

複合施設における各フロアに関するツイート分類の検討

安井 豪基^{†,a} 王 元元^{‡,b} 河合 由起子^{‡,c}
秋山 豊和^{†,d} 角谷 和俊^{‡,e}

† 京都産業大学 ‡ 名古屋大学 ‡ 関西学院大学

a) *i1458085@cc.kyoto-su.ac.jp* b) *yuanw@db.ss.is.nagoya-u.ac.jp* c) *kawai@cc.kyoto-su.ac.jp* d) *akiyama@cse.kyoto-su.ac.jp* e) *sumiya@kansei.ac.jp*

概要 本研究では、大型ショッピングモールや駅構内のような複合施設における各店舗などの小規模施設に関するツイート発見を行い、関連する施設の Web ページを検出し、そのページ上に該当するツイートならびにツイートの集約情報を提示するシステムの構築を目指す。我々はこれまで、ツイートの発信場所と Web ページの内容（場所名）を抽出することで、ツイートと Web ページをマッピングし、Web ページ上に関連するツイートを提示するシステムを構築してきた。本研究では、高さ情報のないツイートに対して複合施設内の各フロアに関するツイート分類を目指す。これにより、Web 閲覧ユーザはある複合施設内の各フロアに関する情報を得ることができる。

キーワード Twitter, 複合施設, ツイート発見, 集約情報提示, データ分析

1 はじめに

近年、Twitter¹ などソーシャルネットワーキングサービスにより、オンライン上でコミュニケーションを行うユーザが増加している。また、スマートフォンの普及に伴い、時間や場所を問わずに情報を発信するユーザも多数存在する。実世界において、場所に関連した内容の情報をリアルタイムで発信する SNS ユーザも多数おり、それらの発言は、リアルタイムでその場所の現状を知ることができ、即時性の高い有益な情報といえる。しかし、Twitter では膨大な数のツイートが随時発信されており、関心のある話題のツイートを取得することは難しい。また、コミュニケーションの観点においても、SNS のコミュニティ内に限られてしまい、情報共有の範囲が狭くなり、情報の網羅性が低くなる。

ツイート取得の方法として、ツイートの内容やハッシュタグで検索を行う手法 [1] では、実空間においてその場所に存在しない SNS ユーザのツイートも検出する。Oku らの研究 [2] では、位置情報付きツイートをを用いて、緯度経度情報から場所に関連するツイートを取得している。しかしながら、場所に関連しない内容のツイートも検出されてしまう。また、大型ショッピングモールや駅といった多くの小規模施設が各フロアに存在する複合施設では、緯度経度が同じでもツイートの話題が異なる場合がある。このように、適切なツイートの取得には手間がしまい問題点が挙げられる。

我々はこれまで、ツイートの位置情報と Web ページの内容をマッピングし、時空間においてツイートを発信するツイートユーザと、発信された場所に関連する

Web ページを閲覧している Web ユーザに対して、SNS と Web の異種メディア横断型コミュニケーションシステムを構築してきた [3]。本研究では、さらに複合施設における各フロアに関連するツイートの分類を行い、関連する施設の Web ページを検出し、そのページ上に該当するツイートの集約情報を提示することで、システムの拡張を目指す。これにより、複合施設におけるツイートの効率的な取得により、情報の信頼性の向上につながる。

2 システム概要

本研究は、場所に関するツイート情報の取得ならびに、ツイートユーザと Web 閲覧ユーザが場所情報に基づきリアルタイムに通信可能なシステムの構築を目指す。

図 1 にシステムの概要を示す。ツイートを発信すると、ツイート閲覧者だけでなく、ツイートの内容と発生場所の位置情報に基づき、関連する Web ページを検出し、それらを閲覧しているユーザのページ上にそのツイートがリアルタイムに提示される。Web 閲覧ユーザにとってはそれら提示されたツイートを閲覧することで、場所に関する現状把握の支援になる。各ツイートに対して返信する場合は、該当するツイートを選択することで、個別に返信できる。ただし、ツイートユーザは本サービスをフォローしている必要がある。

一方、Web 閲覧ユーザが本システムの入力ボックスを用いて情報発信すると、ページを閲覧している他の Web 閲覧ユーザにメッセージが送信される。また、本サービスをフォローしているツイートユーザに対してもツイートとして提示できる。ツイートによる返信は、前者の問合せ同様にツイートだけでなく Web ページ上にも提示され、全てのページ閲覧ユーザはこれらの問合せと返信を閲覧できる。

Copyright is held by the author(s).

