

Web 上の大量の写真を画像分類して提示する観光マップの提案

王 佳な[†] 野田 雅文[†] 高橋 友和^{††} 出口 大輔[†] 井手 一郎[†]
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

^{††} 岐阜聖徳学園大学経済情報学部 〒 500-8288 岐阜県岐阜市中鶉 1-38

E-mail: [†] {jwang,mnoda}@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp, {ddeguchi,ide,murase}@is.nagoya-u.ac.jp

^{††} ttakahashi@gifu.shotoku.ac.jp

あらまし 近年, 旅行情報を調べるために Web 上の様々なサービスが広く活用されている. 例えば, 写真共有サイト Panoramio では, ユーザは大量の写真を地図と関連付けて閲覧することができる. しかしながら, Panoramio では大量の写真を地図上に配置しただけで, ユーザが望む情報が得られるとは限らない. そこで, 我々は大勢の人々が注目した場所の風景を, 旅行を計画するユーザに対して直感的に分かりやすく表現した地図として「観光マップ」を提案してきた. 観光マップでは, 指定された任意の地域内で撮影された写真を山や町などといった風景カテゴリに分類し, そこで大勢の人々が注目した風景のカテゴリをアイコンによって地図上に表現する. また, 各地域において注目された風景の写真を併せて表示する. 本報告では, 観光マップの有用性を評価する目的で行ったアンケート調査の結果について述べる. この調査の結果, 旅行を計画するユーザにとって観光マップが有用であることが確認できた.

キーワード ジオタグ付き写真, 画像特徴, 観光マップ

Proposal of a Sight-seeing Map with Visual Classification and Presentation of Photos on the Web

Jiani WANG[†], Masafumi NODA[†], Tomokazu TAKAHASHI^{††}, Daisuke DEGUCHI[†], Ichiro IDE[†],
and Hiroshi MURASE[†]

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

^{††} Faculty of Economics and Information, Gifu Shotoku Gakuen University 1-38, Nakauzura, Gifu-shi,
Gifu, 500-8288 Japan

E-mail: [†] {jwang,mnoda}@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp, {ddeguchi,ide,murase}@is.nagoya-u.ac.jp

^{††} ttakahashi@gifu.shotoku.ac.jp

Abstract In recent years, to search travel information, many kinds of services available on the Web are used widely. For instance, on a photo-sharing website Panoramio, users can browse photos arranged on a map. However, simply arranging a large number of photos may not match a user's purpose, especially when travelling. Therefore, we have previously proposed a "Sight-seeing Map", on which the landscapes to which many people pay attention can be intuitively understood by users who plan to travel. On the Sight-seeing Map, photos taken in an arbitrary specified region are classified by scenery categories such as mountain and city, and then a scenery category to which a majority of photos are classified is selected to represent the region, and displayed on the map as an icon. Also actual photos in the region are shown on the Sight-seeing Map. The usefulness of the Sight-seeing Map was confirmed through a questionnaire, for people who wish to plan a travel.

Key words Geo-tagged Photo, Visual Feature, Sight-seeing Map

1. はじめに

近年、旅行情報を調べるために Web 上の様々なサービスが広く活用されている。例えば、図 1 に示す写真共有サイト Panoramio^(注1)では、ユーザは大量の写真を地図と関連付けて閲覧することができる。写真共有サイトには、世界中のユーザが撮影した各地域の様々な風景の写真がアップロードされている。写真には、テキスト情報だけでは伝えにくいような地域のありのままの姿を視覚的に伝えることができるという利点がある。

写真共有サイトでは、ユーザは写真にテキストタグを付与することができる。そして、図 2 に示すように、特定のテキストタグが付随する写真のみを地図上に表示できる。しかしながら、写真のテキストタグはユーザが任意に付与するため、それらが適切でない場合やテキストタグ自体が付与されない場合、表記ゆれ (city, town など) の問題が存在する。このようなテキストタグの曖昧性により、ユーザが望む情報がテキストタグのみから得られるとは限らない。そのため、写真を適切に分類して、大勢の人々が注目した風景の写真を地域の情報として地図上に表現する方法が必要となる。

