

# 位置ソーシャルサービス上の画像-テキスト間写像を利用したスポット情報拡張と推薦被覆率向上

大東 祐太<sup>1,a)</sup> 延原 肇<sup>1</sup> 横石 圭介<sup>2</sup>

**概要:** ユーザの現在地を利用した網羅性の高いスポット情報推薦を、ソーシャルサービス上から取得したスポット群 (店舗・観光地・公共施設など) と、ユーザの行動履歴から抽出する嗜好に基づき実現する。ここでは、ソーシャルサービスのスポット関連情報にテキスト投稿が少ないため、スポット自体の特徴づけ、またユーザのスポット訪問履歴を利用したプロファイリングが難しいことが問題となる。この問題を解決するために、テキストに比べて画像の投稿が圧倒的に多いという、位置ソーシャルサービスの特徴を利用する。この提案手法では、スポットに投稿された画像群からそれぞれ特徴ベクトルを算出し、スポットの特徴量として、ユーザ行動履歴から訪れたスポットの特徴量に基づいてユーザプロフィール定義する。さらに、スポットに投稿されているテキストから抽出した特徴語とスポット特徴量、それぞれから変換できる写像を構成する。ユーザの履歴として訪問スポットが蓄積されれば、それらのスポットの画像から特徴量を抽出し、構成した写像を利用して特徴語に変換し、その出現頻度などから、当該ユーザの特徴語を抽出することができる。提案手法におけるスポット推薦は、ユーザの現在地を入力とし、これに対して候補となる周辺スポットの特徴量とユーザプロフィールとしての特徴の類似度を算出し順位付けを行うことで実現する。評価実験では、任意の1つのスポットとその特徴語と画像を指定した時に、同一特徴語をもつスポットの類似度が全体の内でも上位になることを確認する。本研究の展開によって、テキストよりも画像が多く付与されているようなサービスを利用した情報推薦において、推薦の被覆率を向上させることができる。

**キーワード:** 情報推薦, 位置情報サービス, スポット情報拡張

## An Extension of Location Information in Social Service and Construction of Text-Image Mapping and their Application to Coverage Improvement of Recommendation

YUTA OHIGASHI<sup>1,a)</sup> HAJIME NOBUHARA<sup>1</sup> KEISUKE YOKOISHI<sup>2</sup>

**Abstract:** To achieve local location recommendation based on user's current position obtained by smart phone GPS and various locations (such as stores, tourist site, and venues) on social service, an extension of location information is proposed by using images submitted to the locations. In the location recommendation, it is quite difficult to characterize the location and users profile, because the posted texts in the social services are small in general. This paper presents the translation of images to Bag of visual words to use them instead of text information of each location. The number of images submitted to location is enough for characterize the feature of location and profile of users. Through the evaluation experiments, it is confirmed the effectiveness of the proposed method, especially, increase the coverage of recommendation.

**Keywords:** recommendation, location service, information expansion

<sup>1</sup> 筑波大学  
University of Tsukuba  
<sup>2</sup> 株式会社サイバード

CYBIRD Co.,Ltd.  
<sup>a)</sup> oohigashi@cmu.iit.tsukuba.ac.jp

# 1. はじめに

現在、多くの人々が携帯しているスマートフォンのGPS機能、位置情報を利用したサービスが普及している [9]. これらのサービスでは、ユーザの現在位置情報を利用し、それにあわせて周辺のお店や、観光スポット等を検索することができる。よって、従来の住所入力や駅をヒントに検索する方法と比べて現在地からの検索効率は向上する。一方で、都心などの地域では推薦候補となるスポットが多すぎるため、ユーザの嗜好にあわせてスポットを効率的に絞り込むことができるような推薦の技術が必要である。

現在、著書らはユーザの生活の行動履歴を自動で記録するための、ライフログアプリケーション、FourDiary [1] をリリースしている。このアプリケーションでは、ユーザが位置情報を取得可能な端末を持ち歩くことで、その中に日々の生活の中での移動し、訪れた場所の情報が自動的に記録する (図 1).