The article has been published without reviewing.

¹<https://twitter.com/>

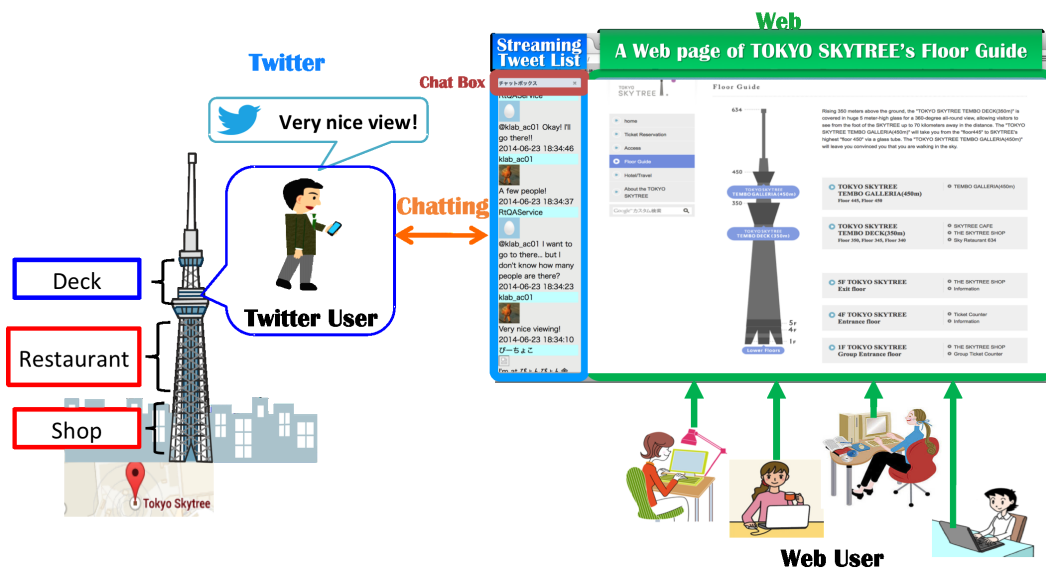


図1 異種メディア横断型コミュニケーション支援システムの概要図

なお、全てのメッセージは WebSocket サーバを経由するため匿名性が保たれる。図1では、東京スカイツリー付近にいるユーザがツイートを発信した場合に、そのツイートが東京スカイツリーのページと関連付けられ、Web ブラウザに提示されている。Web 閲覧ユーザは混雑具合や東京スカイツリーの感想など状況に関する問合せができ、一方でツイートユーザは東京スカイツリーの展望時間など、その時その場では確認しにくい情報に関してツイートによる問合せが可能になる。

図2に処理の流れを示す。本研究では、Web 閲覧ユーザとツイートユーザとを Web ページとツイートを通してリアルタイム通信可能にするため、リアルタイムに送信されるツイート（以下、ストリーミングツイートとする）ならびに Web ユーザがアクセスしている Web ページの URL を取得する。サーバはツイートユーザが発信したストリーミングツイートを取得し、位置情報に基づいて関連するページを取得し、対応付けの管理を行う。取得した関連ページに Web 閲覧ユーザがアクセスすると、対応するツイートを抽出し、ブラウザへ送信および提示する。なお、ツイートユーザは本サーバからメッセージを受信する際には、本サービスのアカウント²のフォロワーとなっている必要がある。Web 閲覧ユーザは提案システムとなるアドオンを用いる必要がある。また、取得した位置情報付きツイートのクラスタリングを行い、ツイートに詳細な店舗名など小規模施設の情報を付与する。一方で、Web ユーザが閲覧している Web ページから特徴語を場所名だけでなく店舗名を抽出し、先ほどのツイートに付与した店舗名とマッピングを行い、店舗

