

[観光情報学—スマートツーリズムに向けた研究動向—]

3 UGCを利用した観光資源の発見と推薦

応
般

馬 強 京都大学大学院情報学研究科



「四方よし」の観光へ

観光の経済波及効果は大きく、雇用拡大や地域活性化に大きな効果が期待できる。しかしながら、現状において、観光客は東京・大阪・京都などの特定の有名な観光都市に集中し、社会インフラなどの負担および住民・観光客のストレスが大きく、オーバーツーリズムが地域観光の発展・存続の大きな障害になりかねない。そのため、従来の「三方よし」（観光業者よし、観光客よし、地域よし）に“未来よし”を加えた「四方よし」の持続可能な観光を目指す取り組みが増加している。

「四方よし」の持続可能な観光社会の実現には、観光客はもちろん、住民も含めたより多くの人々が満足できる仕組みが必要である。そのため、より多くの人々が旅を楽しむための観光の個人化、および、地域住民の日常生活への副作用を最小限に抑えて快適性を維持し、観光の恩恵を地域全体に届けられる観光の分散化が、重要な課題である。そのため、SNS (Social Network Services: ソーシャルネットワークサービス) やブログなどで生成される UGC (User Generated Content: ユーザ生成コンテンツ) を対象に、利用者視点から観光地に関する観光集合知をマイニングし、観光推薦に利活用する観光情報学 2.0 に関する研究が行われている¹⁾。観光情報学 2.0 では、SNS やブログで公開されている位置情報付きのテキスト、画像、動画などさまざまなコンテンツとその関連情報から、観光客の行動パターンや観光地域の特徴など観光に

関する集合知をマイニングする。観光地を再発見するとともに、それらを観光体験・観光地の推薦や観光ルートのプランニング・推薦に利活用している。

本稿では、観光客の知りたい「どんなところなの?」、「どこにどうやって行けばいいの?」を支援するための観光情報学 2.0 の技術を紹介する。

観光地モデリング：どんなところなの?

既存の観光支援システムは、すでに開発・整備された観光地（場所・スポット）を対象としていることが多い。金閣寺や清水寺などよく知られている観光名所がその代表である。これに加えて、観光情報学 2.0 では、観光客をはじめ一般ユーザの行動記録でもある UGC から、たとえば、タイ人観光客の口コミによって富士見の新名所となった新倉富士浅間神社のように、新しい観光資源を発見することもできる。

位置情報付きの UGC から観光スポットの発見手法は、1) スポットの再発見と 2) 新しいスポットの自動生成に分けられる。

スポットの再発見

訪問回数や滞在時間に基づいてユーザ（特に観光客）にとって興味ありそうな場所（POI: Point of Interest）を発見する方法である。たとえば、Foursquare などの LBSN (Location-Based Social Networks: 位置情報ベースのソーシャルネット

ワーク)でのチェックイン履歴を利用して、人気のあるPOIを発見することができる。また、観光客より地元住民のチェックイン情報が多いなどを仮定して分析すれば、地元住民がよく行く、地元文化に触れあえる観光スポットを発見できる。

新しいスポットの自動検知

UGCの位置情報を用いて、Mean-shiftやDBSCANなどのクラスタリング手法を適用して得られるクラスタを新しいスポットとする手法が多く開発されている。たとえば、写真の撮影方向などのメタデータを分析して、富士山のような景勝地や富士見スポットのような視点場を発見する手法が開発されている。

Mean-shiftやDBSCANなどのクラスタリング手法を適用するには、適切なパラメータの設定が必要であるが、それは容易ではない。そこで、既存の観光名所の面積や規模の大きさに合わせて新しいスポットの大きさを自動調整する手法が開発されている²⁾。

図-1で示すように、この手法では、まず、既存の観光名所(main spot)に対してあらかじめその範囲(s_1, s_2, s_3)を定めておく。図-1の点は位置情報付きデータであり、クラスタリング手法DBSCANによりデータ点のクラスタ(c_1, c_2, \dots, c_5)を得たとする。既存観光名所の範囲(s_i)とクラスタ(c_j)の重複

