

写真の画像内容に基づく類似地域検出手法の応用に関する検討

滝本 広樹[†] 川西 康友[†] 井手 一郎[†] 平山 高嗣[†] 道満 恵介^{††,†}
出口 大輔^{†††,†} 村瀬 洋[†]

[†] 名古屋大学 大学院情報科学研究科 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

^{††} 中京大学 工学部 〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立 101

^{†††} 名古屋大学 情報戦略室 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

あらまし 旅行で知らない地域を訪れる時、旅行先の雰囲気を知覚的に把握することは重要である。旅行先が知らない地域であるために把握が困難な場合であっても、既に雰囲気を知っている地域と似ていることが分かれば、知らない地域の雰囲気を想像できると考えられる。そこで、我々は SNS 投稿写真の画像内容に基づき、類似した地域を検出する手法を検討してきた。本報告では、この手法の応用として、個人が旅行先で撮影した写真群を用いて、写真群と地域との間の類似度及び写真群間の類似度を算出し、その応用可能性を検討した結果を報告する。

キーワード 旅行, 写真, 支援, 推薦

A Study for Applications of the Detection Method of Similar Geo-Regions based on Photographic Contents

Hiroki TAKIMOTO[†], Yasutomo KAWANISHI[†], Ichiro IDE[†], Takatsugu HIRAYAMA[†], Keisuke DOMAN^{††,†}, Daisuke DEGUCHI^{†††,†}, and Hiroshi MURASE[†]

[†] Graduate School of Information Science, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8601 Japan

^{††} School of Engineering, Chukyo University
101 Tokodachi, Kaizu-cho, Toyota-shi, Aichi, 470-0393, Japan

^{†††} Information Strategy Office, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8601 Japan

Abstract When we visit a place we have never visited, we want to know the atmosphere intuitively. But sometimes it is difficult for us to know the atmosphere of the unfamiliar place. In such a case, we can imagine the atmosphere if we know that the place is similar to another place we already know. Thus we have been studying a method for detecting similar geo-regions based on the contents of social photos. As the applications of the proposed method, we report the result of calculating similarity between geo-regions and groups of photos taken by a person during a trip and also similarity among these groups.

Key words Travel, photo, support, recommendation

1. はじめに

旅行は人気がある余暇の過ごし方の1つである。日本政府観光局 (JNTO) の発表 [1] によると、2015 年の訪日外客数は前年比 47.1 % 増の約 2,000 万人であり、統計収集を開始した 1964 年以降最大の伸び率となった。更に同年は 1970 年以來 45 年ぶりに訪日外客数が出国日本人数を上回り、海外からの旅行者が増加している。また、2007 年に施行された観光立国推進法で

は、観光立国の実現が日本の国家戦略として位置付けられており、さらなる訪日旅行需要の拡大に向け、官民挙げて様々な取り組みが行われている。

旅行への需要を高めるには旅行しやすい環境作りが必要である。その1つとして旅行支援がある。訪日旅行需要の拡大に向けた旅行支援としては、外国語で書かれた看板の設置や、外国語を話せる人による案内等が挙げられる。また、外国人に限らず、日本人に向けた支援も行われている。例えば、観光庁主催

で若者の旅行を応援する取り組みを行った地域や旅行会社に対する表彰制度 [2] が設立されている。

旅行支援は、旅行中の支援と旅行計画段階の支援に大別できる。

旅行中の支援としては、GPS による目的地までの案内や混雑状況の可視化等が考えられている。GPS による案内としては、例えばカーナビゲーションシステムやオンライン地図サービス等が頻繁に利用される。混雑状況の可視化としては、例えば道路の混雑状況を可視化する日本道路交通情報センターの Web サイト^(注1)やマイクロブログ上のつぶやきから全国のテーマパーク等の混雑状況を解析する「混んでる？.com」^(注2)等がある。

