

Twitterにおける群衆の経験に 基づく近接地域検索システム

Geo-social Neighborhood Area Search
based on Urban District Proximity using
Crowd Experience over Twitter

若宮 翔子[▼] 李 龍[◆] 角谷 和俊[▲]

Shoko WAKAMIYA Ryong LEE
Kazutoshi SUMIYA

都市空間における地域間の近接性は人々の生活における意思決定の際の重要な判断基準であり、地理的な距離だけでなく、移動にかかる時間や親近感などに影響を受ける。実際に、今日の都市では交通ネットワークの複雑化や人々の活動領域の拡大などの影響により、従来の検索システムだけでは場所間の近接関係を把握することは困難である。この問題に対して都市空間で生活する人々の経験を借りて地域間の近接性を測定することができれば、なじみのない都市におけるユーザの行動支援などのために活用できると期待される。本研究では、ソーシャルネットワークに投稿されているライフログから取得可能な実空間における人々の経験を活用して、都市空間における人々の生活を中心とした地域間の近接性を測定し、近接地域検索に応用する手法を提案する。具体的には、Twitterのジオタグ付きツイートをを用いて群衆の移動経験を地域間の移動距離、移動時間、移動量の観点で抽出し、ユーザ操作によってカスタマイズされた三つの尺度を統合して測定される地域間の近接性に基づき、ユーザが指定した地域の近接地域を検索して提示するシステムを提案する。

Sense of proximity between areas in urban space is one of important criteria when making various decisions in our life. Often, it depends on not only geographical distance, but also moving time between areas and familiarity for visiting areas. Especially, due to the complicated transportation network and the expansion of activity areas in today's cities, it is quite difficult to grasp proximity relationship between places solely with conventional search systems. In this paper, we propose a system to find vicinity areas by measuring proximity between areas based on crowd experiences which are extractable from crowd lifelogs shared over social networks. In detail, we extract crowd's moving experiences in terms of moving distance, moving time, and the amount of movings using geo-tagged tweets from Twitter. Particularly, we measure MDS-based proximity between areas by integrating with three indicators which are customized by a user operation. Finally, we show distorted proximity between urban areas by utilizing our proposed system with real dataset from Twitter.

[▼] 学生会員 兵庫県立大学大学院環境人間学研究所博士後期課程
ne11n002@stshse.u-hyogo.ac.jp

[◆] 正会員 情報通信研究機構 lee.ryong@gmail.com

[▲] 正会員 兵庫県立大学環境人間学部
sumiya@shse.u-hyogo.ac.jp

1. はじめに

今日の都市における交通ネットワークの複雑化や人々の活動領域の拡大により、地域間を移動する際に、実際の距離とは異なる歪みを感じる事がよくある。実際に、地理的には離れていても、交通アクセスが便利で移動時間がかからないためにより近くに感じる場所もあれば、地理的には近いにも関わらず、移動時間がかかるためにより遠くに感じる場所がある。また、なじみのある場所をより近くに感じたり、あまり訪れることのない場所をより遠くに感じることがある。このように、都市空間における近接性は、地理的な距離だけではなく、その場所間の移動にかかる時間や場所間の親近性といった複数の観点に関わることで歪んでおり、簡単に把握することが困難である。

一般的に、このような場所間の近接性を把握するためには、地図を見たり、地域検索システムを利用して調べたり、その都市に詳しい人々に話を聞いたりすることができる。しかし、単に地域間の地理的な位置関係を示している地図や、地域間の最短経路や最短移動時間を提示する従来の検索システムだけでは、人々が感じる都市空間の近接性を把握するには不十分である。また、人に距離感覚を尋ねたとしても、その人がその都市全体を十分に知っているとは限らず、個々の限られた経験上での距離感覚には偏りが生じると考えられるため、この方法も都市空間の近接性を把握するには十分でない。

一方、近年普及しているソーシャルネットワーク（以降、SNSと記す）上には、膨大な量のライフログが投稿されている。さらに、スマートフォンの普及やSNSの発達とともに、位置情報が付与されたライフログも増加している。このようなライフログから都市空間における今までにない規模の人々の活動や振る舞いを簡単に観察して集約することで都市での様々なイベント[5]や地域性[6, 11]などを分析可能である。したがって、このような群衆経験を活用して、都市空間の近接性を把握可能であると考えられる。