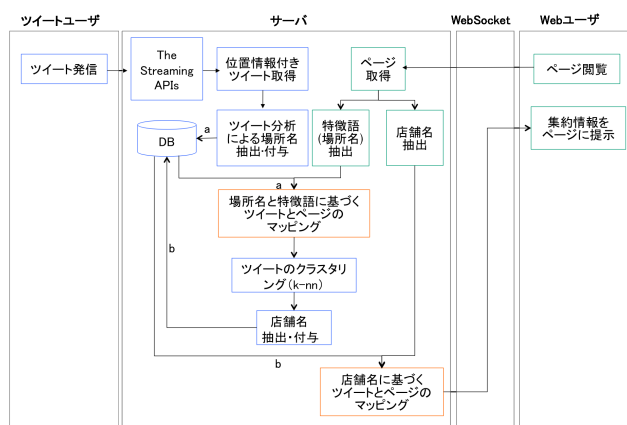


図2 集約情報提示までの流れ

ごとといった小規模施設に分けてツイートを集約情報にし、Web ユーザに提示する。

3 位置情報に基づくツイートと Web ページ間リアルタイムメッセージ通信

Web 閲覧ユーザがアドオンの入力ボックスにメッセージを入力すると、サーバが受信し、同じページを閲覧しているユーザのブラウザへ送信する。また、Web ページに提示されている各ツイートにのみ直接返信も可能である。直接任意のツイートに送信する場合、サーバはブラウザからメッセージを受信し、ツイートしたツイートユーザ（フォロワー）へ送信する。

全ての送受信はサーバを介するため、匿名性が保たれる。

²<https://Twitter.com/@RtQAService>

3.1 ストリーミングツイートデータ取得と場所名付与

本論文では、位置情報に基づく問合せを目的としており、ページとツイートを位置情報に基づき関連付ける。そのためまず、指定地域から重複を除いた緯度経度情報を含むストリーミングツイートを The Streaming APIs を用いて取得する。指定地域は、1 度以上異なる南西および北東を指定することで、その 2 点に囲まれた矩形領域のストリーミングツイートを取得できる。

次に、ツイートに場所名付与を行う。取得したストリーミングツイートの緯度経度情報から、Google Place API version 3³ を用いて、半径 l m の場所名を取得した。評価実験では、取得した場所名は関連する Web ページ取得の際に検索キーワードとして用いられることと、ツイート発信ユーザの移動も考慮し、 $l=5$ とした。また、ツイート内容を形態素解析し、名詞となる単語を取得する。

以上より、ツイートユーザ id, アイコン画像 URL, 緯度, 経度, 場所名, ツイート内容, 単語集合, 取得時刻を一定時間管理する。

3.2 ツイートの緯度経度と内容に基づくツイート選別

前節より取得したストリーミングツイートに対して位置情報に基づいた内容判定を行い、ページと関連付ける。ツイートが発信された場所名と関連するかをツイートの内容から判定することで、ツイート発生場所と関係性の低いツイートの除去を行う。

位置情報に基づいたツイート内容判定法は、一定範囲内の一定時間のツイートに多く出現する単語は関連性が高いと考え、場所名に対する特徴語として抽出する。この特徴語を多く含むツイートを場所名に関連するツイートとして選択する。まず、取得したツイート t の位置情報より、半径 d 内に存在する一定時間内のツイート n 個を取得する。次に、下記の式によりツイートの重要度を算出する。まず、ツイート t に出現する各単語 i のツイートに出現する頻度を抽出し、その平均値を算出する。また、特徴的な単語が出現しても単語数が多い場合は、ツイートの重要度が低下するため、シグモイド関数を用いることで、出現頻度の高い単語には、さらに重要度の重みを増やす方法を取ることにした。

$$\sum_{i=1}^m \left(\frac{\text{単語 } i \text{ が出現するツイート数}}{\text{ツイート総数 } n} \times \frac{1}{1 + e^{-x}} \right) \times \frac{1}{m} \quad (1)$$

m はツイート t に出現する単語総数である。 x は以下

の式で求まる単語 i の DF 値である。

$$x = \frac{\text{単語 } i \text{ が出現するツイート数}}{\text{ツイート総数}} \quad (2)$$

最後に、閾値以上のツイート t を位置情報に基づいたツイートとする。

3.3 Web ページの場所名抽出

まず、Web 閲覧ユーザの閲覧している Web ページの URL を取得し、その Web ページのスニペットを取得する。次に、スニペットから出現頻度の高い単語を特徴語として抽出する。また、形態素解析よりその特徴語の中から地名を判別し、該当する単語をそのページの場所名とする。尚、複数地名が抽出された場合は全てを場所名とする。

