

# 経路推薦のための位置情報付写真データからの展望ポイントの抽出

三輪 和貴<sup>†</sup> 奥 健太<sup>†</sup> 服部 文夫<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 立命館大学情報理工学部

〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1番1号

E-mail: <sup>†</sup> {cc015066@ed, oku@fc, fhattori@is}.ritsumeai.ac.jp

**あらまし** 従来の経路ナビゲーション手法では、渋滞回避や最短経路など効率を重視したものが多く、一方で、旅行や観光などを目的としたナビゲーションにおいては、単に効率重視のものだけでなく、娯楽性も重視される。本研究では、娯楽性を重視したナビゲーションを実現するために、景観を考慮した経路推薦について検討する。特に、景観のうち、富士山など遠くから眺めることでも楽しむことができるようなスポット（遠望スポット）を抽出し、その遠望スポットを眺めることができる地点（展望ポイント）を抽出する手法を提案する。提案手法では、Panoramioなどの写真共有サイトから取得できる位置情報付写真データの空間的分布に着目し、その分布の特徴から遠望スポットおよび展望ポイントを抽出する。本稿では、提案手法について述べ、その妥当性を検証するために実データを用いて行った検証実験とその結果および考察を示す。

**キーワード** 経路推薦, ナビゲーションルート価値, 景観

## Extraction of a Viewable Point from the Photograph Data with location Information for Route Recommendation

Kazuki MIWA<sup>†</sup> Kenta OKU<sup>†</sup> and Fumio HATTORI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Information Science & Engineering, Ritsumeikan University

1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu-shi, Siga, 525-8577 Japan

E-mail: <sup>†</sup> {cc015066@ed, oku@fc, fhattori@is}.ritsumeai.ac.jp

**Abstract** There are a lot of researches of a route navigation that regards efficiency such as avoiding traffic congestion or finding the shortest routes. On the other hand, in navigation for a sightseeing tour, it is important to consider not only the efficiency but also amusement. In this study, we investigate route recommendation that considers landscapes in order to realize a navigation that regards the amusement as important. Particularly, we propose a method that extracts distant view spots, which are spots people can enjoy in the distant, and then extracts viewable points, which are places people can see the distant view spots. We focus on distribution of photograph data with location from photo-sharing sites such as Panoramio. Our method extracts the distant view spots and the viewable points based on their distribution. In this paper, we show experimental results using real data and discuss relevance of our method.

**Keyword** Route recommendation, Navigation, Landscape

### 1. はじめに

ナビゲーションシステムに関する研究が盛んに行われている。これまでのシステムでは、カーナビゲーションシステムにみられるように、最短経路探索や混

雑回避など、効率を重視したもの[1]が多い。一方で、旅行や観光などを目的としたナビゲーションにおいては、効率性よりも、娯楽性が重要視され、例えば景観を考慮したナビゲーションシステム[2]についても近年検討されてきている。

景観は、経路の魅力を表す一つの重要な要素であり、景観を考慮した経路探索を行うことで、ユーザにとって、より快適なナビゲーションを実現することが可能となる。河野ら[2]は、経路上から景観となり得るスポットがどの程度みえるかを表す可視率を定義し、この可視率に基づいてナビゲーションを行うシステムを提案している。このシステムでは、3次元地図データを用い、任意の地点から対象スポットが物理的にみえるか否かによって可視率を算出している。しかし、景観は人が観て楽しむものであり、物理的にみえるか否かというだけでなく、実際に人の目により景観の良さが判断された情報を用いる方法が望まれる。

一方、近年 Panoramio[3]や Flickr[4]などの写真共有サイトが普及している。このようなサイトでは、個人が撮影した写真データが膨大に登録されている。特に写真データに位置情報が付加された位置情報付写真データも膨大に存在する。

本研究では、景観の良い場所からは多くの人が写真を撮るという行為に着目し、写真共有サイトに投稿された位置情報付写真データから景観の良い地点を抽出する手法を提案する。抽出された地点を含む経路を推薦することで、観光などに適した経路の推薦が可能となる。