実際に、実空間における群衆経験は、その空間について理解したり評価したりする際の重要な指標として様々な社会調査に役立つと期待される。例えば、国土交通省の都市交通調査¹では、特定の都市空間における人々の様々な活動パターンが調査されており、その分析結果は都市計画や都市開発などの場面で効果的に活用されている。しかし、このような社会調査を大規模に実施し、質問票を用いたアンケートなどを通して市民から収集したデータを分析し、行動パターンを抽出するためには、多大な金銭的なコスト、時間、そして労力がかかる。例えば、都市交通調査の一つであるパーソントリップOD (Origin-Destination) 量調査は、10年に一度の頻度でしか実施されていない。そのため、従来の社会調査で得られるデータでは多様な人々の経験を大規模にかつ素早く把握することが難しく、地域間の近接性分析には不十分であると思われる。

本研究では、SNSから不特定多数の人々のライフログから都市における人々の経験を抽出して都市内の地域間の近接性を測定し、ユーザ操作によりカスタマイズした近接性に基づく地域検索システムの実現を目指す。具体的には、Twitter²から大量の位置情報付きライフログ（以降、ジオタグ付きツイートと記す）を取得し、群衆の移動経験を市区町村を単位

¹ 国土交通省 都市交通調査：
<http://www.mlit.go.jp/toshi/tosiko/index.html>

² Twitter: <https://twitter.com/>

とした地域間の移動距離、移動時間、移動量の観点で抽出し、この三つの尺度を合わせた地域間の近接性を測定する。このとき、ユーザ操作により各尺度に優先度を付与し、目的に合わせてカスタマイズした近接性に基づくインデスマップを作成し、この上で特定の地域の近接地域を抽出する。

本論文の構成は以下のとおりである。2章では、本研究のアプローチとしてSNSにおける群衆の経験を活用した近接地域検索システムについて概観し、関連研究を紹介する。3章ではTwitterからの群衆の移動経験に基づく近接地域検索手法を説明する。4章では、実データを用いて行った実験とその結果について述べる。最後に、5章で本研究のまとめと今後の課題と展開について述べる。

2. 群衆経験を活用した近接地域検索システム

本章では、SNSに投稿されている大量のライフログから抽出可能な人々の経験を活用することの意義について述べる。また、群衆の経験を中心として近接地域を検索するシステムの構成について説明する。そして、関連研究を紹介して提案システムの特徴を述べる。

2.1 SNSにおける群衆の経験の活用

本研究では、SNSから取得した大量のライフログから群衆の経験を抽出し再利用することを目的とする。一般的に、SNSはコミュニケーションツールとして利用されており、発信されたメッセージは単に蓄積されていくだけである。しかし、人々が日々発信しているライフログを活用することにより、実空間における人々の経験を大規模かつ素早く把握することが可能になる。本稿では、このような群衆の経験を活用して、都市内の地域間の近接性を測定し、ユーザが指定した地域の近接地域を検索するためのシステムを提案する。

従来の地域検索システムを用いて近接地域を検索する場合、ある地点から何km以内、何分以内といった具体的な条件を指定する。しかし、なじみのない都市においてこのような指定は難しい。さらに、従来のシステムでは、地域間の最短経路に基づく最短経路距離や最短経路時間が基準となるが、実情とは異なる部分があると考えられる。例えば、最短経路の場合、多くの信号があるため、予想以上に移動時間がかかる場合があるかもしれない。また、日中は最短経路を利用する人が多いが、夜は治安が悪くなるため迂回して別の経路を利用する人が多くなるため、時間帯によって地域間の移動距離や移動時間が異なるという場合も考えられる。

