

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：36101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K12569

研究課題名（和文）観光資源の発掘・再評価 -機械学習による写真共有SNS分析を軸として-

研究課題名（英文）Discovering and evaluating Tourism Resources -An Analysis of Photo-Sharing SNS Using Machine Learning-

研究代表者

辻岡 卓（Suguru, Tsujioka）

四国大学・経営情報学部・准教授

研究者番号：20389159

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：観光資源の発掘・評価を目的としてSNS（Social Networking Service）の分析を実施した。特にSNS上の画像（写真）に着目した。観光客がSNSにおいて投稿した画像は観光地に対する意見の発露であり、これを分析することは観光資源の発掘・評価につながる。しかし、SNS上の画像は膨大な量であり、その分析を人力で行うことは多大なコストを要する。このため本研究は機械学習手法を用いた分析手法を提案した。提案手法は生成AIを用いて各画像の説明文を生成し、これを分類することで画像の分類を実施する。文章を生成することで、画像のコンテキストを損なわずに分類することが可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アンケートをはじめとする意見収集方法は実施主体の収集したい内容のみを問うため、その範疇から外れた意外な意見の収集が困難である。一方SNS投稿データは投稿者の素直な意見が表出しているため、これを分析する意義は大きい。しかし本研究で取り扱った画像データの分類は、従来その画像中の色・線情報をもとに分類されてきた。この方法では主たる被写体の情報ははじめとした撮影時の文脈が得られない場合が多い。本研究は観光分析を目的とした新たな画像分類手法を提案した。提案手法は観光分析のみならず、さまざまな画像分類の際に応用が可能である。

研究成果の概要（英文）：In pursuit of the discovery and evaluation of tourism resources, we conducted an analysis of Social Networking Services (SNS), particularly focusing on the images (photos) shared on these platforms. Images posted by tourists on SNS serve as expressions of their opinions about various tourist destinations. Analyzing these images can therefore contribute significantly to identifying and assessing tourism resources. However, the sheer volume of images on SNS makes manual analysis exceedingly costly. To address this, our study proposes an analytical method leveraging machine learning techniques. The proposed method employs generative AI to produce descriptions for each image, which are then classified to categorize the images. By generating textual descriptions, the method enables image classification without compromising the contextual integrity of the images.

研究分野：社会問題への情報学応用

キーワード：画像分類 観光分析 Social Network Service 生成AI BERTopic

## 1. 研究開始当初の背景

「映える」という言葉がメディアで取り上げられていることに象徴されるように写真共有 SNS へアップロードするためのユニークな写真を撮影すること自体が観光の目的となることも少なくない。このような現状下において行政・観光業者のアピールする観光スポットと実際に観光客が訪問しているスポットにズレが生じていることは珍しくない。アピールされている神社仏閣や自然環境といった観光資源ではなく、**意外な建築物や食事処が観光客にとって魅力的という例は数多い**。つまりこれらは行政等にとって「**未知の観光資源**」といえる。

写真共有 SNS に投稿された写真を分析することで、これら未知の観光資源を発掘することが可能となる。一方、「**既知の観光資源**」においても観光客それぞれに興味・関心が異なり、投稿された写真にはそれらが表出していると考えられる。これらの写真を分析することで既知の観光資源の再評価、および新たな PR 方法の創出が期待できる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、「**未知の観光資源を発掘する**」とともに「**既知の観光資源の再評価を実施する**」ための体系的な手法を開発することである。観光客が Instagram に代表される写真共有 SNS に投稿している大量の写真群は、訪問地域に対する観光客の興味・関心の発露であると考えられる。このためこれらの写真を分析することは観光誘致施策立案にとって有用である。しかし、データ収集や画像解析などの技術的困難からその分析例は数少なかった。

写真共有 SNS は、従来収集することが難しかった膨大な量の写真の収集を可能とした。観光に有益なビッグデータであるこれらの写真を人工知能の一種である機械学習を用いて分類・分析することで従来とは異なる角度から観光誘致施策に寄与することができる。

本研究では**大量の画像を人力同様の精度で分類することで観光資源の発掘・再評価を実現する**。伝統的な教師なし画像分類手法は各画像を構成する図形・色情報を拠り所として分類を実施する。しかしこれら手法は画像の主たる被写体をはじめとする、撮影者の意図（コンテキスト）を汲み取ることが難しい。このため、観光分析に应用するに際して力不足である。本研究は画像のコンテキストを可能な限り保持した状態で分類することを目指す。

