

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26280042

研究課題名(和文) 移動情報を用いたユーザの意思決定行動分析と感覚的な地域特性抽出

研究課題名(英文) Behavior Analysis of User Decision-Making and Sensuous Extraction of Regional Characteristics using Moving Information

研究代表者

角谷 和俊 (Sumiya, Kazutoshi)

関西学院大学・総合政策学部・教授

研究者番号：60314499

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：移動情報に関する特性およびユーザ意図抽出のために、ソーシャルメディアからの空間軌跡データの超大規模データ分析、感覚的歪みを考慮した社会的地域特性分析、およびユーザとシステムの相互作用解析によるリアルタイム行動意図分析に関する方式研究およびシステム開発を行った。具体的には、群衆移動の経験と感情による感覚的歪み分析に基づく社会認知的地域特性抽出方式、および、ユーザ移動時の意思決定行動分析に基づく意図抽出方式を開発した。また、社会認知的地域特性抽出と意思決定行動分析による応用アプリケーションのための、可視化システムと行動支援システムを構築した。

研究成果の概要(英文)：We developed the methods and the systems to extract user regional characteristics and user intentions; the big data analysis of spatial trajectories using social media, social regional analysis of skewed sentiment distribution, and real-time behavioral intention analysis using the mutual interaction between human and systems. We proposed an analyzing method of social cognitive regional characteristics, and an extracting method of user intentions using decision-making processes using moving information. We also developed the visualization systems and the applications based on social cognitive regional characteristic, and the navigation support systems based on analysis of decision-making processes.

研究分野：情報メディア

キーワード：地理情報システム 地域特性 ユーザ意図抽出 意思決定行動分析

### 1. 研究開始当初の背景

近年、ワイヤレス通信やモバイル・コンピューティング等のための位置認識サービスやナビゲーションシステム等のインフラ（位置基盤 SNS: Twitter や Foursquare など）が整備されたことにより、一般ユーザが利用可能な空間情報サービスが劇的に増加している。従来のモバイル・コンピューティング技術では、ユーザの現在地や関連する地理オブジェクトの情報提示機能、および個々のユーザの属性（プロパティ）に基づく情報推薦機能などが提供されてきた。しかしながら、個々のユーザの行動だけではなく、地域の特性や他ユーザの知見として、群衆移動における経験や感情による分析技術を用いることで、更に精度が高く、かつユーザの意図を反映した情報推薦や意思決定支援が可能となると考えられる。

### 2. 研究の目的

一般的に、地域についての空間的認知や地域間の距離感、交通機関などの社会的なアクセス容易性、あるいは地域の社会的インフラの整備の度合により、実際の地理特性とは乖離していることが少なくない。また、ユーザの経路選択や地理メディアを利用した意思決定行動は、必ずしも実際の地理特性に基づくものではなく、多様なユーザの選択意図等の状況に応じて異なる。例えば、経路選択においては最短距離のルートが常にユーザの所望する道順であるとは限らない。本研究では、実空間の地理特性とユーザが感覚的に捉えている認知的地理感の差異に着目することにより、社会認知的アプローチによる地域特性の理論的検証を行う。また、移動情報に関する意思決定行動のプロトコル分析、および特定の目的を持つ地理コンテンツ等に対するユーザの認知プロセス分析により、ユーザの意図抽出方式を開発する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 群衆経験による感覚的歪み分析に基づく社会認知的地域特性抽出の研究

地理的距離は近いが遠くに感じている、あるいは、地理的距離は遠いが身近に感じている等の感覚的な歪みを抽出して分析し、社会認知的地域特性を抽出するための研究を行う。具体的には、Twitter のツイートから群衆の空間的な関心を抽出し、人々の居場所と関心を向けている場所との差異、および、群衆の規模に基づく感覚的歪みを求める。また、感覚的歪みとして分析することで、群衆経験によって計量された地域のランドマークを社会認知的地域特性として抽出する方式を開発する。

#### (2) ユーザ移動時の意思決定行動分析に基づく意図抽出モデルの確立

ユーザの地図操作や経路選択等の意思決定行動を分析し、ユーザの移動時の意図を抽出するモデルを構築する。さらに、抽出された意図を用いることで、目的地としての地理オブジェクトや経路を高精度で推薦するアルゴリズムを開発する。具体的には、カーナビ等での「距離優先探索」や「道幅優先探索」のような事前設定ではなく、時々刻々変化する運転者(移動者)の意図に対して適切な経路を柔軟に推薦する方式を開発する。

