

ユーザ行動抽出に基づく訪問者に対する 災害等イベント情報発信システムの提案

細川 侑士[†] 西村 直也[†] 白石 優旗[†] 河合由起子[†] 秋山 豊和[†]

[†] 京都産業大学コンピュータ理工学部 〒603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山
E-mail: †{g0947271, g0947073, yuhki, kawai}@cc.kyoto-su.ac.jp, ††akiyama@cse.kyoto-su.ac.jp

あらまし 本研究は、ユーザが居住者か訪問者か訪問予定者であるかに応じて、天気や災害等のイベント情報を適切な表現形式により取得できる情報発信システムの開発を目的とする。提案システムは、ユーザの閲覧履歴より現在地及び将来の訪問地域を推定すると共に、現在地あるいは滞在予定地においてユーザが居住者と訪問者のどちらに該当するかを特定する。その後、災害等のイベントが生じた際に、ユーザに即した情報をユーザが閲覧している任意のWeb ページ上にイベント情報として即時提示する。これにより、訪問者は居住者とは異なる避難情報等の的確な情報を迅速に得ることが可能となる。本論文では、閲覧履歴に基づくユーザの将来の滞在予定地推定手法ならびに情報提示手法について述べる。また、天気情報を対象として構築した警報等発信システムについて検討する。

キーワード 災害情報, 行動推定, 訪問者, 情報推薦

The system of the event information transmission such as disaster for visitors based on the user behavior extraction

Yuji HOSOKAWA[†], Naoya NISHIMURA[†], Yuhki SHIRAIISHI[†], Yukiko KAWAI[†], and Toyokazu
AKIYAMA[†]

[†] Computer Department of Science and Engineering, Kyoto Sangyo University
Kamigamohonzan, kita-ku, Kyoto-shi, Kyoto, 603-8555 Japan
E-mail: †{g0947271, g0947073, yuhki, kawai}@cc.kyoto-su.ac.jp, ††akiyama@cse.kyoto-su.ac.jp

Abstract The purpose of this study is to develop a system to disseminate information to the user depending on a resident or visitor. Users can obtain the appropriate representation of event information, such as weather or disaster. To estimate the area along with the location and future visits from the user's browsing history, the proposed system to determine whether the user applies to both residents and visitors will be staying at the place or location. When an event such as a disaster occurs, event information is immediately presented on any Web page the user is browsing the information that suits the user. Thus, the visitor can quickly obtain accurate information such as the information that is different from the resident evacuation can be achieved. In this paper, we describe a method for information presentation method for estimating ground and will stay in the future based on the user's current location or browsing history. We also examined the originating system such as alarm built for weather information.

Key words Disaster Information, Behavior Estimation, Visitor, Information Recommendation

1. はじめに

東日本大震災時の Twitter やブログの大量のユーザ発言から、有益な情報を抽出し可視化する研究が活発に行われている [1]~[3]. 山本ら [3] は、Twitter におけるリツイートをベースとした情報伝播ネットワークを作成し、震災時のネットワー

クを分析することで、多くのユーザが関心を持ち、より緊急性の高い話題の情報伝播の様子について分析し、ユーザに提示している。また、発生直後の取り組みとして J-ALERT^(注1)(全国瞬時警報システム) と呼ばれる通信衛星と市町村の同報系防災

(注1) : 総務省が開発及び整備



図 1 システム概要図

行政無線を利用し、緊急情報を住民へ瞬時に伝達するシステムがある。これらの研究は、震災等イベントの発生時後に多くのユーザに同一の内容を提示しているが、各ユーザごとに的確な情報を迅速に提供するには至っていない。そこで本研究では、震災等のイベント発生時に、特にユーザの土地勘（地理や事情についての知識）の有無に応じた的確で迅速な情報提供を目的とする。

