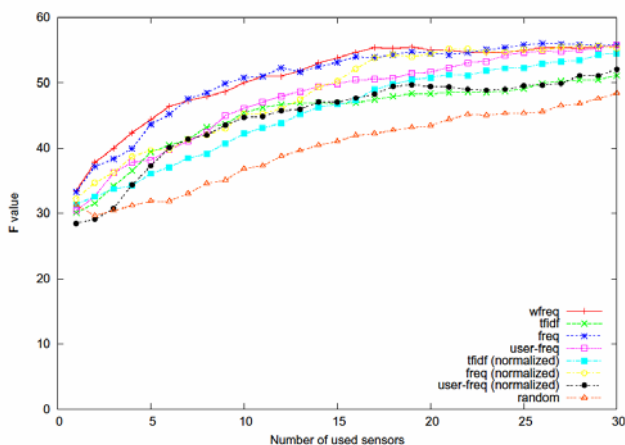


図1 センサを追加する毎のユーザ属性の推定精度の変化

2.3 空間の意味記述の提案

本研究ではユーザモデリングを効果的に行う上での、「空間の意味」についても検討を行い、空間の意味表現の枠組みを開発した。空間にはさまざまな含意がある。例えば、ある人がラウンジにいてしよう。そこでは、その人は他の誰かとリラックスしておしゃべりしているのかもしれないし、タバコを吸いながら何か考えているのかもしれない。このような含意は、人間であればすぐに理解することができるが、それを計算機に行わせるのは難しい。かといって、それを行わなければ、より高次の意味でのユーザモデリングを行うのは困難である。

本研究では、空間の機能的な側面に着目し、「ある領域内で」「どんなユーザタイプに」「どのような機能を提供するか」という点から空間の意味を記述する枠組みを提案した。近年になって UbisWorld というユビキタスにおけるユーザモデリングのオントロジが欧州で提案されているが、それとも密接に関わるものである。空間がユーザに何を提供するか、どういった行為を可能にするかという点に着目して機能を記述する点、また、空間の機能を、物理的機能と社会的機能の2つに分けている点が特徴的である。

3. むすび

以上、本研究で得られた主たる成果は、以下のようにまとめられる。

- ・ ユーザの位置情報からユーザの属性を推測する問題に対して、汎用的でロバストな手法を提案し、その有効性を示すことができた。
- ・ 空間のアフォーダンス、もしくは意味を記述する方法を体系化した。その応用について、空間機能検索などのプロトタイプを示した。

また、それ以外に次のような付加的な成果を挙げることができた。

- ・ ユーザの属性が分からない状況においても、ユーザモデリングの観点から重要なセンサを推定する手法を提案し、有効性を示した。
- ・ 学会において、参加者の位置的な関係性を分析し、社会ネットワークとの関係性からその特性を議論した。

今後、ユビキタスネットワーク環境が生活のさまざまな場面で広がっていくにつれて、位置情報からユーザに関する情報を得てそれを利用する技術は、重要な基盤になると考えている。個人情報という観点からも本研究で得られた知見は、どのような情報をシステムに利用させるかといった点で、利用者に有用な判断材料を提供するものである。

【誌上発表リスト】

- [1] 松尾 豊、高木 朗、平塚 誠良、橋田 浩一、中島 秀之、「空間の意味表現と空間機能検索」、第5回セマンティックウェブとオントロジ研究会、2004年3月22日
- [2] Yutaka Matsuo, Akira Takagi, Shigeyoshi Hiratsuka, Koiti Hasida, and Hideyuki Nakashima, "Spatial Function Representation and Retrieval", PRICAI2004, LNAI3157, 2004年8月12日
- [3] Yutaka Matsuo, "Social Network and Spatial Semantics for Real-World Information Service". Massively Multi-Agent Systems(MMAS), LNCS 3446, 2005年6月

【申請特許リスト】

- [1] 松尾 豊、高木 朗、橋田 浩一、中島 秀之、「空間検索方法、空間検索装置、空間検索プログラムおよび空間検索プログラムを記憶したコンピュータ読取可能な記録媒体」、日本、2004年1月16日
- [2] 松尾 豊、橋田 浩一、中島 秀之、「ユーザモデリング方法、ユーザモデリング装置、ユーザモデリングプログラムおよびユーザモデリングプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記憶媒体」、日本、2004年1月28日