

平成26年度

筑波大学情報学群情報科学類

卒業研究論文

題目

撮影スポットの選定を支援する視覚的ツールの開発

主専攻 知能情報メディア主専攻

著者 濱田康平

指導教員 三末和男, 志築文太郎, 高橋伸, 田中二郎

要 旨

撮影スポットとは、撮影対象として優れた景色や建築物を有する場所のことである。一般的に良い撮影スポットで写真撮影を行うことで、良い写真を撮れる可能性が高まる。そのため、撮影旅行等を計画する際に良い撮影スポットを訪れる事は有用である。一方、撮影スポットは無数に存在するため、どの撮影スポットを訪れるのかを選定する必要がある。しかし、撮影スポットに関する情報は Web サイトや観光雑誌等に分散しており、撮影スポットを選定する作業に手間がかかってしまう。またこれらの情報源からは、時期や時間帯ごとの人気度や外観の変化等の詳細な情報を得難い。そこで本研究では、撮影スポット選定に必要な情報と手順をまとめた。その上で、大量の地理情報付き写真データを用い、撮影スポットの情報を詳細かつ包括的に表示し、その選定を支援するインタラクティブな視覚的ツールを開発した。これにより、従来よりもスムーズに撮影スポットの選定が行えるようになった。

目次

第1章 序論	1
1.1 撮影スポットとは	1
1.2 撮影スポットの選定と問題点	1
1.3 本研究の目的とアプローチ	2
1.4 本論文の構成	2
第2章 関連研究	3
2.1 写真共有サイトとは	3
2.2 撮影スポット抽出	3
2.3 代表抽出	4
2.4 地理情報抽出	4
2.5 旅行計画	5
第3章 撮影スポット選定に必要な情報と手順	6
3.1 撮影スポット選定に必要な情報	6
3.1.1 撮影者情報	6
3.1.2 撮影スポット情報	7
3.2 撮影スポット選定手順	8
第4章 ツールの開発	10
4.1 ツールの要件	10
4.2 ツールの概観	10
4.3 撮影スポット情報の提示	12
4.3.1 大規模写真データの情報	12
4.3.2 写真データからの撮影スポット情報抽出	12
4.3.3 撮影スポット情報の提示	13
4.4 ツールの各要素	13
4.4.1 候補選択要素	13
4.4.2 情報取得要素	17
4.4.3 比較選定要素	19
4.4.4 補助要素	21

第 5 章 ユースケース	24
5.1 使用するデータ	24
5.2 週末に鎌倉を訪れようと考えた A さんの場合	24
第 6 章 考察	35
第 7 章 結論	36
謝辞	37
参考文献	38

目次

4.1 ツールの概観	11
4.2 地図の切り替え	14
4.3 ヒートマップ	15
4.4 ランキング	16
4.5 撮影スポット情報	17
4.6 写真サンプル	18
4.7 月別写真サンプル	18
4.8 時間別写真サンプル	19
4.9 マッピング-マウスオーバー	20
4.10 マッピング-ドラッグ・アンド・ドロップ	20
4.11 メモリー	21
4.12 メニューバー	22
4.13 リンキング	22
4.14 マイナスクエリ	23
5.1 鎌倉を地図の中心に表示した様子	25
5.2 ランキング1位の撮影スポットをクリックした様子	25
5.3 ランキング2位の撮影スポットをクリックした様子	26
5.4 ランキング3位の撮影スポットをクリックした様子	27
5.5 ランキング2位の撮影スポットに隣接する撮影スポットをクリックした様子	27
5.6 長谷寺で撮影された写真の時期の分布を眺めている様子	28
5.7 ランキング4位の撮影スポットをクリックした様子	29
5.8 ランキング4位の撮影スポットに隣接する撮影スポットをクリックした様子	29
5.9 ランキング4位の撮影スポットの周囲をクリックした様子	30
5.10 鶴岡八幡宮で撮影された写真の時期の分布を眺めている様子	30
5.11 きれいな富士山の写真を見つけた様子	31
5.12 富士山の写真が撮影された撮影スポットをクリックした様子	31
5.13 きれいな竹林の写真を見つけた様子	32
5.14 竹林の写真が撮影された撮影スポットをクリックした様子	32
5.15 候補に挙げた5つの撮影スポットの候補を眺めている様子	33
5.16 高徳院と長谷寺の周辺の撮影スポットをクリックした様子	34

第1章 序論

1.1 撮影スポットとは

撮影スポットとは、撮影対象として優れた景色を有する場所のことである。京都府や京都市といったの大きな地域的括りではなく、例えば清水寺や、三十三間堂のような局所的な場所が撮影スポットとなる。撮影を主な目的とした旅行をする人は、より良い写真を撮影するために、撮影スポットを訪れることが多くある。

1.2 撮影スポットの選定と問題点

撮影スポットは無数に存在するため、訪れる撮影スポットを選定する作業が必要となる。選定作業には候補選択、情報取得、比較選定の3つの行程が存在する。まず、候補選択において、訪れる撮影スポットの候補を選択する。この行程では撮影スポットを見つける。次に情報取得において、撮影スポットの情報を取得する。最後に比較選定において、候補に挙げた撮影スポット同士を比較し、訪れる撮影スポットの取捨選択を行う。

撮影スポットの選定において、重要視すべき要素が2つある。1つ目は撮影スポットの位置である。撮影スポットを訪れることを考えた時、撮影者が撮影スポットへたどり着かなければならないため、位置情報は不可欠である。また複数の撮影スポットを訪れることを考えた時、それらの相互的な位置関係が重要になる。2つ目はそのスポットで実際に撮影できる写真や人気の時間帯といった撮影に関する詳細な情報である。撮影を主な目的とする場合、このような情報が必要となる。撮影スポットの選定は、上記2点を確認しながら作業を進める必要がある。

これらの情報元は、様々な撮影スポットの情報を記載している。それらの情報は、地域的にまとめたり、ランキング形式にして表示される。しかし、ランキングでは撮影スポットの位置や、複数撮影スポット間の位置関係が分かりづらい。また、地域的にまとめる時、多くの場合、行政区画等で区分けしているが、必ずしも撮影者の行動範囲がその区分けに合致するとは限らないため、希望の範囲の撮影スポット情報が得られない場合がある。また、撮影スポットで撮影される写真のサンプルや人気の時間等の情報は分散していたり、得るのが難しいなどの問題がある。

1.3 本研究の目的とアプローチ

本研究は、撮影スポット選定の支援を目的とする。そのためにまず、撮影スポット選定の方法とそのために必要な情報を整理する。それを踏まえて、大規模な地理情報付き写真データを用い、地図ベースの撮影スポットの検索と、撮影スポットの詳細情報を得ることが可能なツールを開発する。

1.4 本論文の構成

本章では、撮影スポットについて説明し、撮影スポット選定の際の問題点を述べた。そして、研究の目的とアプローチを述べた。第2章で関連研究を述べる。第3章で撮影スポット選定に必要な情報と手順をまとめる。第4章でツールの開発について述べる。第5章でユースケースを作成し、第6章でツールの考察を行う。第7章で結論を述べる。

第2章 関連研究

本研究では、撮影スポット選定支援ツールの開発に際し、大規模写真データを用いる。写真データには、時間、地理、写真に関するタグなどの様々な情報が含まれている。そのような写真データに含まれる情報を用いて、撮影スポットの抽出や可視化を行う研究は数多くなされている。また、撮影スポットの抽出にかぎらず、地域を代表する写真や地理情報を写真データから推測する研究、旅行計画を支援する研究もなされている。

そこで本章ではまず写真共有サイトについて述べる。そして、大規模写真データを用いた研究を代表抽出、地理情報抽出、撮影スポット抽出、旅行計画の4つの観点から紹介する。

2.1 写真共有サイトとは

撮影した写真を Web 上にアップロードすることで全世界の人々と共有する写真共有サイトというものが存在する。Flickr¹ や Photohito², 500px³ などがある。これらのサイトには非常に多くの写真が投稿されている。投稿された写真には、写真そのものの画像情報はもちろん、撮影された時間を記録した時間情報や、投稿者が任意につけることの出来るタグやタイトル等の文書情報が含まれている。また、一部の写真にはどこで撮影したかが分かるように、位置情報が付属されていることもある。大規模な写真データと、その写真に付属する情報を用いた研究は多くなされている。本研究においても、撮影スポット選定ツールの開発のために大規模写真データを用いた。

2.2 撮影スポット抽出

大規模写真データから撮影スポットを抽出する研究がなされている。

Crandall[7]らは、大量の写真と、それに付属した位置情報やタグに基づいてクラスタリングを行うことで、多くの人々が訪れる人気のスポットやランドマークを抽出出来る事を示した。また、同一撮影者の撮影した写真から、撮影ルートの軌跡が得られることも示した。

Kisilevich[8][9]らは、撮影スポットの視覚的探索のために、ズーム可能なインターフェース設計した。この研究では撮影スポットの分布や、その撮影スポットで撮影された写真を見

¹<https://www.flickr.com/>

²<http://photohito.com/>

³<https://500px.com/>

ることが可能となる。しかし、撮影された写真の時間や時期の分布等のより詳細な情報が無い
ため、撮影を主目的とした撮影スポットの選定は難しい。

Shirai[10][11]らは、位置だけでなく撮影時にカメラがどの方向を向いているかという情報
も含めて、撮影スポットの抽出を行った。Shiraiらは、撮影対象の位置と、撮影対象を撮影で
きる範囲を分けて考え、写真撮影時の位置とカメラの方向の情報から、それらを抽出する方
法について述べた。熊野[12][13]らは、位置と画像特徴に加え、時間という情報を用いて、
撮影スポットの抽出を行った。「どこ」という情報に加えて、「いつ」という視点を含めて、大規模
写真データから旬な撮影スポットを抽出した。また、画像特徴を用いることで、クラスタリ
ングにより得られたある撮影スポットで撮影された写真を、撮影対象や時間帯別に分類した。
これにより、より整頓された撮影スポットの情報が得ることが出来るようになった。Shiraiら
や熊野らの手法により、1つの撮影スポットに関して詳細な情報を得ることが可能になった。
しかし、無数に存在する撮影スポットの中から訪れるスポットを決めるためには、撮影スポ
ットの情報を取得可能にするのに加えて、俯瞰的な検索を出来るようにしなければならない。

2.3 代表抽出

大規模写真データのタグ情報や位置情報などを用いてその場所の代表的な要素を抽出する
研究もなされている。

Kennedy[1]らは、写真の画像特徴やタグ情報を用いて、あるロケーションを撮影した写真
群の中から、そのロケーションを代表するといえる写真の抽出方法について述べた。Hao[2]ら
は、Web上の旅行談に含まれる写真と文書情報を用いて地域の代表的なランドマークを抽出
し、文字情報と写真による外観図を作成する方法について述べている。Yin[3]らは、写真に付
与された文書情報と位置情報を用いて地域ごとの地理的なトピックを抽出し、地域間の文化
を比較することで、新たな知識を発見できることを示した。

これらの手法は、ある特定の撮影スポットや地域に着目した時、その概要や代表的な写真を
得るためのものである。しかし、撮影スポットの選定には、単独ではなく複数の撮影スポ
ットの情報を取得し、比較する必要がある。そのため、これらの手法を撮影スポットの選定に
使用することは難しい。

2.4 地理情報抽出

大規模写真データの位置情報に着目することで、その地域の地理的特徴を抽出する研究も
なされている。

Hays[4]らは、写真の画像特徴と位置情報を用いて、同じ被写体を撮影したと思われる写
真 Flickr から取得し、写真の位置情報から、撮影された場所を推定する方法について述べた。
Wang[5]らは、写真の画像特徴と地理情報を用いて積雪地域や、植物の植生地域等の自然情報
を推定する方法について述べている。Sengstock[6]らは、写真の地理情報とタグ情報を用いて
潜在的な地理的特徴を抽出する方法について述べた。

これらの手法により、大規模写真データから、撮影スポットの情報だけでなく、撮影された地域の地理的特徴も抽出可能なことが示された。

2.5 旅行計画

Crandallらが、撮影ルートの軌跡を抽出出来る事を示したことを受け、大規模写真データから旅行計画を推薦する研究がなされている。

Arase[14]らは、写真の地理情報、時間情報を用いて過去の旅行経路のマイニングを行った。また、利用者が、旅行の目的地や期間、旅行のテーマを入力することで、それに沿った旅行計画を作成し、その写真をスライドショーで閲覧可能にするシステムを開発した。

Lu[15][16]らも、大規模写真データから旅行計画を作成するシステムを開発した。この研究では、滞在時間の入力により、詳細な旅行経路を自動生成することが出来る。また、地図を中心としたインタラクティブな視覚的ツールを開発することで、利用者の好みにあった旅行計画の作成を可能にした。