提案システムは、ユーザ行動を抽出することで居住者（土地勘有）と訪問者（土地勘無）を判別する。ユーザ行動抽出法は、ブラウザの閲覧及び利用履歴より訪問地ならびに訪問予定地を推定し、訪問予定地に対する訪問日時を抽出する。抽出したユーザ行動予定より、居住者、訪問中のユーザ、訪問予定のユーザの3種類に分類し、訪問予定地にてイベントが発生した際に各々に重要度順に異なる情報を発信する。ユーザは、ブラウザを閲覧中であれば、受信した情報をポップアップ提示により取得できるため、本システムにより迅速な情報提供が可能になる。

本論文では、閲覧履歴に基づくユーザの将来の訪問予定地推定手法ならびに情報提示手法について述べる。また、天気情報を対象として構築した警報発信システムを検証する。

2. システム概要

本システムでは、Webサイトの閲覧履歴情報よりユーザの行動推定を行い、イベントが発生した際にユーザが訪問者か訪問予定者かを判別し、ユーザごとに適したイベント情報をWebブラウザ上にポップアップ提示する。また、Webブラウザ上へのポップアップ提示はイベント情報により異なる。例えば、天気情報が更新された場合はWebブラウザ上に小さくポップアップ提示し、警報や注意報の場合はWebブラウザ上に大きくポップアップ提示する。

提案システムの概要を図1に示す。まず、ユーザはFirefoxの拡張機能をインストールする。その際にユーザは居住地であ

る地域名を選択し、登録する。拡張機能により、ユーザのブラウザの閲覧履歴情報であるURIを取得する。本システムでは、一般にユーザはブラウザを用いて意思決定を行う際に交通案内サイト等の「フォーム」を用いて往路探索の決定を行うため、全ページを解析せずqueryを含むURIとその入出力Webページのみを解析する。それにより、コストの削減とユーザのプライバシーの考慮につながる。取得したURIのquery部分を用いて交通情報や宿泊情報が含まれているかを判定し、出発地、到着地、日付、時刻の情報を抽出する。query部分のみで抽出できない場合は、queryを入力したWebページおよび出力結果のWebページを分析し、抽出する。その際、登録した居住地以外の地名を訪問地の候補とする。交通情報や宿泊情報から取得した出発地が登録した居住地ならば、出発地においてイベントが発生した際、ユーザが居住者であると決定し、到着地が登録した居住地ならば、到着地においてイベントが発生した際、居住者とする。出発地が登録した居住地以外の場合、出発地においてイベントが発生した際、訪問者と推定し、到着地が登録した居住地以外の場合、到着地においてイベントが発生した際、訪問者と推定する。最後に災害等のイベントが発生した際、ユーザが訪問者としてイベント発生場所で訪問予定と判定された場合は、訪問者に適した情報を提示する。

例えば図1のように、災害情報の場合、居住者はイベント発生場所の土地勘があると予測され、また、居住者は訪問者より多いため、最低限のテキストでより多くの居住者へ避難警告を提示する。訪問者については、イベント発生場所の地理情報に関する知識は居住者と比較すると浅いと考えられるため、訪問予定地周辺の避難場所への地図等の情報も同時に提示する。また、訪問予定者にはイベント発生場所の地理情報の知識が浅いと考えられるがイベント発生場所に訪問中ではないのでテキストでの警告を提示する。また、災害発生時等に多くのユーザに適切なデータを配信することが重要となる場合、居住者や訪問者に合わせて配信するデータサイズを考慮することで、効果的

な配信も可能となる。

3. ユーザの行動推定に基づくイベント情報発信

3.1 ユーザ行動推定

本稿では、閲覧履歴から交通情報や宿泊情報に関するサイトの情報を行動推定に用いる。一般にユーザはブラウザを用いて意思決定を行う際に交通案内サイトや宿泊サイトの「フォーム」を用いて往路探索や宿泊場所の決定を行う。そこで本論文では、ユーザがフォームに入力した後に得られる URI そのものから出発地、到着地、到着時刻等の情報を抽出する。