## 2. 研究の方法

### (1) データ収集

本研究では、**写真共有プラットフォーム Flickr に投稿された画像群を分析対象とした**。Flickr は画像収集 API を提供しているためデータ収集が容易であり、また画像の権利情報も明確である。2023 年時点において X や Instagram のような人気 SNS は手動・自動に関わらず、画像の収集を規約で禁止しているため、Flickr の画像活用は本研究にとって非常に有益であった。

分析対象の観光地として伏見稲荷大社を選択した。伏見稲荷大社は観光客や写真家に人気があり、多様な写真が撮影されているためである。2023 年 9 月に「伏見稲荷大社」を検索キーワードとして指定し、500 枚の画像を収集した。収集された画像は 150 平方ピクセルのサムネイルサイズである。提案手法は画像の文脈を理解することを重視しているため、このサイズでも十分に判断した。

### (2) データクラスタリング

提案手法の目的は、最小限のコストで大量の写真をクラスタリングすることである。観光地で撮影された画像のコレクションは、観光客が Flickr を訪れ投稿する際の印象や動機を反映したいくつかのクラスタに分類できると仮定する。この概念は、テキストコーパスに基礎となるトピックが存在することを前提とするトピックモデリングと一致する。このため、**提案手法のアプローチでは、画像の説明文を生成し、これらの説明文に基づいてトピックモデリングを行う**。各画像の属するトピックに基づきクラスタリングを実施する。同時に、導き出されたトピックを分析することで、観光客の興味を識別するのに役立つ。図 1 は提案手法の手順を示している。各手順の意義を以下に概説する。

### LLaVA による画像説明文生成

各画像に対する詳細な記述テキストを取得するために、我々は **Large Language and Vision Assistant (LLaVA) [1]** を利用した。LLaVA は画像エンコーダと言語デコーダを基にしたマルチモーダルモデルのひとつである。本研究では LLaVA-1.5 を使用した。

図 2 は生成された記述例を示す。このステップは、後続のトピックモデリングとクラスタリングが包括的かつ正確な記述に基づいて行われることを保証するために重要である。これにより、画像内のオブジェクトだけでなく、その撮影の意図も捉えることができる。

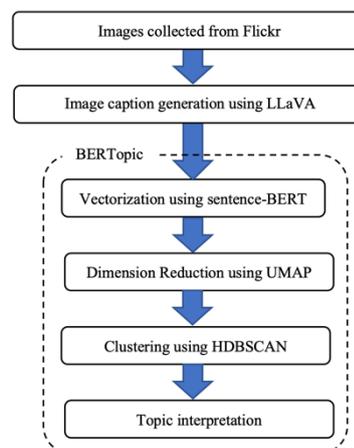


図 1 提案手法におけるデータクラスタリング手順

## BERTopic によるクラスタリング

記述テキストの生成に続いて、BERTopic[2]を用いてクラスタリングを実施した。従来のトピックモデリング手法は Bag of Words (BoW) 行列に依存しており、これらは単語の順序や組み合わせや位置から生じる微妙な意味を見落とすため、テキストの全体的なコンテキストを捉えることができない。一方、BERTopic は Sentence-BERT の動的埋め込みを利用することで、これらの制限を克服した。これにより、テキストデータのより豊かな表現を捉えることができる。文を単語の順序とコンテキストを考慮した埋め込みによりベクトル化することで、BERTopic はコーパス内のより複雑で意味のあるトピックを発見し、表現することができます。

クラスタリングのプロセスは、まず記述テキストをその意味内容を正確に表す高次元ベクトルに変換することから始まる。次に、これらのベクトルを高次元空間での近接性に基づいてクラスタリングし、テキストを基礎となるトピックによってグループ化する。この方法は、単なる表面的なタグや個別のキーワードではなく、コンテキストの深さと広がりによってテキストがクラスタリングされることを保証する。

BERTopic の使用は、テキスト情報のクラスタリングが微妙なテーマの変化や複雑な意味構造を反映することが期待される場合に有益と考えられる。Flickr から収集した画像から生成された説明文に、BERTopic を適用することで画像に表現されたテーマを深く理解することができ、情報量が多くコンテキスト的に一貫したクラスタをもたらす。更にこれら個々のクラスタの分析結果は、画像の集合全体のテーマや主題に関する洞察をもたらす。