### 4. 研究成果

#### (1) 群衆移動の経験と感情による感覚的歪み分析に基づく社会認知的地域特性抽出

群衆移動の経験と感情による感覚的歪み分析に基づく社会認知的地域特性抽出では、特定の地域およびトピックに基づくユーザグループの感覚的歪みの認知的地域特性抽出技術を用いて、これを効果的に分析可能なマップの構築に取り組んだ。具体的には、空間属性に着目して Twitter におけるツイートを分析した。ツイートが持ちうる空間属性として、発信位置の緯度経度（ユーザの実際の居場所）と、コンテンツのテキスト文中で参照されている位置表現（ユーザが関心を向けている場所）がある。本研究では、特定のツイートにおけるこれらの空間属性の差異をユーザの空間的関心とみなし、地域単位、あるいはトピック単位で集約することで、空間に対する感覚的な歪みを俯瞰するための可視化システムを構築した（図1）。

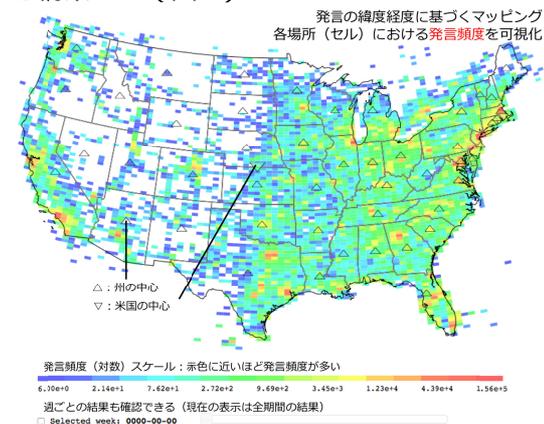


図1: 群衆の空間に対する感覚的な歪みを俯瞰するための可視化システム

さらに、群衆の多面的な空間に対する感覚的歪みに基づく社会認知的地域特性として、ランドマークを抽出する手法を開発した。これにより、例えば、現在位置から視認することができないとしても、その位置が知られている社会的な認知度が高い建物を、広域的ランドマークとして抽出することが可能になった。さらに、広域的ランドマークを用いるこ

とにより、従来のナビゲーションシステムが提示する距離や移動時間を考慮した詳細なルートとは異なる、より少ない数のランドマークからなる記憶しやすいルートを構築し、ナビゲーションすることが可能になった(図2)。

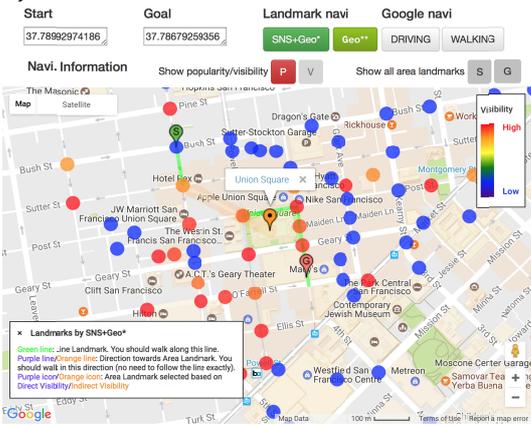


図 2: 広域的ランドマークを用いたナビゲーションシステム

## (2) ユーザ移動時の意思決定行動分析に基づく意図抽出

地理オブジェクト決定支援に必要な地理的意味抽出方式

じゃらんや TripAdvisor<sup>※</sup>footnote などの観光情報サイトが普及し、これらのサイトには観光スポット(以下スポットと表す)についての情報やユーザレビューが数多く投稿されている。一般的な観光情報サイトでは、スポットの特徴を表現するメタデータとしてスポットの所在地を表す地域タグ(都道府県など)や種類を表すカテゴリタグ(「寺社仏閣」など)が付与されている。