これに対し、提案システムでは、実空間における人々の様々な振る舞いも含めた実質的な移動経験に基づき近接地域を検索することができる。ここで、提案システムの利用シナリオを一つ紹介する。例えば、大阪駅周辺（大阪府大阪市北区）にある会社に勤めているユーザが、マイホームの購入を検討しているとする。このとき、都心へのアクセスがよい郊外で、実際にその間を行き来する人が多い場所を中心に調べたいと考えている。この条件を移動の観点で整理すると、会社がある地域を基点として、そこからの移動距離が離れており、移動時間は短く、かつ多くの人々がその間を移動している地域というように、移動空間距離、移動時間、移動量という三つの尺度で表現可能である。この三つの尺度は、近接地域検索の際に一般的に用いられる尺度になりうると思われる。ただし、ユーザの要求に合わせた近接性表現のために、三つの尺度に対する重みをユーザが直感的に調整できるようにすべきである。この例では、移動空間距離の優先度は

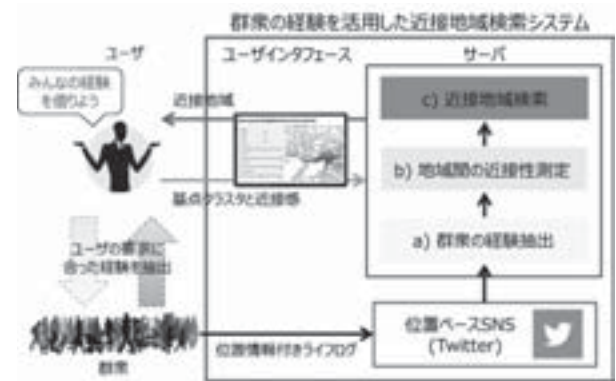


図1. 群衆の移動経験を活用した近接地域検索システムの構成

Fig. 1 Configuration of Geo-social Neighborhood Search System by Exploiting Crowd Movements

低く、移動時間や移動量の優先度は高くなるように指定することで、ユーザの近接感を表現することができる。具体的には、図2のユーザインターフェースの検索条件指定部において、基点クラスタ (C196) を選択し、移動空間距離の優先度を0.2、移動時間と移動量の優先度をそれぞれ最大の1.0、検索結果数を20件と指定することで、近接感を表現する。図1のサーバでは、ユーザ操作により生成されるクエリに基づき近接地域クラスタを検索する。そして、図2のユーザインターフェースの近接地域提示部に示すように、検索結果を地図上で表現する。この結果を見ると、大阪府内の大阪市以外の市や兵庫県宝塚市、兵庫県神戸市、兵庫県明石市や兵庫県姫路市などのように新幹線や新快速が停まる大きな駅があったり、電車一本で行ける路線があったりとアクセスに便利で、実際に多くの人が通勤などの目的で移動している地域クラスタを発見できる。このように、SNSを通して取得可能な群衆の経験を活用することで、最短経路や最短移動時間に基づく従来のシステムでは抽出困難な近接地域を提示できる。

2.2 近接地域検索システムの構成

本研究では、都市空間における人々の移動経験を用いて、近接地域検索を行うシステムを開発する。このシステムは、図1に示すように、ユーザが検索時に利用するインターフェースと、ユーザからの要求を受けて実際に検索処理を行うサーバから構成されている。ユーザインターフェースは、図2のように、検索条件指定部と近接地域提示部からなり、サーバはa) 群衆の経験抽出部、b) 地域間の近接性測定部、c) 近接地域検索部から構成されている。

a) 群衆の移動経験抽出部

Twitterに代表されるSNSに投稿されている群衆のライフログを取得し、都市における群衆の移動経験を抽出する(図1 a)。今回は、Twitterに投稿されているツイートの中でも位置情報付きのツイートを取得して、日常生活に不可欠であり実空間とのつながり強い群衆の移動経験をモニタリングする。具体的には、群衆の移動経験を移動距離、移動時間、移動量という三つの観点で抽出する。

b) 地域間の近接性測定部

群衆の移動経験に基づき、地域間の近接性を求める(図1 b)。このとき、必ずしもすべての経験を利用する必要はなく、むしろユーザの目的に合う経験を選択的に用いて近接基準を表現することが重要である。提案システムでは、図2の検