これらの手法では、効率的に旅行計画を作成することが出来る。また、その過程で、撮影スポットで撮影された写真を見ることも出来る。しかし、撮影を主目的とした撮影スポット選定を行うためには、人気度や人気の時間帯等の写真だけでない詳細な撮影スポットの情報が必要となるため、異なるアプローチが必要となる。

第3章 撮影スポット選定に必要な情報と手順

撮影スポット選定支援ツールを開発するためには、撮影スポットの選定のためにすべきことを整理する必要がある。そのためにまず、撮影スポットの選定に必要な情報と、必要な手順を整理した。

3.1 撮影スポット選定に必要な情報

撮影スポット選定の際に考慮すべき情報は大きく分けて2種類存在する。1つは撮影スポットの選定作業を行う撮影者自身の情報、もう1つは撮影スポットの情報である。以下にそれぞれ詳しく記述する。

3.1.1 撮影者情報

撮影者情報とは、撮影者の行動範囲や行動可能な時間帯等の、撮影スポットを選定する上で必要となる情報である。撮影者情報を分類すると以下の3種類が存在する。

1. 地理的制約

地理的制約とは、撮影者の行動起点地や行動範囲のことである。利用者が自宅から半径20km 圏内程度しか移動できない場合は、その範囲から撮影スポットの候補を探し出すことになる。また、行動範囲は撮影者が電車を使用するか、車を使用するかなどによって変動する。

撮影スポットを訪れることを考えた時、撮影者が撮影スポットへ辿り着かなければならないため、位置は絶対不可欠な情報である。そのため撮影者情報の中でも最も重要なものであるといえる。

2. 時間的制約

時間的制約とは、撮影者の行動可能時間のことである。行動可能時間には、日付と時間帯が存在する。例えば、今週末に、どこかの撮影スポットを訪れるという場合は、土日の2日間という日付が行動可能時間であるといえる。また、出張先で午前中の空いた時間でどこかに撮影に行きたい等という場合は、その午前という時間帯が行動可能時間となる。

撮影スポットによっては、営業時間や人気の時間帯が存在するため、撮影スポットを選定する上で、それを自分の行動可能時間と比較する必要がある。また、複数の撮影スポットを訪れる際は、移動時間の考慮も必要になる。

3. 撮影要望

撮影要望とは、撮影者が何を撮影したいのかという情報である。例えば、紅葉を撮影したい、寺社仏閣を撮影したい等の要望があった場合、それに沿った撮影スポットを選定する必要がある。撮影要望は、「カテゴリ」と「スポット」、「お気に入り写真」の3つに分類することが可能である。

「カテゴリ」とは、紅葉や寺社仏閣等の、撮影対象の種類のことである。秋になったので紅葉の写真をどこかに撮りに行きたいと言った場合には、紅葉というカテゴリに合致する撮影スポットを探す必要がある。

「スポット」とは、撮影したい撮影スポットのことである。新しく出来たので東京スカイツリーに行って写真を撮りたいという場合は、東京スカイツリーというスポットが撮影要望となる。

「お気に入り写真」とは、撮影者が気に入った写真のことである。雑誌や Web サイト等で個人的に気に入った写真を見つけ、その写真と同じように撮影したい時は、その写真の撮影スポットや、類似する撮影スポットを訪れる必要がある。例えば、清水寺のライトアップされた写真を見て、同じようなものを撮影したい時は、清水寺がライトアップされている時期を訪れる必要がある。また、車のライトが線状に写っている、長時間露光の写真が気に入った時は、その写真が撮影できるような幹線道路等の撮影スポットを探す必要がある。

撮影スポットの選定の際には、これらの撮影者情報を前提におき、訪れる撮影スポットを探していく。例えば、10月25日に鎌倉に出張で訪れるため、午前中のちょっとした空き時間にどこかに写真を撮りに行きたいといった場合は、地理的制約として鎌倉周辺、時間的制約として10月25日の午前中、撮影要望は特に無しとなる。

3.1.2 撮影スポット情報

撮影スポット情報とは、その撮影スポットはどこにあるのか、人気の時期はいつ頃なのか等の、撮影スポットに関する情報である。撮影スポット情報を分類すると、以下の5種類が存在する。

1. 位置情報

撮影スポットの位置の情報である。撮影スポットを訪れる上で不可欠なものである。また、複数撮影スポットを訪れる際、その位置関係を考慮する必要がある。

2. 時間情報

撮影スポットの時間情報には幾つか種類がある。

まず、1つ目に挙げられるのが、営業時間である。寺や神社などにおける拝観時間や、ライトアップ等の実施時期がこれにあたる。それによって、撮影スポットに訪れる時間が制限される。

次に挙げられるのが、人気の時間である。撮影スポットによっては、ある特定の期間や時間帯に人気度が上がる所がある。例えば夜景スポットでは夜間に、紅葉は秋ごろに撮影が集中する。

3. 人気度

人気度とは、周辺の撮影スポットと比較して、その撮影スポットの人気はどのくらいなのかという指標である。撮影スポットは無数に存在するため、人気度は候補を選択する際の指標として有用である。人気度は、その撮影スポットにどのくらいの人数が訪れたのかや、どのくらいの枚数の写真が撮影されているのか等をもとに定められる。基本的に、人気度の高い場所の方が、より良い撮影スポットであることが多い。

4. 外観

外観とは、撮影スポットがどのような外観なのかという情報である。外観を得るためには、その撮影スポットで撮影された写真が必要となる。写真が多いほど、外観の様子がより分かるようになる。また、季節や時間によって風景は変わるため、様々な時間に撮影された写真を見ることが有用となる。中でも特に、人気度の集中する時間帯に撮影された写真は、その撮影スポットの見どころの時期である可能性があるため、重要となる。

5. カテゴリ

カテゴリとは撮影スポットをカテゴリ化した情報である。例えば、寺や森がそれにあたる。寺の写真が撮りたい、紅葉の写真が撮りたい等、予め撮影者が撮影したい対象が決まっている場合に必要な情報となる。

3.2 撮影スポット選定手順

撮影スポットの選定は、3.1節で述べた、撮影者情報と撮影スポット情報を元に、作業を進める。

1.2節で述べたように選定作業には大きく分けて3つの行程、候補選択、情報取得、比較選定が存在する。

1. 候補選択

候補選択では、撮影スポットの候補を選択する。この時、その撮影スポットがどのようなところであるかなどの情報は必要ではなく、名前や位置だけで候補を選択する。例

えば、ランキング1位にAという撮影スポットがあったとき、Aはどのようなところなのだろうかと思い、詳細な情報を調べようとする。また、出張先のホテルの近くに撮影スポットがあったとき、その撮影スポットの情報を調べようとする。そういった、無数に存在する撮影スポットの中から、1つを選んで調べようとする状態が候補選択となる。しかし、撮影スポットは無数に存在するため、全ての候補を調べるのは現実的ではない。撮影者の情報がある程度決まっている場合は、訪れたい地域や、訪れることの出来る時間帯で撮影スポット候補を絞ることが有用である。また、その上でランキングを表示し、上位のスポットを閲覧可能にしたり、ヒートマップを用いて色の濃い部分に着目させることで、効率的に撮影スポットの候補を選択することが出来る。

2. 情報取得

情報取得では、3.1.2節で述べたような撮影スポットの情報を取得する。ここで取得した情報を吟味し、今調べている撮影スポットを訪れる撮影スポットの候補に入れるかどうかを判断する。

3. 比較選定

比較選定では、列挙した撮影スポットの候補同士を比較する。撮影スポットの位置や外観を見比べるなどの単純な撮影スポット同士の比較や、複数の撮影スポットの位置を把握した上で、多くの撮影スポットを巡るような組み合わせを考えるなどの作業を行う。

第4章 ツールの開発

先に述べた撮影スポット選定に必要な情報と手順に基づき、撮影スポット選定を支援するツールを作成する。まず、本ツールで満たすべき要件を述べ、ツールの概観と、どのように要件を満たしたか述べる。そして、写真データをもとに、どのように撮影スポットの情報を提示するかについて述べる。最後にツールの各要素の詳細を述べる。

4.1 ツールの要件

本研究では3章で述べた、撮影スポット選定に必要な情報と手順を基に、以下の条件をみたすようなツールを開発する。

- 要件1
撮影スポットの情報（位置情報、時間情報、人気度、外観、カテゴリ）を取得できる。
- 要件2
候補選択、情報取得、比較選定の撮影スポット選定手順をスムーズに行うことができる。
- 要件3
撮影スポットの地理情報を把握しながら要件2の選定作業を行うことができる。
- 要件4
任意の範囲に存在する撮影スポットを見ることが出来る。

4.2 ツールの概観

4.1節で述べたツールの要件を満たすようにツールを設計した。図4.1にツールの概観を示す。

画面の中央には地図に撮影スポットの分布を示すヒートマップを重畳表示する。

画面左側には、撮影スポットと写真のランキングを表示する。撮影スポットのランキングは、ヒートマップのそれぞれのメッシュの値に基づいて作成する。写真のランキングは現在表示している地図の範囲に存在する写真を撮影数や、閲覧数降順で表示する。撮影スポット写真のランキングはタブ切り替えで表示する。

画面の右側には、撮影スポットの情報を表示する。ヒートマップやランキングで選択した撮影スポットの情報がここに表示される。右上部分には、撮影スポットのタグや人気の時間帯等の文字情報と、撮影時間分布の行列表現を表示する。この2つはタブにより切り替え可能にする。右下部分には撮影スポットにおいて撮影された写真を表示する。写真の表示法は閲覧数や評価数降順と、時間による分類、時期による分類の3種類をタブ切り替えで表示する。

また、気に入った写真や撮影スポットを保存するために、写真の地図上へのマッピングや、撮影スポットのメモリを可能にした。

画面上部には、ヒートマップのサイズ変更や、閲覧数と評価数の基準の変更などを行うメニューバーを設置した。

本ツールでは、画面中央部のヒートマップ、または画面左側のランキングから撮影スポットの候補選択を行い、画面右側で情報取得を行う。そして気になった写真や撮影スポットを地図上に記憶させておき、最後に記憶した撮影スポットを比較選定し、訪れる撮影スポットを決定する。

画面右側の撮影スポット情報により、要件1の撮影スポット情報の取得が可能になる。また、ツールの1画面内で候補選択、情報取得、比較選定を画面遷移なしで行えるため、要件2のスムーズな作業が可能となる。そして、それらの作業中、常に地図が中央に表示されているため、要件2の撮影スポットの地理情報を把握しながらの選定作業が可能となる。ツール中央の地図はスクロールによるズームイン、ズームアウト、ドラッグによる移動が可能のため、要件4の任意の範囲に存在する撮影スポットを見ることが可能となる。

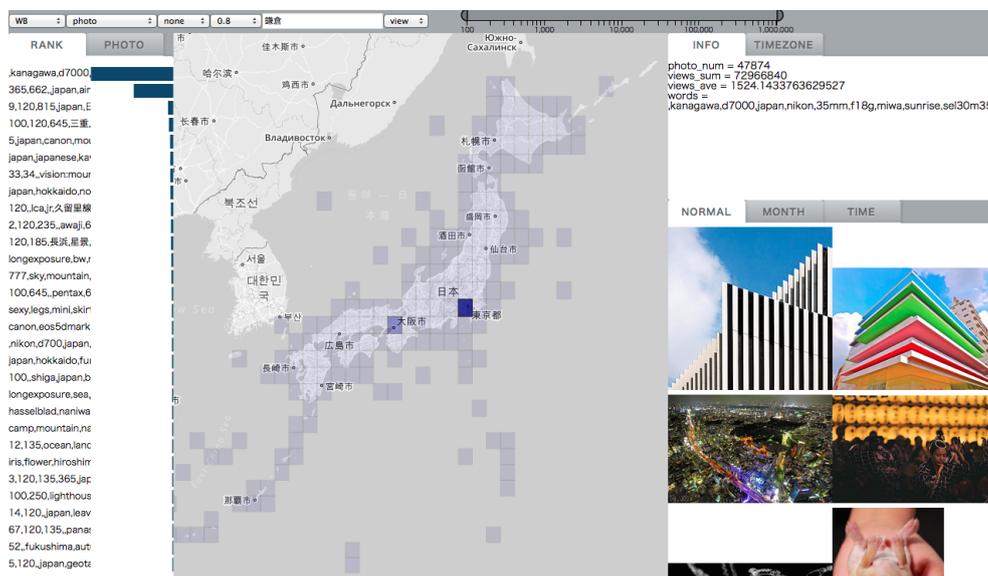


図 4.1: ツールの概観

4.3 撮影スポット情報の提示

4.3.1 大規模写真データの情報

大規模写真データには大量の写真の情報が含まれている。それぞれの写真には以下の情報が含まれる。

- 時間情報（写真の撮影時間）
- 地理情報（撮影地点の緯度経度）
- URL（写真の写真共有サイト上の URL，サムネイル URL）
- タイトル（写真のタイトル）
- タグ（写真に付属しているタグ情報）
- 閲覧数（写真共有サイト上で何人が閲覧したか）
- 評価数（写真共有サイト上で何人がブックマークしたか）