図 1 FourDiary[1] のタイムライン

位置情報の他にも端末で撮影した位置情報付きの写真に基づき、ユーザが訪れた場所の記録を行うことができる。このライフログアプリケーションの特徴として、位置情報を自動的に取得することで、ユーザが意識することなく、訪問先の履歴を獲得・記録できることが挙げられる。また、ユーザの位置情報に合わせて、位置情報を利用したソーシャルサービス上のスポット、地域関連ニュース、マイクロブログなどの多様なコンテンツを推薦できる点も挙げられる。

本研究では、FourDiary の複数種類の推薦機能のうち、携帯の位置情報を利用したスポット情報推薦に着目する。スポット情報推薦では、Foursquare[2] などのソーシャルサービス上から取得したスポット群 (店舗・観光地・公共施設など) を、ユーザの行動履歴にあわせて情報推薦を行う。ここで問題となるのは、それらのスポット関連情報に投稿されているテキストが少ないため、スポット自体を特

徴づけることが難しいこと、同様に、ユーザの嗜好を抽出する履歴に関しても、スポットの関連情報に依存するため、テキストの不足および精度の高いプロファイリングが難しいことである。この問題を解決するために、テキストに比べて画像の投稿が圧倒的に多いという位置情報ソーシャルサービスの特性を利用したスポット情報推薦手法を提案する。

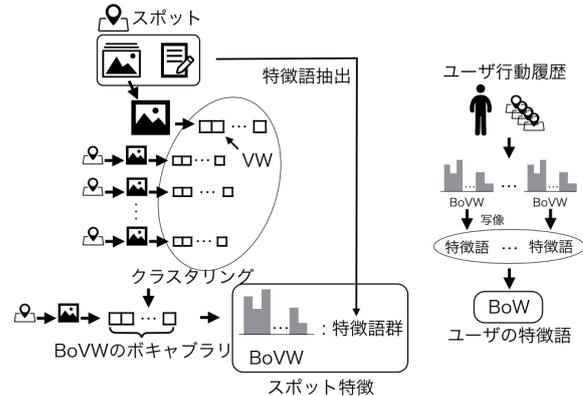


図 2 提案手法の概要 (スポットとユーザの特徴づけ)

提案手法では、まず豊富な画像群に対し、Bag of Visual Words (BoVW) [8] としての画像特徴量を抽出し、テキストの代わりに用いることでスポット情報拡張を行い、精度の高いプロファイリングおよびスポット推薦を行う。スポットに投稿されたサイズの異なる画像群を教師データとして利用、これらから SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) 特徴量を算出し、それらに対して K-means クラスタリングを行い、各クラスターのセントロイドを Visual Words (VW) として定義し、VW のボキャブラリーを構成する。一枚の画像から平均 1500 個程度の SIFT 特徴量が得られるため、1000 枚の画像の全 SIFT 特徴量からそのまま BoVW を構成すると、1,500,000 次元にもなる。そこで、K-means クラスタリングを行うことで、膨大になる VW の量を削減し最終的な BoVW の次元数を K 次元以下に削減する。各スポットには、複数の画像が投稿されており、これらの SIFT 特徴量を算出、VW のボキャブラリーの中で最も類似する VW で置き換え BoVW を構成し、当該スポットを特徴づける情報とする。ユーザ側の嗜好のプロファイリングに関しても、ユーザの移動履歴としてスポット情報が利用できるため、これらのスポットの画像の BoVW を集約することで、当該ユーザの嗜好を表現する BoVW を構成できる。さらに、Foursquare のスポットのうち、同一スポットに対してテキストと画像の両方が投稿されている場合に、その特徴語 (テキスト情報) と BoVW が対応すると仮定し、それぞれから変換できる写像を構成する。ユーザの履歴として BoVW が蓄積された際に、構

成した画像を利用し特徴語に変換し、その出現頻度などから、当該ユーザーの特徴語を抽出することができる。

提案手法におけるスポット推薦は、ユーザーの現在地を入力とし、これに対して候補となる周辺スポットの BoVW とユーザープロフィールとしての BoVW の類似度を算出し順位付けを行うことで実現する。評価実験では、Foursquare の飲食店カテゴリに属するスポットの情報を収集し、各スポットの関連情報として、テキストの Tips とサムネイルとして利用されている画像を用いて評価用のシステムを構築した。実験の手順として、1. 任意のスポットを指定した際に、そのスポットに付与された複数の特徴語のうち1つを選択、2. 同一の特徴語を持つスポットの画像の BoVW との類似度を算出、3. 推薦対象のスポットがもつ画像すべての中の順位を算出し、4. 同一の特徴語を持つスポットの画像が上位になることを確認する。本研究の展開によって、Foursquare のほかにも、同様な特性をもつ、すなわちテキストよりも画像が多く付与されているようなサービスを利用した情報推薦において、推薦の被覆率を向上させることができる。

第2章では、位置情報に基づく推薦に関連する研究および、それらの課題について述べる。第3章では、その問題を解決するために提案する画像特徴による情報拡張を用いたスポット情報推薦の手法について述べる。第4章では提案手法の有効性を確認するためにスポットの特徴語と画像特徴量の関係性があるか否かを検証し、5章で結論を述べる。