ユーザ行動推定は URI のうちフォームに入力された query 部分を用いる。query は name 値=value 値のペアの連続値で構成されている。解析対象となる URI は query を含む URI とし、またそのフォーム入力ページ、出力ページのみを対象とする。これにより、全ページを対象としないため、コストの削減とプライバシーの考慮につながる。

1. 地名の取得

URI の query 部分の value 値を形態素解析する。形態素解析結果の品詞が「地名」のキーワードを抽出し、value 値を地名と判定する。

例えば、閲覧履歴の URI が「http://transit.goo.ne.jp/noutput.php?jump=on&on_st=京都&by_st=&off_st=東京...」とあった場合、value 値を全て形態素解析し、形態素解析結果の品詞が「地名」のキーワードである「京都」、「東京」が出発地、到着地の地名として抽出される。

なお、地名と判定されなかった URI は以降の出発地、到着地、日付、時刻の抽出を行わない。

2. 出発地及び到着地の判定

1. で取得した地名の name 値がフォーム入力ページの HTML ソース内の name 値と一致し、かつ同じ行に「出発/乗車」あるいは「到着/目的/下車」というキーワードを含んでいた場合、1. で取得した地名が「出発地」あるいは「到着地」と判定する。例えば、1. に例示の URI 内で「京都」の name 値である「on_st」というキーワードは、フォーム入力ページの HTML ソース内に存在すると推測できるため、HTML ソース内の name 値と「on_st」のキーワードが一致し、かつ同じ行に「出発」というキーワードを含んでいるため「京都」は出発地であるということが判別可能である。到着地も同様にして求めることができる。

この時、同じ行に「出発/乗車」あるいは「到着/目的/下車」というキーワードを含まない場合、1. で取得した2つの地名の value 値に対する name 値がフォーム入力ページの HTML ソース内の name 値と一致する行の間に「出発/乗車」あるいは「到着/目的/下車」というキーワードを含むか判定する。「出発/乗車」というキーワードを含む場合、HTML ソース内の2つの name 値を含む行間と同じ行数を name 値を含む行の前後で「出発/乗車」あるいは「到着/目的/下車」というキーワードが存在するか判定する。HTML ソース内の1つ目の name 値を含む行より

前で「出発/乗車」、「到着/目的/下車」というキーワードを含まず、かつ HTML ソース内の2つ目の name 値を含む行より後に「到着/目的/下車」を含む行が存在すれば1つ目の name 値に対する value 値を「出発地」、2つ目の name 値に対する value 値を「到着地」と判定する。また、HTML ソース内の1つ目の name 値を含む行と2つ目の name 値を含む行間に到着が存在する場合も同様に name 値を含む行間と同じ行数を name 値を含む行の前後で「出発/乗車」あるいは「到着/目的/下車」というキーワードが存在するか判定する。この際、HTML ソース内の1つ目の name 値を含む行より前に「出発/乗車」あるいは「到着/目的/下車」というキーワードを含まず、かつ HTML ソース内の2つ目の name 値を含む行より後に「到着/目的/下車」というキーワードを含む場合、1つ目の name 値に対する value 値を「出発地」、2つ目の name 値に対する value 値を「到着地」と判定する。

3. 到着日時の取得

URI の query 部分の value 値に「/」あるいは「:」を含む場合、「日時」あるいは「時刻」と判定する。

また、出力ページの HTML ソース内に「selected」で選択されたキーワードを抽出し、キーワードに「年」、「月」、「日」、「時」、「分」というキーワードを含んでいた場合「selected」で選択されたキーワードが「日時」あるいは「時刻」と判定する。

また、value 値に「/」あるいは「:」を含まない、かつ「selected」で選択されたキーワードで「日時」、「時刻」の抽出ができない場合、URI の query 部分の value 値が数値だった場合、数値の name 値をフォーム入力ページの HTML ソース内の name 値と一致し、かつ同じ行に「年」、「月」、「日」、「時」、「分」というキーワードを含んでいた場合、先に取得された数値が「年」、「月」、「日」、「時」、「分」と判定できる。