4.3.2 写真データからの撮影スポット情報抽出

大規模写真データの情報からどのように 3.1.2 節で述べた撮影スポットの情報を得るか述べる。

- 位置情報
写真データの緯度経度から、どの撮影スポットで撮影された写真なのか分類する。
- 時間情報
写真データの撮影時間を元に、撮影スポットで撮影された写真の時間分布を得る。
- 人気度
それぞれの撮影スポットで撮影された写真の枚数や、閲覧数の総数をもとに人気度を得る。
- 外観
撮影スポットで撮影された写真から外観を得る。
- カテゴリ
撮影スポットで撮影された写真に付属しているタグをもとにその撮影スポットを象徴すると思われるものを抽出する。

4.3.3 撮影スポット情報の提示

本ツールでは、地図をメッシュ状に分割し、そのメッシュの1つ1つを撮影スポットとみなすこととした。そして、各メッシュ内で撮影された写真の枚数や、閲覧数に基づいて地図上にヒートマップを重畳表示することで、人気のある撮影スポットの分布を把握できるようにした。

さらに3.1.2節で述べた撮影スポットの情報を以下のように提示する。

- 位置情報

地図上にヒートマップを重畳表示することで、撮影スポットの位置情報を把握できるようにする。

- 時間情報

撮影スポットで撮影された写真の時間分布を行列表現で提示する。また、最も撮影枚数の多い時間帯と月、時間帯と月の組み合わせも提示する。

- 人気度

各撮影スポットで撮影された写真の閲覧数や評価数等をもとにランキングを作成し表示する。

- 外観

各撮影スポットで撮影された写真をサンプルとして提示し、外観を得られるようにする。また、現在表示している地図の範囲にないに存在する写真を閲覧数や評価数の降順で提示することで、どのような人気の写真が存在するか把握できるようにする。

- カテゴリ

撮影スポットで撮影された写真に付属しているタグから、その撮影スポットを代表するタグ表示することで、撮影スポットのカテゴリを把握できるようにする。また、撮影スポットで撮影された写真を表示することでもカテゴリは把握可能にする。

4.4 ツールの各要素

4.4.1 候補選択要素

候補選択の各要素について、より詳しく述べる。

地図 ツールの中心部分に地図を配置する。主に撮影スポットを選定する際、その撮影スポットの位置や、他の撮影スポットとの位置関係を把握するために使用する。また、その撮影スポットは山の中にあるのか、あるいは市街地にあるのか等の立地を把握する上でも有用である。本ツールでは地図は Mapbox¹ のものを使用した。また、上部のメニューバーから、グレー

¹<https://www.mapbox.com/>

スケールの地図とカラーの地図の切り替えを可能にした (図 4.2).

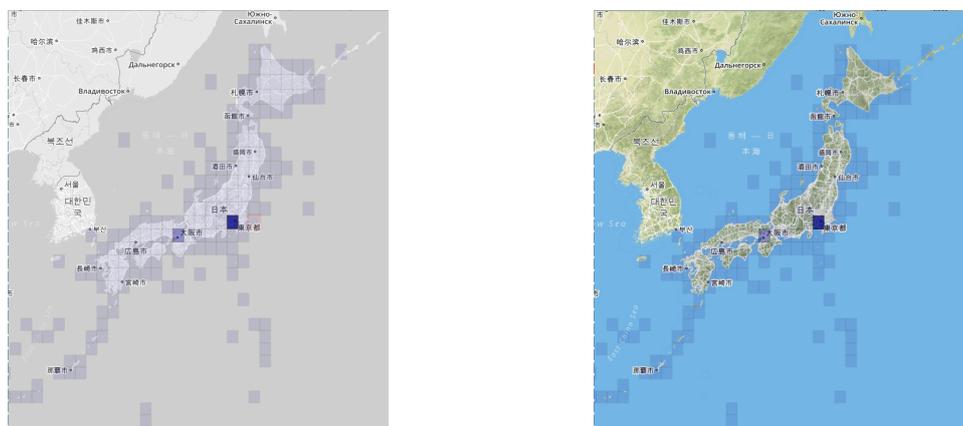


図 4.2: 地図の切り替え

ヒートマップ 地図上にはヒートマップを重畳表示している。

ヒートマップの大きさは可変であり、「1, 0.8, 0.5, 0.4, 0.2, 0.1, 0.08, 0.05, 0.04, 0.02, 0.01, 0.008, 0.005, 0.004, 0.002, 0.001」から選択できる (図 4.3)。それぞれの数字は、ヒートマップのマスへの緯度経度の割り当て数値である。例えば、「1」を選択した時、マスの縦の辺は緯度 1 度、横の辺は経度 1 度の長さとなる。

ヒートマップの色の濃さが表す情報は以下の 4 種類から切り替えることが出来る。

- photos

撮影された写真枚数の値を示す。どこで写真がよく撮影されているのかを見ることが出来る。色の濃さは現在表示されているマスの値の最大値を不透明度 0.8 に、最小値 0 を不透明度 0.1 に設定し、線形に割り当てた。

- view

撮影された写真の閲覧数の合計の値を示す。写真が多く撮影されている場所や、閲覧数の高い場所がわかる。色の濃さは photos の時と同様の方法で計算する。

- view_ave

撮影された写真の閲覧数の平均の値を示す。閲覧数の高い写真はどこで撮影されているのか観ることが出来る。色の濃さは photos の時と同様の計算方法である。

- photo_percent

撮影された写真の中で、しきい値内の写真が占める割合の値を示す。例えば、あるヒートマップのマスで 100 枚の写真が撮影され、その中で、しきい値内の閲覧数を持つ写真が 10 枚存在した時、そのマスの photo_percent の値は 0.1 となる。これにより、しきい

値内の写真を撮影出来る可能性の高い場所が分かる。例えば、閲覧数のしきい値の範囲を高めを設定した時、ヒートマップの色が濃い所があれば、そこに訪れることで、質の良い写真を撮影できる可能性が高くなる。色の濃さは割合の最大値 1.0 を透明度 0.8 に、最小値 0 を透明度 0.1 に設定し、線形に割り当てた。

また、状況に応じて、撮影スポットの分布を見やすく出来るように以下の 3 つの追加計算方法を追加した。

- none

撮影スポットの値をそのまま表示する。

- log

撮影スポットの値を対数化する。ある撮影スポットの値が非常に大きく、他の撮影スポットの色が薄くなってしまふ場合に有効である。

- tatami

ある撮影スポット A の値と、A を中心とした、横 2 マス、縦 2 マスの範囲にある、計 24 の撮影スポットの値と比較する。初期値 0 から、A の値の方が高かった場合に 1 を加算していく。全ての撮影スポットに対し同様の計算を行い、撮影スポットの値を 0 から 24 の範囲に収めて、ヒートマップに反映する。これにより、周囲と比べて質の高い撮影スポットを表示することが可能となる。

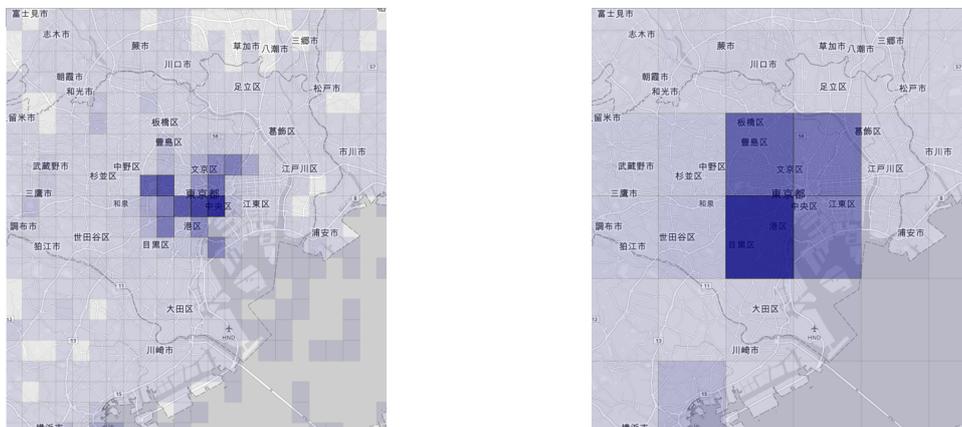


図 4.3: ヒートマップ

ランキング ツールの左側にはランキングを表示している。ここでは撮影スポットのランキングと写真のランキングを見ることが出来る (図 4.4)。

撮影スポットのランキングは、現在表示されているヒートマップのマス上の値を上位からランキング形式で並べている。ランキングを表示することにより、現在地図に表示されている

撮影スポットの中から、人気のものがどこにあるのかすぐに見つけることが可能になる。ランキングの棒の長さは、ヒートマップの表示する値が、「photos, view, view_ave」の時はランキング1位の値を最大の長さ、値が0の時に長さ0になるよう設定し、線形で割り当てた。ヒートマップの表示する値が、「photo_percent」の時は、値が1の時に最大の長さ、値が0の時に長さ0になるように設定し、線形で割り当てた。

また、ランキングの棒の左部分には、それぞれの撮影スポットの代表タグを記述した。詳細はタグの節で記述する。

ツール左上のタブを切り替えることで写真ランキングを表示する。ここでは、現在地図に表示されているヒートマップのマス範囲で撮影された写真が、閲覧数または評価数の高いものから順に表示されている。この時、閲覧数か評価数どちらでソートするかは、メニューバーの設定による。

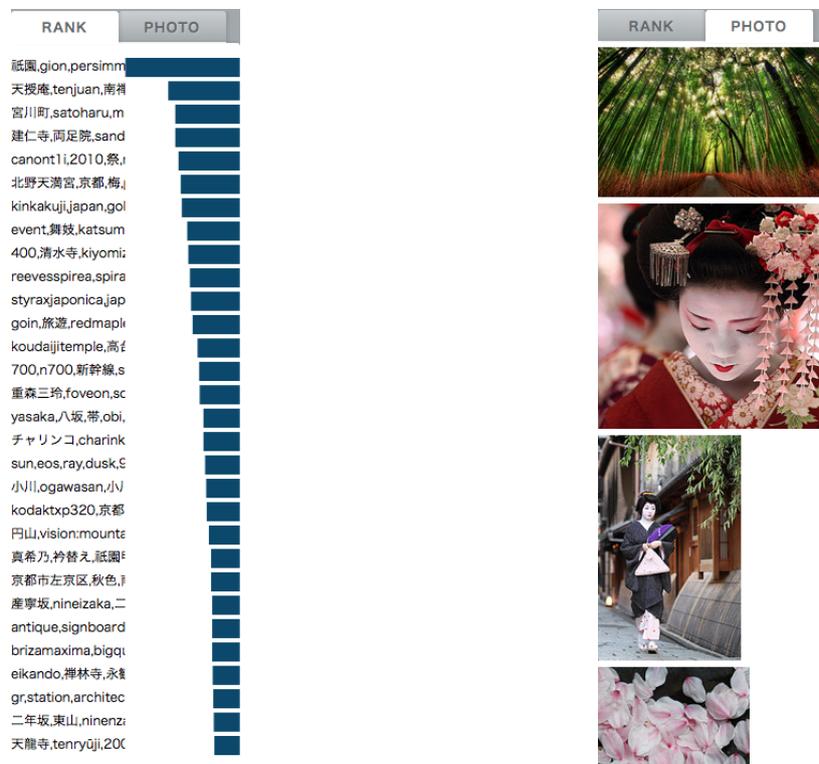


図 4.4: ランキング

タグ 写真にはタグが付属していることがある。このタグは撮影対象をあらわす象徴的な文書情報のため、撮影スポットの情報として有用である。しかし、撮影された写真の全てのタグを表示することは現実的ではないため、集約する必要がある。この時、単純に登場頻度の高いタグを表示した場合、「japan」や「Tokyo」等の普遍的なタグが抽出されてしまう。表示するタグは、その撮影スポットの特徴を表したものが望ましいため、本研究では tfidf 法を用いて周囲の撮影スポットと比較し、特徴的なタグを抽出することにした。