## 4. 研究成果

生成された記述文に対するトピックモデリングを適用した結果、12 個のトピックが得られた。500 枚の画像のうち 63 枚は、特定のトピックに分類されないノイズ画像と判定された。各トピックの特徴語とそれら特徴後から導き出されたトピックイメージを表 1 に示す。

表 1 BERTopic により得られたトピックの特徴語と表題

Topic	Topic image	Representation words
0	Shrine pavilions, torii gates, and other structures or natural	buillding, structure, red, large, tree
1	Tunnel-shaped group of torii gates	tunnel, passageway, poles, narrow, long
2	Statue of fox	statue, dog, positioned, stone, pedestal
3	Person (stand-alone)	woman, young, picture, posing, wearing
4	Torii gates and persons	walking, people, group, carrying, woman
5	Torii gates (with kanji characters) and torii gates (part of)	poles, arranged, row, structure, japanese
6	Torii gate and stone steps	hallway, light, red, pillars, narrow, source
7	Kimono(: Japanese traditional clothing)	kimono, room, traditional, costume, woman
8	Cats	cat, rock, white, sitting, comfortably
9	Persons	group, people, backpacks, together, posing
10	Lanterns and Nighttime	lanterns, hanging, lantern, curtain, lit
11	Meal	table, bowls, food, bowl, placed

トピック間の関係を説明するために、各トピックを 2 次元空間にマッピングした結果を図 3 に示す。表 1 と図 3 を併せて参照することで、類似のトピックが近い距離に配置されることがわかる。

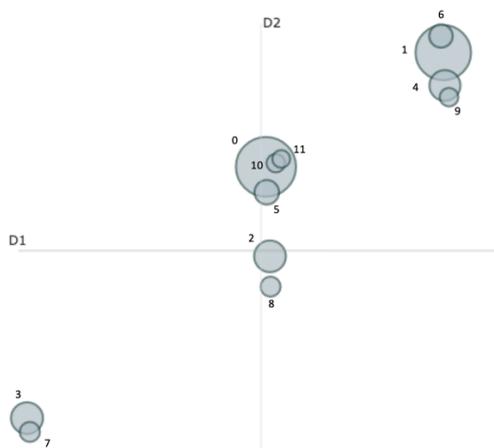


図 3 2次元空間におけるトピック間の距離

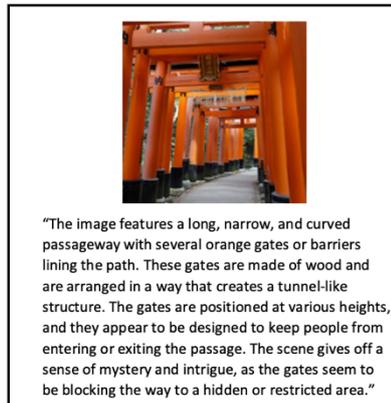


図 2 生成された説明文記述例

トピックモデリングから得られた 12 トピックの精度を確認するため、人力・目視にて検証を実施した。図 4 に各トピックからランダムに抽出された画像を示す。トピックイメージに正しく準じた True Positive 画像 2 点と、トピックテーマに反した False Positive 画像を 1 点示している。ただしトピック 9 については、特筆すべき点として、完全に True Positive の画像で構成されていたため、このトピックには True Positive の画像を 3 点示す。

