

ジオタグ付き写真を用いたユーザの属性による撮影対象物の差異の分析

藤井慎太郎[†] 廣田 雅春^{††} 加藤 大受^{†††} 荒木 徹也[†] 遠藤 雅樹^{†††}

石川 博[†]

[†] 首都大学東京大学院 システムデザイン研究科 〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6

^{††} 岡山理科大学 総合情報学部 〒700-0005 岡山県岡山市北区理大町 1-1

^{†††} ウイングアーク 1 s t 株式会社 〒150-0031 東京都渋谷区桜丘町 20-1 渋谷インフォスター

^{††††} 職業能力開発総合大学校 基盤ものづくり系 〒187-0035 東京都小平市小川西町 2-32-1

E-mail: [†]fujii-shintarou@ed.tmu.ac.jp, ^{††}shikawa-hiroshi@tmu.ac.jp, ^{†††}taraki@tmu.ac.jp,

^{††††}hiroya@mis.ous.ac.jp, ^{††††}kato.d@wingarc.com, ^{††††}endou@uitec.ac.jp,

あらまし 本研究では、写真の撮影者をその地域の在住者、海外観光者、および国内観光者の三者に分類し、その地域における撮影対象物の差異を分析する。ソーシャルメディアのジオタグ付き写真を用いてホットスポット（写真が多く撮影される地域）の発見を行う場合、観光者の割合が高い地域では、有名な観光スポットが発見される。これは、ソーシャルメディアの撮影された写真を一様に扱い、ユーザの情報を考慮していないために生じる。しかし、観光に来た人の中には地域に住む人のみが知る食事処や撮影スポットを知りたいというニーズが存在する。そのため、本研究では、写真に付与された撮影者のプロフィール情報を用いて、撮影者を在住者、海外観光者、および国内観光者に分類し、それぞれの写真の撮影対象物を観光、食事、購買の三種類に分類し、可視化する。

キーワード ユーザ分類、関心領域、Flickr、観光調査

1. はじめに

近年、デジタルカメラや、スマートフォンの普及により、人々は、日常生活や、観光などにおいて、気軽に写真を撮影することができるようになった。それらの写真には、機器に付与されているGPS機能によって、写真を撮影した地点の緯度経度情報などが付与されている。また、撮影した写真をFlickr^(注1)やTwitter^(注2)といったソーシャルメディアで共有する撮影者が増加している。人々が多くの写真を撮影した地域には、多くの人々が興味・関心のある領域が含まれており、このような興味・関心のある領域を分析し、観光産業への応用、写真を撮影した人々の行動を分析する研究が行われている[1],[2]。

本研究において、多量の写真が撮影された地域をホットスポットと定義する。ホットスポットには、多くの人々が興味・関心のある領域が含まれている。また、観光地には、観光スポットの他に在住者にとって関心のあるスポットが存在し、観光地の在住者は日常的に観光スポット以外の関心のあるスポットを訪れると考えられる。しかし、既存研究では、在住者と観光者を一様に扱いホットスポットの抽出を行うため、観光地において、有名な観光スポットのみがホットスポットとして抽出されてしまう。この原因として、観光地を訪れる観光者は年々増加しており、観光スポットで多くの写真を撮影し、ソーシャルメディア上にアップロードする。これにより、ソーシャルメディア上では観光者の写真が増加する。それに対して観光地の在

住者の数は、大きく変化しないので、観光者によってソーシャルメディアにアップロードされる写真数に比べ、在住者の写真数は少ない。そのため、写真の撮影者を一様に扱い、ホットスポットの発見を行った場合、観光者の写真ばかりが結果に反映されてしまい、結果的に有名な観光スポットのみが発見されてしまう。しかし、観光者の中には在住者のみを知るスポットや食事処を知りたいというニーズが存在する。

また、近年、日本政府や自治体はビジット・ジャパン・キャンペーン^(注3)などの訪日外国人の促進活動に力を入れている。その影響もあり、訪日外国人数は年々増加し、2016年には2,400万人と過去最高^(注4)を記録した。このような変化を受けて、政府は観光先進国への新たな国づくりに向けて、2020年に訪日外国人観光者を4,000万人にすることを目標に掲げ、多くの政策を行っている^(注5)。観光による消費行動は、宿泊、飲食、サービス業などの産業全体への高い波及効果が期待されるため、海外観光者を増加させることは、重要な課題である。そのためにはこれまでに日本を訪れたことのない新規の海外観光者と、一度日本へ訪れたことのあるリピータの海外観光者、双方の獲得が必要である。これらの海外観光者を獲得するためには、日本の観光スポット自体の魅力を上げることや、新たな観光スポットの推薦などが考えられる。以上のことから、観光事業者には、海外観光者を獲得するために、観光者が観光地において、何に興味を持っているかを知りたいというニーズが存在する。本研

