

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：34416

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25870928

研究課題名(和文) モバイル計算環境のための行動認識に基づく情報の価値指標に関する研究

研究課題名(英文) A Study on Definition of Value of Information Designed for Mobile Computing Based on Activity Recognition

研究代表者

田頭 茂明 (TAGASHIRA, Shigeaki)

関西大学・総合情報学部・教授

研究者番号：70332806

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、ネットワーク上の動線と実空間上の動線とを融合・解析する手法を提案し、モバイル計算環境における新しい情報の価値指標を確立することである。研究成果は次の通りである。無線電波を用いた高精度なユーザの動線計測技術の開発を行った。また、生体信号情報を用いた行動変化の判別とその変化の原因となった情報の特定を行う技術を開発した。特に、脳波とその脳波を検出した位置を記録・可視化するソフトウェアEEGMapを開発し、行動の変化とその原因を容易に解析することを可能にした。実空間での行動変化の種類や度合い、行動に影響を与えたユーザ数を含めた時間的かつ地理的構造を有する情報の価値の定義を試みた。

研究成果の概要(英文)：The objective of this research is to define the value of information from the perspective of mobile computing which considers changes in users' behaviors both on the network and the real world. The achievements of this research are as follows: (1) to develop an accurate user tracking system using wireless communication media. (2) to clarify the relationships between biological information and changes in users' behaviors by extracting the change using biological information and identifying the information affecting the change. Additionally, to develop visualization software EEGMap to record and display brain waves associated with locations where they have been recorded, in order to make it easy to analyze changes in users' behaviors and the information that led to the change. (3) to define the value of information in a temporal and spatial form, considering kind and degree of changes in users' behavior and the number of users.

研究分野：モバイルコンピューティング

キーワード：情報の価値 行動認識 モバイル計算環境

1. 研究開始当初の背景

スマートフォンなどのモバイル端末の爆発的な普及に伴い、外出先でモバイルユーザが閲覧・検索した情報をもとにして、次の行動を決定するモバイル計算環境が今後ますます浸透すると考えられる。このような環境では、閲覧・検索履歴であるネットワーク上の動線と、モバイルユーザの行動軌跡である実空間上の動線、といった二つの動線が存在し、これらの動線が互に関係している点の特徴的である。これらの二つの動線を効果的に整理・解析し、モバイルユーザの行動決定に強く影響を与えた情報を知識化できれば、従来課題であったモバイル計算環境におけるネットワークと実空間とのインタラクションを円滑に進めることができる。

デスクトップ環境で利用されている情報の価値指標として、情報の被リンク数や再閲覧率、集合知などが複合的に利用されているが、ユーザの実空間の状態を考慮していない点から、ネットワークと実空間とのインタラクションが重要なモバイル計算環境に適しているとは言い難い。実空間における動線解析に関する研究分野では、モバイルユーザの動線を解析し、重要な地点情報を知識化する研究が行われている。例えば、モバイルユーザの移動軌跡から、一定時間以上滞在した地点を発見する手法が提案されている。また、位置情報が付与された写真やソーシャルメディアの情報をマイニングし、時系列解析することで地点だけでなく効率的な経路を発見する手法や、発見した経路を順位付けする手法が提案されている。実空間上での動線を解析することで重要な地点や経路を知識化するだけでなく、そのような地点や経路をとる原因となった閲覧・検索履歴に代表されるネットワーク上の動線に着目し、行動決定に強く影響を与えた情報を抽出することは、モバイル計算環境における非常に重要な検討課題と考えられる。

2. 研究の目的

本研究課題では、ネットワークと実空間との二つの動線を融合・解析する手法を提案し、モバイル計算環境における情報の価値指標を新しく確立することを目指す。モバイル計算環境では、ユーザの行動決定に強く影響を与えた情報が重要であるとともに、それらの情報は時間と場所に応じて異なることが考えられる。このことから以下を研究の柱として掲げ、各技術に関する課題とその解決策を探求する。図1に本研究の目的の概要を图示する。