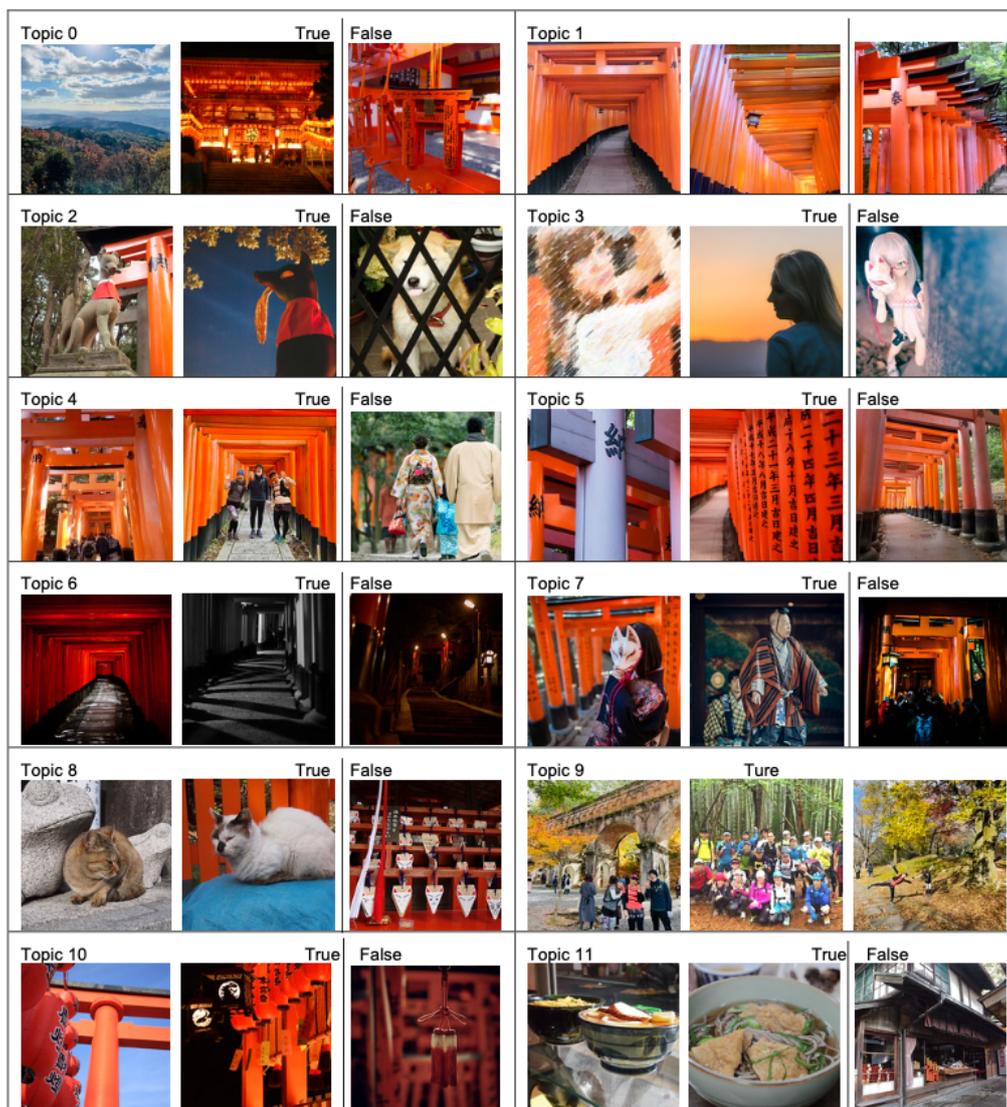


図 4 各トピック構成画像の True/False 例

目視確認結果を元に Precision, Recall, F1 スコアを算出し、これらを用いてクラスタリング精度の定量的評価を実施した(表 2)。

表 2 分類精度の定量評価結果

Topic	Count (True Positive + False Positive)	True Positive (Precision)	False Negative (Recall)	F1 score
0	125	91 (0.728)	10 (0.901)	0.805
1	106	101 (0.953)	10 (0.910)	0.931
2	35	32 (0.914)	1 (0.970)	0.941
3	35	24 (0.686)	2 (0.923)	0.787
4	33	24 (0.727)	1 (0.960)	0.828
5	21	13 (0.619)	10 (0.565)	0.591
6	19	18 (0.947)	10 (0.643)	0.766
7	14	12 (0.857)	1 (0.923)	0.889
8	14	12 (0.857)	0 (1.000)	0.923
9	12	12 (1.000)	3 (0.800)	0.889
10	12	9 (0.750)	5 (0.643)	0.692
11	11	8 (0.727)	0 (1.000)	0.842
average		(0.814)	(0.853)	0.824

全トピックの F1スコアは 0.824 であり、これは教師情報なしの画像自動分類結果としては高水準である。一方でトピック 3 と 5 は Precision が低く、トピック 5、6、および 10 は Recall の低さが目立つ。トピック 3 は、女性の画像を含むことが多く、「女性」や「少女」という単語を含む記述が生成された。これら画像が False Positives の数を増加させ、Precision 低下につながった。トピック 5 は、「鳥居と人々」に関するもので、そのテーマが他のトピックと重なることが多く、Precision, Recall 低下の原因となっている。トピック 6 のテーマ「鳥居と廊下」も同様に他のトピックとの分類精度低下の原因となっている。トピック 10 は「提灯と夜景」に焦点を当てています。提灯の存在は伏見稲荷神社の多くのシーンで共通しており、室内の薄暗い場所で撮影された写真と組み合わせると、「夜」や「暗い」といった単語を含む記述が生成されることが多くなる。これにより Recall が低下した。