(注1) : <https://www.flickr.com>

(注2) : <https://www.twitter.com>

(注3) : <http://www.mlit.go.jp/kankocho/shisaku/kokusai/vjc.html>

(注4) : http://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/in_out.html

(注5) : <http://www.mlit.go.jp/kankocho/shisaku/kokusai/ukeire.html>

究では、撮影者が撮影したものをその撮影者の興味の対象と定義する。

上記に記した二つのニーズを満たすためには、観光地で撮影された写真を、在住者が撮影したものと観光者が撮影したものに分類し、それが何を撮影したのか判別する必要がある。そこで、本研究では、写真の撮影者を在住者、国内観光者、海外観光者の三者に分類し、それぞれが撮影した写真の内容が観光・食事・購買のどのカテゴリに属するか分類することにより、在住者のみを知るようなスポットの発見、ならびに観光者の観光地における興味関心の対象の発見を目指す。ここでいう国内観光者とは日本人観光者、海外観光者とは訪日外国人観光者のことを表す。

本研究では、観光地における在住者と観光者の撮影対象物の差異を発見するため、撮影者のプロフィール情報を用い、写真の撮影者を地域の在住者と観光者に分類し、撮影者ごとに撮影対象物の差異を発見する手法を提案する。本論文の構成は次のとおりである。2章では、本研究と関連研究の差分について述べる。3章では、提案手法の概要について述べる。4章では提案手法に基づいた実験と結果を、5章では、実験によって得られた結果を元に考察を行う。6章では、まとめと今後の展望について述べる。

2. 関連研究

ソーシャルメディアに投稿されたジオタグ付き写真からホットスポットや撮影スポットを抽出する研究は数多く行われている。Crandallら[3]は、大量のジオタグ付き写真と画像特徴量を用いて、空間的なクラスタリングを行うことにより多くの人が訪れる人気スポットや、ランドマークのある主要観光地域を発見する手法を提案している。Kisilevichら[4]は、大量のジオタグ付き写真にDBSCANの改良手法の1つであるPDBSCANを適用することで、ホットスポットである地域を発見する手法を提案している。青山ら[5]は、地図をグリッドに区切り、セル内での写真投稿数、投稿日時を用いて知名度を、地域内での撮影者のフォストリームで興味の度合いを算出し、知名度が低いにもかかわらず興味の度合いが高い地点の発見手法を提案している。Yinら[6]は、地理的特徴を抽出する地域をグリッドに分け、写真に付与されているジオタグ情報とテキストタグを用いて、セル内の地理的特徴を抽出し可視化をしている。Lamprianidisら[7]は、地理的特徴を抽出する地域をグリッドに分け、セル内の写真のジオタグ情報を用いて、密度ベースのクラスタリングを行い、セル内で写真が多く撮影されている地点を抽出し、可視化をすることで、ユーザにとって人気のスポットを抽出している。熊野ら[8]は、地理的特徴と撮影時間を考慮し、集合知的観点を加えることによってホットスポットの数理モデルを構築した。この数理モデルに基づき効率の良いホットスポット抽出手法を提案している。高木ら[9]は、撮影者の撮影順序を考慮し、密度ベースのクラスタリング手法であるDBSCANを行うことによって、従来の手法では埋もれてしまうような小さなホットスポットを抽出する手法を提案している。白井ら[10]は、ホットスポットには関心領域と撮影ス

ポットの両方が含まれていると考え、撮影者の撮影方向やホットスポットの位置関係に基づいて、ホットスポット間の関連性を抽出することにより、関心領域と撮影スポットを分類する手法を提案している。これらの研究はどれもユーザ情報を考慮していないため観光地において有名な観光スポットが多く抽出されてしまう。本研究ではユーザを分類することにより、ユーザ属性ごとにホットスポットを抽出し可視化を行う。このことにより、有名な観光スポット以外に在住者が関心を持つスポットも多く抽出することができる。