領域($r_{i,j}$)に基づく相関係数($d(s_i, c_j)$)を算出し、この相関係数の平均をクラスタリングの精度(DSC)とし、これが最大になるようなDBSCANのパラメータを調整する。

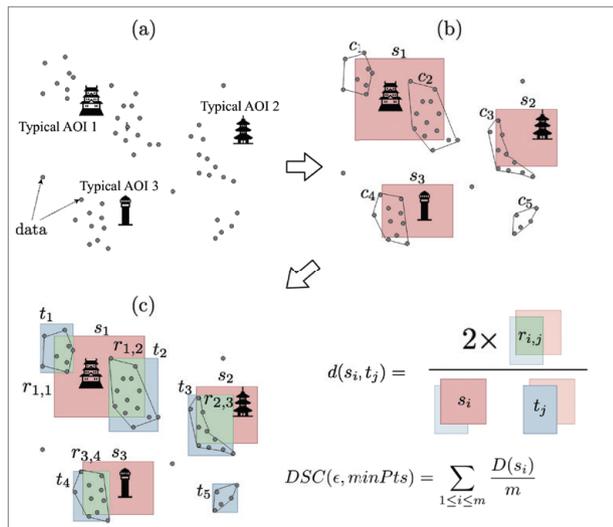
観光スポットの特徴分析

位置情報付きのUGCを対象にクラスタリング手法を適用して新しいスポットを検知することができるが、検出したスポットは駅やバス停など交通の要所・ハブである可能性があり、それらのスポットが観光の対象であるかどうかについてはさらなる検証が必要である。

たとえば、嵐山駅は多くの観光客で賑わうスポットの1つであるが、その多くは嵐山へのアクセスの主要な交通機関である京福電気鉄道・阪急電車を利用するためのものであって、嵐山駅を観光目的地とした観光客は少ない。また、京都駅周辺には店舗等が集まっているため観光スポットとして適しているが、新幹線の時刻を待つため時間を潰している観光客も多い。平均滞在時間が長くなるため、観光客の実際の興味よりも人気度のランキングが高くなってしまふことがある。

そこで、観光客から採取した軌跡データを用いてスポットネットワークを構築し、HITS(Hyperlink-Induced Topic Search)を適用してスポットの性質を分析する手法が提案されている。HITSを利用することで、スポットに対して交通の要所度合いを示すハブ値と観光スポットとしてのコンテンツ力を示すオーソリティ値の2つの軸で分析できるようになり、スポットや観光ルートの推薦精度の向上が期待できる³⁾。

また、評判分析手法を利用してスポットに訪れた訪問客の満足度を分析したり、スポット周辺で撮れた写真などを対象に画像処理の技術を駆使して景色や景観物を分析したりすることで観光価値について評価する試みがある。また、これらのスポットに訪れるユーザの属性を推定する手法も開発されている。たとえば、訪問する場所・時間の分布の違いから訪



■ 図-1 都市適応型クラスタリング手法の概要

特集
Special Feature

問客を住民と観光客に分類する手法や、Wi-Fiの利用状況や顔認識で外国人・在住者を識別する手法が開発されている。観光価値と訪問客の分布の2つの軸からスポットを評価することで、まだ知られていない穴場を発見することが可能である(図-2)¹⁾。

ユーザのチェックイン情報や移動履歴を分析して、地域やスポットの機能や相互関係について分析する手法の開発も進んでいる。ユーザが地域Aから地域Bへ移動するのは、一定の目的や要求があり、そして、地域Bにはそれを満足する特徴(機能・設備、etc.)があると仮定できる。これをもとに、ユーザの移動履歴データから移動行列を構築して地域の特徴を発見する行列分解モデルが提案されている⁴⁾。

図-3は北京市を対象に分析した結果例を示している。図-3(a)では、青いグリッドの多くはショッピングエリアであり、赤のグリッドから青のグリッドに移動してショッピングする関係を示唆している。