例えば、閲覧履歴の URI が「http://transit.goo.ne.jp/noutput.php?jump=on&on_st=京都&by_st=&off_st=東京&an=7&air=0&on_st_code=260068&off_st_code=130405&sr=0&Date_Year=2013&Date_Month=03&Date_Day=10&Time_Hour=15&Time_Minute=35...」とあった場合、「2013」の name 値である「Date_Year」というキーワードはフォーム入力ページの HTML ソース内に存在すると推測できるため、HTML ソース内の、name 値の「Date_Year」というキーワードが一致し、かつ同じ行に「年」というキーワードを含んでいるため「2013」は「年」と判別可能である。「月」、「日」、「時」、「分」も同様にして求めることができる。

3.2 イベント情報発信

ユーザの行動推定に必要なアクセス履歴は、JavaScript で記述した Firefox の機能拡張プログラムにより取得し、SQL でデータベースの管理を行う。取得した URI は WebSocket 通信によりデータベースに格納する。その後、ユーザの閲覧履歴からユーザの行動推定及びユーザが居住者か訪問者か否かどうかの判別が完了した後、推定した内容に基づいた情報を居住者、

	居住地	到着地	日時
居住者	一致	-	-
訪問者	不一致	一致	以前
訪問予定者	不一致	一致	以降

図 2 ユーザ分類表

訪問者、訪問予定者ごとに発信し、閲覧している Web ページ上にポップアップ提示する。

3.2.1 WebSocket 通信による情報発信

WebSocket はコンピュータネットワーク用の通信規格の 1 つであり、Web サーバと Web ブラウザ間の通信のための双方向通信用の技術規格である。HTTP サーバは常に接続された通信を行うようには設計されていないのに対し、WebSocket はサーバとクライアント間で一度コネクションが張られた後は、必要な通信のすべてをそのコネクション上で専用のプロトコルを用いて行う。これにより、新たなコネクションを張る必要がないため、HTTP プロトコルを用いた頻りにコネクションを行わなければならない Ajax に比べて、WebSocket は通信ロスが減るという利点を持つ。

また、これまで開発したシステム [11] では、サーバからのプッシュ通知が可能な Comet を用いてきた。Comet は双方向の通信を 2 つの HTTP 接続によっておこなうことができるが、HTTP コネクションを長時間占有するため、その間同一サーバに接続する他のアプリケーションの動作に影響を及ぼす可能性があるなどの問題が生じる。一方、WebSocket は一つのコネクションで全てのデータ送受信が行えるため、同一サーバに接続する他のアプリケーションへの影響が少ないなどの利点を持つ。

本システムでは、災害等のイベントが発生した際にユーザの行動推定、ユーザの選定に基づくイベント情報を多数のユーザに一斉発信するため、WebSocket を用いる。

3.2.2 イベント取得及びユーザ選定

適切なタイミングでイベント情報をユーザに提示するため、イベント情報を取得し、イベント情報を提示すべきユーザの行動推定及び選定を行う。

特定の Web サイトの更新情報を定期的に監視しておくことにより、監視している Web ページ内の内容が更新された際、イベント情報を取得する。次に、イベントの発生位置情報(地名)とユーザの現在地及び訪問予定地が一致しているか否かを判定し、一致した場合、推定した時刻とユーザ選定に基づきイベント情報を提示する。本稿では、気象庁の地震と天気の情報更新を定期的に監視することでイベント情報を取得をする。イベント情報とユーザ行動抽出に基づく情報の比較によるユーザの分類表を図 2 に示す。なお、今回は単一の移動のみを対象として行動推定を行っており、出発地は居住地と仮定している。イベントの発生位置と日付がユーザの現在地および訪問予定地と一致しているか否かを判定する。一致した場合、推定した日時とユーザ選定に基づきイベント情報を提示する。取得した地名が