しかし、スポットが持つ特徴には所在地やカテゴリから推測することが困難な特徴も存在し、これらの特徴を適切に表現することで、ユーザ移動時の目的オブジェクトの発見を容易にすることができる。例えば、大阪府大阪市に所在する観光スポット「梅田 BIGMAN」は大型液晶ディスプレイを備えたイベントスペースであり、じゃらんでは地域タグ「大阪市」、カテゴリタグ「観光施設・名所巡り」などが付与されている。一方、「梅田 BIGMAN」は JR 大阪駅近郊の待ち合わせ場所としても著名なスポットであるが、「大阪市」や「観光施設・名所巡り」などの付与されたタグから「待ち合わせ場所」という特徴を類推することは困難であり、投稿されたレビューなどを実際に精読しない限りは「待ち合わせ場所」という特徴をユーザが知ることは困難であると考えられる。

このような「待ち合わせ場所」や「景色が綺麗」などの特徴を、本サブテーマではスポットの主観的特徴と定義する。また、このような特徴を文書表現する特徴ベクトル(分

散表現)をニューラルネットワークによって学習する Paragraph Vector モデルを用いて抽出する手法を開発した(図3)。具体的には、ある観光スポットに対して投稿されたユーザレビューを学習データとして各観光スポットやスポットに付与された地域タグ・カテゴリタグの特徴ベクトルを算出する。また、これらのベクトル表現に対し、特定のキーワードを含むスポットのベクトルを用いることで、そのキーワードに関するベクトルを生成する手法にも取り組んだ。



図 3: レビューを用いたスポットの分散表現抽出

本サブテーマでは、スポットの特徴ベクトルを用いた主観的特徴の特徴ベクトル算出手法について、(1)各ベクトルの相加平均(2)ベクトルの各次元の最大値に対する割合に基づく重み付き平均(3)入力キーワードの単語頻度に基づく重み付き平均の3手法を提案し、各手法によるスポット検索の精度を実験により評価した。また、抽出した地理オブジェクトの特徴の意味に基づく検索システムを構築した(図4)。

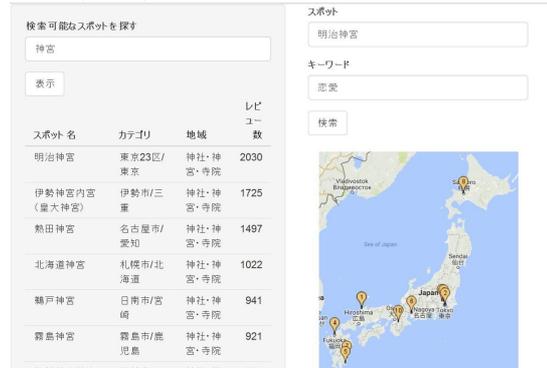


図 4: 地理的意味表現に基づくスポット検索システム

## 経路決定支援に必要な意図抽出方式

近年、カーナビゲーションシステム(以後、カーナビと略して記述する)は累計 6,700 万台を超える出荷が行われるほど広く普及している。また、これに併せて技術の高度化が進み、VICS による渋滞情報や道路の規制情報等による推薦経路の変更や経路記憶(よく通る道を覚える)のように、運転者にとって利便性の高いナビゲートが可能となっている。さらに、運転者がカーナビの推薦経路から外れた道を走行した場合でも、カーナビにあらかじめ設定された基準に基づき経路を再探索し、提示することが可能である。

しかしながら、利便性が向上した現在の力

ーナビでも運転者の意向が常に反映された経路推薦を行えているわけではない。たとえば、カーナビが推薦するルートに対して、運転者が“意識的”に別ルートを走行するケースを想定する。このとき、現在のカーナビは、運転者の意向とは関係なく、あらかじめ設定された基準に従って経路の再探索を行い、その結果、カーナビが元々推薦したルートに戻るような経路を運転者に提示することがしばしば起こる。運転者が何らかの理由で“意識的”にカーナビが推薦したルートとは別のルートを選択したにもかかわらず、カーナビが前述のようなルートを提示することは、運転者の意向に沿った経路推薦であるとはいえない。