図-3(b)は図-3(a)の四角に囲まれた領域を拡大している。Aにはショッピングモール、Bには広場、Cには有名なショッピングストリート、Dには時代広場がある。Eはあまり知られていないが、銀行のATMが多くあるためショッピングエリアであると推定できる。図-3(c)と図-3(d)は、別の2つの興味深い関係の例を示している。図-3(c)では空港高速道路を検出している。図-3(d)は、中関村の分析結果を示している。中関村のグリッドは仕事・教育・買い物・居住など複数の役割を担っている可能性が高いが、居住地(G)と教育(H)のような機能や関係が正しく検出されている。このように分析される地域の機能や移動関係は観光のみにとどまらず、地域生活や都市計画などにも有用である。

観光知を利用した観光支援：
どこへどうやっていくの？

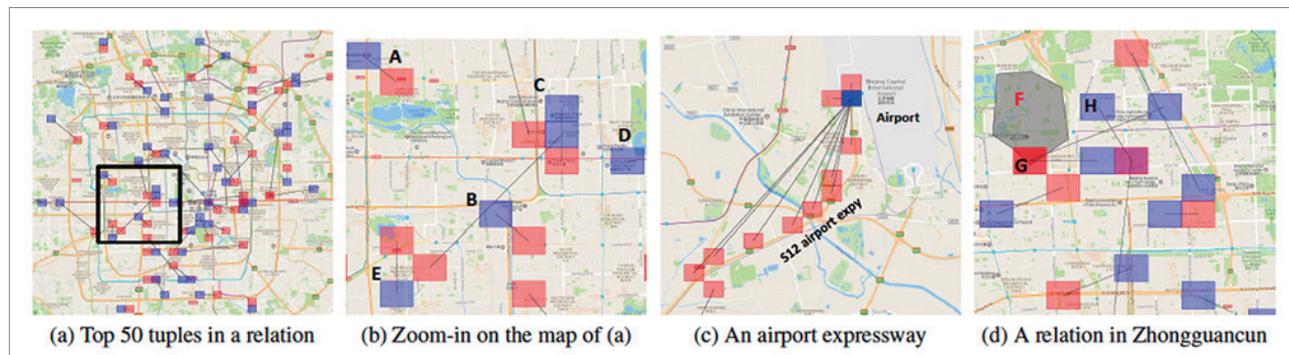


■ 図-2 観光価値とユーザ分布からの観光スポット分析

UGCから得られた集合知を用いた観光支援としては、新しい観光地図の作成、観光スポットと観光ルートの推薦・プランニングが考えられる。

観光集合知の可視化：
新しいタイプの観光地図

図-4はCOVID-19前に筆者が

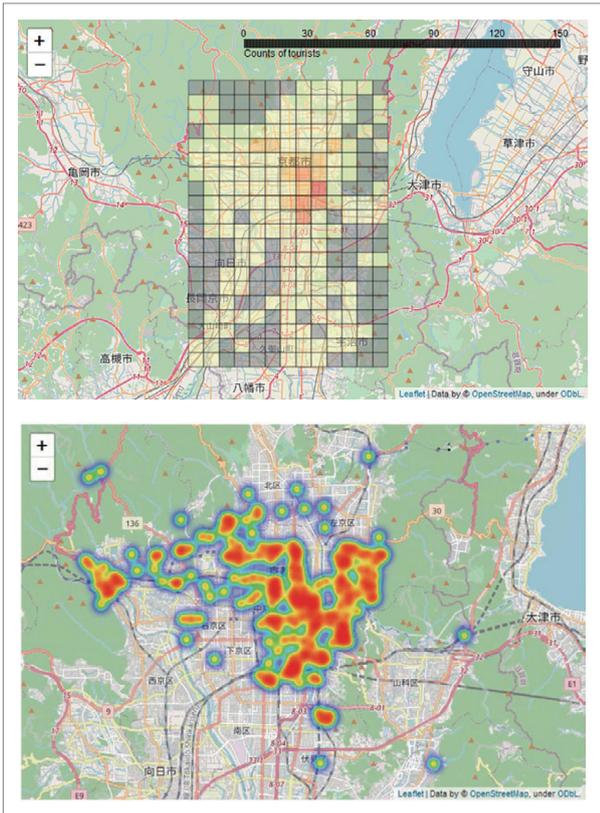


■ 図-3 ユーザの移動履歴から地域の機能と相互関係の分析結果例

特集
Special Feature

ループが収集した Flickr の写真データから推定された観光客のある特定時刻における場所分布を、京都市の各グリッドおよびスポットのヒートマップで示

した例である。30分ごとの変化が見られ、時間・場所ごとの人気度や混雑状況の分析・推定に利用できる。

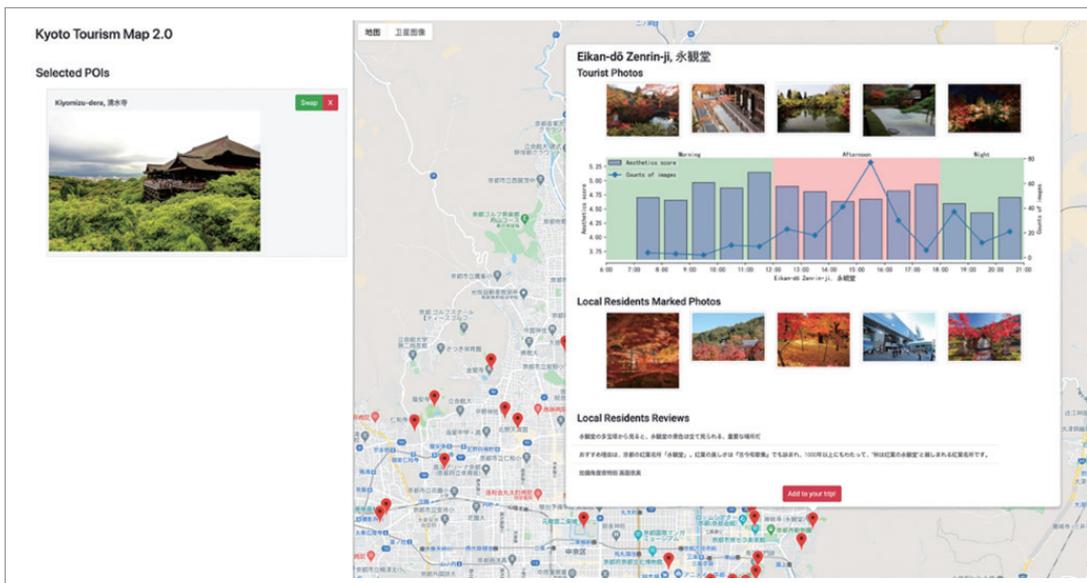