4.4.2 情報取得要素

情報取得の各要素について、より詳しく述べる。

撮影スポット情報 ツール右上部には、撮影スポットの情報を表示する。文字情報として、写真枚数、平均閲覧数、総閲覧数、タグ、最も撮影枚数の多い月、最も撮影枚数の多い時間、最も撮影枚数の多い月と時間の組み合わせを記載する。また、タブを切り替えることでその撮影スポットで撮影された写真の時間分布を見ることが可能となる。時間分布表は、横軸が1～12月、縦軸が0～23時台を示している。これをみることで、撮影スポットの人気の時期や時間帯を把握することが出来る。

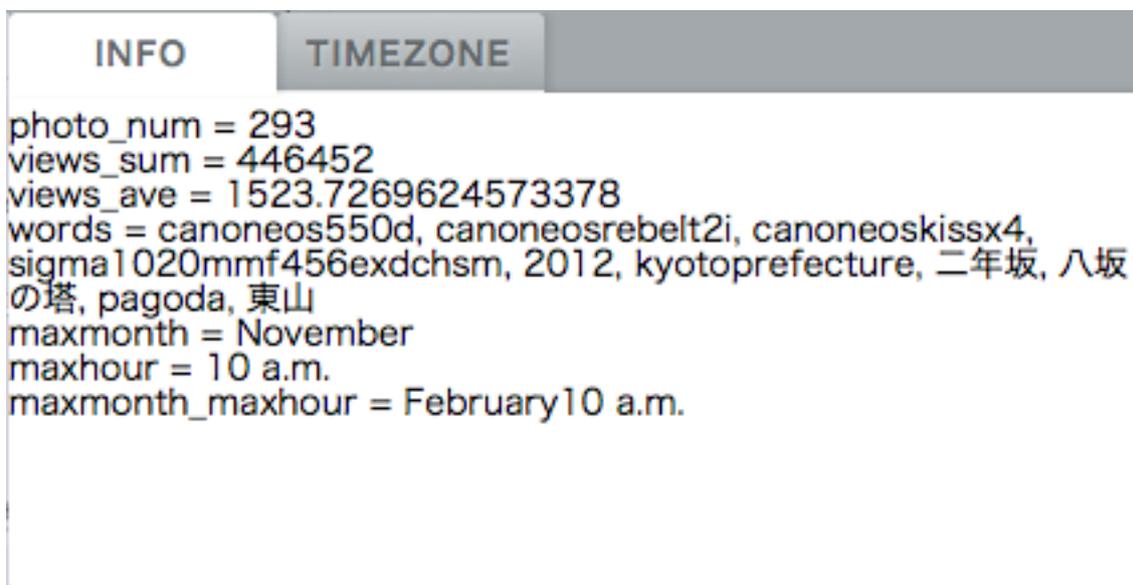


図 4.5: 撮影スポット情報

写真サンプル ツール右下部には、撮影スポットで撮影された写真を表示する。

写真は人気順、月別、時間帯別に表示を切り替えることが出来る。

人気順では、その撮影スポットで撮影された写真を閲覧数順または評価数順で表示する (図 4.6)。これにより、その撮影スポットでどのような写真が撮影され、人気なのか把握することが出来る。

月別では、写真を撮影された月毎に仕分けして表示する (図 4.7)。これにより、時期によって、撮影される写真にどのような変化が生じるのか把握することが出来る。

時間帯別順では、写真を撮影された時間帯で仕分けして表示する (図 4.8)。仕分ける時間帯は、早朝 (4～6時台)、日中 (7～15時台)、夕方 (16～18時台)、夜間 (19～3時台) とした。これにより、時間帯の変化で撮影される写真にどのような変化が生じるのか把握することが出来る。



図 4.6: 写真サンプル

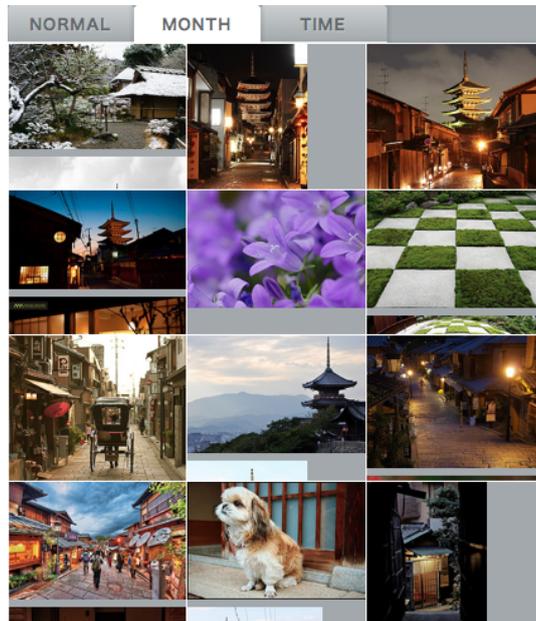


図 4.7: 月別写真サンプル

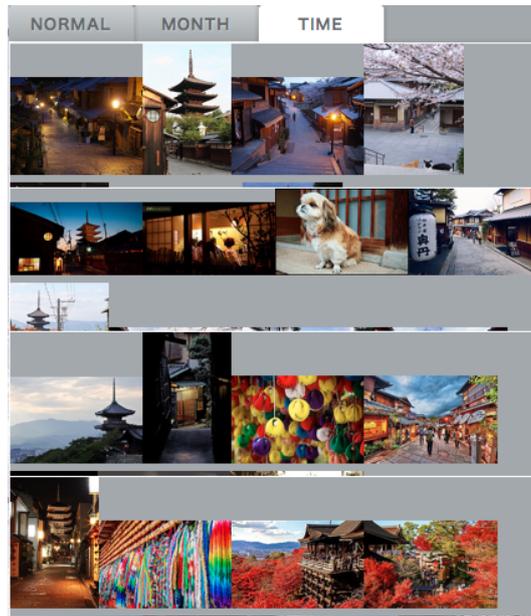


図 4.8: 時間別写真サンプル

4.4.3 比較選定要素

比較選定の各要素について、より詳しく述べる。

マッピング 写真のサンプルを見た時に、その写真が撮影された場所に行きたいと思うことがある。そのとき、その写真はどの撮影スポットで撮影されたのかという少し地理的に曖昧な情報よりも、まさにその場所で撮影されたという具体的な情報が必要となる。そのために、本ツールでは写真の地理情報をマップに表示する機能を実装した。

写真をマウスオーバーすることで、その写真が撮影された場所が、地図上に赤いドットで表示される (図 4.9)。更に、写真を地図上にドラッグ・アンド・ドロップすることで、黄色いドットを地図上に固定することが出来る (図 4.10)。黄色いドットをマウスオーバーすることで、ドラッグ・アンド・ドロップした写真を後から確認することも可能にした。これにより、気に入った写真の撮影された場所などを記録することができ、気に入った写真に基づいた撮影スポット検索がスムーズに行えるようになる。

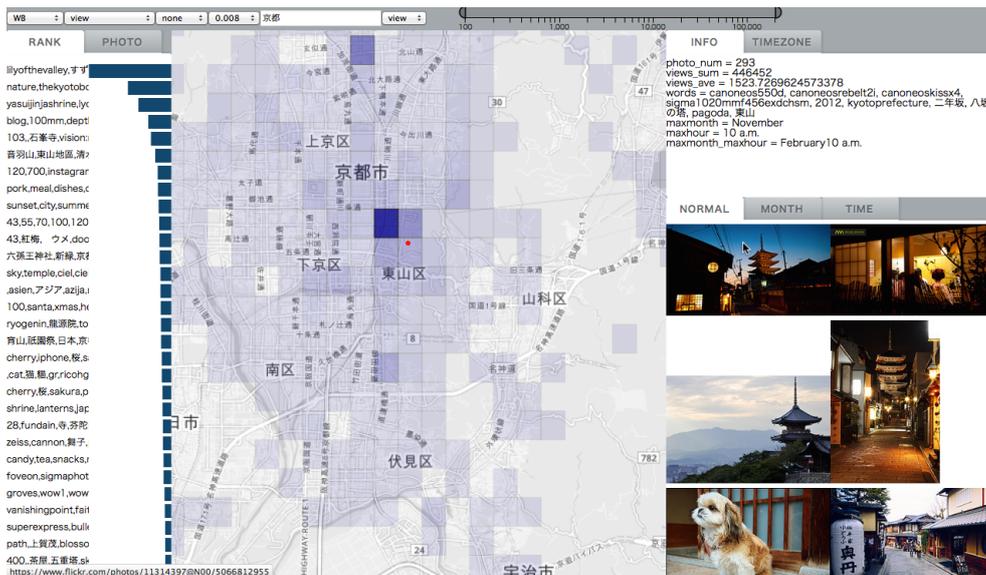


図 4.9: マッピング-マウスオーバー

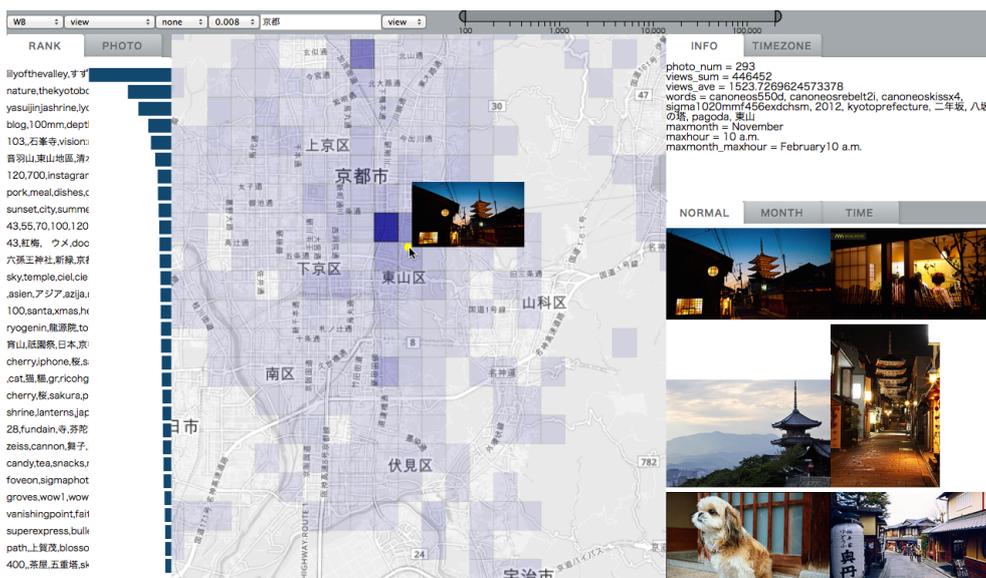


図 4.10: マッピング-ドラッグ・アンド・ドロップ

メモリー 撮影スポットを検索していく上で、ある程度気に入った候補を上げ、最後に比較を行う。そのため、途中で候補を記憶しておく必要がある。本ツールでは記憶作業をスムーズに行えるようにするために、撮影スポットのメモリー機能を実装した。

撮影スポットを選定していく途中に、記憶したい撮影スポットを **Shift+クリック** すること

で、撮影スポットを記憶できる。記憶された撮影スポットは赤く表示される (図 4.11)。これにより、人間の記憶作業を軽減し、比較選定における地理的比較等を容易にする。

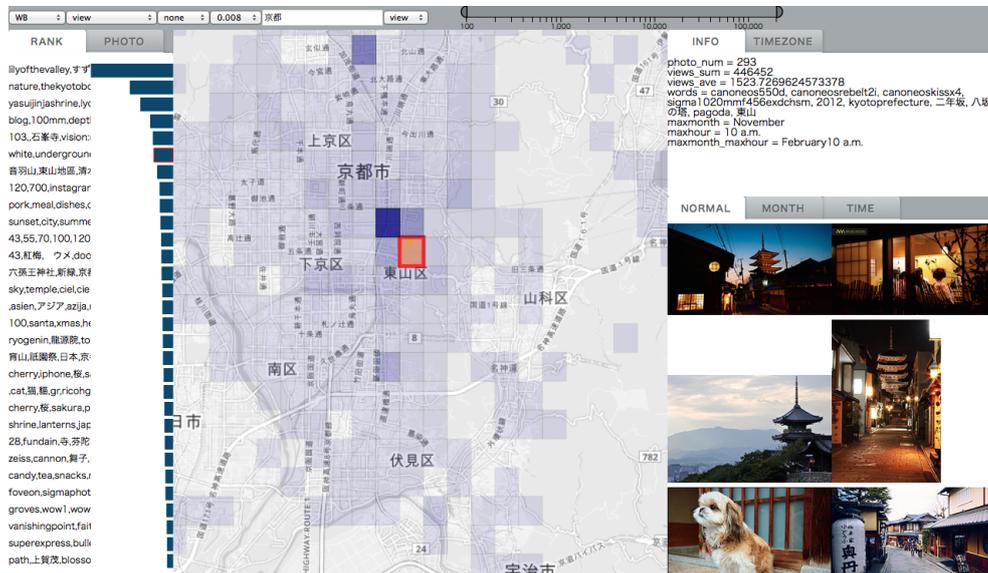


図 4.11: メモリー

4.4.4 補助要素

ツールをより使いやすくするための補助的な要素について述べる。

メニューバー ツール上部にメニューバーを設置した (図 4.12)。メニューバーでは以下の設定が変更できる。

- 地図のグレースケールとカラーの切り替え
- ヒートマップの値の切り替え
- ヒートマップの追加計算方法の切り替え
- ヒートマップの大きさの切り替え
- 場所検索
- 計算する写真のしきい値の基準の切り替え
- 計算する写真のしきい値の変更