## 2. 関連研究

### 2.1 ナビゲーションシステム

効率重視のナビゲーション手法の一つとして栗山ら[1]の研究がある。各ユーザの希望巡回地点リストを基に各経路、各地点の混雑状況を予測し、各ユーザが帰着時間制約を満たしつつ可能な限り重要度の高い目的地を巡回できるよう調整を行う手法を提案している。

景観を考慮したナビゲーションシステムとして、河野らの研究[2]が挙げられる。河野らは任意の地域において Web の解析により人気のある観光地やスポットを推薦し、最も眺めの良い経路順にユーザに提示するシステムを提案している。ここでは地図上の3次元データを用いて景観の可視率を算出している。しかし、景観は人が観て楽しむものであり、物理的にみえるか否かというだけでなく、実際に人の目により景観の良さが判断された情報を用いる方法が望まれる。

佐々木ら[5]は経路自体の魅力を検討した経路情報推薦手法を提案している。経路情報推薦における利用者の要求を、ルート価値と道のりに基づいてモデル化し、過去の他のユーザが利用したルート情報から適切なルートを推薦する方式について提案している。しかし、ここでは、ルート価値を、そのルートを通る人の多さによってのみ定義しており、必ずしも、そのルー

ト価値に景観の良さが含まれているとは限らない。

### 2.2 写真データからのランドマーク抽出手法

位置情報付写真データからのランドマークの抽出手法として Crandall[6]らの研究が挙げられる。写真データが空間的に集中している地点にはランドマークが存在していると考え、その考えに基づき、ランドマークの抽出を行っている。しかし、本研究は景観の良い場所がランドマークの存在する場所というわけではなく、ランドマークを離れた地点からでも眺められ、楽しめることを特徴としている。また、離れた地点から眺めるようなスポットの場合、位置情報付写真データはそのスポットの位置を基準に広く分散しているため、異なるアプローチが必要である。

## 3. 写真データからの展望ポイントの抽出

富士山や東京タワーなどは遠くから眺めることでも楽しむことができる。本研究では、このような遠くから眺めて楽しむことができるスポットを遠望スポットと定義し、Web 上に公開されている位置情報付写真データの空間的分布に基づき、この遠望スポットを抽出する手法を提案する。つづいて、抽出された遠望スポットを実際に眺めることができる地点を展望ポイントとよび、その展望ポイントの抽出を行う。

本章では、まず遠望スポットおよび展望ポイントの定義を示した上で、本研究で用いるデータについて述べる。つづいてそれぞれの抽出手法について述べる。最後に、展望ポイントを経由地とする経路生成の方針を示す。

### 3.1 遠望スポットと展望ポイント

#### (1) 遠望スポット

本研究では、遠望スポットを、山やタワーなど、遠くから眺めて楽しむことができるスポットと定義する。遠望スポットの特徴として、多くの人がそのスポットを対象に写真を撮ることが挙げられる。また、位置情報付写真データの空間的分布に着目すると、そのスポットの近場だけでなく、遠方にも広く写真が分布している。

遠望スポットとして富士山を例に挙げて説明する。図1は Panoramio[3]により、キーワード「富士山」で検索を行った際に得られた写真データの分布を示している。図中の三角形は富士山の位置を示している。図1のように、富士山の近場だけでなく、富士山から離れた地点にも多くの写真が分布していることが分かる。これは、実際にこれら離れた地点から富士山が眺められることを意味しており、富士山は遠望スポットとして扱われる。