以上をふまえ、我々は運転者の経路選択の意向を自動的に判断して、その意向に沿った経路を設定するアルゴリズムを開発した。このアルゴリズムはカーナビの推薦経路とは異なる経路を運転者が選択したときの、カーナビの推薦経路と運転者の選択経路の差異に運転者の経路選択意図が含まれると考える。そして、その差異を増幅して経路探索コストにフィードバックすることで、最適な経路の設定を行うものである(図5)。なお、この時の運転者の意向を推定する手法としては、差異増幅アルゴリズムを適用する。差異増幅アルゴリズムは、ユーザが“選択したもの”と“選択しなかったもの”の特徴的な差異を比較し、これを増幅し、本来ユーザが求めていたものを推定しようとする手法である。差異増幅アルゴリズムに基づく運転者の意向を考慮した経路推薦手法について、評価実験を行い良好な結果を得た。

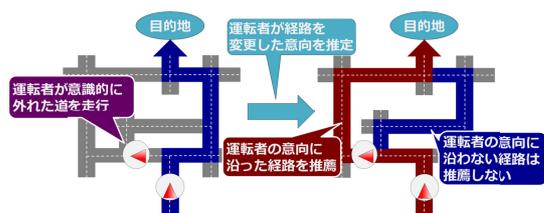


図5: 運転者の意向に沿った経路推薦アルゴリズムの概要

ただし、先述の差異増幅アルゴリズムに基づく運転者の意向を考慮した経路推薦手法で扱えるコストは、1種類の場合に限られている。運転者の多くは目的地までの距離だけでなく道路の道幅や信号数など様々な道路情報から総合的に判断してルートの選択を行っている。そのため、各種コストを考慮することが望ましい。これまでに、各種コストを考慮することが可能な差異増幅アルゴリズムに基づく運転者の意向を考慮した経路推薦手法ならびに重視するコストの学習方法の提案と評価実験を行った。

上記では、運転者の重視するコストを反映した学習は行えたが、運転者の重視するコストが反映された経路推薦までは行えていなかった。また、運転者が過去に走行した経路を反映した学習は行えていなかった。そこで、過去の経路選択を反映した運転者ごとの各コストに対する重視する比率(重み)の学習方法についての開発を行った。さらに、運転者の経路変更から各運転者の意向に沿うような学習を行い、運転者の意向に沿った経路推薦が行えるか、シミュレータ(図6)を使った評価実験を行った。また、運転者の過去の経路選択の履歴を反映した学習方法についての評価実験を行った。



図6: 開発したシミュレータ

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計18件)

- [1] 若宮 翔子, 森永寛紀, 岡山愛, 脇海晟, Adam JATOWT, 河合由起子, 秋山豊和, 川崎洋, LandmarkNavi: マイクロブログを用いた効果的なランドマーク発見, 日本データベース学会和文論文誌, 15-J, 1-8, 2017, 査読あり
- [2] 王元元, 丸山直樹, 河合由起子, 秋山豊和, 角谷和俊, 複合施設におけるツイートの時空間分析に基づくタグクラウドを用いた可視化システム, 人工知能学会論文誌, 32, W11-1\_1-11, 2017, 査読あり
- [3] 森永 寛紀, 若宮 翔子, 谷山 友規, 赤木 康宏, 小野 智司, 河合 由起子, 川崎洋, 点と線と面のランドマークによる道に迷いにくいナビゲーション・システムとその評価, 情報処理学会論文誌, 57, 1227-1238, 2016, 査読あり
- [4] 若宮 翔子, ヤフト アダム, 河合 由起子, 秋山 豊和, 荒牧 英治, Twitterにおける空間差異に基づく群衆の関心分析のための可視化システム構築, 情報処理学会論文誌 データベース (TOD), 9, 14-24, 2016, 査読あり

〔学会発表〕(計66件)