(1) 行動の変化を判別する行動認識技術

測位技術やモバイル端末のセンサデバイスを利用して、ネットワークにより影響を受けたユーザの行動(行動の変化)を実空間における動線から判別する行動認識技術を確立する。

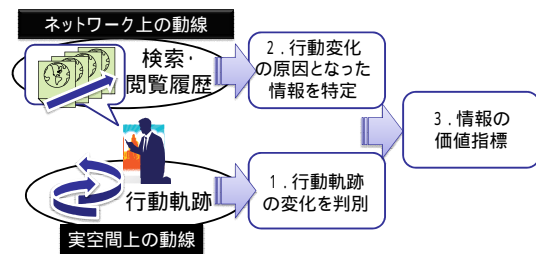


図1: 研究の概要図

(2) 行動変化の原因となった情報の特定

抽出した行動変化の原因となった情報を、ネットワークの動線から特定する技術を確立する。

(3) 時間的かつ地理的構造を有する情報の価値指標の定義

行動の変化量の度合いや影響を受けたユーザ数などを評価尺度として、時間的かつ地理的な構造を持った情報の価値指標を定義する。

3. 研究の方法

本研究課題では、ネットワークと実空間との二つの動線を融合・解析する手法を提案し、モバイル計算環境における情報の価値指標を新しく確立することを目指す。この目的を達成するために、本研究課題では、研究目的で述べた三つの研究の柱の具体的な方法の提案と評価を行うことになる。

(1) 行動の変化を判別する行動認識技術の確立

無線測位に動線計測技術やモバイル端末に搭載されるジャイロセンサや加速度センサなどを利用して、ネットワーク上の情報により影響を受けたユーザの行動の変化を判別する行動認識技術を確立する。応募者は、無線電波による動線計測技術の特許、および動線計測ソフトウェアを平成21年度総務省ICT先進実証実験事業において既に開発している。これらを用いて、まずは研究代表者が所属する大学構内にテストベッド環境を構築し、教職員および学生の動線のデータ収集を行う。以下に行動変化を判別する具体的な方法について述べる。

(2) 行動変化の原因となった情報の特定技術の確立

特定した行動変化の要因となった情報を特定するために、その行動の変化のあった時間を中心にして、閲覧履歴や検索履歴等のネットワークの動線を解析する。特定の方法として、関連研究で示されているユーザが興味をもった(ユーザに影響を与えた)情報に対するユーザの閲覧行動を参考にするが、本研究課題では、実空間上での行動変化を絡めて、実空間とネットワーク空間とのインタラク

ションに着目し、行動変化の原因となった情報の特定方法を確立する。具体的には、時系列データであるネットワークの動線から、行動変化の前に閲覧した情報、閲覧時間、閲覧間隔、再閲覧頻度などを抽出し、それらと実空間の行動パターンとの関係を解析する。

(3) 時間的かつ地理的な構造を有する情報の価値指標の定義と可視化ソフトウェアの開発

行動の変化とその変化の原因となった情報から、情報の価値を定義する。応募者らが既に提案した方法を参考にして、実空間での行動変化の種類や度合い、行動に影響を与えたユーザ数、情報の閲覧パターンなどを含めて情報の価値を定義する。さらに、モバイル計算環境における情報の価値は、時間と場所に強く依存することが予想できる。このため時間的かつ地理的な構造をとり、時間と場所の類似性を考慮し、多くのユーザの行動に影響を与えた情報に関しては、同じ時間、同じ場所にいる他のユーザに対しても重要となるように定義する。

また、行動の変化およびその変化の原因となった情報を可視化できるソフトウェアを開発し、モバイル計算環境における情報の価値指標の決定プロセスを解析するツールを確立する。

4. 研究成果

本研究課題の目的は、モバイル計算環境においてユーザの行動決定に直接影響を与えた情報が重要であると考え、ユーザの閲覧・検索履歴であるネットワーク上の動線と、行動軌跡である実空間上の動線とを融合・解析する手法を提案し、モバイル計算環境における新しい情報の価値指標を確立することである。具体的には、(1) ネットワークにより影響を受けた行動の変化を判別する行動認識技術、(2) 行動変化の原因となった情報の特定技術、(3) 時間的かつ地理的構造を有する情報の価値指標の定義、を研究の柱として掲げ、各技術に関する課題とその解決策を探索する。また、評価を通して提案した情報の価値指標の有効性を明らかにする。以下に研究期間に得た研究成果について説明する。