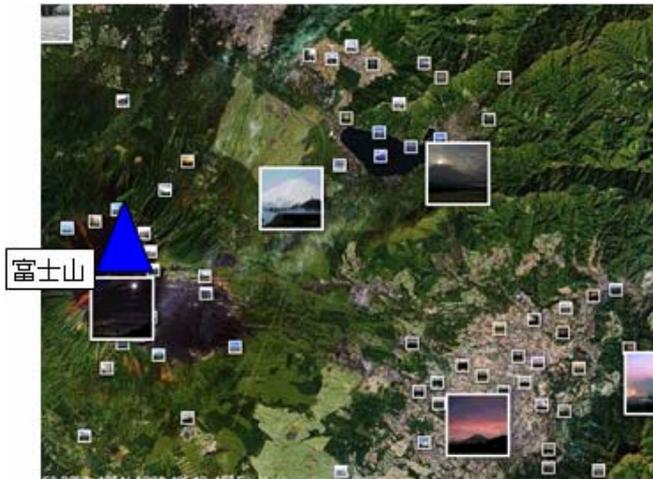


図1 「富士山」に関する位置情報付写真データの分布

遠望スポットか非遠望スポットかを判断するため、対象スポットに関する写真データ集合の重心と対象スポット自体の位置関係、およびその写真データ集合の重心からの距離の分散を考える。これら位置関係と分散の組み合わせとしては、図2および表1に示すように大きく4つのパターンが挙げられる。

このうち、パターンb, c, dに関しては、写真データが対象スポットから遠方にも分布しているため、対象スポットは遠望スポットとみなすことができる。一方で、パターンaに関しては、写真データ集合の重心と対象スポットとの距離が小さく、かつ写真データ集合の分散も小さいため、パターンaは遠望スポットとは判断できない。

## (2) 展望ポイント

展望ポイントとは、遠望スポットを実際に眺めることができる地点である。展望ポイントでは、多くの人が遠望スポットを対象に写真を撮ると考えられる。この考えに基づくと、展望ポイントは遠望スポットに関する写真データが密集している地点とみなすことができる。展望ポイントの例を図3中の円で示す。

## 3.2 遠望スポットと展望ポイントの抽出に用いるデータ

遠望スポットおよび展望ポイントを抽出するために、Web上に公開されている位置情報付写真データおよびスポットデータを利用する。

位置情報付写真データはPanoramio[3]やFlickr[4]などの写真共有サイトから取得できる。本研究では、Panoramioから取得できる情報のうち、以下の情報を用いる。

- ・写真のタイトル
- ・位置情報（緯度，経度）

位置情報付のスポットデータは、ドコイク?[7]など

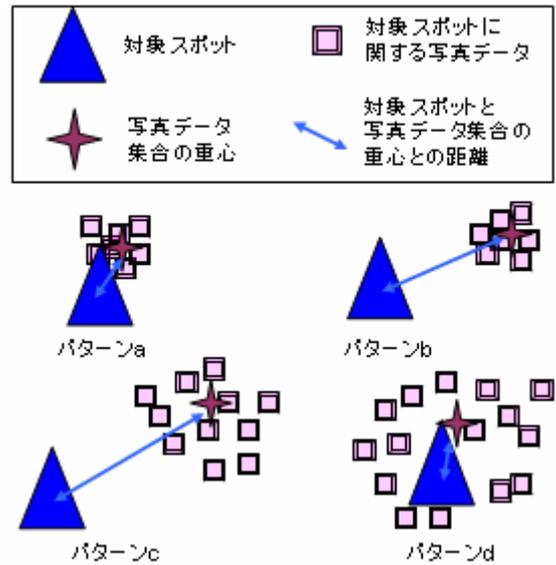


図2 対象スポットと対象スポットに関する写真データ集合の分布

表1 写真データ集合の重心と分散

パターン	写真データ集合の重心と対象スポットとの距離	写真データの分散
パターンa	小	小
パターンb	大	小
パターンc	大	大
パターンd	小	大

のスポット情報サイトから取得可能である。本研究では、ドコイク?から取得できる情報のうち、以下の情報を用いる。

- ・スポット名
- ・位置情報（緯度，経度）

## 3.3 遠望スポットの抽出手法

図4に遠望スポット抽出手順を示す。以下、その手順について述べる。

1) ユーザが指定した領域内に存在するスポットデータをドコイク?などのスポット情報サイトから取得し、各スポット名を得る。領域内に存在するスポットデータを  $s_i$  とし、そのスポット集合を