- [1] Tomofumi Yoshida, Daisuke Kitayama,

- Shinsuke Nakajima and Kazutoshi Sumiya, A Tourist Spot Search Method using Similarity of Function based on Distributed Representations of User Reviews, Proc. of The 25th International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS 2017), 2017/3/15-17, Hong Kong (China), 査読あり
- [2] 吉田 朋史, 北山 大輔, 中島 伸介, 角谷 和俊, ユーザレビューの分散表現を用いた主観的特徴の意味演算による観光スポット検索システム, 第9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 2017), 2017/3/6-8, 高山グリーンホテル (岐阜県高山市)
- [3] 前田幸道, 河合由起子, 中島伸介, 適度な負荷を考慮したウォーキングナビの提案, 第9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 2017), 2017/3/6-8, 高山グリーンホテル (岐阜県高山市)
- [4] 西澤真帆, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 映像に付帯する地域情報を用いた投稿型写真共有サイトにおける画像抽出方式, 第9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 2017), 2017/3/6-8, 高山グリーンホテル (岐阜県高山市)
- [5] Keisuke Hamada, Shinsuke Nakajima, Daisuke Kitayama, and Kazutoshi Sumiya, Experimental Evaluation of Method for Driving Route Recommendation and Learning Drivers' Route Selection Preferences, The 18th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2016), 2016/11/28-30, Singapore (Singapore), 査読あり
- [6] 吉田 朋史, 北山 大輔, ユーザレビューの分散表現を用いた役割的に類似する観光スポット検索手法, 観光情報学会第14回研究発表会講演論文集, 2016/11/25, 近畿大学 (福岡県飯塚市)
- [7] Yuanyuan Wang, Maho Nishizawa, Yukiko Kawai, Kazutoshi Sumiya, Location-based Image Viewing System Synchronized with Video Clips, Proc. of the 13th International Conference on Location Based Services (LBS 2016), 2016/11/14-16, Vienna (Austria), 査読あり
- [8] Toshinori Hayashi, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Kazutoshi Sumiya, An Active Communication Mechanism for e-Learning by Analyzing SNS User Behavior, Proc. of the 5th IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2016), 2016/10/11-14, メルパルク京都 (京都府京都市), 査読あり
- [9] 西澤真帆, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 映像に付帯する地理情報を用いた Wikipedia カテゴリ構造に基づく投稿写真抽出方式, 情報処理学会第163回データベースシステム研究会 (SIG-DBS), 2016/9/13-15, 慶應技術大学 (神奈川県横浜市)
- [10] Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Kazutoshi Sumiya, Yoshiharu Ishikawa, TweepVist: A Geo-Tweet Visualization System for Web based on Spatio-Temporal Events, Proc. of the 15th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2016), 2016/6/25-29, 岡山コンベンションセンター (岡山県岡山市), 査読あり
- [11] 林利憲, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, オンライン教育におけるユーザ特性を考慮したコミュニティ生成の提案, 日本データベース学会第7回ソーシャルコンピューティングシンポジウム, 2016/6/18, 楽天クリムゾンハウス (東京都世田谷区)
- [12] 林利憲, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, ユーザ特性を考慮したリアルタイムリンク生成に基づくコミュニケーション支援の提案, ARG 第8回 Web インテリジェンスとインタラクション研究会, 2016/6/4-5, 鹿児島県市町村自治会館 (鹿児島県鹿児島市)
- [13] Shoko Wakamiya, Adam Jatowt, Yukiko Kawai, and Toyokazu Akiyama, Analyzing Global and Pairwise Collective Spatial Attention for Geo-social Event Detection in Microblogs, Proc. of the 25th International Conference Companion on World Wide Web (WWW '16 Companion), 2016/4/11-15, Montreal (Canada), 査読あり
- [14] Yuanyuan Wang, Goki Yasui, Yukiko Kawai, Toyokazu Akiyama, Kazutoshi Sumiya, Yoshiharu Ishikawa, Dynamic Mapping of Dense Geo-Tweets and Web Pages based on Spatio-Temporal Analysis, Proc. of the 31st ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing (SAC 2016), 2016/4/4-8, Pisa (Italy), 査読あり

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

角谷 和俊 (SUMIYA, Kazutoshi)  
関西学院大学・総合政策学部・教授  
研究者番号：60314499

### (2)研究分担者

中島 伸介 (NAKAJIMA, Shinsuke)  
京都産業大学・コンピュータ理工学部・教授  
研究者番号：90399535

### (3)研究分担者

河合 由起子 (KAWAI, Yukiko)  
京都産業大学・コンピュータ理工学部・准教授  
研究者番号：90399543

### (4)研究分担者

北山 大輔 (KITAYAMA, Daisuke)  
工学院大学・情報学部・准教授  
研究者番号：40589975

### (5)研究分担者

若宮 翔子 (WAKAMIYA, Shoko)  
奈良先端科学技術大学院大学, 研究推進機構, 博士研究員  
研究者番号：60727220