ユーザの居住地と一致した場合は居住者と判定し、取得した地名とユーザの居住地と一致せず、ユーザの到着地と一致し、かつユーザの到着日時がイベント発生日時以前である場合は訪問者と判定する。また、取得した地名とユーザの居住地と一致せず、ユーザの到着地と一致し、かつユーザの到着日時がイベント発生日時以降である場合は訪問予定者と判定する。

4. 実験

	番号	サイト名
交通案内	1	ジョルダン
	2	Yahoo!路線情報
	3	駅探
	4	goo 路線
	5	Google 乗換案内
	6	エキサイト乗り換え案内
	7	ハイパーダイヤ
	8	NAVITIME
宿泊	9	じゃらん net
	10	楽天トラベル
	11	一休.com
	12	日本旅行

表 1 実験に使用したサイトのリスト

4.1 実験環境

本稿では、日本語の形態素解析に JUMAN^(注2)を用いた。また、ブラウザは Firefox バージョン 18.0 を利用し、拡張機能のインストールを行った。拡張機能により取得した URI をデータベースに格納し、災害等のイベントが生じた際に、ユーザに即した情報を発信する手法として、WebSocket を用いた。WebSocket 通信を行うためのサーバとして Jetty-distribution-9.0.0.M4 を使用した。

4.2 ユーザ行動抽出

表 1 に国内の抽出対象となる交通案内サイト 8 件、宿泊情報サイト 4 件の計 12 件を示す。これらのサイトより、出発地、到着地、日付、時刻の 4 項目の抽出について検証する。なお、宿泊情報サイトでは宿泊施設を検索及び入力する際、出発地の及び時刻の情報の入力が必要ないため、宿泊情報サイトでは日付のみを抽出対象とする。また、今回は出発地および到着地は JUMAN で地名と判定できるものを対象とする。

実験の結果、出発地、到着地は交通案内サイト 8 件全てで抽出可能なことを確認した。日付に関しては、全 12 件中 8 件で抽出でき、交通案内サイトでは 75%、宿泊情報サイトでは 50%、全体では 66%であった。時刻に関しては、交通案内サイトのみを対象に全 8 件中 7 件で抽出でき、87%であった。以上より、ユーザに出発地あるいは訪問予定地のイベント情報を提示するシステムの基本的な実現の可能性を確認できたといえる。