我々は、旅先の情報をあまり持たないユーザが旅行の計画を立てる際に、直感的に理解しやすい地図として「観光マップ」を提案してきた [1] [2]。この観光マップは、大勢の人々が注目した場所の風景を、直感的に分かりやすく表現した地図である。図 3 に示すように、地域ごとで撮影された写真を山や町などといった風景カテゴリに分類し、そこで大勢の人々が注目した風景カテゴリをアイコンとして地図上に表現する。また、各地域において風景カテゴリを代表する写真を併せて表示する。これによって、その地域では大勢の人々が何に注目したか、ユーザがどのようなものに注目すれば良いかを直感的に理解可能と考えられる。文献 [1] [2] では、観光マップの基本的な作成手法について提案したが、本報告では、特に、提案手法によって作成された観光マップの有用性に関するアンケート調査の結果について報告する。

以降、2. で観光マップについて紹介し、3. で観光マップの作成手法について述べる。そして、4. で、アンケート調査による観光マップの評価実験について述べ、結果を考察する。最後に 5. で本報告をまとめる。

2. 観光マップ

2.1 入力データ

本研究では、観光マップを作成するために、図 4 に示すような地図を用いる。このような地図は近年、Google maps^(注2)などのサービスから比較的容易に入手することができる。また、写真データとして、Web 上から収集した大量のジオタグ付き写真を用いる。

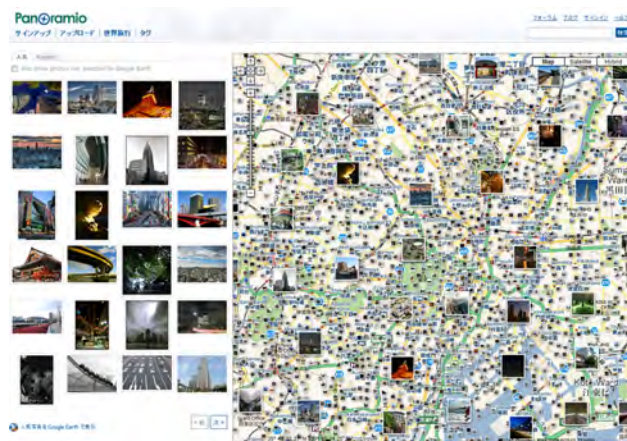


図 1 写真共有サイト Panoramio^(注1)の利用例

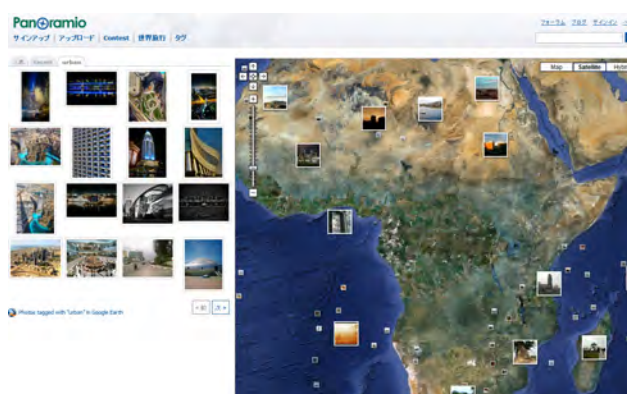


図 2 Panoramio^(注1)上でテキストタグにより分類・整理した地図表現



図 3 「観光マップ」の例

2.2 風景カテゴリ

収集された写真の風景は様々であるが、いくつかのカテゴリに分けることができる。ここでは、5 種類の風景カテゴリを設定し、図 5 に示すようなアイコンを用いて、観光マップ上に表示する。