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\} \quad (1)$$

と表わす。ここで、 $n$  は領域内に存在するスポットの総数である。

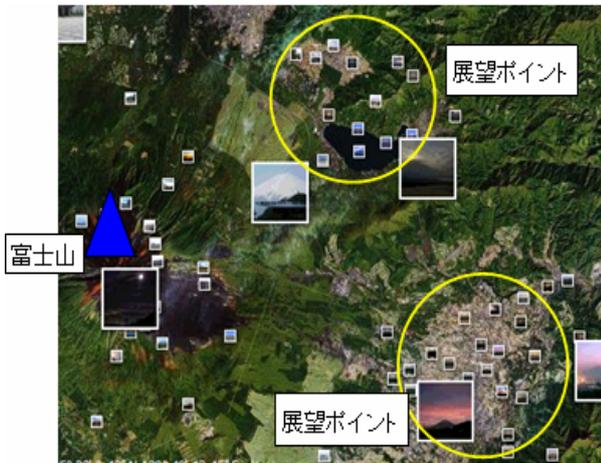


図3 「富士山」を対象とした展望ポイントの例



図4 遠望スポット抽出手法の手順(図の写真データは富士山をPanoramioによって検索したものである)

2) Panoramioなどの写真共有サイトから、対象スポット  $s_i$  に関連する写真データ集合を取得する。ここで、対象スポット  $s_i$  に関連する写真データとは、1)で指定された領域内に存在する位置情報付写真データのうち、写真のタイトルに  $s_i$  のスポット名を含むものとする。

対象スポット  $s_i$  に関連するとして取得された写真データを  $p_{ij}$  とし、その写真データ集合を

$$P_i = \{p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{im}\} \quad (2)$$

と表わす。ここで、 $m$  は取得された写真データの総数である。

3) 位置情報付写真データの集合  $P_i$  の重心および重心からの距離に基づく分散を求める。

ここで写真データ集合  $P_i$  の重心を  $G_i=(x_{ig}, y_{ig})$ , 分散を  $V_i$ , 対象スポット  $s_i$  の位置を  $L_i=(x_{il}, y_{il})$  とすると、3.1 節(1)で述べた遠望スポットの特徴に基づき、遠望スポットの判定の条件を次式のようにする。

$$\text{dist}(L_i, G_i) > \delta \quad (3)$$

$$V_i > \sigma \quad (4)$$

ここで、 $\delta$  および  $\sigma$  は、それぞれ遠望スポット判定のための閾値である。式(3), (4)のうち、いずれか一方を満たすと、対象スポットは遠望スポットと判定される。ただし、 $\text{dist}(L_i, G_i)$  は、対象スポットの位置  $L_i$  と写真データ集合の重心  $G_i$  との距離であり、次式により求められる。

$$\text{dist}(L_i, G_i) = \sqrt{(x_{ig}-x_{il})^2+(y_{ig}-y_{il})^2} \quad (5)$$

### 3.4 展望ポイントの抽出手法

3.1 節(2)で述べたように、展望ポイントは遠望スポットに関する写真データが密集している地点を指す。写真データが密集している地点を抽出するため、クラスタリング手法の一つである Mean-Shift 法[8]を利用する。

以下、Mean-Shift 法を用いた展望ポイントの抽出手順を説明する。

i)3.3 節 1)で指定した領域において、任意に指定した初期値を中心とした矩形領域(以下、ウィンドウとよぶ)を配置する。

ii)配置したウィンドウ内に存在する写真データ集合の重心  $W_g$  を求める。

iii)求めた重心  $W_g$  にウィンドウの中心を移動させる。その移動量を  $\Delta$  とする。

iv) $\Delta$  が十分小さくなるまで ii), iii)を繰り返す。

以上の手順で、最終的に求められたウィンドウの中心を展望ポイントとして扱う。ただし、展望ポイントは複数存在することが多いため、初期値をランダムに変えながら、上記手順を複数回行う。