(注 2) : 京都大学黒橋・河原研究室で開発

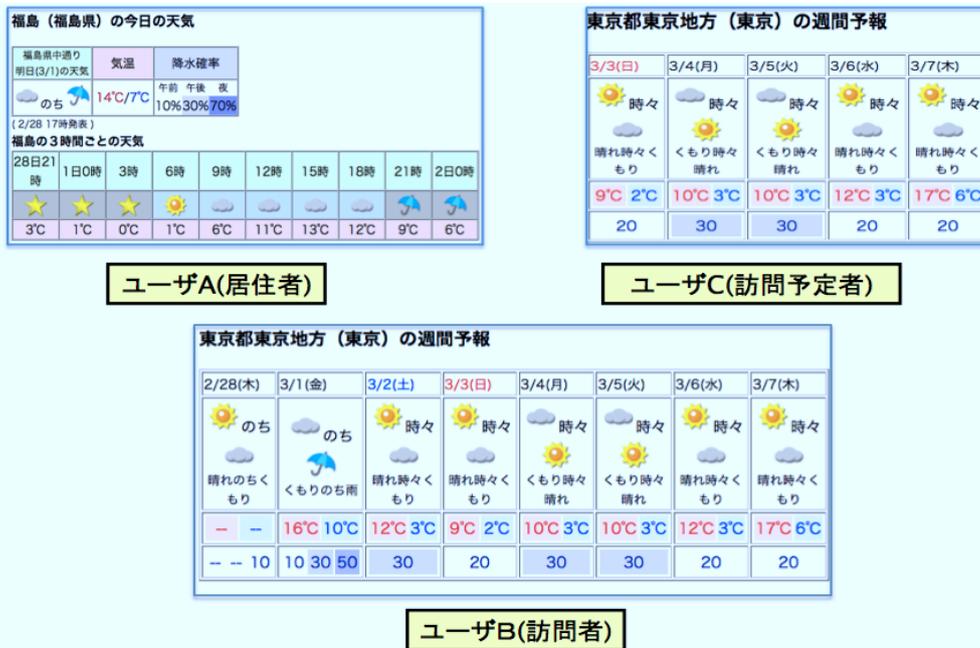


図 3 ユーザごとの天気情報推薦画面

4.3 インターフェース

今回は更新頻度の高い天気情報を対象として、ユーザ行動抽出により推定されたユーザ A(居住者)、ユーザ B(訪問者)、ユーザ C(訪問予定者)の3種類のユーザそれぞれに適した推薦結果を図 4.1 に示す。まず、ユーザ A の居住者に対しては当日の天気情報を提示し、ユーザ B の訪問者に対しては当日の天気情報と週間の天気情報を提示し、ユーザ C の訪問予定者に対しては推定した訪問予定日の天気情報を提示した。

4.4 考察

4.2 で述べた通り、出発地、到着地は交通案内サイト 8 件全てで抽出可能なことを確認している。

日付に関しては交通案内サイトからは 8 件中 6 件で抽出可能であった。ただし、URI から日付を抽出する際、value 値が「年/月/日」ではなく「月/日/年」の並びで記述されているため正しく抽出できないサイトがあった。また、JavaScript による DB 連携を行っているサイトでは、URI から抽出する value 値に対する name 値が HTML ソース内の name 値と一致しなかったため抽出できないサイトが 1 件あった。これは事前に対応表を作成する事で抽出可能になると考えられる。また、宿泊サイトでは全 4 件中 2 件で抽出可能であった。宿泊サイトで日付の抽出精度が低くなった原因として、URI の query 部分の value 値に対する name 値が HTML ソース内の name 値として発見できない場合や、同じ行に「年」、「月」、「日」を含むキーワードが発見できなかったことが挙げられる。これは「チェックイン」というキーワードもサーチ条件に加えることにより抽出可能になると考えられる。

時刻に関しては、交通案内サイト 8 件中 7 件で抽出できた。ただし日付と同様に、JavaScript による DB 連携を行っている

サイトでは、URI から抽出する value 値に対する name 値が HTML ソース内の name 値と一致しなかったため抽出できないサイトが 1 件あった。

また天気情報推薦に関しては、本稿ではユーザごとに各々に適したイベント情報を提示すること、また送信するデータ量を軽減することを前提として実験を行ったため、ユーザ A に対してはテキスト情報のみを提示したが、より多くのデータ量を送信することを許容するならば、ユーザ A に対してもユーザ B、ユーザ C と同様に地図付きの天気情報を提示することは可能である。ただし、その際は、ユーザ A は土地勘があることを考慮し、より簡易な地図の提供でも十分と考えられる。また、同じ駅名が全国の別の地域にも存在する場合、地域の特定を誤る可能性がある。今後は検索の際に都道府県名が併記されているのでこの都道府県名を用いることで出発地、到着地の抽出精度を高める予定である。

5. 関連研究

Twitter の公共アカウントのツイート内容とフォロワーの推移を分析し、災害時における Twitter での公共機関のアカウントのガイドラインの作成を行った研究 [1] や Twitter に投稿された実生活情報から有用性の高いものを抽出し局面に応じた記事をユーザに提示するシステムの提案手法 [2] がある。また、Twitter におけるリツイートをベースとしたユーザ間の情報伝播の関連性について分析し、ユーザが関心をもち、より緊急性の高い記事の情報伝播について分析した上で、災害時における Twitter でのリアルタイム情報発信の可能性について考察したもの [3] もある。これらが災害等のイベントが発生した際に多くのユーザに同一の情報を提示するのに対し、本研究ではユー