旅行計画段階の支援としては、旅行案内の書籍や Web サービス、旅行代理店のサービスなどがある。中でも、最近では Web サービスが頻繁に利用されている。例えば、口コミ情報を元にした「じゃらん」^(注3)や、観光・宿泊スポット検索ができる「るぶ」^(注4)などの旅行支援に関する Web サービスが多数存在し、利用されている。

これらのサービスが提供する情報は膨大であるため、利用者はまず、Web 検索により得られるランドマークや施設などの検索結果によって行き先を絞り込み、旅行計画を立てることが多い。

旅行では知らない地域を訪れることが多いと考えられるため、旅行計画を円滑に進めるためには行き先の地域全体の雰囲気を知ることが重要であると考えられる。ところが、旅行支援に関する Web サービスでは、膨大な情報量から結果を絞り込むために検索内容のジャンルを絞ることが多く、また、得られる結果も個々のランドマークや施設ごとであることが多い。そのため、行き先の地域全体の雰囲気を知ることには適さない。

ある地域の雰囲気は、その地域にあるランドマークや施設の存在だけでなく、その地域における体験からも形成されると考えられる。しかし、これらを旅行計画者が網羅的に把握することは難しい。そこで、既に雰囲気を知っている地域と雰囲気が似ていることが分かれば、知らない地域の雰囲気を想像して把握できると考えられる。更に、旅行計画者が知っている地域との共通点を提示することができれば、より具体的に雰囲気を把握できるようになると考えられる。そこで、我々は SNS へ投稿された写真の画像内容に基づき地域間の類似度を算出し、類似度が高い地域の組を類似地域として検出する手法を検討してきた [3]。本報告では、2. でこの手法の内容と、以前の報告 [3] との差分について報告する。

この類似地域検出手法の中心となる技術は、画像集合間の画像内容に基づいた類似度の算出である。以前の報告 [3] では、SNS 投稿写真の画像内容を利用し、地域間の類似度を算出したが、SNS 投稿写真以外の画像集合に適用すれば、上記とは異なる応用の可能性が考えられる。

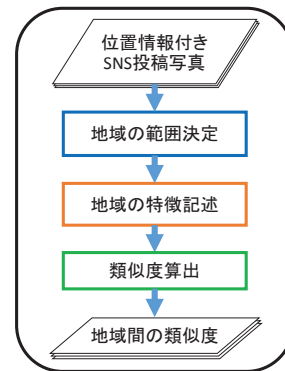


図 1 類似度算出の処理手順

その 1 つとして、個人の旅行履歴に基づく新たな旅行先の推薦が考えられる。ある人が過去に訪れた旅行先と類似した旅行先を推薦したり、類似した旅行先へ訪れた人たちの間で協調フィルタリングを適用することによって似た嗜好を持つ人が訪れた別の旅行先を推薦したりすることができると考えられる。これらの応用を実現するためには、個人が旅行先で撮影した写真から作成した画像集合を用いて、地域やこれらの画像集合間の類似度を算出することが必要となる。そこで、3. でその算出方法について検討する。

2. SNS 投稿写真の画像内容に基づく類似地域検出

我々はこれまで、SNS へ投稿された写真の画像内容に基づき地域間の類似度を算出する手法を検討してきた [3]。まず、2.1 節で以前の報告 [3] からの修正点を含め、処理の流れについて述べる。次に、実際に SNS へ投稿された写真を利用して類似地域を検出した結果例を報告し、考察する。

2.1 処理の流れ

類似地域を検出するためには、地域を決定することと地域間の類似度を求めることの 2 つの処理が必要である。

まず、入力データとして撮影位置の情報が付与された大量の SNS 投稿写真を用意し、SNS 投稿写真の撮影位置情報から地域を決定する。次に、それぞれの地域について、その地域で撮影された個々の写真の画像内容に基づき地域の特徴を記述する。最後に、地域の特徴間の類似度を算出する。この処理の流れを図 1 に示す。