場所検索では、訪れたい地名や撮影スポットを入力することで、地図をその地へ移動させる。しきい値とは、ランキングや、ヒートマップの際に、どの程度の評価の写真を計算に入れるかという基準である。しきい値には、写真の閲覧数を示す「view」と評価数を示す「fav」の2つがある。例えば、しきい値の基準を「view」に、しきい値の値を「100~10000」とした場合、閲覧数が100以上10000以下の写真を用いてランキングやヒートマップを作成する。この機能を用いることで、閲覧数の低い写真をフィルタリングし、より質の高い写真の分布などが観ることができるようになる。



図 4.12: メニューバー

インタラクション スムーズに撮影スポットを選定するために、ランキングやメモリー機能などの補助的な要素が必要となる。以下に本ツールで導入した機能を記述する。

- リンキング

撮影スポットのランキングから、そのスポットの位置を見たり、逆に撮影スポットの位置から、そのスポットの順位を見るなどする場合がある。そのために本ツールでは、ランキングと地図のリンクを導入した。具体的には、撮影スポットまたは、ランキングのどちらかをマウスオーバーすることで、お互いがハイライトされる(図4.13)。これにより、スムーズに情報を把握することが出来る。

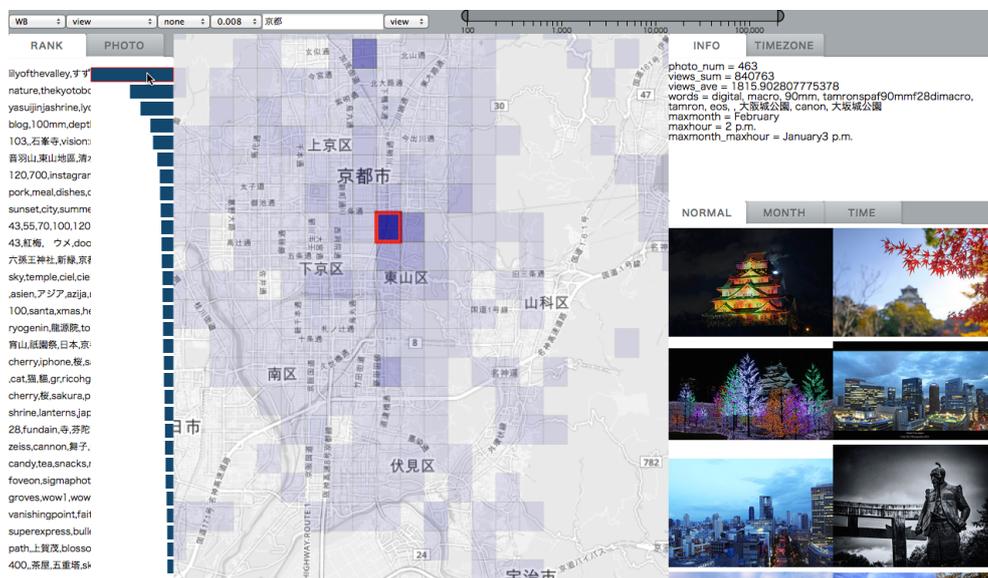


図 4.13: リンキング

- マイナスクエリ

撮影スポットを検索していく上で、既に行ったことのある場所や、行くつもりがない場所が出現することがある。そういった撮影スポットの情報は、その後の候補選択の作業において不要となる。しかし、そのような撮影スポットが、ランキングの上位などに入っていたり、質の高い撮影スポットである場合、ヒートマップやランキングに大きな影響をおよぼす場合がある。そのため、興味のない、不要な撮影スポットを除外する機能があると撮影スポットの選定がスムーズに行えるようになる。そのために、本ツールでは、マイナスクエリ機能を実装した。

不要な撮影スポットを Alt+クリックすることで、その撮影スポットを計算から除外することが可能となる (図 4.14)。除外された撮影スポットは灰色で表示され、ランキングやヒートマップの値は、その撮影スポットを除いたものに再描画される。この機能によって、撮影スポットの選定がよりスムーズに行えるようになる。

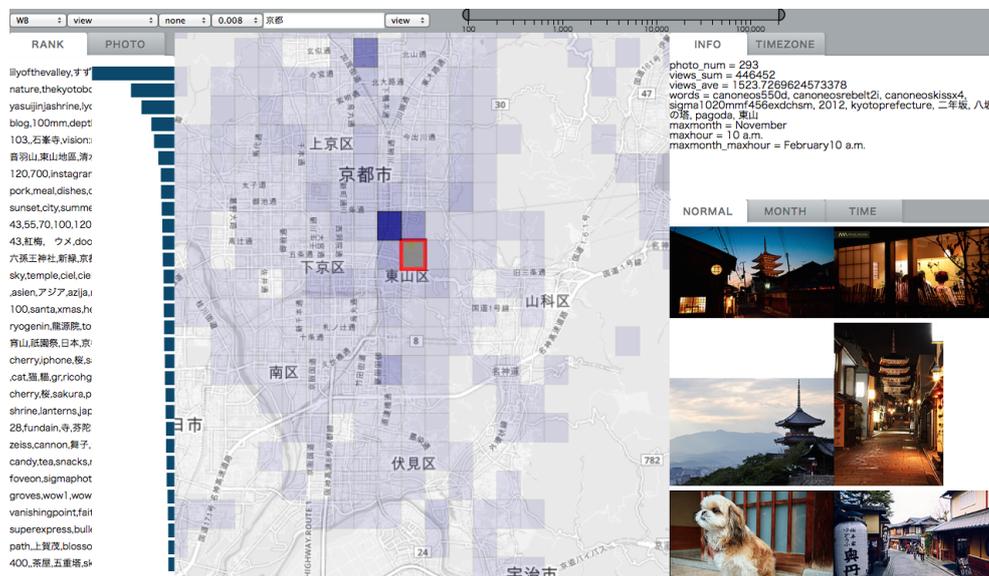


図 4.14: マイナスクエリ

第5章 ユースケース

5.1 使用するデータ

このユースケースにおいて、Flickrの写真データを利用することとした。まず2009年から2013年に日本で撮影された、約110万枚の写真を手にした。写真データには、撮影者、撮影日、その写真のFlickrのURL、写真のタイトル、タグ、緯度、経度、閲覧数、評価数が含まれている。

Flickrはだれでも使用可能であるため、アップロードされる写真も、風景を撮影したもの、人を撮影したもの、フィギュアを撮影したものなど、様々存在する。撮影スポットの選定を考える際、ポートレート等の人物写真や、フィギュアを撮影したものの必要ではないため、以下のタグを持つ写真をデータから除外した。(portra, portrait, portraiture, human, girl, boy, lady, woman, people, child, model, child, kids, family, cosplay, doll, dollfie)。

また、ある一定の評価を得た写真を元に、撮影スポットの情報を抽出した方が良い結果を得られる可能性が高いため、閲覧数100以上、評価数5以上の写真データを用いることにした。上記の写真の選定を行い、約11万5千枚のデータを使用することにした。

5.2 週末に鎌倉を訪れようと考えたAさんの場合

写真撮影が趣味であるAさんは、2014年10月25日の土曜日に鎌倉に日帰りで写真を撮影しに行こうと考えた。交通手段は電車を用い、昼から夕方頃まで行動することを考えている。

まず地図を鎌倉に移動させる。地図をズームさせ、ヒートマップサイズを0.001に変更し、詳細に見られるようにする(図5.1)。

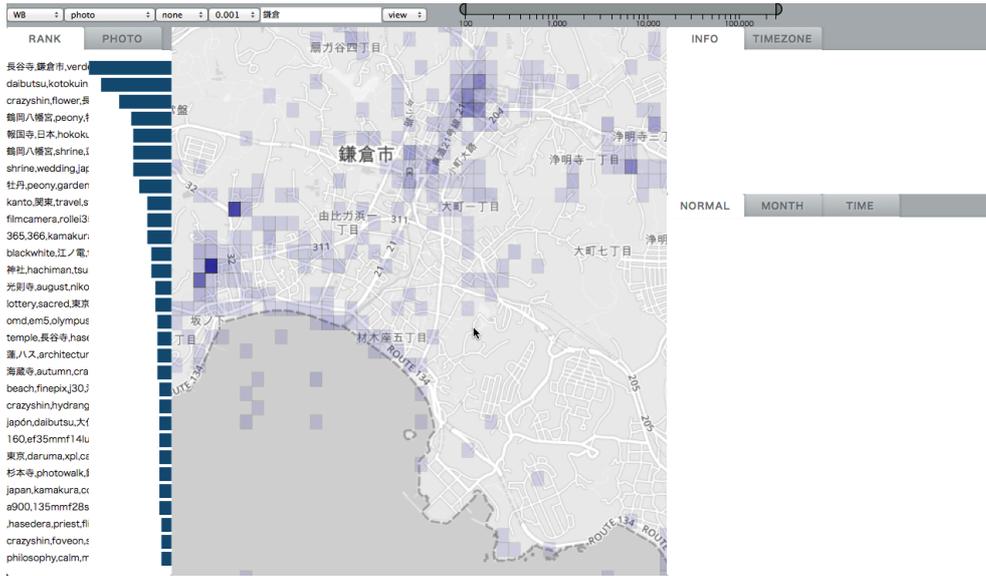


図 5.1: 鎌倉を地図の中心に表示した様子

次にランキングを見て上位のスポットを眺めていこうと考える。1位の撮影スポットをクリックし、詳細情報を表示すると、なにやらたくさんのお地蔵が並んでいる写真が表示された(図 5.2)。タグの情報を見てみると、どうやら長谷寺という場所であることがわかった。写真撮影にはなかなか面白そうな場所だと思ったので、ひとまず候補として保存しておくことにした。

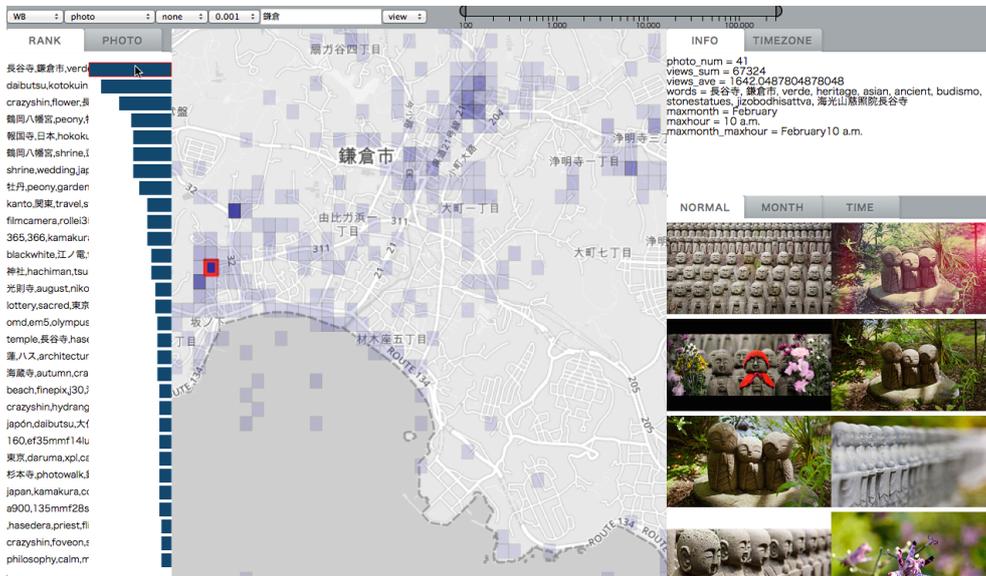


図 5.2: ランキング 1 位の撮影スポットをクリックした様子

次にランキング2位の撮影スポットをクリックする。すると見覚えのある鎌倉の大仏の写真が表示された(図5.3)。タグを見ると高德院という場所であることが分かった。鎌倉の大仏は撮影対象として申し分ないと思ったので、候補として保存しておくこととした。