■ 図-4 京都市における観光客の訪問場所分布例 (グリッド表示とスポット表示)

図-5 は我々が Google マップを利用して開発中の京都観光マップ 2.0 を示している。京都観光マップ 2.0 は UGC の分析をもとにした、ユーザ（観光客と住民）視点の新しいタイプの観光マップである。右部分は地図の本体であり、地図上に表示されているスポットをクリックすると、上から順に、Flickr にアップされている時間帯ごと（午前、午後、夜）の写真、時間帯ごとの写真数（棒グラフ）とそれらの写真の良さを表すスコア（折れ線グラフ）、アンケートで収集した住民が選んだ写真およびアピールポイントが表示されている。ユーザがこれらの情報に基づいて自分の行きたい場所を選んで左側のリストに追加することで、それらのスポットを周遊できるルートが自動生成される。

観光スポットの推薦：どこへ行けばよいの？

観光推薦システムで最も問題となるのが、観光データのスパース性である。ショッピングサイトや映画・音楽などに関する情報推薦システムではユーザの評価に関する情報の少なさが問題であるが、POI 推薦の



■ 図-5 京都観光マップ 2.0

場合、ユーザが訪問した場所が現実社会に存在する場所のほんの一部であるため、より深刻である。そのため、推薦の精度や再現率の改善余地が大きい。また、従来のPOI推薦は、ユーザの日常生活圏を対象としたものが多い。普段の生活圏では決まった行動をとりやすいが、非日常である観光においては行動パターンが大きく異なる。たとえば、日常生活では気に入った店によく訪れるが、観光地ではより多くの新しいことを体験したい欲求があり、同じ場所に何度も行くことが少ない。また、観光客はその旅行先を初めて訪問することが多いため、コールドスタート問題^{※1}に陥ってしまう可能性が高い。そのため、観光地・スポットの人気度を用いた手法など、個々の観光客の好みに依存しない手法が主流である。