ここで、一般に地域とは、ある観点から地理的に連続した範囲を指す。例えば、行政区画、土地利用、地形、気候などが地域の範囲を決める際の基準となる。しかし本研究では、利用者視点での旅行支援を重視するために、このような客観的な基準ではなく、大勢の人が興味を示す事象が存在する地理的に連続した範囲を地域と定義する。

地域の定義より、その大きさは地域によって大きく異なり、また、様々な形状をとると考えられる。以前の報告 [3] では、地域の範囲決定に Mean Shift クラスタリングを用いた。その際、要素数が少ないクラスはクラスタリング後に除去した。

本報告では、要素数の少ないクラスは除去も含めてクラス

(注1) : <http://www.jartic.or.jp/> [2016/9/10 参照]

(注2) : <http://www.konderu.com/> [2016/9/10 参照]

(注3) : <http://www.jalan.net/> [2016/9/10 参照]

(注4) : <http://rurubu.travel/> [2016/9/10 参照]

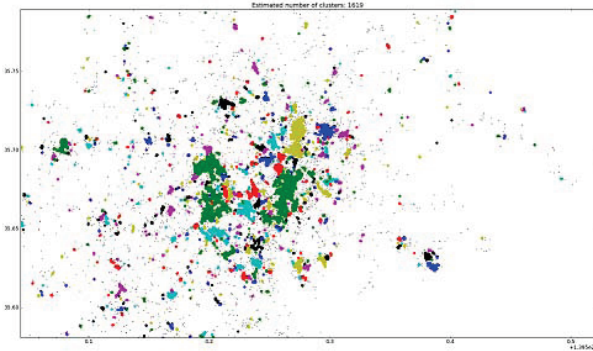


図2 DBSCANによるクラスタリング結果例
(東京都について収集した画像を使用)

表1 撮影場所に関するクエリと収集枚数

クエリ	東京都	大阪府	愛知県	福岡県	
枚数	74,966	11,676	86,090	77,109	
クエリ	北海道	京都府	釜山市	岩手県	合計
枚数	3,646	4,774	4,852	6,079	269,192

タリングを行う DBSCAN [4] を Mean Shift クラスタリングの代わりに用いた。DBSCAN を用いてクラスタリングを行った結果例を図 2 に示す。

2.2 類似地域検出実験

SNS 投稿写真を利用し類似地域を検出したうえで、その結果を容易に確認するために可視化ツールを作成した。

以下ではまず、本実験で利用した位置情報付き SNS 投稿写真のデータセットについて述べる。次に、実験条件および検出結果について述べ、最後に、結果の可視化ツールを紹介する。

2.2.1 位置情報付き SNS 投稿写真のデータセット

実験に用いる位置情報付き SNS 投稿写真のデータセット構築について説明する。SNS 投稿写真としてオンライン画像共有サービス Flickr^(注5) の投稿写真を利用した。写真の収集には Flickr API^(注6) を用い、次の条件を指定して収集した。

- (1) 写真の撮影場所：クエリで与えた場所を囲う矩形
- (2) 写真の撮影日時：2010 年 9 月 1 日以降

表 1 に、収集した SNS 投稿写真データセットに含まれる写真の枚数を示す。

2.2.2 実験条件及び結果

表 1 に示すデータセットに 2.1 節で述べた手法を適用することにより、地域間の類似度を算出し、閾値をこえた地域の組を類似地域として検出した。

地域の範囲決定の際に、DBSCAN のパラメータである Eps 及び MinPts と、類似度の閾値 T を決める必要がある。本実験では、経験的に $Eps = 0.001$, $MinPts = 5$, $T = 0.7$ とした。

また、Visual Concept を検出するためのモデルとして Places205-GoogLeNet [5] を用いた。このモデルは、入力された写真が撮影された場所に関する 205 種類の Visual Concept を検出することができる。