ソーシャルメディアのユーザの分類を行う研究として、田原らの研究[11]がある。田原らはTwitterのユーザの中からある地域に在住するユーザの分類を行った。語の出現頻度、語を発信するユーザの数、地域の周辺とその他の地域の差異を考慮して抽出した特徴語と、その特徴語を抽出した指標である地域度を用いて検索する手法を提案している。しかし、Twitterにジオタグ情報を付与することは可能であるが、その利用率は非常に低い^(注6)、ホットスポットの発見を行うことは困難である。そのため、本研究では、ジオタグ情報の収集が容易である、写真共有サイトのFlickrのユーザを対象にユーザの分類を行う。

櫻川ら[12]はFlickrのユーザを、観光者と在住者に分類し、それぞれの撮影者の写真の撮影位置を地図上にプロットすることで、ユーザ属性の特徴を可視化した。しかし、写真の撮影位置を地図上にプロットしただけであるため、その地域で撮影者が何に関心を持たれているのかといった情報を得ることができない。そこで、本研究では、ホットスポットとして可視化する際に、撮影対象物を判別することで、具体的に関心を持たれている対象を示すと共に、どのようなものが関心を持たれているかという情報も共に可視化する。

3. 提案手法

本研究では、ソーシャルメディアサイトにアップロードされたジオタグ情報付き写真を用いて、写真の撮影者を地域の在住者と観光者に分類し、地域在住者のみを知るスポット、ならびに在住者と旅行者の撮影対象物の差異の発見を行う。また、提案した手法によって分類された在住者と観光者のデータを元に、ホットスポットの可視化を行う。

図1に提案手法の流れを示す。はじめに、観光地を緯度経度で範囲指定を行い、その観光地内で撮影された写真を収集する。次に、収集した写真を在住者が撮影した写真、国内観光者が撮影した写真、海外観光者が撮影した写真に分類する。本研究では、国内観光者を日本人観光者、海外観光者を訪日外国人観光者と定義する。分類した写真全てを対象にGoogleの提供するGoogle Cloud Vision API^(注7)を用いて、撮影された写真が何を撮影したのかタグ付けを行う。写真に付与されたタグを元に、分類手法の一つであるナীবベイズ^(注8)により写真を、

(注6) : <http://semicast.com/>

(注7) : <https://cloud.google.com/vision/?hl=ja>

(注8) : http://scikit-learn.org/stable/modules/naive_bayes.html

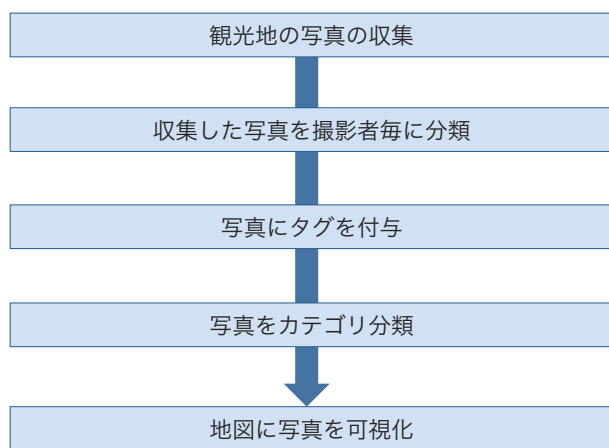


図1 提案手法の流れ



metropolitan area
city
urban area
tower
landmark
bird's eye view
metropolis
aerial photography
sky
cityscape

図2 Cloud Vision API による api タグの付与例

観光を表しているもの、食事を表しているもの、購買を表しているものの三つにカテゴリ分類する。最後に、地図をグリッドに区切り、そのグリッド内で一番撮影割合の高かったカテゴリを、そのグリッドのカテゴリとする。作成された地図を在住者、海外観光者、国内観光者で比較し、分析を行う。

3.1 観光地の写真の収集

撮影者の分類とホットスポット発見と写真のカテゴリ分けのために、写真とその写真に付与されているジオタグ情報と撮影者のプロフィール情報をソーシャルメディアである Flickr より収集する。収集方法として Flickr API^(注9) を用いる。Flickr API を用いて、分析する地域の緯度経度の範囲を指定し、範囲内で撮影された写真とそのジオタグ情報、撮影者のプロフィール情報を収集する。