一方、個人観光客の増加に伴って個々のユーザのニーズを反映した個人適応型観光推薦が求められている。そのため、ユーザ属性などを用いて観光客をグルーピングするグループベースの推薦手法や、美術館や寺・ショッピングモールなどPOIのジャンル属性を利用して観光客の好みにあった観光地・スポットを推薦する手法が多く提案されている。

また、場所のジャンルだけではなく、その場所のできる旅行体験に着目した推薦手法も提案されている。たとえば、観光は「光」を「観る」ことであることに着目した景観物の分析手法とそれに基づく観光地の推薦手法が挙げられる。さらに、「観る」以外の観光行動（たとえば、「食べる」「ショッピング」など）へのユーザ体験ベースの推薦手法も提案されている。ユーザ体験は行動の主体を表すWho、時間を表すWhen、場所を表すWhereと行動を表すWhatとし、それらを位置情報付き画像から分析する確率生成モデルが提案されている。このモデルを利用して、新しい観光客が体験したいことを旅行体験を表す画像に対するその観光客の評価から推定し、それに基づいて場所を推薦できるとされている。

※1 新しいユーザや商品に関する情報が少ないため効率良く推薦することが困難とされている問題。

観光ルートの生成・推薦： どうやって行けばよいの？

複数の観光スポットを効率良く周遊するルートの発見は組合せ問題の1つであるTTDP (Tourist Trip Design Problem) としてモデリングされることが多い。これは、できるだけ多くのユーザの興味あるスポットを訪問して、訪問スポットから得られる総報酬（ユーザの満足度）の最大化を目的としている。これらのモデルでは、時間予算、スポット間の距離、スポットの滞在時間・営業時間などの情報がよく利用される。初期のTTDP手法は、距離や時間を最適化するルートを発見する研究が多かった。その後、UGCなどを利用して、スポットの質（美しさ、景色など）やルートの質（混雑度、景観など）およびユーザの嗜好などを分析できるようになり、より多様なルートを生成・推薦できるようになった。たとえば、PersTourは写真データからスポットの滞在時間やジャンルなどの情報を抽出・分析してより個人に適したルートを推薦しようとしている。

多くのシステムがスポット間の移動手段として徒歩を想定しているが、エーゲ海大学のGavalas氏らは複数の移動手段の組合せを考慮したプランニングシステムを提案している⁵⁾。また、Gavalas氏らは観光スポットをクラスタリングして、クラスタ間の移動を少なくするルート生成手法も開発しており、点（スポット）だけではなく、スポット間の移動や交通手段に対するユーザの満足度の向上を試みている。これに対して、軌跡データから観光客の移動パターンを分析し、移動ベースの報酬を導入した手法も開発されている⁶⁾。

また、Photo2Tripなど、ツイート、ブログや画像などSNSで公開されている位置情報付きUGCとその時間情報から、ユーザの訪問スポットとその順序、スポットの滞在時間、スポット間の移動時間などの軌跡情報を抽出して、人気ルートを発見・生成して推薦する手法が提案されている。加えて、Sunらは都市適応型クラスタリング手法²⁾を利用して、

エリア間の移動をガイドするルート (Outer Route) とエリア内の順路を案内するルート (Inner Route) を生成しようとしている (図-6)。

さらに、Web やモバイル端末で利用できるルートプランニングシステムが開発されている。たとえば、TripBuilder, CT-Planner, CityTripPlanner など Web ベースの観光ルートプランニングシステムは、ユーザの条件指定やフィードバックなどの機能が実装されているため、インタラクティブに推薦ルート・ツアーを生成することが可能である。

最近ではユーザ移動の軌跡情報を Seq2seq や GAN などの深層学習モデルに適用してルートを生成する手法も研究開発されている。特に、点ネットワーク (Pointer Networks) を拡張した強化学習ベースのルート生成手法は、学習データのスパース性が顕著である観光分野での応用に注目したい。