上記の条件で得られた総地域数は 2,540 で、それらの組み合わせ 3,224,530 組の内、類似地域は 35,116 組検出された。

2.2.3 可視化ツール

得られた類似地域を可視化するために可視化ツールを作成した。図 3 に可視化ツールによる類似地域の表示結果例を示す。以下に可視化ツールの各パネルについて説明する。

図 3 中には 3 つの地図が表示されている。地図には、オンライン地図サービス Google Maps^(注7) を用いた。左上の地図は、可視化する類似地域の選択や位置関係の把握を容易にするために、選択する候補となる地域や選択した類似地域の位置を表示する地図である。中央上部・下部の地図は、選択した類似地域を拡大し、それらを囲う矩形を表示する。

左上の地図中の適当な箇所をクリックすると、クリックした箇所と最も近い地域を検出し、その地域を囲う矩形が中央上部の地図に表示され、左上の地図にはその地域と類似する全ての地域の重心位置に赤いマークが設置される。赤いマークをクリックすると、中央下部の地図にマークに対応した類似地域を囲う矩形が表示される。そして、地域間の類似度が図 3 の左側中段に表示され、その下に類似度へ貢献した Visual Concept とその貢献度^(注8) (黄色のバー) が表示される。また、その Visual Concept に対応した両類似地域で撮影された写真が地図の右側に表示される。この可視化ツールを作成したことにより、得られた類似地域の視覚的な理解が容易になった。

3. 類似地域検出手法の応用に関する検討

本報告では、我々がこれまで検討してきた類似地域検出手法 [3] の応用を検討する。この類似地域検出手法における地域間の類似度算出を抽象化すると、画像から得られる Visual Concept に基づく画像集合間の類似度を計算していると考えられる。そのため、何らかの画像集合さえ用意できれば、画像集合間の類似度を計算することが可能である。そこで、この類似度算出の応用として、ある人が旅行先で撮影した写真群を 1 つの画像集合とみなし、この画像集合を従来の 1 つの地域で撮影された写真の集合と同一視することで、地域間と同様の類似度評価をすることを考える。本報告では、ある人が一度の旅行で撮影したこのような画像集合を個人の旅行記録写真と定義する。これにより、

- (1) 個人の旅行記録写真と地域との類似度
- (2) 個人の旅行記録写真間の類似度

をそれぞれ算出することが可能になる。

前者の類似度が計算できると、写真撮影者本人が過去に訪れた旅行先と類似した地域を知ることができ、そのような地域を推薦することが可能になる。また、後者の類似度が計算できると、類似した写真を撮影する人を見つけることができ、類似した嗜好を持つ人を推薦することができるようになる。またこれにより、ある人と類似した嗜好を持つ別の人が訪れた旅行先を

(注7) : <https://www.google.co.jp/maps> [2016/9/10 参照]

(注8) : 地域間の類似度算出に用いる正規化相互相関の式を元に算出。算出方法の詳細は付録を参照。

(注5) : <https://www.flickr.com/> [2016/9/10 参照]

(注6) : <https://www.flickr.com/services/api/> [2016/9/10 参照]