図2 提案するシステムのユーザインタフェース
Fig. 2 User Interface of Our Proposed System

検索条件指定部に示すように、移動空間距離、移動時間、移動量の三つの尺度に対する優先度をユーザがそれぞれ対応するスライダーで指定することができるインタラクティブなインタフェースを提案する。各優先度は、0 から 1.0 の範囲で設定することができ、三つの優先度付き尺度を組み合わせさせて近接性を測定する。

c) 近接地域検索部

b)で求めた近接性に基づき、ユーザが指定した地域の近接地域を抽出する(図1c)。図2の検索条件指定部では、ユーザが近接地域検索の基点となる地域クラスターを地域クラスターIDリストから指定する。4章のプロトタイプシステムでは、234個の地域クラスターからなるIDリストの中から一つの地域クラスターを選択できる。また、近接地域をユーザが決めた数だけ検索して表示するために、検索結果数を指定することができる。また、検索された近接地域を分かりやすく提示するために、図2の近接地域提示部のように地図を用いる。

2.3 関連研究

スマートフォンの普及と SNS の発達に伴い、多くの人々が位置情報付きのライフログや写真のようなソーシャルメディアコンテンツを発信している。このようなジオタグ付きコンテンツから抽出可能な人々の振る舞いを通して、実空間の関係性を分析する研究が注目を集めている。Zhengらは、GPS機能を搭載した携帯端末を通して実空間での人々の移動軌跡とメッセージから予測される行動を分析し、人々の活動によって実空間に存在するPOIを関連付けることにより、ある行動に適した場所の推薦を行うための手法を提案した[10]。Leungらは、GPS端末のデータから取得した移動軌跡を用いてユーザ・行動・場所の関連性を分析することにより、協調的に位置推薦を行った[7]。Choudhuryら[1]やKurashimaら[4]は、写真共有サイトFlickerに投稿されている時空間タグ付き写真からランドマークを中心とした群衆の移動履歴を分析し、旅行ルートとしてのランドマーク間の関係性を分析した。我々の過去の研究[6, 11]では、位置ベースSNSに投稿されているジオタグ付きライフログから人々の行動パターンを抽出し、そのパターンに基づき地域をグルーピングすることで地域の特徴付けを行った。さらに、同様のデータセットを用いて都市空間における群衆移動をモニタリングし、地域間の認知距離とその都市空間における各地域の影響力を測定することにより、人々の生活を中心とした認知地図

を作成するための手法も提案している[8, 9]。これらの研究に対し、本稿では、Twitterから取得した群衆のライフログから都市空間における群衆の移動経験から移動距離、移動時間、移動量という三つの尺度を抽出し、ユーザ操作により三つの尺度をカスタマイズして近接基準を求めて活用した近接地域検索システムを提案しているという点で特徴的である。

3. Twitterからの群衆の移動経験に基づく近接地域検索

本章では、図3a)のようにTwitterから取得した大量の位置情報付きライフログを用いて、市区町村を単位とした地域クラスター間の群衆の移動経験を移動距離、移動時間、移動量の観点で抽出し、図3b)のように移動行列を作成し(3.1節)、図3c)とd)のようにユーザ操作によりカスタマイズした地域クラスター間の近接性を測定してインデクスマップを作成し(3.2節)、図3e)のように近接地域を検索して提示する(3.3節)までの具体的な手法を説明する。

3.1 Twitterを用いた群衆移動モニタリング

本稿では、都市における群衆の移動経験を大規模かつリアルタイムに抽出するために、SNSを代表するTwitterに投稿・共有されている位置情報付きのメッセージ(以降、ジオタグ付きツイートと記す)を収集する。そのために、Twitterが提供しているStreaming API³と我々が過去の研究で開発した地理的ツイート収集システム[5]を用いて、対象地域内で発信されているジオタグ付きツイートを収集する。今回は、各ツイートに含まれるユーザID、発信日時、位置情報を用いて人々の移動経験を抽出する。具体的には、収集したジオタグ付きツイートをユーザIDごとにまとめて発信日時でソートした上で、あるユーザが連続して発信したツイートの位置情報が同一ではない場合に移動があったとして判定する。ただし、今回は地域クラスター間の関係性を求めるために、地域クラスター間の移動をモニタリングする必要がある。そこで、あるユーザが連続して発信したツイートの位置情報がそれぞれ異なる地域クラスター内にある移動のみを扱う。こうして抽出されたすべての移動セグメントについて、各移動セグメントの頂点に関わる二つの地域クラスター間の移動距離、移動時間、移動量を算出する。そして、この結果を集約して地域クラスター間の群衆の移動データとして移動距離、移動時間、移動量を求める。また、地域クラスター間の近接性を測定するために、3種類の移動データに基づき地域クラスター間の移動空間距離 $M_S[c_s, c_e]$ 、移動時間距離 $M_T[c_s, c_e]$ 、移動量距離 $M_F[c_s, c_e]$ を求め、これらを行列成分とした移動空間距離行列 M_S 、移動時間行列 M_T 、移動量行列 M_F を作成する。