3.4 場所名に基づく Web ページとツイートの対応付け

3.3 節より Web 閲覧ユーザの閲覧している Web ページの場所名が抽出された。また、3.1 節より、ツイートユーザの位置情報付きツイートを The Streaming APIs を用いて取得し、緯度経度から場所名を取得して、さらに、3.2 節では場所に関連するツイートを選別した。ユーザが Web ページを閲覧すると、場所名から関連するツイートを検索し、Web 閲覧ユーザに提示する。ツイートユーザには、緯度経度情報から場所名を抽出し、その場所名と一致する Web ページを対応づける。なお、DB には取得したツイートおよび抽出した場所名を格納する。これらのツイートと Web ページを場所名に基づき、対応付ける。

3.5 リアルタイム双方向通信

リアルタイム問い合わせシステムを構築する上で、Ajax や Comet, WebSocket といった様々な双方向通信手法が存在する。先行研究として、これまで我々は Web サーバと Web ブラウザ間の通信のための双方向通信として Ajax や Comet を用いてきた [4] が、本研究では、より通信ロスの少ない WebSocket⁵ を用いる。

ツイートユーザから Web 閲覧ユーザへの配信では、ツイートユーザの位置情報付きツイートを The Streaming APIs を用いて取得し、そのツイートの緯度経度情報から場所名の付与を行い、DB にツイートと場所名を格納する。3.3 節より、Web 閲覧ユーザが閲覧している Web ページの場所名から、場所名とマッチするツイートを DB に問い合わせ、該当するツイート情報を Web 閲覧ユーザに提示する。

Web 閲覧ユーザからツイートユーザへの配信では、3.4 節より、Web 閲覧ユーザは Web ページ上に提示された

³<https://developers.google.com/place/>

⁵<http://gihyo.jp/dev/feature/01/websocket/0001>
<http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1111/11/news135.html>

表1 実験データ

大阪駅 (LUCUA)	
中心緯度経度 (34.703289, 135.496242)	
取得範囲半径 $d = 200m$	
日時	ツイート数
2015年12月5日(金) 17時-22時	122
2015年12月12日(金) 17時-22時	99
2015年12月19日(金) 17時-22時	133
2015年12月26日(金) 17時-22時	138
2015年12月6日(土) 11時-16時	151
2015年12月13日(土) 11時-16時	147
2015年12月20日(土) 11時-16時	172
2015年12月27日(土) 11時-16時	129
2015年12月7日(日) 11時-16時	188
2015年12月14日(日) 11時-16時	148
2015年12月21日(日) 11時-16時	160
2015年12月28日(日) 11時-16時	134

ツイートに対してサーバを経由し、ツイートとしてメッセージを送信することが可能である。

3.6 各小規模施設へのクラスタリング

複合施設内におけるツイート各フロアごとに分類する手法として、 k 近傍法、単純ベイズ分類、SVMにおける分類を行う。

3.6.1 k 近傍法

k 近傍法とは、判別対象のデータが、どの学習データに一番類似しているかで判別する手法である。データ同士の類似度は、ユークリッド距離を用いる。つまり、ユークリッド距離の値が低いほど類似度が高いということになる。ツイートの内容の名詞と形容詞を形態素解析により取り出し、3.2節の式(2)より単語ごとのDF値を求める。全ての単語のDF値を各ツイートに当てはめるため、全てのツイートに出現する単語数が n 種類の場合、各ツイートのベクトルは n 次元空間で表される。ツイートのベクトルから以下の式により、ツイートの類似度の算出を行う。