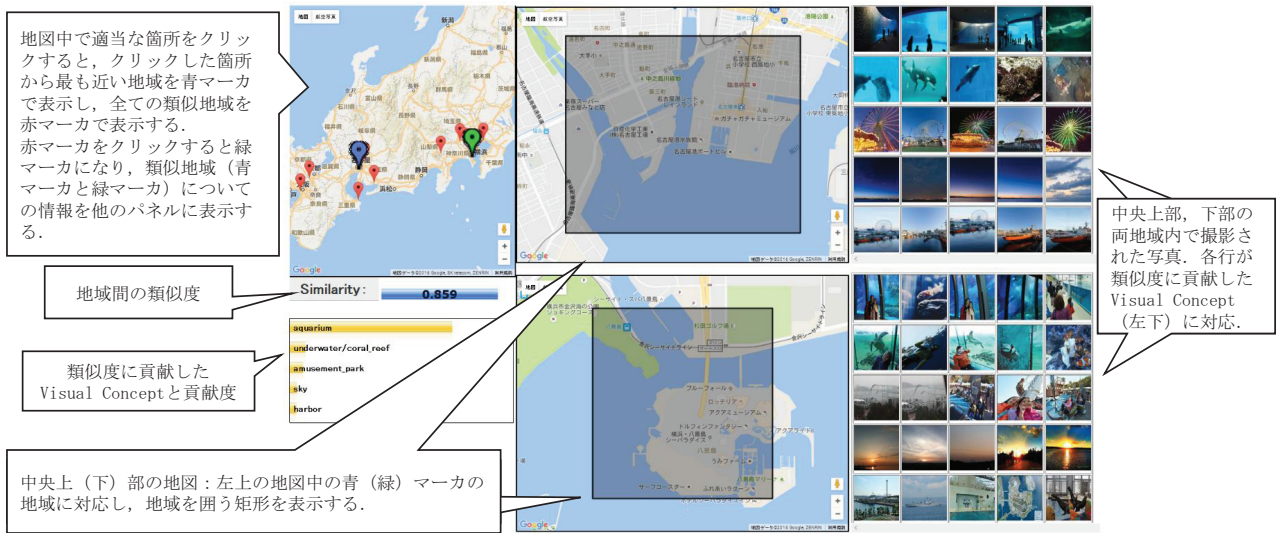


図3 可視化ツール（名古屋港水族館を含む地域と横浜の八景島シーパラダイスを含む地域の結果例）

表2 ユーザ A～I がそれぞれ撮影した写真の枚数

ユーザ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	合計
枚数	68	141	123	124	149	200	280	93	75	1,253

推薦することもできる。

以降では、これらについて試験的に検討した結果について述べる。まず、3.1節で実験に使用した個人の旅行記録写真のデータセットについて述べる。次に、3.2節で個人の旅行記録写真と地域との類似度算出について検討する。最後に、3.3節で個人の旅行記録写真間の類似度算出について検討する。

3.1 個人の旅行記録写真データセット

実験に用いる個人の旅行記録写真のデータセットについて説明する。20代から40代までの男女計9名（以後ユーザ A～I と呼称）が2015年8月30日から9月1日までの2泊3日で京都府・滋賀県・岐阜県に旅行した時に撮影した写真を用いる。それぞれが撮影した写真の枚数を表2に示す。これら合計9セットの個人の旅行記録写真をデータセットとして用いる。

3.2 個人の旅行記録写真と地域間の類似度算出

実際に個人の旅行記録写真を用いて、これらと類似する地域を検出した結果を報告する。実験では、SNS投稿写真として2.2.1で用いたデータセットを用い、2.2.2で述べた条件の下で、3.1節で説明したデータセットと類似する地域を検出した。なお、個人の旅行記録写真の特徴記述は地域の特徴記述と同様で、各写真の Visual Concept を検出し、全ての写真の Visual Concept スコアのヒストグラムの和を計算したものを特徴量とする。個人の旅行記録写真と地域の組み合わせ総数は22,779組で、そのうち類似地域は31組となった。

その中でも、有名な観光地を含む類似地域について取り上げ、考察する。ユーザ A の旅行記録写真からは13組の類似地域が得られ、その中の1つに有名な観光地である大宰府を含む地域が存在した。類似度は0.780であった。ユーザ A が実際に撮影した写真の一部を図4に示す。ユーザ A は特に神社・寺など