2.3 提示方法

図 3 に示したように、観光マップは、地図表示部、写真のサムネイル表示部、写真表示部の 3 つから構成される。以下、各々について述べる。

(1) 地図表示部

(注1): <http://www.panoramio.com/>

(注2): <http://maps.google.com/>



図 4 京都周辺の地図(注2)



図 5 風景カテゴリのアイコン

地図表示部では、指定された地域の地図を表示する。地図部分の上にある文章は、地図上にある記号に対する簡単な説明である。地図上の“ ”はユーザがアップロードした写真の撮影位置を表す。観光マップでは、地図内の領域ごとに風景カテゴリを表現するため、写真を撮影位置に応じてクラスタリングしている。地図中では、クラスタごとに異なる色を設定し、その色を用いて“ ”を描画する。また、各クラスタを最もよく表す風景カテゴリのアイコンにより示す。

(2) 写真のサムネイル表示部

写真のサムネイル表示部では、指定したクラスタに含まれる写真をサムネイルで表示する。また、クラスタのカテゴリを上部に併記する。

(3) 写真表示部

写真表示部では、写真のサムネイル表示部で指定された写真を大きく表示する。

3. 観光マップの作成手法

3.1 概要

本研究では、Web上に存在する大量の写真を用いて観光マップを作成する。提案手法は、まず、ジオタグに基づくクラスタリングにより写真を複数のクラスタに分割し、次に、クラスタに含まれる写真の画像特徴に基づいて各クラスタの風景カテゴリを識別する。そして、その識別結果を用いて、観光マップを作成する。図6に提案手法の処理の流れを示す。以降、観光マップの作成手法を説明する。

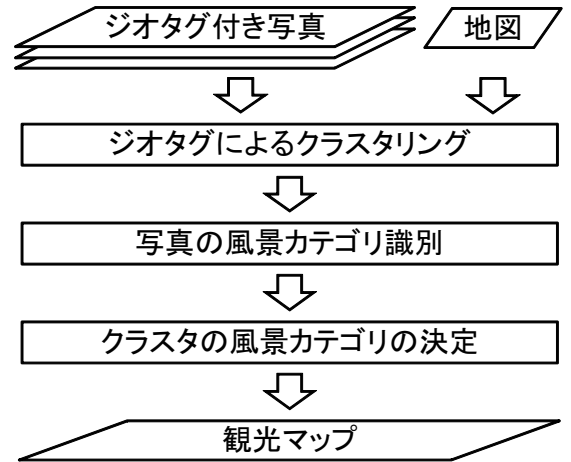


図 6 観光マップ作成手法の処理の流れ

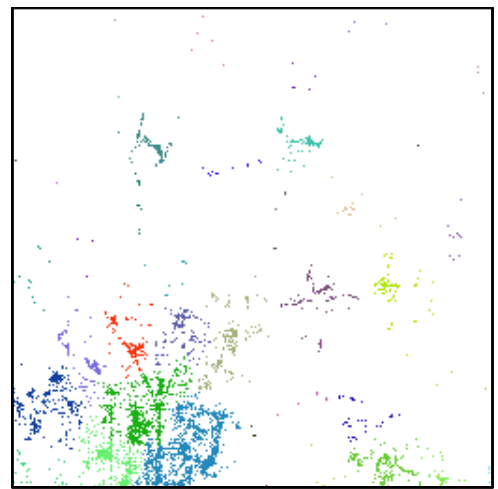


図 7 ジオタグによる写真のクラスタリング結果の例(図4に示した京都周辺の地図に対応)

3.2 ジオタグによるクラスタリング

図7に示すようにジオタグを用いた写真のクラスタリングを行う。図中の点は、各写真を示しており、色の違いは各写真が属するクラスタの違いを示す。なお、クラスタリング手法として最短距離法[3]を用いる。

3.3 写真の風景カテゴリ識別

各写真の風景カテゴリを識別する。ここでは、各写真から画像特徴としてBoF (Bag-of-Features)[4]、および色特徴量を抽出し、これらから学習された識別器により、写真のカテゴリを識別する。