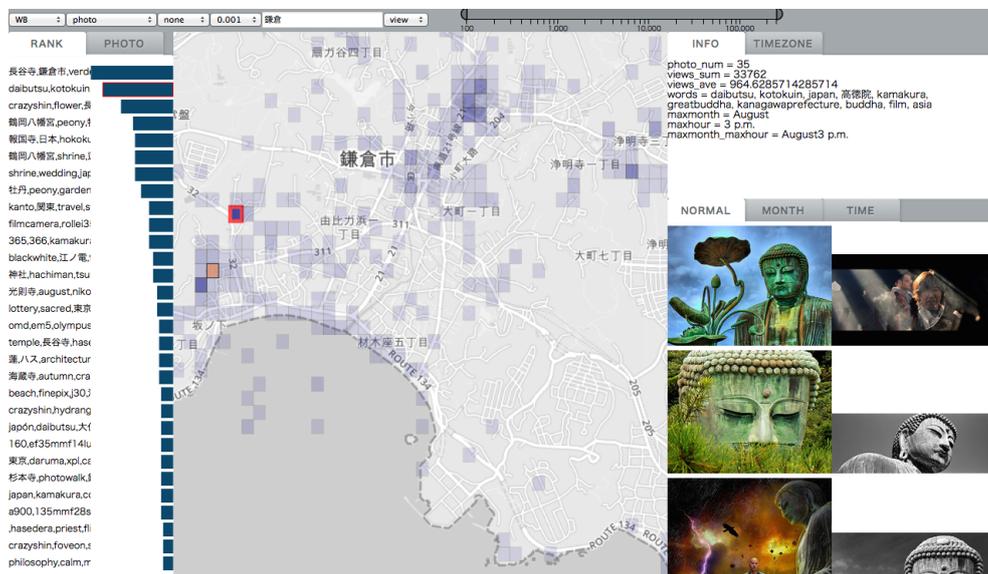


図 5.3: ランキング2位の撮影スポットをクリックした様子

次にランキング3位の撮影スポットをクリックしてみる。撮影スポットの位置や、撮影スポットのタグ情報を見てみると、どうやらここも長谷寺であるらしいことがわかった(図5.4)。隣接する撮影スポットも調べてみると、その一帯が長谷寺であり、写真を見てみると、地藏だけでなく朝顔の写真がちらほら見えることに気付いた(図5.5)。朝顔の写真は綺麗だが、撮影時期を見てみると6月に撮影されていることが分かる(図5.6)。今は10月なので、週末に訪れても朝顔の写真は撮ることは出来なそうだが、地藏の写真は撮ることが出来るだろうということで、そのまま候補に入れておくことにした。先ほど保存した長谷寺と同じ場所ではあるため、撮影スポットの保存は省略する。

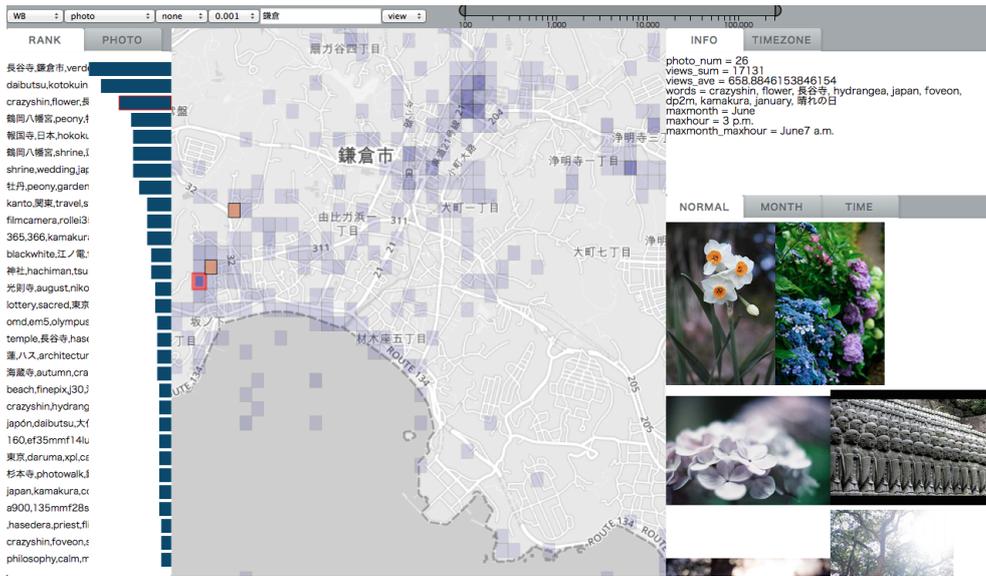


図 5.4: ランキング 3 位の撮影スポットをクリックした様子

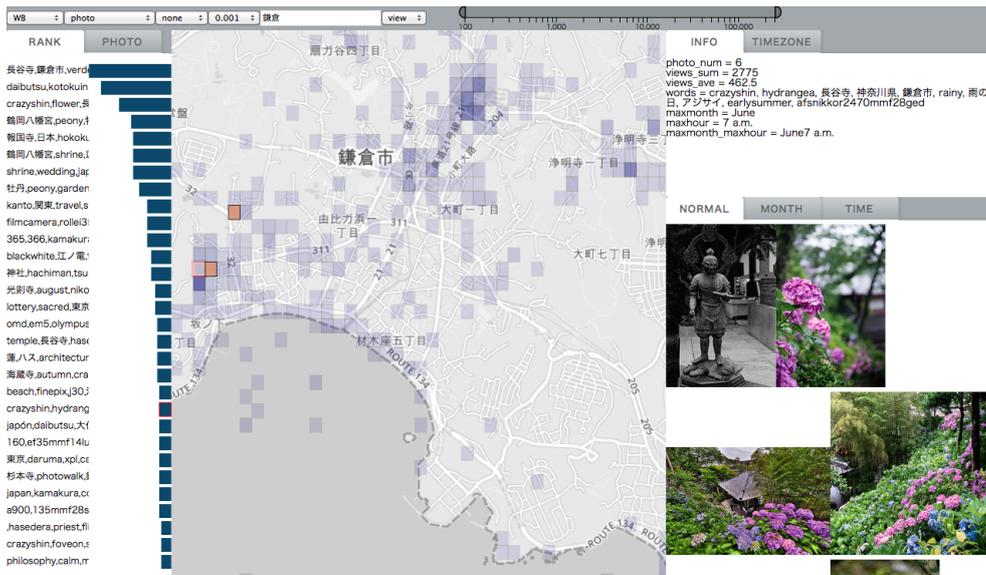


図 5.5: ランキング 2 位の撮影スポットに隣接する撮影スポットをクリックした様子

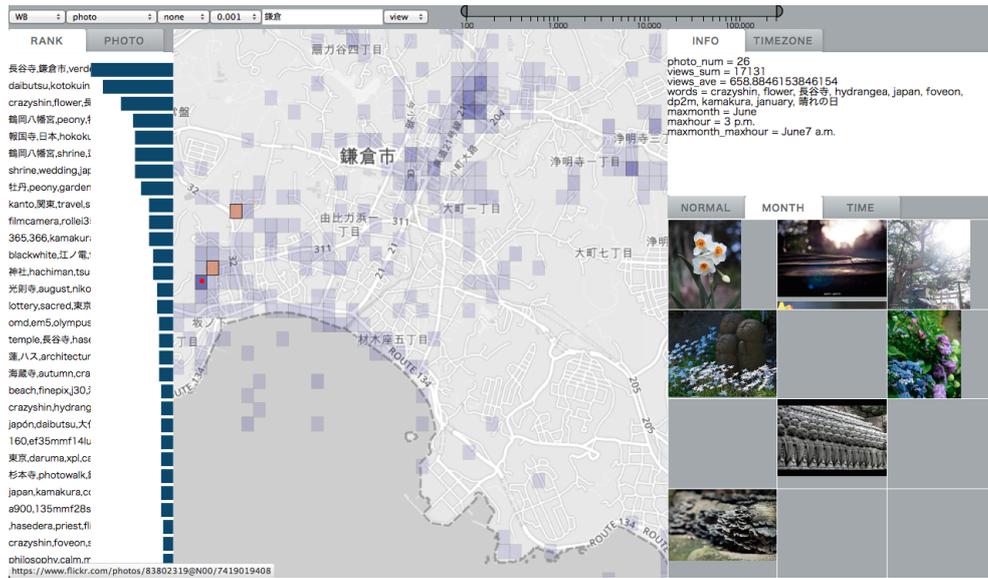


図 5.6: 長谷寺で撮影された写真の時期の分布を眺めている様子

次にランキング 4 位のものを見てみる (図 5.7)。するとランキング 4 位と、ランキング 6 位に、「鶴岡八幡宮」というタグ情報があることに気付いた。両方をマウスオーバーしてみると、ほとんど隣り合わせにあることが分かる。その一帯の撮影スポットを見ていくと、鶴岡八幡宮という大きな神社があり、牡丹や蓮の写真があることが分かる (図 5.8, 図 5.9)。それらの撮影時期をみてみると、牡丹は 1~4 月頃まで、蓮は 7~8 月に撮影されていることが分かる (図 5.10)。どちらも 10 月の週末には撮影できそうにないが、神社としてなかなか大きな場所であるため、候補に入れることに決定し、保存した。