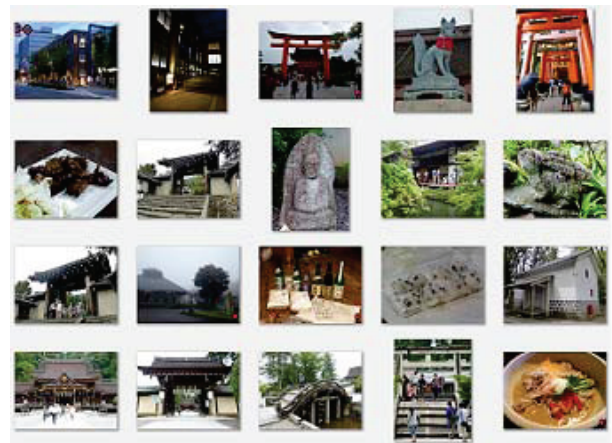


図4 ユーザ A が撮影した写真の一部

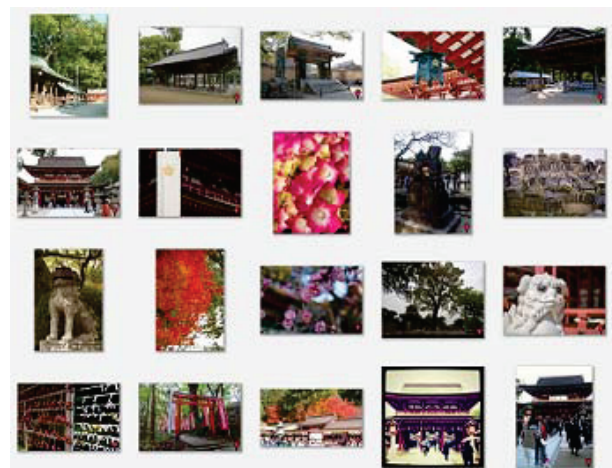


図5 大宰府を含む地域で撮影された SNS 投稿写真の一部

建造物の写真や自然の写真をよく撮影していることが分かる。大宰府を含む地域においては、大宰府天満宮や周辺の自然が多く撮影されていることが分かる（図5）。実際に両者の間の類似度へ貢献した Visual Concept とその貢献度（表3）を確認す

表 3 ユーザ A と大宰府を含む地域の間の類似度へ貢献した Visual Concept

順位	Visual Concept	貢献度
1	temple/east asia	0.343
2	botanical garden	0.102
3	pavilion	0.074
4	pagoda	0.058
5	temple/south asia	0.035

表 4 個人の旅行記録写真間の類似度

	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0.152	0.335	0.330	0.457	0.440	0.221	0.259	0.495
B		0.526	0.268	0.568	0.569	0.710	0.490	0.378
C			0.448	0.770	0.558	0.605	0.630	0.639
D				0.537	0.381	0.294	0.425	0.437
E					0.511	0.632	0.606	0.695
F						0.341	0.774	0.213
G							0.483	0.568
H								0.293

ると、寺や植物に関する Visual Concept の貢献度が高くなっていることから、両者とも伝統的な建造物・自然に注目しているという点で類似していると考えられる。

以上より、個人の旅行記録写真と地域との間の類似度を算出し、類似地域検出手法を個人の旅行記録写真に応用できる可能性について確認した。

3.3 個人の旅行記録写真間の類似度算出

次に、個人の旅行記録写真間の類似度を算出した結果を報告する。個人の旅行記録写真は 3.1 節で述べたものを用いた。個人の旅行記録写真間の類似度を算出した結果を表 4 に示す。この結果から、類似度が最も高かったのはユーザ F とユーザ H であり、最も類似度が低かったのはユーザ A とユーザ B であることが分かる。この 2 組について撮影された写真について確認する。

まず、最も類似度が高かったユーザ F とユーザ H が撮影した写真(図 6, 7)を確認してみると、両者とも特に料理の写真が多く撮影していた。類似度への貢献度が高い Visual Concept (表 5)を確認すると、「restaurant」や「coffee shop」など料理がある場所で撮影される写真から検出される Visual Concept の貢献度が高いことが確認でき、料理の写真が類似度へ大きく貢献していることが分かる。

料理写真以外では、写真を 1 枚 1 枚見比べると内容が共通する写真は多くないように見えるが、両者の写真全体の傾向に注目すると、川や滝や木や植物のような自然の風景や、自然の風景を背景にして人物を撮影した写真が多いことが確認できる。表 5 中の上位 2 つ以外の 3 つの Visual Concept を検出した写真を確認した所、「rainforest」、「creek」は前者の自然の風景の写真から、「playground」は後者の自然の風景を背景にして人物が撮影された写真から検出された Visual Concept であることが分かった。以上より、料理のように人の目で見てわかりやすい共通点以外にも、写真群全体の Visual Concept レベルの