実空間上での行動の変化を抽出するために、無線通信を用いた動線計測技術を確立した。研究代表者が所属する大学構内にテストベッド環境を構築し、無線測位による動線計測技術やモバイル端末に搭載されるジャイロセンサや加速度センサなどを利用して、ユーザの行動の変化を判別する技術の精度向上に努めた。具体的には、ユーザが持つ端末固有の電波特性を考慮して、ユーザの動線計測の精度の向上、動線計測アルゴリズムを改善し、より多くのユーザが利用可能なようにシステムを改良した。図2に実験で利用した動線計測技術の実験環境を示す。図の左側の写真は動線計測のために用いた基地局の写

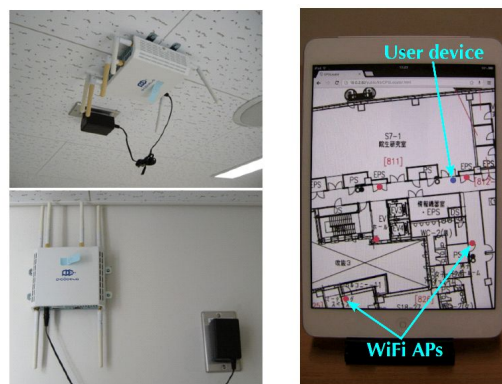


図2：動線計測技術の実験環境

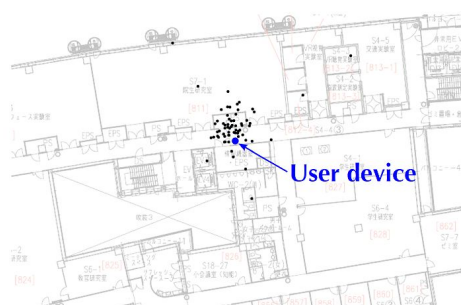


図3：動線計測技術の実験結果

真であり、右はユーザがもつ端末の写真である。図3に動線計測技術の実験結果の一部を示す。結果は誤差およそ3メートル以内でユーザの動線を計測できることがわかった。

また、無線電波を用いた動線計測技術の適用範囲を広げるために、異なる無線メディアの基地局と端末でも位置を取得できる技術を開発した。具体的には、測位基準ノードを新たに設置する必要がないセンサ測位システムとしてWiFi AP(アクセスポイント)を測位基準ノードとして利用する測位システムの開発を進めている。WiFi APを測位基準ノードとして、ZigBeeを装備したセンサの位置を取得する。屋内環境に設置されているWiFi APにセンサノードで検出可能な信号を送出させ、センサノードにおいてAP信号のRSS(受信信号強度)を測定する。測定されたRSSは測位サーバに集約され、APの位置情報を用いて多辺測量法などの距離ベースの位置推定手法によりセンサノードの位置が推定される。屋内環境にはすでに多数のWiFi APが導入され、その位置はネットワーク管理者によって管理されている。このため新たな測位基準ノードを設置することなくセンサ測位システムを実現できる。

さらに生体信号情報を場所と時間に関連付けて、情報の閲覧履歴や検索履歴等のネットワークの動線を解析し、行動変化の要因となった情報を特定することを試みた。生体信号センサを用いた行動変化の判別とその変