3.3.1 BoF

BoFとは画像を局所特徴の集合として表現する特徴である。はじめに、SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) [5]により特徴点を検出し、SIFT特徴量を求める。全学習画像の全SIFT特徴量を k -means法によってクラスタリングし、code bookを作成する。そして、code bookに基づいて各画像をSIFT特徴量のヒストグラムとして表現する。Code bookのピン数を N_B としたとき、BoFを $f_B = [x_1, x_2, \dots, x_{N_B}]^T$ と表わす。なお、 f_B はノルムが1となるように正規化しておく。

3.3.2 色特徴量

色特徴量として HSV 色空間におけるヒストグラムを用いる。はじめに、画像の各画素を RGB 色空間から HSV 色空間に変換する。そして、HSV 色空間の各軸を N_C 分割したものをピンとしたヒストグラムを作成する。このとき、色特徴量を $f_C = [y_1, y_2, \dots, y_{N_C^3}]^T$ と表す。ここで、 f_C はノルムが 1 となるように正規化しておく。

3.3.3 風景カテゴリ識別

以上の 2 つの特徴を統合した特徴量を $f = [f_B, f_C]^T$ とし、識別を行う。識別には、SVM (Support Vector Machine) を用いる。SVM の学習は、想定する風景カテゴリの正解ラベル付きの写真を学習データとして用いることにより行う。そして、その SVM を用いて各写真の風景カテゴリを識別する。

3.4 クラスターの風景カテゴリの決定

各クラスタにおいて、風景カテゴリごとの写真の枚数を数え、最も多い枚数の風景カテゴリをそのクラスタに割り当てる。

3.5 観光マップの作成

観光マップは以下のように作成する。

- (1) 地図表示部に地図を配置する。
- (2) 写真をジオタグに応じて地図上に配置する。各写真の位置を “ ” で表し、異なるクラスタに属する写真は異なる色で表現する。
- (3) 各クラスタの中心に、そのクラスタの風景カテゴリを示すアイコンを配置する。
- (4) 写真表示部に、指定されたクラスタに含まれる 1 枚の写真を配置する。
- (5) 写真のサムネイル表示部に、指定されたクラスタの風景カテゴリ名を表示する。
- (6) 指定されたクラスタに含まれる写真のサムネイルを配置する。

4. 実験と考察

本実験では、観光マップが持つ風景カテゴリ分類機能がユーザにとって有用であるかをアンケート調査により検証した。

4.1 実験データ

図 4 に示した京都周辺を対象範囲として、観光マップを作成した。表 1 に京都周辺の緯度経度、実際の縮尺、この範囲から収集した写真の枚数を示す。表 2 にクラスタリングの閾値、クラスタ数、クラスタの最小、最大、平均写真枚数を示す。提案手法によって、各クラスタの風景カテゴリを決定し、図 3 に示したような観光マップを作成した。

本実験で風景カテゴリ識別に用いた識別器 (SVM) は、SUN データベース [6] のラベル付きの写真を用いて学習した。図 8 に示す 5 種類を風景カテゴリとして写真を分類した。学習に用いた写真は 16,689 枚であった。

4.2 評価方法

観光マップの有用性を検証するため、アンケート調査を行った。アンケートでは、写真共有サイト Panoramio に対して、提案手法による写真の風景カテゴリ分類機能を加えた観光マップを提示した。回答者には、アンケートに回答してもらう前に、



図 8 5 種類の風景カテゴリと学習画像の例

表 1 京都周辺のデータセット

緯度の範囲	北緯 35.00244° ~ 35.16454°
経度の範囲	東経 135.71102° ~ 135.90946°
地域の大きさ	東西約 20km × 南北約 20km
収集した写真の枚数	4,356 枚