ザの位置推定に基づき各ユーザに適した情報を提示する点で異なる。

アクセス履歴からユーザの行動を推定する手法に、Web サイトのアクセス履歴からユーザの傾向を読み取り、次にどのページを閲覧するかを予測するシステム [5] や機械学習手法により Web 上におけるユーザの行動推定を行うシステム [6] 等が研究されている。これらが次に閲覧するであろうページの予測という仮想的な行動の推定を目的としているのに対し、本研究ではユーザの位置推定という現実の行動の予測を行い、それに基づく適切な情報をユーザに提示するというを目的としている点で異なる。

6. まとめと今後の課題

本研究では、Web サイトの閲覧履歴情報に基づくユーザの将来の滞在予定地推定手法及び情報提示手法を提案した。実験では、閲覧履歴の一部を用いることで、出発地、到着地に関して 100%、日付に関しては 66%、時刻に関しては 87%の精度で抽出できた。また、ユーザの選定により居住者、訪問者、訪問予定者の 3 種類に分類されたユーザそれぞれに適した情報を提示できた。今後は、JavaScript による DB 連携を行っているサイトに対して事前に対応表を作成することによる問題の解決およびユーザ行動精度の向上、またベイズ推定を用いることでユーザの滞在予定地を確率的に推定することが挙げられる。またその他、駅名を地名と判定できない場合の処理の追加、「出発時刻」、「到着時刻」、「始発」、「終電」等の検索条件の考慮、経由地を含む場合の処理の追加といった課題に取り組む予定である。

謝 辞

本研究の一部は、NTT レゾナント株式会社との共同研究、及び総務省 SCOPE 若手 ICT 研究者育成型研究開発（課題番号: 102107001）、JST 研究成果最適展開支援プログラム探索タイプ (AS242Z02958H)、JSPS 科研費 (24780248) の助成によるもので、ここに記して謝意を表す。

文 献

- [1] 吉村直子, 井上智雄. 東日本大震災前後のマイクロブログサービス Twitter における公共アカウントの利用分析. 情報処理学会研究報告, 2012-GN-83(5), 1-8, 2012.
- [2] 山本修平, 佐藤哲司. Twitter からの実生活情報の抽出法の提案. 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum 2012) F3-4, 2012.
- [3] 山本雅人, 小笠原寛弥, 鈴木育男, 吉川正志. 東日本大震災時の Twitter における情報伝播ネットワーク. 情報処理 53(11), 1184-1191, 2012.
- [4] 石原裕規, 諏訪博彦, 鳥海不二夫, 太田敏澄. 震災時における中心性に基づく Twitter ネットワーク分析とアカウント分類. 情報処理学会研究報告. データベース・システム研究会報告 2012-DBS-156(14), 1-6, 2012.
- [5] 近徳高, 高井秀人, 上里福美. Web サイト訪問者のページ閲覧行動予測システム. 東京工芸大学工学部紀要, Vol.27 No.1, 2004.
- [6] 大塚大輔, 久保山哲二, 安田浩. Web アクセスログからの閲覧者の行動分析. 電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-9-22, 2011.
- [7] 難波英嗣. ブログからのユーザの行動経路の自動抽出と可視化. 電子通信情報学会総合大会講演論文集, HT-1-4, 2012.

- [8] 梅島彩奈, 宮部真衣, 荒牧英治, 灘本明代. 災害時と平常時 Twitter におけるデマとデマ訂正ツイートの特徴分析. 電子情報通信学会技術研究報告. DE, データ工学 111(361), 59-64, 2011.
- [9] 西野正彬, 小林 透. 滞留場所間遷移途中の位置を利用した位置予測手法. 電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-9-15, 2011.
- [10] 若宮翔子, 李龍, 角谷和俊. 位置依存ソーシャルネットワークにおける行動パターンに基づく群衆の分類. 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum 2012) D8-3, 2012.
- [11] 松井優也, 青木 聡, 河合由起子, 張 建偉, 秋山豊和 (京都産大). ページを通じたユーザコミュニケーション拡張手法の検討. 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム 論文集 (DEIM Forum 2012) C1-2, 2012.