### 3.6 展望ポイントを含む経路の生成

図5のように、抽出された展望ポイントを経由点とした経路を生成する。経路生成に関しては、既存の複数経路点を考慮した経路探索法(稲垣ら[9]など)を適用することができる。

また展望ポイントを全て含んだ経路を生成した場合、本来の最短経路から大幅に距離が増してしまう可能性がある。したがって、抽出された展望ポイントの

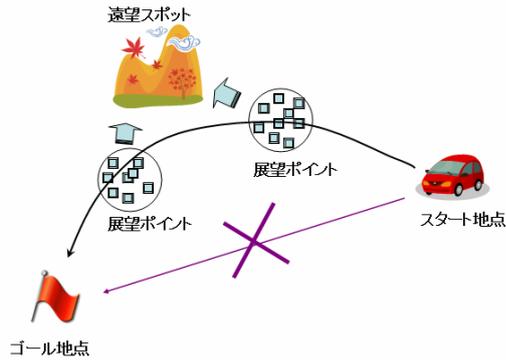


図5 展望ポイントを経由する経路の概念図

集合のうち、特にどの展望ポイントを経由点とするのが望ましいか、今後検討する必要がある。

#### 4. 実験と考察

本章では遠望スポットならびに展望ポイント抽出手法の妥当性の検証を行う。まず前章で述べた遠望スポットの定義について自分の予想を踏まえ、それと比較した実験を行っていく。そして結果をふまえ自分の予想の整合性、実験で新たに明らかになったことを考察していく。次に展望ポイント抽出について Mean-Shift 法を利用した実験を行っていく。

##### 4.1 実験準備

本実験では、位置情報付写真データとして、Panoramio[3]に膨大に登録されている位置情報付写真データを用いる。予め、Panoramio API により日本全国の写真データをダウンロードし、ローカルのデータベースに格納しておく。写真データに付与されているデータとして、写真タイトル、緯度・経度がある。また事前に、表2に示すように、実験対象スポットとして、日本全国のスポットの中から、遠望スポットおよび非遠望スポットを5個ずつ選んだ。

##### 4.2 実験方法

###### 4.2.1 遠望スポット抽出手法の妥当性の検証

表2に示した遠望スポットおよび非遠望スポットそれぞれに関連する写真データ集合を、Panoramio から取得した。各写真データ集合の重心と対象スポット間の距離、およびその写真データ集合の重心からの距離の分散をそれぞれ求めた。図6は、横軸を写真データ集合の重心と対象スポット間の距離、縦軸を写真データ集合の重心からの距離の分散としたときのグラフであり、そのグラフ上に各スポットをプロットしている。図中の黒丸が実際に遠望スポットとしたものであり、白丸が非遠望スポットである。