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$

上記の式より、判別対象のデータとそれぞれの学習データの類似度を求め、類似度が高い順に学習データのクラスを抜き出し、最も多いクラスが判別対象のデータのクラスとなる。判別対象のデータとの類似度が高い順に学習データのクラスを k 個取得し、その内、最も多いクラスがクラス j の場合、判別対象のデータのクラスは、クラス j と識別される。ただし、最も多いクラスが複数存在する場合、その中の最も類似度が高いクラスとなる。

これにより、ツイートを各フロアに分類を行う。

3.6.2 単純ベイズ分類器

単純ベイズ分類器とは、単純ベイズ確率モデルに基づいてデータを分類する教師あり学習による手法である。予め各ツイートに対して、クラスを付与しておく。次に、ツイートの内容の名詞と形容詞を形態素解析により抽出し、単語とクラスのセットを学習データとし分類器を学習させる。

そして、判別対象データのツイートの内容を形態素解析により名詞と形容詞を抽出し、分類器により各クラスに属する確率を算出する。クラスに属する確率が最も高いクラスがツイートのクラスとなる。

3.6.3 SVM

サポートベクターマシンとは、教師あり学習を用いたパターン認識モデルによる分類手法である。ツイートの学習データは、 k 近傍法と同様で、ツイートの内容の名詞と形容詞を形態素解析により取り出し、3.2節の式(2)より単語ごとのDF値を求める。この学習データにより分類器を学習させ、判別内容データのクラスを分類する。

4 実装および検証

本研究では、複合施設内のフロアに関するツイート発見ならびに集約情報の提示を目的としている。本章では、実装による評価としてプロトタイプを構築し、複合施設内のフロアに関するWebページに集約情報を提示するため、ページに提示されるツイートの評価実験を行う。本プロトタイプでは、サーバは、Apache httpd 2.4, java, php5.5を用いた。クライアント側は、Javascriptを用い、Firefox 23.0.1上で動作確認した。なお、2014年7月30日から2014年12月31日までThe Streaming APIsで日本全国のツイートデータを取得した。今回の検証では、上記のツイートデータから金曜日、土曜日、日曜日のツイートデータを使用した。

提案手法では、ツイートの発生位置の半径 d_m 内のツイートを対象として、クラスタリングされたツイートの内容がある複合施設内の店舗など小規模施設ごとに基いているかを判定する。対象は、大阪駅周辺の大型ショッピングモール「LUCUA」を中心とした半径 $d=200m$ 内で発信したツイートとし、期間は2014年12月5日から28日までの約一月間においての金、土、日曜日の週末とした(表1)。また、「LUCUA」内の各階を小規模施設とした(表2)。

正解データの決定は、20代の大学生13人による主観的評価に基づき、ツイート内容が各カテゴリに対しての関連性の評価を行い決定した。被験者が各ツイートの各カテゴリに対して関係性を評価する。評価は、少し関係

表2 大阪駅 (LUCUA) の各フロアのカテゴリ

階層	カテゴリ
10F	レストラン
9F	ブックス, ライフスタイルグッズ
8F	ボディケア, コスメ
7F	メンズファッション
6F	アクセサリ
5F	レディースファッション
4F	シューズ, レッグウェア
3F	ファッション雑貨
2F	レディス, メンズファッション
1F	レディス, シーズングッズ
B1F	スイーツ, フード, コスメ
関係なし	その他

している:1, そこそこ関係している:2, かなり関係している:3, 関係なし:0とした. 平均値が最大のカテゴリをそのツイートのカテゴリとした. なお, 店舗名が含まれているだけでなく, 店舗に関する感想や店舗に関する問合せも関係するツイートとして評価してもらった.

上記のツイートとカテゴリのデータセットを5分割し交差検証を行い, k近傍法, 単純ベイズ分類, SVMによるツイートを施設の各フロアにクラスタリングする精度の検証を行った. フロアに分類されたツイートの精度を求めるため, 評価値と分類の差異で検証を行った. まず, ツイートの各クラスの被験者の評価結果の平均値を正規化する (p_k). 次に, k近傍法により推薦された各クラスの数を正規化する (q_k). この2つの二乗平均誤差を算出し, 全てのツイートの平均で評価を行った. なお, c はクラス数とする.

$$\text{二乗平均誤差} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^c (p_k - q_k)^2}{c}}$$