3.2 収集した写真を撮影者毎に分類

写真に付与されている撮影者のプロフィール情報を元に、写真在住者が撮影した写真、国内観光者が撮影した写真、海外観光者が撮影した写真の三つに分類する。ここで言うプロフィール情報とは撮影者が自身の居住地を任意で入力したものを示す。今回は、このプロフィール情報が都市レベルまで入力されていたものを使用する。よって、プロフィール情報が観光地の都市と一致する撮影者は在住者と分類される。

3.3 写真にタグを付与

Google の提供する Cloud Vision API を用いて、写真にタグ付けを行う。Cloud Vision API とは写真に何が写っているのか、その写真に複数のタグを付与することで画像分析を可能にする API である。以後、この API により付与されたタグを api タグとする。実際に、Cloud Vision API によって付与される api タグの例を図2に示す。図2のような東京スカイツリーの画像を Cloud Vision API に与えると、その画像を表す複数の api タグが付与される。3.2 節で分類された写真に対して、この Cloud Vision API を用いて api タグを付与する。

3.4 写真をカテゴリ分類

観光者の興味関心がどの領域のものか判断するため、今回は撮影された写真を三つのカテゴリに分類する。写真に付与された api タグを用いて、写真を観光、食事、購買の三つのカテゴリに分類する。分類手法として教師あり機械学習のナイーブベイズ分類器を用いる。観光、食事、購買を表す写真をそれぞれ収集し、Cloud Vision API を用いてこれらの写真に api タグを付与したものを分類器の教師データとして用いる。この教師データを用いて作成したナイーブベイズ分類器により、3.3 節で api タグを付与された写真を観光、食事、購買の三つのカテゴリに分類する。

3.5 地図に写真を可視化

撮影者が観光地において、どのような領域に関心を持っているかを可視化するため、カテゴリ分類された写真の撮影位置に基づいてホットスポットの発見を行う。地図を 250m 四方のグリッドに区切り、そのグリッド内で一番撮影割合の高いカテゴリを、そのグリッドのカテゴリとし、観光ならば青色、食事ならば赤色、購買ならば緑色にグリッドを色付けする。撮影者が多い地域は人々にとって関心のある地域であると考えられるため、そのグリッドが分析地域全体の撮影者の 5% 以下だった場合はグリッドを白色にする。また、撮影者がそのグリッド内に存在しない場合は、グリッド自体を表示させないものとする。そして、在住者の撮影した写真により作成された地図、国内観光者の撮影した写真により作成された地図、海外観光者の撮影した写真により作成された地図、それぞれの地図を比較することで分析を行う。

4. 実 験

提案手法を用いて、写真の撮影者による撮影対象物の違いを可視化した。

4.1 データセット

ソーシャルメディアである Flickr より、Flickr API を用いて写真を収集した。収集期間は 2014 年 1 月 1 日から 2016 年 12 月 31 日の 3 年間である。また、本研究は東京都内の「東京ス

(注9) : <https://www.flickr.com/services/api/>

表 1 データセット詳細

ランドマーク名	東京スカイツリー	東京タワー	新宿駅周辺	渋谷駅周辺	秋葉原駅周辺
在住者数/人	1,272	943	1,024	509	876
撮影枚数/枚	22,929	18,481	19,261	5,035	9,909
海外観光者数/人	1,718	1,015	1,236	1,654	939
撮影枚数/枚	27,543	17,644	25,950	31,207	12,780
国内観光者数/人	1,024	923	792	1,055	551
撮影枚数/枚	15,703	12,310	10,606	21,873	7,122

表 2 三交差検定の結果

カテゴリ	適合率	再現率	F 値
観光	0.98	0.95	0.96
食事	0.89	0.94	0.91
購買	0.94	0.88	0.91
観光	0.95	0.91	0.93
食事	0.87	0.93	0.90
購買	0.97	0.93	0.95
観光	0.97	0.99	0.98
食事	0.94	0.94	0.94
購買	0.93	0.88	0.90

カイツリー周辺」、「東京タワー周辺」、「新宿駅周辺」、「渋谷駅周辺」、「秋葉原駅周辺」を実験対象地とし、写真の撮影者を在住者と国内観光者、海外観光者の三者に分類するため、上記の五箇所周辺で撮影され、撮影者のプロフィール情報が付与された写真を収集対象とした。収集した写真の合計件数は 258,353 件である。表 1 に各分析対象地における撮影者数と撮影枚数を示す。