表 2 京都周辺の写真のクラスタ分割

距離の閾値	2km
クラスタ数	39 個
クラスタの最小写真枚数	1 枚
クラスタの最大写真枚数	1,245 枚
クラスタの平均写真枚数	112 枚

Panoramio および観光マップを用いて、京都周辺の風景を調べてもらった。そして、観光マップが持つ写真の風景カテゴリ分類機能について理解した上で、その機能が役立つかを 5 段階評価で回答してもらった。このアンケート調査を 25 人に回答してもらった。

4.3 アンケート内容

以下にアンケート内容を示す。

あなたは京都へ旅行する予定です。京都へ旅行するのははじめてなので、事前に京都に関する旅行のための情報を集めたいと思っています。あなたは以下のサービスを用いてその情報を得るとします。

Panoramio (図 1):

<http://www.panoramio.com/map/>

最初に、上の URL を開き、そのサービスの機能を理解してください。

- 機能 1 ユーザが撮影した写真をジオタグにより地図と関連付けて閲覧できる。
- 機能 2 ユーザによる評価が高い写真は地図上に大きく表示される。
- 機能 3 指定されたタグが付与されている写真だけを地図上に表示できる。図 9 に示すように、“タグ” をクリックしたら、この機能が利用できる。
- 機能 4 左側にサムネイル表示されている写真は、右側の地図上でユーザ評価が高い写真である。

Panoramio に写真の風景カテゴリ分類機能が新しく追加されるとします。以下にその機能の詳細を述べます。

(1) ユーザが撮影した写真の風景を森や水辺、町、山などの風景カテゴリに分類する。

(2) 撮影位置に近い写真をグループ化し、グループ毎に風景カテゴリを決定する。

(3) 決定された風景カテゴリをグループの中心位置に、実際の写真またはアイコンとして表現する。

(4) 地図上をクリックすると対応するグループに含まれる、グループの風景カテゴリの写真を右下のフレームにサムネイル表示する。

(5) 右下のフレームの写真のサムネイルをクリックすると、右上のフレームにその写真が表示される。

この機能を利用する際、以下の表示方法があります。

表示方法(図3のアイコン表示)

- 特徴1 撮影位置によってグループ化された各グループの中心位置にそのグループの風景カテゴリのアイコンを表示する。

- 特徴2 写真の撮影位置に“ ”を表示する。

上で述べた写真の風景カテゴリ分類機能がきちんと動作していることを実際に確認して下さい。

それでは、次の質問1～質問2にお答え下さい。

- 質問1

あなたは旅行する予定です。その場所へ旅行するのは初めてなので、事前にその場所に関する旅行のための情報を集めたいと思っています。旅行のための情報を集める際、Panoramio に新しく追加された写真の風景カテゴリ分類機能は役に立つと思いますか。以下の選択肢の該当するものを で囲んでお答え下さい。

- (1) 役に立つ
- (2) どちらかという役に立つ
- (3) どちらともいえない
- (4) どちらかという役に立たない
- (5) 役に立たない

- 質問2

質問1で答えた理由やコメントがあれば、以下に記入してください。

4.4 実験結果と考察

観光マップが持つ写真の風景カテゴリ分類機能の有用性に関するアンケート調査の結果を図10に示す。

図10から、「役に立つ」、「どちらかという役に立つ」を選択した人数が、25人中19人と全体の76%を占めた。これによって、提案する観光マップが持つ写真の風景カテゴリ分類機能が有用であることを確認した。これらの選択肢を選んだ回答者のコメントの抜粋を表3に示す。これらの意見は提案する観光マップの目的と一致するものであった。