なお、4章で紹介するプロトタイプシステムでは、より高速なシステム応答のために、あらかじめ三つの移動行列を生成しておき、その後はその行列を再利用している。この移動行列の生成は、Twitterから収集した膨大なジオタグ付きツイートを集約して行うため、容易に空間データの管理や検索ができるデータベースの一つであるMySQLを用いた。

3.2 地域クラスター間の近接性測定

次に、地域クラスター間の近接性を測定するために、生成した三つの移動行列を用いて近接性行列 M_R を作成する。以下に式を示す。この式において、 $nr(\cdot)$ は、異なる行列成分の単位

³ Twitter Streaming API:
<https://dev.twitter.com/docs/streaming-apis>



図3 群衆の移動経験に基づく近接地域検索プロセス
Fig. 3 Process of Geo-social Neighborhood Area Search based on Crowd Movements

を正規化するための関数であり、 w_S, w_T, w_F は三つの移動行列に対してそれぞれ付与される重み変数 ($0 \leq w_i \leq 1.0$) である。提案システムでは、ユーザ操作によりこの変数を指定でき、ユーザカスタマイズの地域クラスタ間の近接性行列を作成することが可能である。

$$M_R = w_S \cdot nr(M_S) + w_T \cdot nr(M_T) + w_F \cdot nr(M_F)$$

近接性行列成分 $M_R[c_s, c_e]$ は、二つの地域クラスタ間の絶対的な距離に基づく近接性である。都市空間における地域の構造を把握するためには、複数の地域間の近接性を分析する必要がある。そこで、生成した近接性行列に基づき相対的な近接性を算出する。このとき、都市空間における絶対的な近接性に近似させるために、絶対的な近接性が高い地域同士は相対的に近くに配置する必要がある。そこで、多次元尺度構成法 (Multi-Dimensional Scaling; MDS)[3]を適用し、地域クラスタ間の相対的な近接性を求める。このアルゴリズムは、対象間の絶対的な距離に基づき、多次元空間上の各対象の座標値を求めて、点間の距離が観測された元の距離と最も一致する点を決定する。そして、対象間の相対関係に基づくインデクスマップを作成する。

実際に、提案方式に MDS を適用し、2次元のインデクスマップを作成する方法について説明する。MDS では 2 対象間の距離について距離の公理の対称性を前提としているため、行列成分の値が対称ではない近接性行列をそのまま処理することができない。そこで今回は、地域クラスタ間の近接性を平均近接性に置き換えることにより、対称近接性行列 M'_R に変換し、MDS を適用する。MDS により、各地域クラスタの 2 次元空間上の座標値を算出し、相対的な近接性に基づき地域クラスタを配置し、図 4 の真ん中に示すようなインデクスマップを作成することができる。

3.3 インデクスマップを用いた近接地域検索

最後に、ユーザの目的に合わせてカスタマイズした近接性に基づき、任意の地域クラスタ (以降、基点クラスタとする) の近接地域クラスタを検索する。そのために、作成した地域

クラスタ間の近接関係の空間的な歪みが反映されているインデクスマップに k-NN (k-Nearest Neighbor) アルゴリズム [2] を適用し、基点クラスタと群衆の移動経験を通して近接している上位 k 件の近接地域クラスタを抽出する。図 4 の真ん中がインデクスマップであり、この上で基底地域クラスタの上位 20 個の近接地域クラスタを線でつないで示している。しかし、この表現では地域クラスタ間の地理的な位置関係が不明であるため、図 4 の右側のように、地図を用いて該当する地域クラスタに色付けして強調することで、ユーザが理解しやすいように表現する。この地図生成には国土交通省が提供している国土数値情報の行政区域データ⁴を利用する。