写真データ集合の分散が大きく、重心とスポット間の距離も大きいものとして富士山、琵琶湖が挙げられる。これらは写真データが広範囲に分散していること

表2 実験対象とした遠望スポットと非遠望スポット

遠望スポット	富士山, 東京タワー, 桜島, 琵琶湖, 瀬戸大橋
非遠望スポット	法隆寺, 洞爺湖, 屋久島, 利根川, 名古屋駅

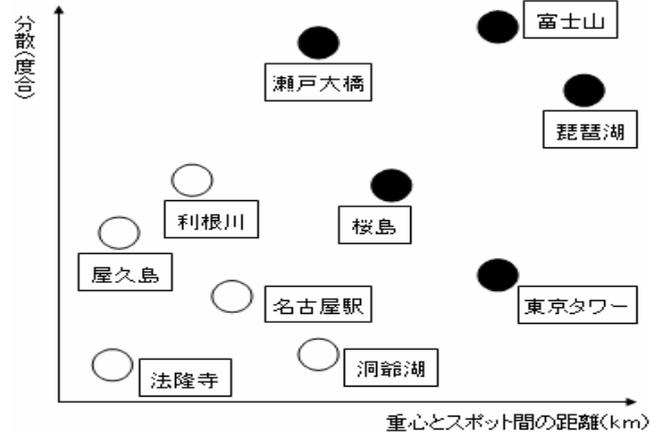


図6 スポット別‘分散’, ‘重心とスポット間の距離’の散布図

が分かり、遠望スポットとして判定することができる。

分散が大きく、重心とスポット間の距離が小さいものとして瀬戸大橋がある。また、分散が小さく、重心とスポット間の距離が大きいものとして、東京タワーが挙げられる。一方で、非遠望スポットである、法隆寺、名古屋駅、屋久島などに関しては、分散も小さく、重心とスポット間の距離も小さいことが分かる。

以上の結果から、3.3 節で述べた遠望スポット抽出手法により遠望スポットの抽出が可能であるということが示唆された。ただし、式(3)および式(4)に適用する各閾値  $\delta, \sigma$  の求め方については今後検討する必要がある。

###### 4.2.2 展望ポイントの抽出手法

展望ポイントの抽出にあたり、富士山を例に挙げ説明する。次に抽出手法の手順を書く。

- (i) Panoramio から富士山に関する写真データを抽出する。
- (ii) ウィンドウ幅  $b$  の  $N$  個のウィンドウを富士山周辺の一定矩形領域上に配置する。
- (iii) Mean-Shift 法を用い、写真データが密集している地点を見つける。

今回は図7のように、遠望スポットとして富士山を例に、展望ポイントの抽出を行った。図7から分かる



図7 Panoramio 写真データと平均値の照合

ように、写真データが集まっている地点が展望ポイントとして抽出されていることが分かる。

今後は、抽出された展望ポイントを経由地とした経路探索手法について検討し、遠望スポットを景観とした経路推薦手法を確立する。

## 5. まとめ

本研究では、写真共有サイト (Panoramio) によって得られた位置情報付写真データを利用し、遠望できるスポット「遠望スポット」、またそれを眺めることのできる地点「展望ポイント」の抽出手法を示した。

実験対象とした遠望スポット5個および非遠望スポット5個に対し、遠望スポット抽出手法および展望ポイント抽出手法を適用したところ、それぞれ遠望スポットおよび展望ポイントの抽出が可能であるということが確認できた。

ただし、遠望スポット判定のための閾値については、今後対象スポットを増やし、検討していく。また、展望ポイントを経由地とした経路探索手法について検討し、遠望スポットを景観とした経路推薦手法を確立する。また本研究では写真データとして Panoramio から得られたデータを利用しているが、Flickr など他の写真共有サイトの利用も検討に入れる。

## 参考文献

- [1] 栗山恭嘉,村田佳洋,柴田直樹,安本慶一,伊藤実:将来の混雑状況予測に基づく混雑回避巡回スケジューリング手法の提案,情報処理学会研究報告, vol. 2007, no. 28, pp. 63-70, March 2007
- [2] 河野亜希,谷村孟紀,崔楊,河合由起子,川崎洋:景観を考慮したドライブナビゲーションシステムの検討,情報処理学会インタラクシオン 2007

- [3] Panoramio, <http://www.panoramio.com/>
- [4] Flickr, <http://www.flickr.com/>
- [5] 佐々木智,小林亜樹:経路情報共有による利用者の多様な要求に応えるための経路情報推薦の提案,DEIM forum 2009 D5-2, 2009.
- [6] David Crandall,Lars Backstrom, Daniel Huttenlocher and Jon Kleinberg : Mapping the World's Photos, www 2009 MADRID!, 2009.
- [7] ドコイク?, <http://www.doko.jp/>
- [8] Drin Comaniciu, et al.:Real-Time Tracking of Non-Rigid Objects using Mean Shift, IEEE CVPR,
- [9] 稲垣潤,長谷川美紀,北島秀夫:遺伝的アルゴリズムを用いた複数経由点を伴う経路探索法,電子情報通信学会論文誌 2000/5 Vol.J83-D-I No.5, 2000.