一方、「どちらともいえない」、「どちらかという役に立たない」を選んだ回答者のコメントの抜粋を表4に示す。これらの



図9 機能3: タグ検索

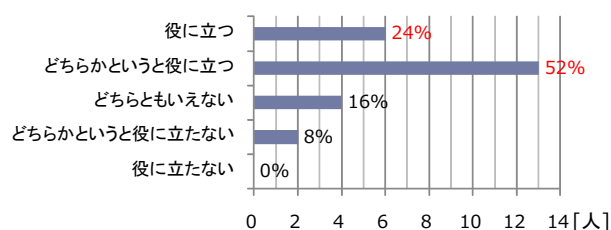


図10 観光マップの機能の有用性に関するアンケート調査の結果

意見は、観光マップの機能の改善すべき点を示唆するものであるため、今後はこれらの意見を基にした機能の改善が必要であると考えられる。

以上のことから、観光マップの機能を必要とするユーザに対しては、「分類結果に基づく人気風景カテゴリランキングを表示する機能の追加」や「風景カテゴリの再検討」、「写真の風景カテゴリ識別精度の向上」などの実現により、観光マップの有用性が向上できると考えられる。

5. む す び

本報告では、文献[1][2]で提案した観光マップの有用性に関するアンケート調査の結果について報告した。アンケート調査の結果から、提案する観光マップが旅行を計画するユーザに対して有用であることを確認した。

今後の課題としては、アンケートの回答として得られたコメントに基づき、風景カテゴリの定義を再検討することが挙げられる。また、分類結果に基づく人気風景カテゴリランキングを表示する機能の追加などを検討している。

謝 辞

本研究の成果の一部は科研費による。また、本研究のアンケート調査に御協力頂いた方々に感謝する。

文 献

- [1] Wang Jiani, 野田雅文, 出口大輔, 井手一郎, 村瀬洋, “位置情報付き画像を用いた風景カテゴリマップ作成手法の検討”, 平成22年度電気系学会東海支部連合大会, N3-1, Aug. 2010.
- [2] Wang Jiani, 野田雅文, 高橋友和, 出口大輔, 井手一郎, 村瀬洋, “ジオタグ付き写真を用いた風景カテゴリマップ作成手法の検討”, 電子情報通信学会マルチメディア・仮想環境基礎研究会, MVE2010-66, pp.79-84, Oct. 2010.
- [3] B. Everitt, S. Landau, and M. Leese, “Cluster analysis”, Wiley, 4th edition, Jan. 2009.
- [4] G. Csurka, C. Bray, C. Dance, and L. Fan, J. Willamowski, “Visual categorization with bags of keypoints”, Proc. ECCV International Workshop on Statistical Learning in Computer Vision, pp.1-22, Feb. 2004.
- [5] D. Lowe, “Distinctive image features from scale-invariant keypoints”, International Journal of Computer Vision,

表 3 「役に立つ」、「どちらかという役に立つ」を選んだ回答者のコメント抜粋

はじめて行く場所のどこにどんな風景があるかを一目で把握できる。
その場所で何が(どのカテゴリが)良く撮られているかが分かるから。
地域の情報は写真の数で評価されるので、隠れた名所が見つかりそう。
タグが付いていない写真も観光マップなら分類検索できる。
Panoramio のタグ検索との差別化として、観光マップでは多数の風景カテゴリを同時に表示できるから。

表 4 「どちらともいえない」、「どちらかという役に立たない」を選んだ回答者のコメント抜粋

地域の代表的なカテゴリに含まれる写真だけを表示するのではなく、全部の写真をカテゴリごとの人気ランキングで表示すれば、もっと役に立つと思う。
正確に風景カテゴリを分類できる機能が追加されたら、便利かもしれない。
カテゴリが曖昧で分かりにくかった、もっと具体的なカテゴリでないと利用しにくい。
風景なので、写真に 2 つのカテゴリが含まれている場合はどうなる。

Vol.60, No. 2, pp.91–110, Nov. 2004.

- [6] J. Xiao, J. Hays, K. Ehinger, A. Oliva, and A. Torralba, “SUN Database: Large-scale scene recognition from abbey to zoo”, Proc. 2010 IEEE Computer Society Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.3485–3492, June 2010.