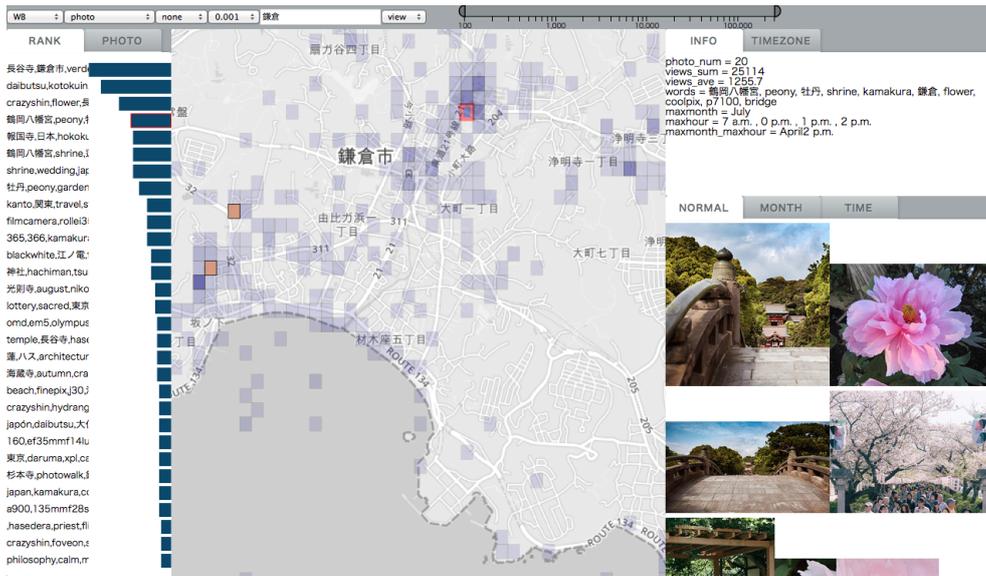


図 5.7: ランキング 4 位の撮影スポットをクリックした様子

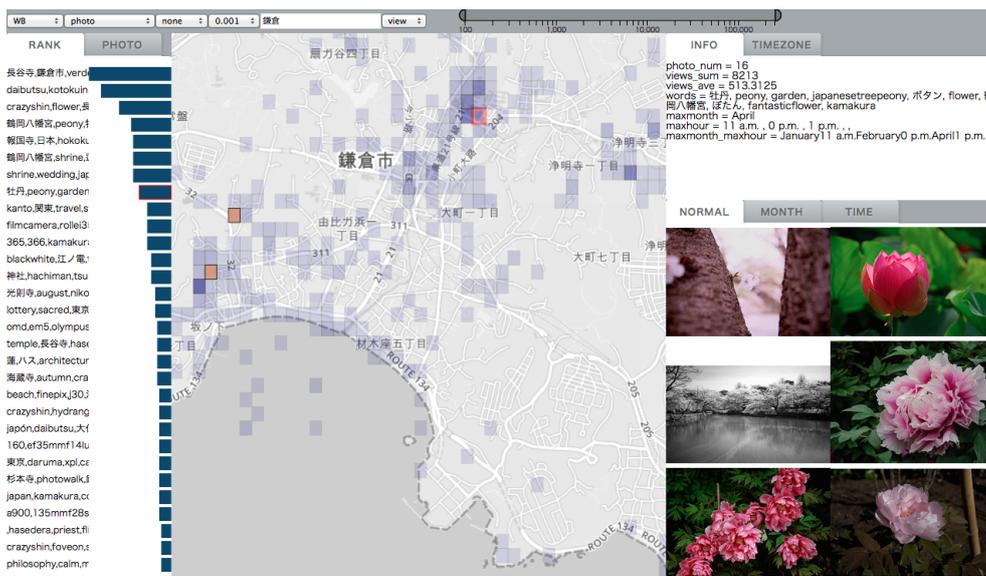


図 5.8: ランキング 4 位の撮影スポットに隣接する撮影スポットをクリックした様子

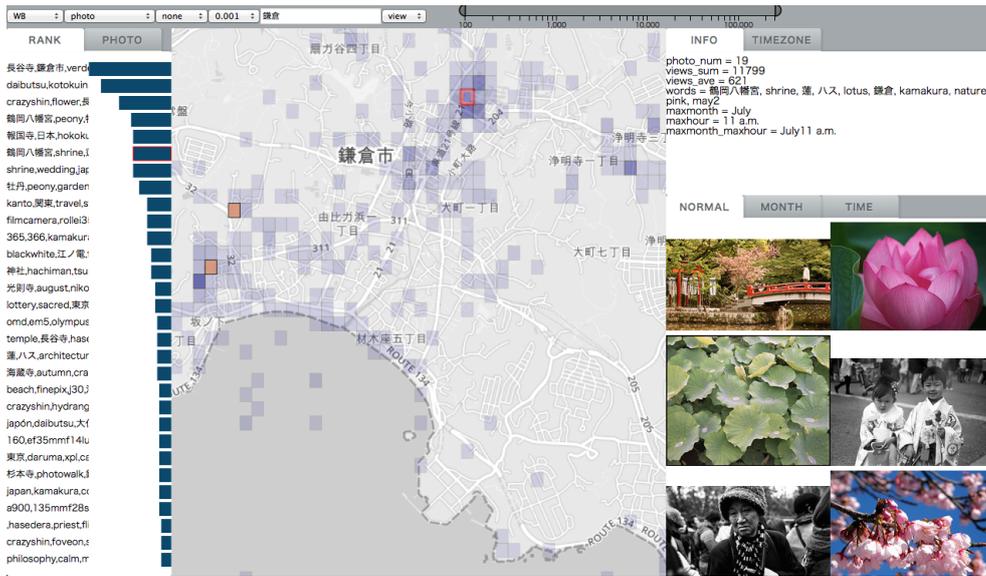


図 5.9: ランキング 4 位の撮影スポットの周囲クリックした様子

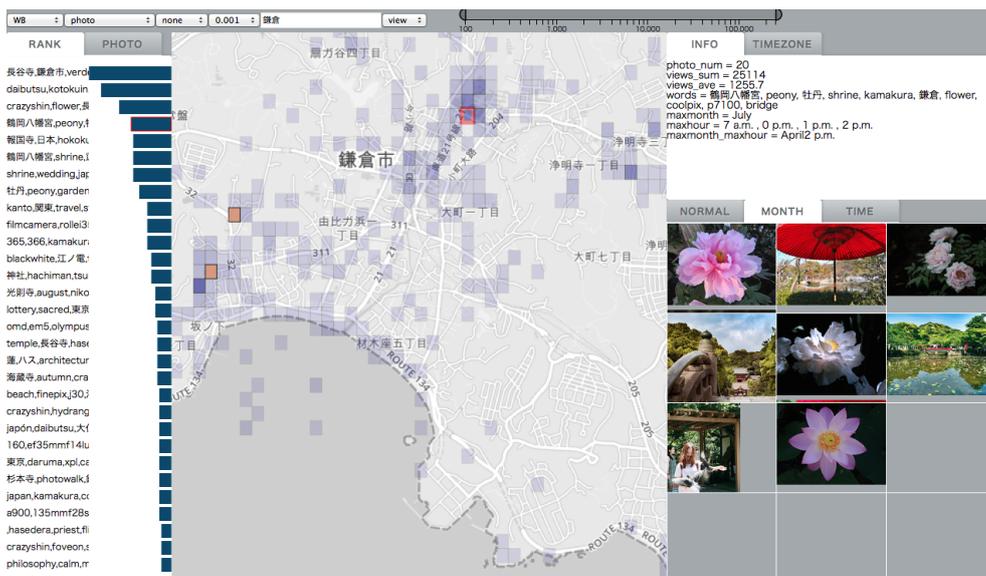


図 5.10: 鶴岡八幡宮で撮影された写真の時期の分布を眺めている様子

次にランキングを、写真のランキングに切り替える。写真を眺めていると、海と富士山を取めたきれいな写真を見つけた (図 5.11)。この写真が撮られた場所を調べて、その撮影スポットをクリックしてみると、富士山を見るのに中々良い場所でありそうなることがわかったので、ここも候補として保存しておくことにした (図 5.12)。

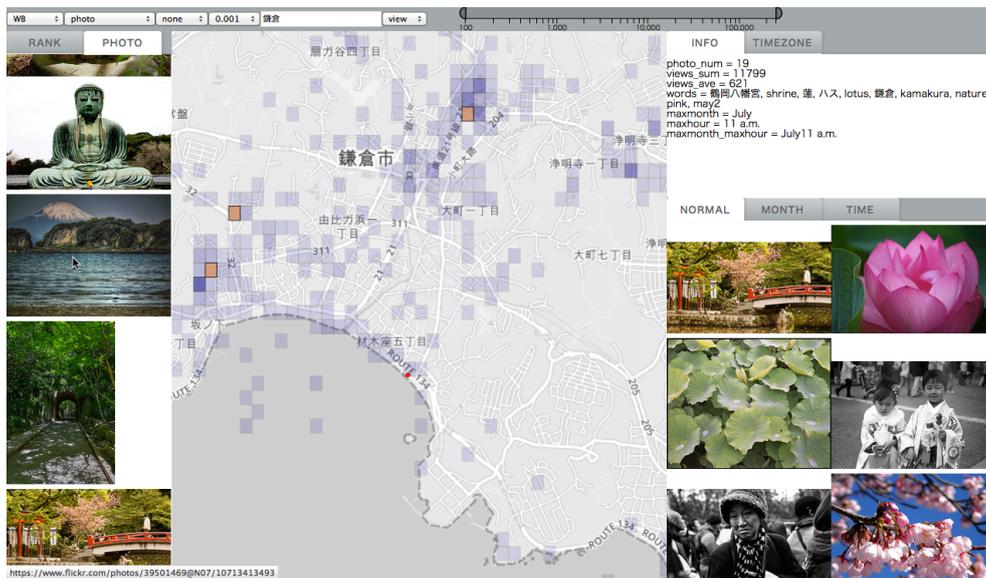


図 5.11: きれいな富士山の写真を見つけた様子

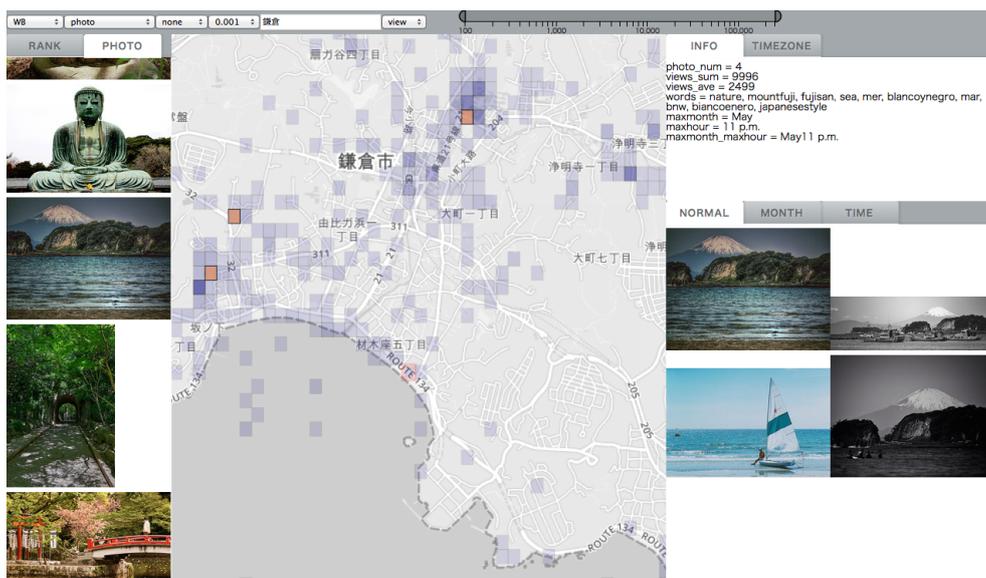


図 5.12: 富士山の写真が撮影された撮影スポットをクリックした様子

同様に地図範囲内の写真を見ていくと、きれいな竹林の写真があった (図 5.13)。その写真が撮影された撮影スポットを見てみると、タグ情報から、報国寺と呼ばれる場所であることがわかった (図 5.14)。また、他の写真も同様に綺麗であり、中々良い竹林のようなので、これも候補として保存しておくこととした。

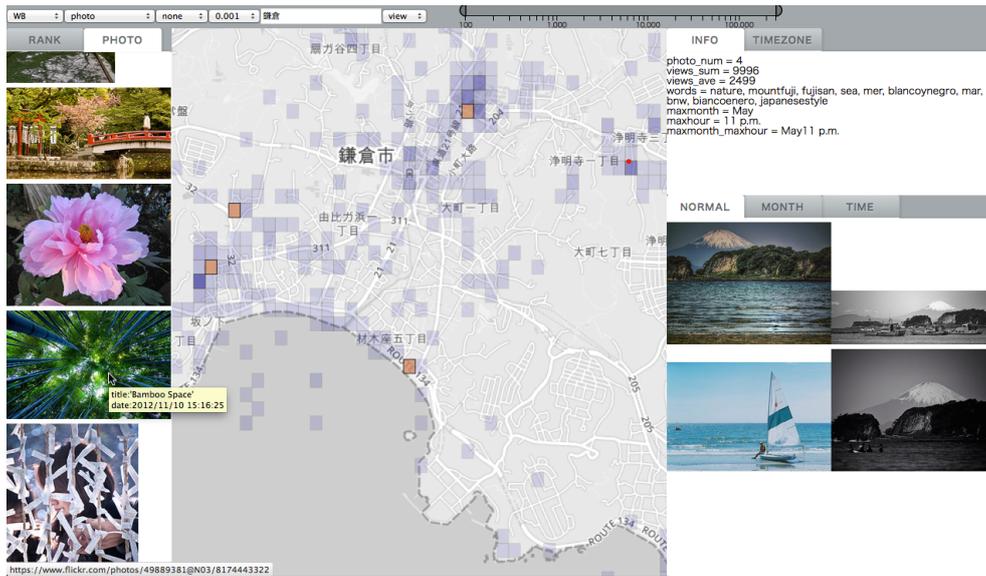


図 5.13: きれいな竹林の写真を見つけた様子

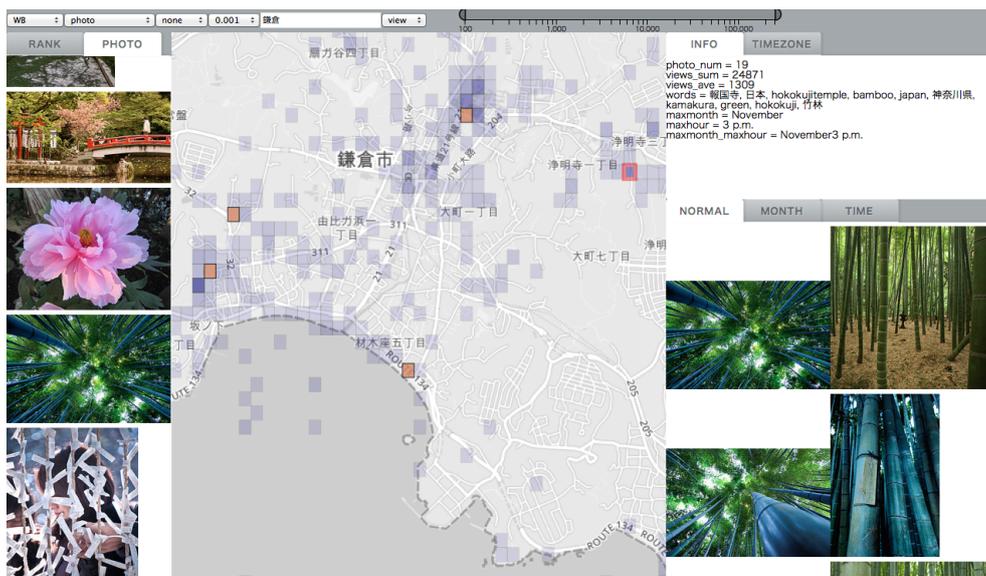


図 5.14: 竹林の写真が撮影された撮影スポットをクリックした様子

撮影スポットの候補を十分列挙できたと感じたので、実際にどこに行くか考えることにした。候補に挙げた5つの撮影スポットの中で、ここだけは絶対に行きたいというような場所はないため、無理なく複数回れるように訪れようと思った。そのために、5つの撮影スポットの位置関係を見てみると、高德院と長谷寺は近くにあるが、他の3箇所はバラバラであり、1