4.2 分類

api タグを付与された写真を「観光、食事、購買」の三つにカテゴリ分けするために、今回は教師あり機械学習のナイーブベイズ分類器を用いる。はじめに、教師データの準備のため人手で、観光を表す写真 150 枚、食事を表す写真 50 枚、購買を表す写真 50 枚を収集する。ここで、観光の写真を食事と購買の写真よりも多く収集したのは、食事と購買の写真に比べ、観光を表す写真の方が多いので、ナイーブベイズを実装した際に、分類を正確に行うためである。次に、収集した写真に Cloud Vision API を用いて api タグを付与する。実際に付与された api タグを各カテゴリごとに集計した。観光の api タグ上位 3 件は「city」、「landmark」、「temple」で、食事の api タグ上位 3 件は「dish」、「cuisine」、「food」で、購買の api タグ上位 3 件は「product」、「product design」、「material」であった。これらの api タグを教師データとして、ナイーブベイズ分類器を作成し、作成したナイーブベイズ分類器に三交差検定を行い、分類器の精度を算出する。三交差検定を行なった結果を表 2 に示す。作成されたナイーブベイズ分類器を用いて、データセットの写真を観光、食事、購買の三つのカテゴリに分類する。

4.3 実験結果

図 3、図 4、図 5、図 6、図 7 に実験結果を示す。いずれの図も左から、海外観光者の撮影した写真により作成された地図、国内観光者の撮影した写真により作成された地図、在住者の撮

影した写真により作成された地図となっている。

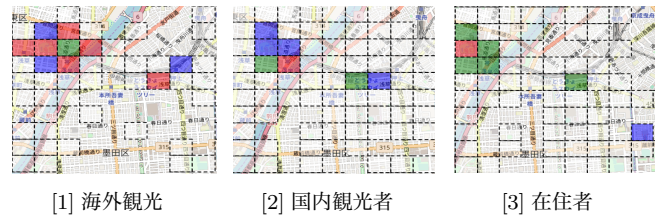


図 3 東京スカイツリー周辺の実験結果 (青:観光, 赤:食事, 緑:購買)

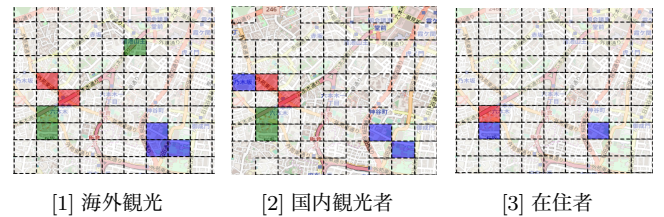


図 4 東京タワー周辺の実験結果 (青:観光, 赤:食事, 緑:購買)

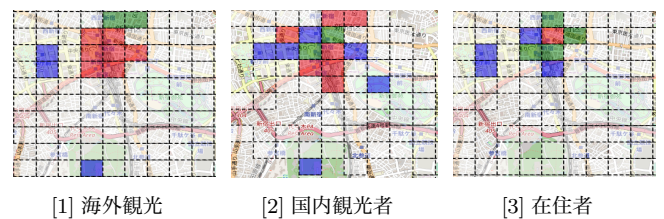


図 5 新宿駅周辺の実験結果 (青:観光, 赤:食事, 緑:購買)

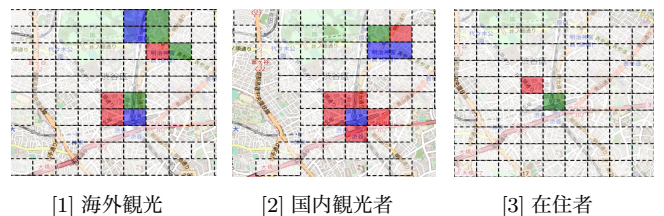


図 6 渋谷駅周辺の実験結果 (青:観光, 赤:食事, 緑:購買)



図 7 秋葉原駅周辺の実験結果 (青:観光, 赤:食事, 緑:購買)