結論として、提案手法はコンテキストを保持したまま画像分類を実施することで教師情報なしで高いクラスタリング性能を発揮した。一方で観光分析に適用するに際して、特定のテーマ要素がトピック間で共有されやすいことを示している。このような重複するテーマに対する特異性と分離を改善するためのさらなる分析方法の考案が今後必要と考えられる。

#### 参考文献

- [1] Liu, H., Li, C., Wu, Q., & Lee, Y. J. 2023. Visual instruction tuning. arXiv preprint arXiv:2304.08485.
- [2] Grootendorst, Maarten. 2022. BERTopic: Neural topic modeling with a class-based TF-IDF procedure. arXiv 2022. arXiv preprint arXiv:2203.05794.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Tsujioka Suguru, Watanabe Kojiro, Tsukamoto Akihiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Multimodal Image Clustering via Textual Descriptions: An Exploration of Contextual Topic Modeling	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ICCDE '24: Proceedings of the 2024 10th International Conference on Computing and Data Engineering	6. 最初と最後の頁 51-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3641181.3641191	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tsujioka Suguru, Watanabe Kojiro, Tsukamoto Akihiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Clustering Tourist Images using Caption Analysis - Understanding the Strengths of Tourist Destinations -	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ICIIT '24: Proceedings of the 2024 9th International Conference on Intelligent Information Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3654522.3654597	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tsujioka Suguru, Watanabe Kojiro, Tsukamoto Akihiro	4. 巻 vol.1
2. 論文標題 Photo Classification Using Machine Learning to Understand the Interests of Tourists	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Information Systems for Intelligent Systems	6. 最初と最後の頁 559 ~ 565
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-19-7447-2_49	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Suguru Tsujioka, Kojiro Watanabe, Akihiro Tsukamoto	4. 巻 1
2. 論文標題 Tourism Analysis Using User-Generated Content: A Case Study of Foreign Tourists Visiting Japan on TripAdvisor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tourism and Sustainable Development Review	6. 最初と最後の頁 57-64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31098/tsdr.v1i1.9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Akihiro Tsukamoto
2. 発表標題 A Study of Formalized Composition of Landscapes in Tokushima, Japan, Through Photos Posted on SNS
3. 学会等名 Association for Asian Studies 2022 Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口 夕奈, 塚本 章宏, 辻岡 卓
2. 発表標題 Instagram投稿写真からみた徳島県を訪れる観光客に需要される構図
3. 学会等名 四国GISシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺 公次郎, 出口 陽平
2. 発表標題 徳島市中心部における観光資源の特徴に関する研究
3. 学会等名 第15回四国GISシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口夕奈, 塚本章宏, 辻岡 卓
2. 発表標題 Instagram投稿写真からみた徳島県を訪れる観光客に需要される構図
3. 学会等名 第15回四国GISシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akihiro Tsukamoto
2. 発表標題 A Study of Formalized Composition of Landscapes in Tokushima, Japan, Through Photos Posted on SNS
3. 学会等名 Annual Conference 2022 Association for Asian Studies (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 辻岡 卓, 渡辺 公次郎, 塚本 章宏
2. 発表標題 SNS投稿画像のクラスタリングを基にした観光客の興味発見手法
3. 学会等名 観光情報学会第22回研究発表会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Suguru Tsujioka
2. 発表標題 Tourism Analysis using Instagram Hashtag - A Case Study on Foreign Tourists Visiting Japan -
3. 学会等名 2nd International Conference on Sustainable Development in Economic Trade, Management & Social Sciences (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Suguru Tsujioka
2. 発表標題 Image Clustering via Textual Descriptions for Tourism Analy
3. 学会等名 2024 10th International Conference on Computing and Data Engineering (ICCDE 2024) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	渡辺 公次郎  (Watanabe Kojiro)  (30372717)	徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・准教授   (16101)	
研究 分担者	塚本 章宏  (Tsukamoto Akihiro)  (90608712)	徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(社会総合科学 域)・准教授   (16101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------