4. 実験

本章では、提案手法に基づきプロトタイプシステムを実装し、実際に Twitter から取得したデータセットを用いて近接地域を検索した結果を説明する。システムのインターフェースは、JavaScript をベースに作成しており、ウェブベースでのアクセスを可能にしている。そのため、スマートフォンのような携帯端末などからのアクセスも可能であり、いつでもどこでも簡単に利用できるようになっている。

4.1 データセット

今回は、京阪神都市圏内の市区町村レベルの行政区域を単位とした 234 の地域クラスタを用いた。次に、Twitter から対象都市内で発信されたジオタグ付きツイートを取得するために、Twitter の Streaming API と地理的ツイート収集システム [5] を用いて、日本の近畿地方を含む領域 (経度 = [134.122433, 136.337186], 緯度 = [33.210804, 36.385050]) を収集対象領域に設定し、2012 年 9 月 16 日から同年 10 月 7 日の約 3 週間に発信されたジオタグ付きツイートを取得した。その結果、253,793 人のユーザが発信した 3,417,737 件のツイートを収集することができ、これらから計 154,366 もの 2 地域クラスタ間の移動セグメントを抽出することができた。

⁴ 国土数値情報 <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>

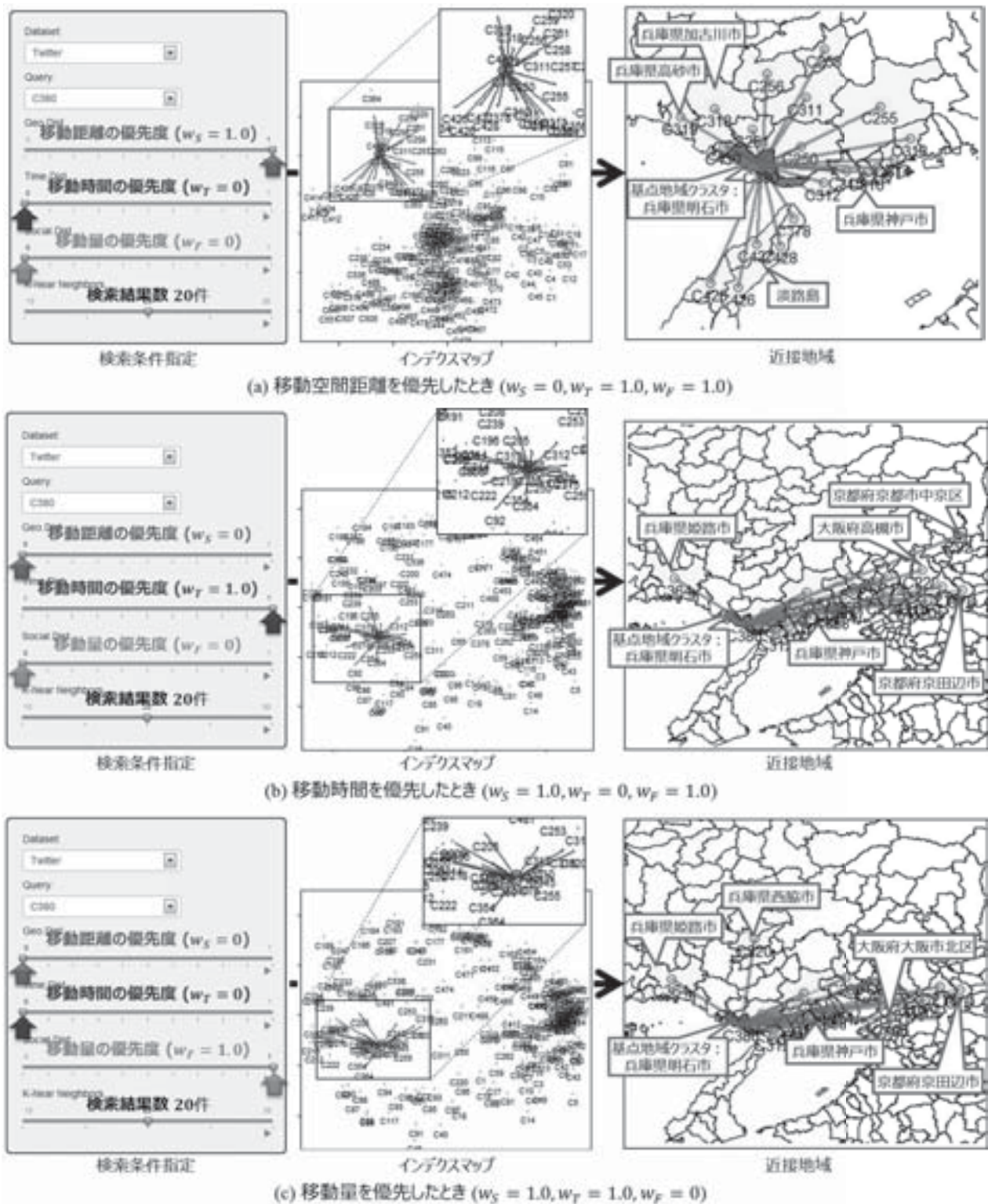


図4 兵庫県明石市 (C380) の近接地域検索結果
Fig. 4 Results of Geo-social Neighborhood Areas of Akashi-city, Hyogo (C380)

4.2 三つの尺度に基づく近接地域検索

4.1 節で紹介したデータセットを用いて、移動空間距離行列、移動時間距離行列、移動量距離行列を生成した。そして、ユーザ操作により重み付けされた三つの移動行列を統合して

近接性行列を生成し、MDS によって求めた近接性に基づきインデクスマップを生成した。そして、このマップ上でユーザが指定した基点クラスタの近接地域クラスタを k-NN アルゴリズムを用いて検索し、その結果を地図上に示した。まず、