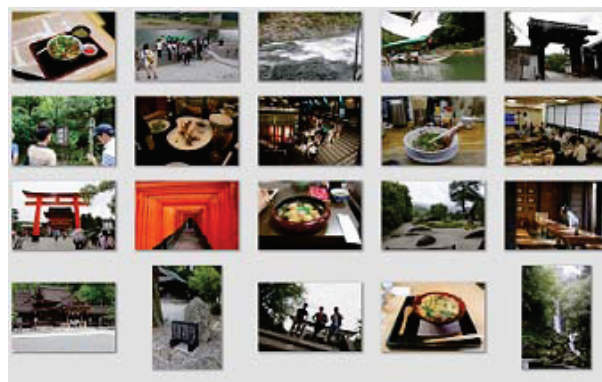


図 6 ユーザ F が撮影した写真の一部

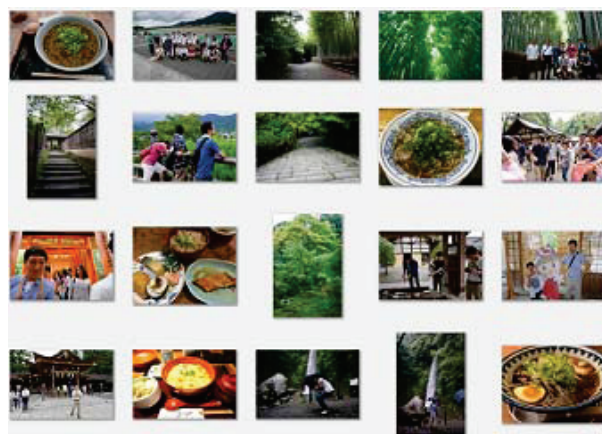


図 7 ユーザ H が撮影した写真の一部

表 5 ユーザ F とユーザ H の間の類似度へ貢献した Visual Concept

順位	Visual Concept	貢献度
1	restaurant	0.396
2	coffee shop	0.054
3	playground	0.049
4	rainforest	0.039
5	creek	0.003

傾向から個人間の共通点を見つけることができる可能性があると考えられる。

また、ユーザ A とユーザ B が撮影した写真(図 4, 8)を確認すると、ユーザ A は神社・寺など歴史的建造物の写真を多く撮影し、ユーザ B は川や滝、自然の風景の写真を多く撮影しており、両者が撮影した写真の傾向が大きく異なることが分かる。以上より、ユーザ A とユーザ B では、旅行時に興味を持つ事象が大きく異なり、異なる嗜好を持っていると考えられる。

4. まとめ

本報告では、SNS 投稿写真の画像内容に基づく類似地域検出を行った。また、写真の画像内容に基づく類似地域検出の応用として、個人が旅行で撮影した写真の利用を検討した。

類似地域検出手法では、地域の範囲決定の際に Mean Shift クラスタリングの代わりに DBSCAN を用いた。また、得られた類似地域の確認を容易にするため、可視化ツールを作成した。

類似地域検出の応用として、個人の旅行記録写真を用いて、

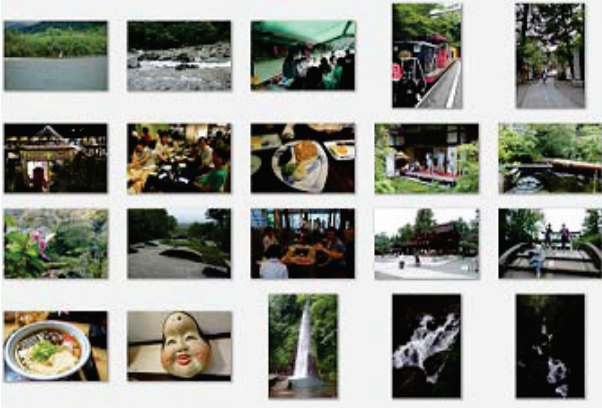


図 8 ユーザ B が撮影した写真

地域との類似度を算出したり、個人の旅行記録写真間の類似度を算出したりすることを考えた。実際に個人の旅行記録写真を用いて実験を行い、類似度を算出し、類似地域検出手法を個人の旅行記録写真に応用できる可能性について確認した。