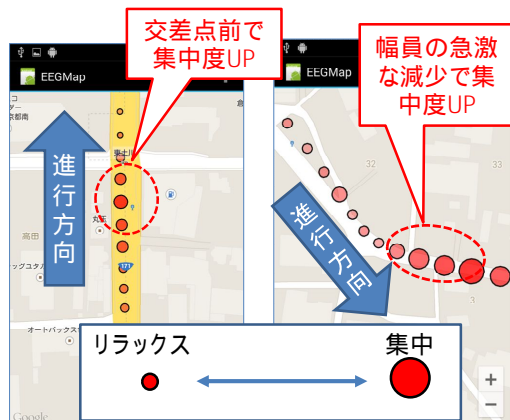


図4：開発した EEGMap による脳波と位置情報の関係を表示する画面

化の原因となった情報の特定を行う技術を開発し、生体信号情報と行動変化の関係性を明らかにした。特に、脳波とその脳波を検出した位置を記録・可視化するソフトウェア EEGMap を開発し、行動の変化とその原因を容易に解析することを可能にしている（図4参照）。生体信号センサの値を利用して、利用者のシーンを自動的に分割する技術を開発し、シーンの変化と各シーンに情報を結びつけ、シーンの検索を実現する技術を開発した。シーンの変化を行動の変化として捉えて、行動変化の判別精度の向上を試みた。

時間的かつ地理的構造を有する情報の価値指標の定義として、実空間での行動変化の種類や度合い、行動に影響を与えたユーザ数、情報の閲覧パターンなど含めて情報の価値の定義を試みた。今後は、時間と場所の類似性を生体信号のシーンから取得し、多くのユーザの行動に影響を与えた情報に関しては、同一の時間、場所で同一の行動をとる他のユーザに対しても重要となるよう定義していくことが課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

Shigemi Ishida, Shigeaki Tagashira and Akira Fukuda, AP-Assisted CTS-Blocking for WiFi-ZigBee Coexistence, Proc. of The Third International Symposium on Computing and Networking (CANDAR), 査読有, 2015, pp.110-114.

Kousaku Izumi, Shigemi Ishida, Shigeaki Tagashira and Akira Fukuda, Design of WiFi AP-RSS Monitoring System using Sensor Nodes, Proc. of The Third International Symposium on Computing and Networking (CANDAR), 査読有, 2015, pp.115-121.

Shigemi Ishida, Shigeaki Tagashira, Yutaka Arakawa, Akira Fukuda,

On-Demand Indoor Location-based Service using Ad-Hoc Wireless Positioning Network, Proc. of The 12th IEEE International Conference on Embedded Software and Systems (ICSS 2015), 査読有, 2015, pp. 1005-1013.

Shigemi Ishida, Kousaku Izumi, Shigeaki Tagashira, Akira Fukuda, WiFi AP-RSS Monitoring using Sensor Nodes toward Anchor-Free Sensor Localization, Proc. of 2015 IEEE 82nd Vehicular Technology Conference VTC-Fall, 査読有, 2015, pp. 1-5.

Teruaki Kitasuka, Shigeaki Tagashira, Shared MPR Sets for Moderately Dense Wireless Multi-hop Networks, International Journal of Distributed Sensor Networks, 査読有, vol. 2015, Article ID 486023, 2015, 11 pages, DOI:10.1155/2015/486023.

〔学会発表〕(計5件)

富重 晃季、石田 繁巳、田頭 茂明、福田 晃、無線LAN APを用いたセンサノードの測位にむけた電波減衰モデル構築実験、2015年3月2日、沖縄コンベンションセンタ（沖縄）

石田 繁巳、田頭 茂明、福田 晃、オンデマンド位置情報サービスにむけた分散測位システムの通信量評価、電子情報通信学会、2015年1月26日、南紀白浜温泉ホテルむさし（和歌山）

高嶋 瑤子、石田 繁巳、田頭 茂明、福田 晃、アドホック測位ネットワークにおける接続端末分散手法の評価、電子情報通信学会、2014年5月29日、東京大学（東京）

高嶋 瑤子、石田 繁巳、和泉 晃、田頭 茂明、荒川 豊、福田 晃、アドホック測位ネットワークにおける接続端末分散手法の初期的評価、電子情報通信学会、2014年3月18日、新潟大学（新潟）

和泉 晃、石田 繁巳、田頭 茂明、荒川 豊、福田 晃、アドホック測位ネットワークにおけるアプリケーションレス測位手法、電子情報通信学会、2014年1月23日、ホテル奥道後（愛媛）

6. 研究組織

(1)研究代表者

田頭 茂明 (TAGASHIRA, Shigeaki)
関西大学・総合情報学部・教授
研究者番号：70332806