日でめぐることを考えると中々骨が折れそうだと感じた(図 5.15)。そのため高徳院と長谷寺に訪れることを決めた。

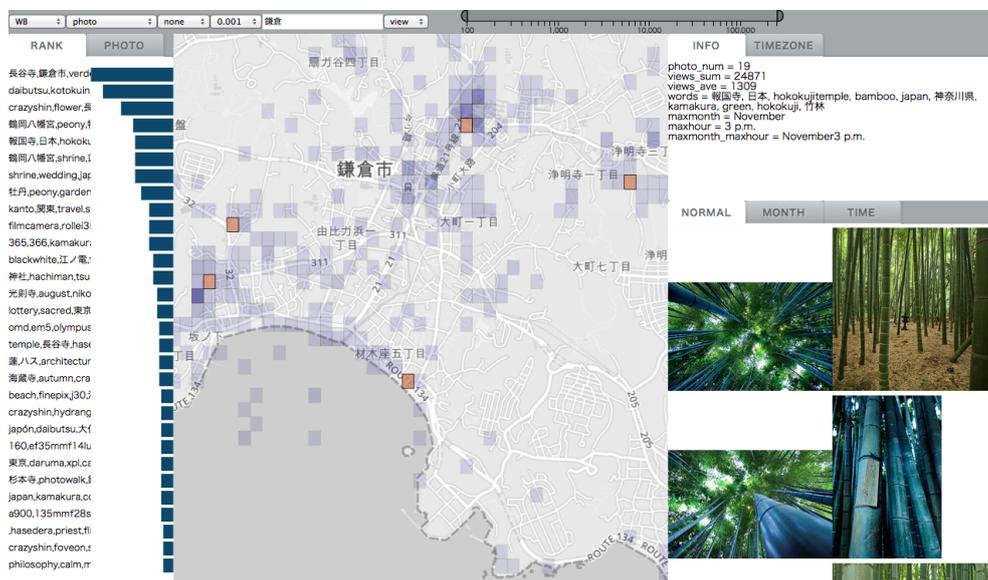


図 5.15: 候補に挙げた5つの撮影スポットの候補を眺めている様子

高徳院と長谷寺に訪れることは決めたが、当日時間が余った時に他に追加で訪れる場所を決めておこうと思った。そのために、高徳院、長谷寺を地図の中心に置き、周りの撮影スポットを見てみることにした。ランキングを見てみると、1位と2位は高徳院と長谷寺であるが、3位に別の場所がランクインしている。3位をクリックしてみると、タグ情報から稲村ヶ崎と呼ばれる場所であることが分かった(図 5.16)。また、写真を見てみると、海沿いの公園のような場所で、富士山や夕日が綺麗に見える場所であった。そのため、高徳院と長谷寺を巡った後、時間が余った場合にここに訪れ、できれば夕日の写真を撮りたいと考えた。

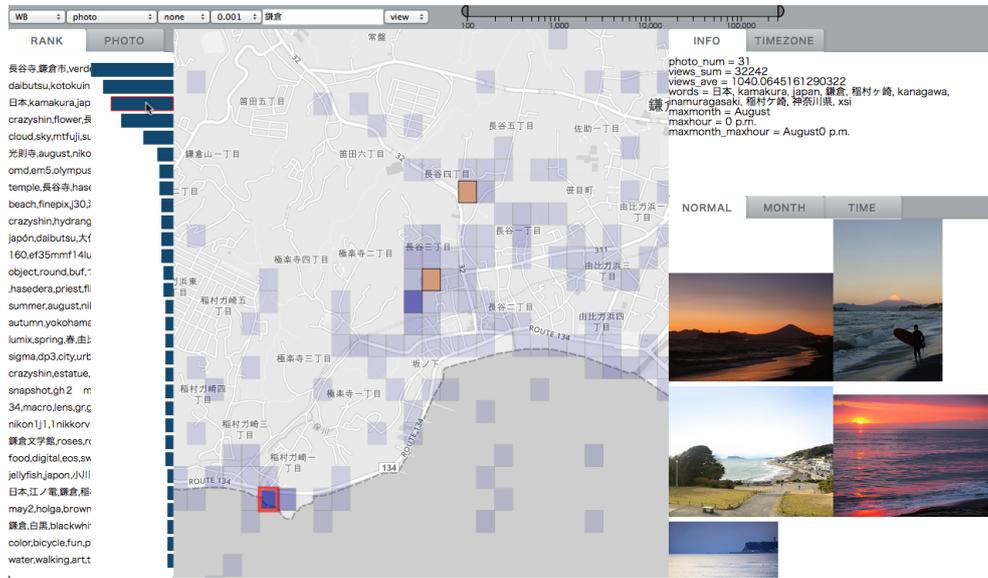


図 5.16: 高德院と長谷寺の周辺の撮影スポットをクリックした様子

こうして、週末の10月25日の土曜に、高德院、長谷寺、時間が余れば稲村ヶ崎を訪れることに決定した。

第6章 考察

本ツールは地図をベースに撮影スポットの候補を検索し、その情報を取得するという流れをスムーズに行えるように設計した。それにより、従来よりもスムーズに撮影スポットの選定を行えるようになった。

候補選択の段階においては、地図表示範囲内で撮影された写真のランキングが非常に有用であると感じた。地図表示範囲内で評価の高い写真を見付けることが出来るため、撮影スポットの人気度に関わらず、質の高い写真を見付けることが出来る。これにより、有名ではないが質の高い撮影スポットを見付けることができるようになったと感じた。

情報取得の段階においては、撮影された写真を月や時間別に分類して表示したことが非常に有用であった。撮影された写真の表示により、撮影スポットの外観が分かり、更に時間で分類することで、1年または1日を通じて、どのように撮影スポットの外観が移り変わっていくのかがよく分かるようになった。

比較選定の段階においては、メモリ機能が非常に有用であった。従来のツールで撮影スポットを選定する際は、撮影スポット候補の一覧とその位置関係を自分の一時記憶に頼る事が多かったが、メモリ機能を使うことにより記憶負担が軽減された。また、再度どのような撮影スポットであるか確認することが容易になった。

しかし、まだ改善すべき点は何点もある。1つは、本ツールは地理情報からの撮影スポット選定に特化していることである。例えば、紅葉の写真を撮りたいから紅葉の撮影スポットだけを表示するというような撮影対象に特化した撮影スポット選定や、今この時期に旬を迎える撮影スポットに訪れたいというような撮影時期に特化した撮影スポット選定は支援できない。

また、本ツールでは撮影スポットを地図ベースで検索することが可能であるが、鉄道や、道路網などの交通機関等を考慮した検索には対応していないため、撮影スポット間の時間的な距離情報は得難い。

第7章 結論

本研究では撮影スポットの選定を支援するツールを開発した。撮影旅行等に出かける際には、訪れる撮影スポットを選定する必要がある。その際、撮影者自身の条件を踏まえつつ、様々な撮影スポットの情報を取得し、比較する作業を行う。しかし、Webサイトや雑誌を用いてそれらの作業を行う事は非常に手間がかかり、また、撮影スポットの選定に重要な、写真のサンプルや、撮影時間の分布等の情報を得るのは難しかった。

本研究ではまず、撮影スポットの選定に必要な情報と手順をまとめた。また、選定手順に基づき撮影スポットを選定するためのツールのインタフェースを設計し、大規模写真データを元に、撮影スポット選定支援ツールを開発した。これにより、地図ベースでの撮影スポット検索、そして写真サンプルや撮影時間分布といった情報の容易な入手が可能になり、従来よりもスムーズに撮影スポットの選定が行えるようになった。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々に御世話になりました。ここに深く感謝の意を表します。

指導教員である三末和男先生には、適切な御助言と丁寧な御指導を頂きました。先生の御指導のお陰で、研究を進め、論文を執筆することが出来ました。心からお礼申し上げます。また、副指導教員である田中二郎先生をはじめ、志築文太郎先生、高橋伸先生には、ゼミを通じて貴重な御意見を賜りました。本当にありがとうございました。

インタラクティブプログラミング研究室の学生の皆様、とりわけ NAIS チームの皆様には、日々の研究における御意見、御指導は勿論、研究室生活全体を通じて、公私ともに大変お世話になりました。深く感謝致します。

最後に、大学進学之机を与えて下さり、温かく見守り続けてくれた家族に心より感謝いたします。

本研究の成果が皆様のご期待に沿うものかどうか甚だ疑問ではありますが、ここに重ねて厚く謝意を表し、謝辞といたします。

参考文献

- [1] L. Kennedy and N. Naaman. Generating Diverse and Representative Image Search Results for Landmarks. In *Proceedings of the 17th International Conference on World Wide Web (WWW'08)*, pp.297–306, 2008.
- [2] Qiang Hao, Rui Cai, Xin-Jing Wang, Jiang-Ming Yang, Yanwei Pang, and Lei Zhang. Generating location overviews with images and tags by mining user-generated travelogues. In *Proceedings of the 17th ACM International Conference on Multimedia (MM'09)*, pp.801–804, 2009.
- [3] Zhijun Yin, Liangliang Cao, Jiawei Han, Chengxiang Zhai, and Thomas Huang. Geographical Topic Discovery and Comparison. In *Proceedings of the 20th International Conference on World Wide Web (WWW'11)*, pp.247–256, 2011.
- [4] James Hays and Alexei A. Efros. IM2GPS: estimating geographic information from a single image. In *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2008.
- [5] Jingya Wang, Mohammed Korayem, and David J. Crandall. Observing the natural world with Flickr. In *Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW'13)*, pp.452–459, 2013.
- [6] Christian Sengstock and Michael Gertz. Latent Geographic Feature Extraction from Social Media. In *Proceedings of the 20th International Conference on Advances in Geographic Information Systems (SIGSPATIAL'12)*, pp.149–158, 2012.
- [7] David 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, 2009.
- [8] 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 and Exhibition on Computing for Geospatial Research and Application*, No.38, 2010.
- [9] Slava Kisilevich, Florian Mansmann, Peter Bak, and Daniel Keim. Where Would You Go on Your Next Vacation? A Framework for Visual Exploration of Attractive Places. In *Proceed-*

- ings of the second International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications and Services*, pp.21–26, 2010.
- [10] Motohiro Shirai, Masaharu Hirota, Shohei Yokoyama, Naoki Fukuta, and Hiroshi Ishikawa. Discovering Multiple HotSpots using Geo-tagged Photographs. In *Proceedings of the 20th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, no.4, pp.490–493, 2012.
- [11] Masaharu Hirota, Motohiro Shirai, Hiroshi Ishikawa, and Shohei Yokoyama. Detecting Relations of Hotspots using Geo-tagged Photographs in Social Media Sites. In *Proceedings of the Workshop on Managing and Mining Enriched Geo-Spatial Data (GeoRich'14)*, Article No.7, 2014.
- [12] 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 数理モデル化と応用*, Vol.5, No.3, pp.41–53, 2012.
- [13] 小関基徳, 熊野雅仁, 亀井貴行, 小野景子, 木村昌弘. 写真属性と画像特徴を用いたホット撮影スポット・アノテーション. *人工知能学会 インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会 第2回*, 2012.
- [14] Yuki Arase, Xing Xie, Takahiro Hara, and Shojiro Nishio. Mining People's Trips from Large Scale Geo-tagged Photos. In *Proceedings of the International Conference on Multimedia (MM'10)*, pp.133–142, 2010.
- [15] Xin Lu, Changhu Wang, Jiang-Ming Yang, Yanwei Pang, and Lei Zhang. Photo2Trip: Generating Travel Routes from Geo-Tagged Photos for Trip Planning. In *Proceedings of the 18th International Conference on Multimedia*, pp.143–152, 2010.
- [16] Huagang Yin, Xin Lu, Changhu Wang, Nenghai Yu, and Lei Zhang. Photo2Trip: An Interactive Trip Planning System Based on Geo-Tagged Photos. In *Proceedings of the 18th International Conference on Multimedia*, pp.1579–1582, 2010.