またフロアに分類されたツイートの精度を求めるため, 本稿は適合率に注目し, 下記の式を用いて適合率を算出する.

$$\text{適合率} = \frac{\text{正解ツイート数}}{\text{フロアに関連するツイート総数}}$$

本実験の結果を表3に示す. k近傍法による分類は, 二乗平均誤差が0.09から0.10, 概ね良好な結果となった. 単純ベイズ分類器による分類は, 二乗平均誤差が平均で0.31あり, 適合率が0.12と低い結果となった. SVMによる分類は, 二乗平均誤差では最も良い結果となっているが, 分類されたツイートのクラスが全て「関係なし」と分類されてしまった.

SVMは, このままでは使用できないことが確認できた. 原因として, ツイートのカテゴリが「関係なし」に分類されるツイートが全体の9割を占めていることが考

表3 実験結果

k近傍法	金曜日	土曜日	日曜日
二乗平均誤差	0.103	0.097	0.089
適合率	0.630	0.360	0.550
単純ベイズ分類器	金曜日	土曜日	日曜日
二乗平均誤差	0.368	0.365	0.199
適合率	0.106	0.090	0.173
SVM	金曜日	土曜日	日曜日
二乗平均誤差	0.096	0.080	0.088
適合率	-	-	-

えられる. 改善案として, あらかじめ他の分類手法により「関係なし」のツイートを除去してから学習することが挙げられる.

k近傍法による手法によるツイート識別を確認すると, 「伝説のすた丼 チャーハン 並盛りでも満足なこの量. 出来立てで美味しかったし, 650円で大満足!」のツイートが「レストラン」に分類できており, 「美味しい」のような形容詞で識別できたことが確認できた. ただし, 「美味しい」と「おいしい」が別の単語として扱われたため, 識別ができない場合があったため, 文字揺れの対応が必要である.

また, 全体を通して, 二乗平均誤差の値が大きくなったツイートを確認すると, ツイート内に店舗名が出現した場合, 誤った識別になることが多かった. これは, 今回検証した土曜日のツイート総数が1日あたり約600件程度で, その内, ツイート内容に特定の店舗名を含めているツイートが多く, 同じ店舗に関して発信しているツイートがほぼなかったためと考えられる. 改善案として, 学習データを増加させて, Webページやフロアマップなどから小規模施設の店舗名を取得しておき, 識別の重みを考慮する. また, 今回は学習データの時間を考慮していないので, 時間帯を考慮することがあげられる.

5 関連研究

近年, Twitterをテキストマイニングの対象した研究は活発に行われており, Twitterに投稿されたツイートを分析することでイベントの検出や位置情報の取得を試みた研究も数多くある.

Arakawaら[5]は位置情報ツイートから位置依存性の高い文字列を抽出する手法を述べている. 位置情報ツイートから得たエリアを100キロ四方のグリッドに分割し, それぞれのグリッド内のツイート含有率を計算し, ツイート含有率がある閾値を超えたエリアを最終的に1キロ四方のグリッドまで走査することにより, 1つのキーワードに対して複数の位置依存性を抽出することが

できる。この研究では、位置情報とツイートのコンテンツを対応付けている。本研究でも、位置情報とツイートのコンテンツ内容を関連付けているが、こちらは、特定の場所や建造物を中心とした位置の重要性の高い文字列の抽出を行っている。また、Yamaguchiら [9] は、位置情報が既知であるユーザのツイートを用いてローカルイベントの検出を行い、検出されたローカルイベントに関する発信を行った、位置情報が未知であるユーザの位置情報を推定する。Nicholsらの研究 [7] は、ツイートのコンテンツ内容の変化に注目しており、更新の量の急増などでイベント内の重要な瞬間の識別を行う。Ribeiroらの研究 [8] では、ツイート内容を識別し緯度経度から区域でのイベント発生を検出する。本研究では、ツイートの内容に着目し、特定の単語の出現頻度が高くなれば、イベントが発生したと見なしている。