図4は、兵庫県明石市(C380)を基点クラスタとして、三つの移動尺度をそれぞれ優先したときに抽出される結果を比較した。図4の左側はユーザが検索条件を指定するためのインタフェース、図4の真ん中はカスタマイズされた近接性に基づき生成されたインデスマップ、図4の右側はインデスマップ上で検索された近接地域クラスタの上位20件を地図上で表現した結果である。図4(a)の移動空間距離を優先した場合には、地理的に近接している地域クラスタを検索することができた。例えば、淡路島の市区町村、神戸市、加古川市などである。図4(b)の移動時間を優先した場合には、兵庫県姫路市、兵庫県神戸市内のいくつかの区、大阪府内のいくつかの市区、京都府京都市中京区や京都府京田辺市など、新快速や新幹線が停車するために短い時間で移動可能な地域クラスタを検索することができた。一方、図4(a)の移動空間距離を優先した場合に検索された淡路島内の地域クラスタは検索されなかった。実際に、淡路島へ行くためのルートは限られており、移動手段は車かバスしかない。そのため、実験結果として検索された地域に行くよりも移動時間がかかるといえ、それを反映した結果が得られた。また、図4(c)の移動量を優先した場合には、兵庫県神戸市、大阪府大阪市北区、京都府京田辺市など、新快速や新幹線が停車する大きな駅がある地域クラスタや、基点クラスタの兵庫県明石市よりも東方向(大阪方面)にある地域クラスタを多く抽出した。実際に、この基点クラスタからの移動は東へ向かう移動が多く、それを反映した結果が得られたといえる。

5. まとめと今後の課題

本稿では、SNSに投稿されている群衆のライフログから群衆の移動経験を抽出し、ユーザの要求に合わせて地域間の近接性を測定し、求めた近接性を近接地域検索に応用したシステムの提案を行った。特に、Twitterのジオタグ付きツイートをを用いて、市区町村を単位とした地域間の群衆の移動経験を移動距離、移動時間、移動量の観点で抽出して、近接性の測定を行った。実験では、ユーザの要求に応じてカスタマイズした近接性に基づき近接地域を検索した結果について示し、考察を行った。

今後の課題として、今回は群衆の移動経験による地域間の近接性を測定し、定量的に近接地域を検索するシステムを提案したが、人々が日々の生活を通して抱いている地域間の近接感をSNSの群衆のライフログから抽出し、定性的に近接地域を検索する手法について検討することを計画している。具体的には、ユーザ属性や移動タイプを考慮して近接性の分析を行う予定である。例えば、テキストメッセージを分析することにより、ユーザの性別や年代といった属性、通勤・通学や観光といった移動タイプを分類し、それぞれの近接性に基づく近接地域検索が可能になると考えられる。また、直感的な近接性表現のためのユーザインタフェースの設計・開発を行う予定である。さらに、提案システムの評価についても、被験者を対象に今後実施する予定である。