5. 考 察

4.3 節の結果を元に、各分析対象地域に対して撮影者が撮影した撮影対象物の差異の考察を行う。

はじめに、東京スカイツリー周辺の実験結果の考察を述べる。在住者と観光者で明らかに違うのが図3の右下にある亀戸天神社である。海外観光者と国内観光者はあまり撮影を行っていないが、多くの在住者が撮影を行なっている。亀戸天神社は東京スカイツリー近辺にある神社のため、本殿と東京スカイツリーと一緒に撮影することが可能なスポットである。また、境内には藤の花が多く存在するので、春には本殿と東京スカイツリーに藤の花が加わった一枚を撮影することが可能である。これは、本研究の目的の一つである在住者のみが知る撮影スポットである可能性が高い。また、海外観光者と国内観光者は図3のホットスポットである、浅草周辺や東京スカイツリー周辺で、観光の写真を多く撮影しているが、在住者は観光の写真よりも購買の写真を多く撮影している。実際に在住者の撮影した写真の内容を確認してみると、浅草の商店街や問屋街において骨董品や商品を撮影している写真を多く発見できた。これは、観光地における在住者と観光者の興味の対象が違うことを意味していると考えられる。

次に東京タワー周辺の実験結果の考察を述べる。在住者は図4の左側にある六本木付近では購買の写真をあまり撮影していないが、海外観光者と国内観光者は六本木付近で購買の写真を多く撮影していることが分かる。これは、お土産を六本木付近で購入しているためであると考えられる。また、図4の上部にある国会議事堂周辺で、在住者と国内観光者があまり写真を撮影していないにも関わらず、海外観光者は購買の写真を多く撮影している。実際に海外観光者の撮影した写真の内容を確認してみると、国会議事堂限定の商品や館内で展示されている物を撮影した写真を多く発見できた。これは、観光で国会議事堂を訪れた際、お土産を買い、その写真を撮影したためであると考えられる。

次に新宿駅周辺の実験結果の考察を述べる。在住者は図5の下にある、明治神宮であまり写真を撮影していないが、海外観光者と国内観光者は観光の写真を多く撮影していることが分かる。これは、在住者と観光者の興味関心の対象を比較した際に、観光者にとっては明治神宮が興味関心の高いスポットであることを意味していると考えられる。また、海外観光者は在住者と国内観光者に比べ、図5上部の新宿駅付近で食事の写真を多く撮影していることが分かる。実際に海外観光者の撮影した写真の内容を確認してみると、寿司やラーメンなど日本食を撮影した写真を多く発見できた。これは、海外観光者が日本食に高い興味関心を示しており、近年ではロボットレストランやカワイイモンスターカフェなど訪日外国人に評判のレストランや食事処が新宿駅付近には多く存在するためだと考えられる。

次に渋谷駅周辺の実験結果の考察を述べる。海外観光者と国内観光者は図6の中央にある渋谷駅周辺で、観光の写真を撮影しているが、在住者は同じ地域で観光の写真を撮影していない。これは、主に渋谷のスクランブル交差点を撮影しているものと

思われ、渋谷のスクランブル交差点が観光者にとって興味関心が高いスポットであることが分かる。観光者と在住者の興味関心の対象の違いが分かる結果になったと考えられる。また、海外観光者と国内観光者は共に図6の上部にある原宿駅周辺で観光の写真を撮影しているが、撮影している地域が異なる。海外観光者は代々木公園や明治神宮周辺で多くの写真を撮影しているが、国内観光者は青山や表参道周辺で多くの写真を撮影している。これは、青山や表参道といった地域が、日本のテレビで特集される機会が多い地域であり、海外観光者より国内観光者の興味関心が高かったためと考えられる。実際に国内観光者の撮影した写真の内容を確認してみると、有名なカフェや街並みを撮影した写真を多く発見できた。

最後に秋葉原駅周辺の実験結果の考察を述べる。海外観光者と国内観光者は図7の上部にある秋葉原駅周辺で購買の写真を多く撮影している。撮影している写真のカテゴリは同じだが、実際に写真の内容を確認してみると内容は大きく異なることが分かった。海外観光者は家電量販店やゲームセンター内の写真を多く撮影しているが、国内観光者はアニメのフィギュアやぬいぐるみの写真を多く撮影していた。これは、海外観光者の秋葉原における興味関心の対象は電化製品やゲームセンターであるのに対して、国内観光者の興味関心の対象はアニメと、両者の興味関心の対象が異なるためだと考えられる。