今後の課題として、可視化ツールを改良することで旅行先の推薦が可能なシステムの構築、個人の旅行記録写真を用いた類似地域検出手法の確立、可視化ツールを用いた評価実験による提案手法の評価などが挙げられる。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金による。個人の旅行記録写真を提供して下さった研究室メンバに感謝する。

文 献

- [1] 日本政府観光局 (JNTO), “報道発表資料,” http://www.jnto.go.jp/jpn/news/press_releases/pdf/20160119_1.pdf [2016/5/5 参照] .
- [2] 観光庁, “若者旅行の振興,” http://www.mlit.go.jp/kankocho/page05_000047.html [2016/5/5 参照] .
- [3] 滝本広樹, 川西康友, 井手一郎, 平山高嗣, 道満恵介, 出口大輔, 村瀬 洋, “SNS 投稿写真の画像内容に基づく地域間の類似度算出に関する検討,” 信学技報, MVE2016-4, June 2016.
- [4] M. Ester, H.P. Kriegel, J. Sander, and X. Xu, “A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise,” Proc. 2nd Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining, pp.226–231, Aug. 1996.
- [5] 上原 尚, 嶋田和孝, 遠藤 勉, “Web 上に混在する観光情報を活用した観光地推薦システム,” 信学技報, NLC2012-35, Dec. 2012.
- [6] B. Zhou, A. Lapedriza, J. Xiao, A. Torralba, and A. Oliva, “Learning deep features for scene recognition using places database,” Advances in Neural Information Processing Systems 27, pp.487–495, Dec. 2014.

付 録

以前の報告 [3] で提案した地域間の類似度の算出方法及び各 Visual Concept の類似度への貢献度について簡単に紹介する。

1. 地域間の類似度の算出

地域間の類似度算出の説明にあたり、まず地域の特徴記述について簡単に述べる。任意の 2 地域の特徴ベクトルをそれぞれ \mathbf{V}_i , \mathbf{V}_j とする。両特徴ベクトルの次元数は、検出可能な Visual Concept 数 N と同じ次元数である。各次元の値は、その地域で撮影された写真の Visual Concept の内、各次元に対応する Visual Concept の尤度の和に相当する。

地域間の類似度は地域の特徴ベクトルを元に、次式の正規化相互相関により計算する。

$$S_{i,j} = \frac{\sum_{n=1}^N (V_i(n) - \bar{V}_i)(V_j(n) - \bar{V}_j)}{\sqrt{\sum_{n=1}^N (V_i(n) - \bar{V}_i)^2 \times \sum_{n=1}^N (V_j(n) - \bar{V}_j)^2}} \quad (\text{A}\cdot 1)$$

$$\bar{V}_i = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N V_i(n) \quad (\text{A}\cdot 2)$$

2. 各 Visual Concept の類似度への貢献度の算出

各 Visual Concept の類似度への貢献度は、式 (A・1) の正規化相互相関の式を元に、次式 (A・3) を特徴ベクトルの f 番目の要素の貢献度とする。表 3, 5 における貢献度は式 (A・3) により計算したものである。

$$C_{i,j}(f) = \frac{(V_i(f) - \bar{V}_i)(V_j(f) - \bar{V}_j)}{\sqrt{\sum_{n=1}^N (V_i(n) - \bar{V}_i)^2 \times \sum_{n=1}^N (V_j(n) - \bar{V}_j)^2}} \quad (\text{A}\cdot 3)$$