[謝辞]

本研究の一部は、平成24年度特別研究員奨励費(24.9154)によるものである。ここに記して謹んで感謝の意を表す。

[文献]

[1] Choudhury, M. D., Feldman, M., Amer-Yahia, S., Golbandi, N., Lempel, R., and Yu, C., "Automatic Construction of

- Travel Itineraries Using Social Breadcrumbs", *In Proc. of ACM Conference on Hypertext and Hypermedia (HT)*, pp. 35-44 (2010).
- [2] Cover, T., Hart, P., "Nearest neighbor pattern classification", *IEEE Transactions on Information Theory*, Vol. 13, Issue: 1, pp. 21-27 (1967).
- [3] Kruskal, J., Wish, M., "Multidimensional scaling", *In Sage University Papers on Quantitative Applications in the Social Sciences*, pp. 07-011 (1978).
- [4] Kurashima, T., Iwata, T., Irie, G. and Fujimura, K., "Travel Route Recommendation Using Geotags in Photo Sharing Sites", *In Proc. of ACM Conference on Information and Knowledge Management (CIKM)*, pp.579-588 (2010).
- [5] Lee, R., Wakamiya, S., Sumiya, K., "Discovery of unusual regional social activities using geo-tagged microblogs", *World Wide Web Special Issue on Mobile Services on the Web*, 14(4), pp. 321-349 (2011).
- [6] Lee, R., Wakamiya, S., and Sumiya, K., "Urban Area Characterization based on Crowd Behavioral Lifelogs over Twitter", *Personal and Ubiquitous Computing*, pp. 1-16 (2012).
- [7] Leung, K.W.-T., Lee, D. L., and Lee, W.-C., "CLR: A Collaborative Location Recommendation Framework based on Co-Clustering", *In Proc. of ACM SIGIR Conf. on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR)*, pp. 305-314 (2011).
- [8] Wakamiya, S., Lee, R., and Sumiya, K., "Crowd-sourced Cartography: Measuring Socio-cognitive Distance for Urban Areas based on Crowd's Movement", *In Proc. of the 4th International Workshop on Location-Based Social Networks (LBSN)*, pp. 935-942 (2012).
- [9] Wakamiya, S., Lee, R., and Sumiya, K., "Looking into Socio-cognitive Relations between Urban Areas based on Crowd Movements Monitoring with Twitter", *日本データベース学会論文誌*, Vol. 11, No. 2, pp.19-24 (2012).
- [10] Zheng, V. W., Zheng, Y., Xie, X. and Yang, Q., "Collaborative Location and Activity Recommendations with GPS History Data", *In Proc. International Conference on World Wide Web (WWW)*, pp.1029-1038 (2010).
- [11] 李龍, 若宮翔子, 角谷和俊, "Tweet 分析による群衆行動を用いた地域特徴抽出", *情報処理学会論文誌データベース(TOD54)*, Vol.5, No.2, pp. 36-52, (2012).

若宮 翔子 Shoko WAKAMIYA

兵庫県立大学大学院環境人間学研究科博士後期課程在学中。日本学術振興会特別研究員(DC2)。マルチメディア・データベース、ソーシャルメディア、群衆マイニングを研究。情報処理学会、日本データベース学会等各学生会員。

李 龍 Ryong LEE

情報通信研究機構研究員。元兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科客員研究員。博士(情報学)。ソーシャルネットワーク、群衆マイニング、ウェブ情報検索、地理情報処理を研究。電子情報通信学会、日本データベース学会等各会員。

角谷 和俊 Kazutoshi SUMIYA

兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科教授。博士(工学)。Web情報システム、情報配信システム、放送コンピューティング、モバイル・マルチメディア、マルチメディア・データベースを研究。IEEE Computer Society, ACM, 情報処理学会、電子情報通信学会、日本データベース学会等各会員。