6. おわりに

本研究では、ソーシャルメディアから取得した大量の写真に付与されている緯度経度情報、撮影者のプロフィール情報を用いて、写真を在住者が撮影したもの、国内観光者が撮影したもの、海外観光者が撮影したものの三つに分類し、それらすべての写真が「観光、食事、購買」のどれに属するかナイーブベイズを用いてカテゴリ分けを行い、地図をグリッドに区切り、そのグリッド内で一番撮影割合の高かったカテゴリをそのグリッドのカテゴリとして可視化し分析を行なった。その結果、分析対象地域である「東京スカイツリー周辺」においては国内観光者と海外観光者は撮影していないが、在住者は撮影を行なっている地域を、「東京タワー周辺」では、海外観光者のみが撮影を行なっている地域を、「新宿駅周辺」では観光者のみ撮影を行なっている地域を、「渋谷駅周辺」では海外観光者のみ撮影を行なっている地域と国内観光者のみ撮影を行なっている地域を発見することができた。また、全ての分析対象地域において、海外観光者と国内観光者と在住者が撮影は行なっているが、カテゴリが異なる地域を複数箇所発見することもできた。

今後の課題としては、撮影者のより詳細な分類手法の提案や定量的な評価実験などが挙げられる。撮影者のより詳細な分類手法の提案に関して、今回はFlickrのプロフィール情報のみで、撮影者を三者に分類したが、写真の撮影時間や撮影者のよく撮影する場所を考慮し、撮影者を分類する手法などが考えられる。また、本研究に撮影者の撮影時間を追加することで、観光者がどのようなルートで観光し、その場所で何を撮影して、何時に食事や購買を行うかなど、観光者の観光過程をより詳細に分析することが可能となる。

謝 辞

本研究は、首都大学東京傾斜的研究(全学分)学長裁量枠戦略的研究プロジェクト戦略的研究支援枠「ソーシャルビッグデータの分析・応用のための学術基盤の研究」及び JSPS 科研費 16K00157, 16K16158 による

文 献

- [1] Wei-Chao Chen, Agathe Battestini, Natasha Gelfand, and Vidya Setlur. Visual summaries of popular landmarks from community photo collections. In *Visual summaries of popular landmarks from community photo collections*, pp. 1248–1255. IEEE, 2009.
- [2] 王佳な, 野田雅文, 高橋友和, 出口大輔, 井手一郎, 村瀬洋. Web上の大量の写真に対する画像分類による観光マップの作成. 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 12, pp. 3588–3592, 2011.
- [3] David J Crandall, Lars Backstrom, Daniel Huttenlocher, and Jon Kleinberg. Mapping the world’s photos. In *Proceedings of the 18th international conference on World wide web*, pp. 761–770. ACM, 2009.
- [4] Slava Kisilevich, Florian Mansmann, and Daniel Keim. P-dbscan: a density based clustering algorithm for exploration and analysis of attractive areas using collections of geo-tagged photos. In *Proceedings of the 1st international conference*, 2010.
- [5] 青山賢, 廣田雅春, 石川博, 横山昌平. ジオタグ付き写真を用いた知名度が低いにもかかわらず興味の度合いが高い寄り道候補の発見. *DEIM Forum 2015 B5-3*, 2015.
- [6] Zhijun Yin, Liangliang Vao, Jiwei Han, Chengxing Zhai. Geographical topic discovery and comparison. *20th International WWW Conference*, 2011.
- [7] George Lamprianidis, Dieter Pfoser. Collaborative geospatial feature search. *20th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, 2012.
- [8] 熊野雅仁, 小関基徳, 小野景子, 木村昌弘. 地理および時間情報を持つ写真データに基づいたホット撮影スポットの抽出. 情報処理学会論文誌, 2012.
- [9] 高木有人, 遠藤雅樹, 江原遥, 廣田雅春, 横山昌平, 石川博. ジオタグ付き写真の撮影順序を考慮したホットスポットの分析. *DEIM Forum 2016 H4-4*, 2016.
- [10] 白井元浩, 廣田雅春, 石川博, 横山昌平. ジオタグ付き写真を用いた関心領域と撮影スポットの発見. 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. 97, pp. 835–844, 2014.
- [11] 田原琢士, 馬強. Twitter から有益な日常情報を発見するための特徴語による地域ユーザの検索. *DEIM Forum 2014*, 2014.
- [12] 櫻川直洋, 廣田雅春, 石川博, 横山昌平. ジオタグ付き写真の撮影者を在住者と観光者に分類することによるホットスポットの発見. *DEIM Forum 2015*, 2015.