ウイズ・ポストコロナの観光へ

パンデミックの脅威が現実になった今、観光業がきわめて危機的な状況に直面しているが、オーバーツーリズムの再来も警戒しないといけない。つまり、パンデミックによる観光崩壊およびオーバーツーリズムによる観光公害の両方に強い持続可能な観光社会を構築する必要がある。ウイズ・ポストコロナ時代の観光の在り方を明らかにして、観光客の観光意欲の維持・向上および安心安全な観光を実現すること

が求められている。そのため、ユーザの生の声である UGC をはじめとする観光客の行動データを収集して、コロナ禍はもちろん、その前後の人々の行動変容を解明することが重要である。しかしながら、UGC では個人から発信される主観的な情報が多く、品質のバラツキが大きいことや信憑性が低いといった問題も指摘されている。そのため、政府、自治体や DMO (観光地域づくり法人) などのデータ、IoT センサデータなどその他の情報源との統合利活用が必要である。

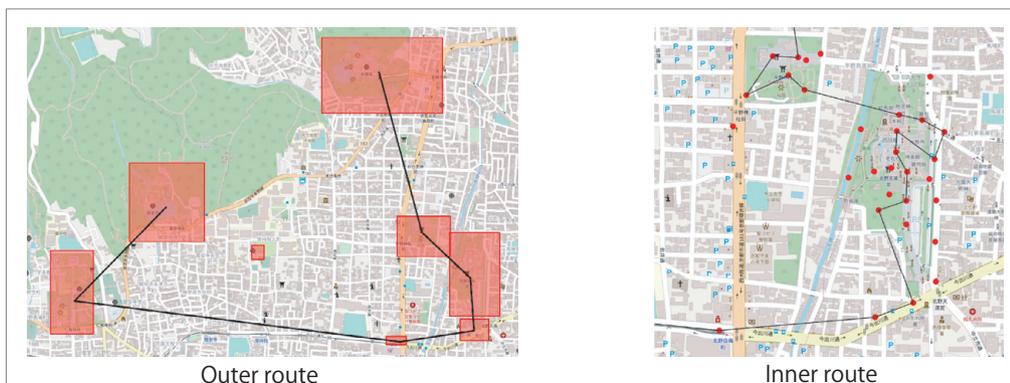
参考文献

- 1) 馬 強 : 観光情報学の最前線—観光の分散化と個人化を促進する集合知活用情報技術—, 情報処理, Vol.58, No.3, pp.220-226 (Mar. 2017).
- 2) Sun, J. J., Kinoue, T. and Ma, Q. : A City Adaptive Clustering Framework for Discovering POIs with Different Granularities, DEXA (1)2020: 425-434 (2020).
- 3) Sun, J. J., Matsushima, Y. and Ma, Q. : Property Analysis of Stay Points for POI Recommendation, DEXA2021 (2021).
- 4) Zhuang, C. Y., Yuan, N. J., Song, R. H., Xie, X. and Ma, Q. : Understanding People Lifestyles : Construction of Urban Movement Knowledge Graph from GPS Trajectory, IJCAI 2017: 3616-3623 (2017).
- 5) Gavalas, D., Kasapakis, V., Konstantopoulos, C., Pantziou, G. E., Vathis, N. and Zaroliagis, C. D. : The eCOMPASS Multimodal Tourist Tour Planner, Expert Syst. Appl. 42(21): 7303-7316 (2015).
- 6) Sun, J. J., Zhuang, C. Y. and Ma, Q. : User Transition Pattern Analysis for Travel Route Recommendation, IEICE Transactions 102-D(12):2472-2484 (2019).

(2021年7月30日受付)

■馬 強 (正会員) qiang@i.kyoto-u.ac.jp

京都大学大学院情報学研究所准教授, 京都情報大学院大学客員教授, 商業・サービス競争力強化連携支援事業技術アドバイザー (京なか(株)). 観光情報学, 投資情報学, 情報栄養学を中心にマルチメディア情報システムに関する研究に従事。



■図-6 Outer Route と Inner Route の生成・推薦