位置情報付き画像ツイートを用いてイベント検出を試みた研究として、Nakajiら [9] はあらかじめ特定のキーワードや期間を設け、位置情報付きツイートを収集し、解析することで画像付きのイベント検出を試みた。Kanekoら [10] はイベントのキーワードをシステムにより自動的に抽出することで多くのイベントを抽出することで未知のイベントのキーワードを得られるようにし、キーワードを用いて収集した画像を解析することで、ユーザが知らないイベントでも画像により視覚的にとらえることができるようにした。これらの研究は、それぞれ位置情報ベースとコンテンツベースで別々に取り扱っているが、本研究では、この2つを同時に取り扱う。

6 まとめ

本研究では、大型ショッピングモールや駅構内のような複合施設における各店舗などの小規模施設に関するツイートの発見を行い、ツイートに店舗名といった詳細な情報の付与し、そのツイートと関連する施設のWebページ上に該当するツイートならびにツイートの集約情報を提示するシステムの構築を目指した。そのため、時空間情報に基づき複合施設内のフロアごとに関連するツイートに分類する手法の提案および検証を行った。実験の結果より、k近傍法による分類精度が良好ということが確認できたが、各分類手法に対しての問題点を確認できた。

今後の課題として、今回は学習データとテストデータが共に少なかったため、データ数の増加に伴う処理時間も考慮に入れる必要がある。また、分類方法について、実験により判明した改善案を適用し、分類精度の向上を目指す。次に、分類されたツイートの情報を集約し、関連するWebページを閲覧しているユーザに情報を提示するシステムの構築を行う予定である。

[謝辞]

本研究の一部は、「JST 女性研究者研究活動支援事業(一般型)」および科研費基盤研究C(15K00162)の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] Tajima,S. and Ushiyama,T.: A Method for Composing Ad-hoc Following Networks on Twitter for Sharing Information among Event Participants, International Journal of ADADA, Vol. 17, No. 4, pp. 199-124, 2014.
- [2] Oku,K., Ueno,K. and Hattori,F.: Mapping Geotagged Tweets to Tourist Spots for Recommender Systems, In Proc. of 2014 IIAI 3rd International Conference on Advanced Applied Informatics (IIAI 2014), pp.789-794, 2014.
- [3] Wang,Y., Yasui,G., Hosokawa,Y., Kawai,Y., Akiyama,T. and Sumiya,K.: TWinChat: A Twitter and Web User Interactive Chat System, In Proc. of the 23rd ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2014), pp. 2045-2047, 2014.
- [4] 松井 優也, 河合 由起子: 人と情報の検索および相互作用を目指したソーシャルサーチシステムの研究開発, 日本ソフトウェア科学会コンピュータソフトウェア(ソフトウェア論文), Vol. 28, No. 4, pp. 196-205, 2011.
- [5] Arakawa,Y., Tagashira,S. and Fukuda,A.: Relationship Analysis between User's Contexts and Real InputWords through Twitter, IEEE Globecom 2010 Workshop on Ubiquitous Computing and Networks(UbiCoNet 2010), pp.1813-1817, 2010.
- [6] Yamaguchi,Y., Amagasa,T., Kitagawa,H. and Ikawa,Y.: Online User Location Inference Exploiting Spatiotemporal Correlations in Social Streams, In Proc. of the 23rd ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2014), pp. 1139-1148, 2014.
- [7] Nichols,J., Mahmud,J. and Drews,C.: Summarizing Sporting Events Using Twitter. In Proc. of the 2012 ACM International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI 2012), pp. 189-198, 2012.
- [8] S. S. Ribeiro, C. A. Davis, D. R. R. Oliveira, W. Meira, T. S. Goncalves and G. L. Pappa: Traffic Observatory: A System to Detect and Locate Traffic Events and Conditions Using Twitter. In Proc. of the 5th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location-Based Social Networks (LBSN 2012), pp. 5-11, 2012.
- [9] Nakaji,Y. and Yanai,K.: Visualization of Real World Events with Geotagged Tweet Photos. In Proc. of IEEE ICME Workshop on Social Media Computing (SMC 2012), pp. 272-277, 2012.
- [10] Kaneko,T. and Yanai,K.: Visual Event Mining from Geo-tweet Photos, IEEE ICME Workshop on Social Multimedia Research (SMMR 2013), pp. 1-6, 2013.