## 2. 関連研究

GPS を利用したユーザーの行動履歴に基づく情報推薦では、協調フィルタリングやトピックモデル、GPS による軌道のマイニング等が用いられている。

### 2.1 協調フィルタリング [5]

篠田らの位置情報を用いた行動履歴に基づく行動ナビゲーションの研究 [4] では協調フィルタリングを用いた推薦を行っている。ここで用いている協調フィルタリングでは潜在的な興味を予測して推薦するため、ユーザーが持っている嗜好とはことなるジャンルのスポットも検索対象に含まれ、意外性のある推薦が期待できる。その反面ユーザーから評価されていないスポットは推薦の対象にできないため、被覆率を高くできない。また、ユーザーがどのような嗜好を持つか考慮せずに推薦を決定するため、選択理由が不明瞭になってしまう。

### 2.2 トピックモデル [3]

トピックモデルではコンテンツの特徴を潜在トピックとして学習し、同時にユーザーがどのような嗜好をもつか潜在トピックの選択確率として学習する。ユーザーがどのような

嗜好を持っているためにどのようなコンテンツを選択するかが明確になり、ユーザーに提示することでフィードバックを得ることができるといったメリットがある。

倉島らの研究 [3] ではトピックモデルを応用し実空間の位置関係も考慮したジオトピックモデルを採用し情報推薦を行っている。ジオトピックモデルでは現在位置を入力として、ユーザーの嗜好にあった推薦を行うことができる。この手法の評価では予め位置情報付き写真にタグ付けがなされていることが前提で、スポット情報サービスで扱われる、スポットの情報にユーザーからのテキストの投稿が無い限り、その情報を用いることができないため、被覆率が下がってしまう。

### 2.3 GPS による軌跡のマイニング [6]

一定間隔毎に記録した位置情報の記録からユーザーの次の行動を予測する。この手法では旅行先の王道ルートを提案したり、ある行動に起因する短期的な行動予測に基づく推薦をおこなう。この手法は本提案手法に類似しているが、周辺スポットの特性を考慮し、推薦の選択肢を広くすることで多様性を確保し、さらにデータが疎になることで被覆率 (=推薦するコンテンツとして評価可能なアイテムの割合) が下がってしまう問題も緩和している。

常時 GPS ログをとることをユーザーは嫌うため、Four-Diary で扱うような、ユーザーが訪問した先の履歴のみ利用する場合、軌跡が利用できず、行動の予測がたてられない。

### 2.4 画像の自動タグ付け

画像中の物体を認識して、自動でタグ付けを行う研究がされている [10][11]。これらの手法では、画像中の物体とその名称を学習したうえで、対象画像にタグ付けをおこなう。一方、本研究では扱うコンテンツは様々な地域で撮影された位置情報と紐付く画像である。ユーザーが好みのスポットを探す場合、例えば、ラーメン屋を求めていた時、ただラーメンを提示するより、どのようなラーメンを推薦するかが必要になる。そのため、画像に対してタグ付けをした語ではユーザーの嗜好に合わせた粒度で推薦ができない。

そこで本研究では、スポットの特徴としてユーザーに投稿された画像と、テキストを用いる。テキストがない場合でも推薦できるように画像特徴量でユーザープロフィールとの評価を行う。また、スポットの画像と、投稿されたテキストの特徴語群とを関連付けておき、ユーザーの行動履歴が蓄積された段階で、テキスト情報のないスポットからもユーザーを表す特徴語を得ることを目的としている。

### 2.5 本研究着手の動機

上述で示したような従来のさまざまな推薦手法ではスポットを特徴付けるためのタグかテキスト、あるいは、膨大なユーザーの行動履歴が必要となる。本研究では Foursquare

などの位置ソーシャルサービス上から取得したスポットと、ユーザの行動履歴から嗜好を抽出する。しかし、スポット関連情報にテキスト情報が少ないため、スポットを特徴づけることが難しい点を解決しなければ、精度の高い推薦を行うことができない。そこで、本研究ではテキストの代わりに、膨大に存在する画像を用いて、スポットの情報拡張を行い、特徴づけを行うことで精度の高い推薦を可能にする。また、ユーザへの明示的な嗜好ラベルのフィードバックを得るために、テキストと画像の両方をもつスポットに基づく、画像特徴量と特徴語の写像を構成する。

### 3. 提案手法

提案する画像特徴による情報拡張を用いたスポット情報推薦の流れを図3に示す。

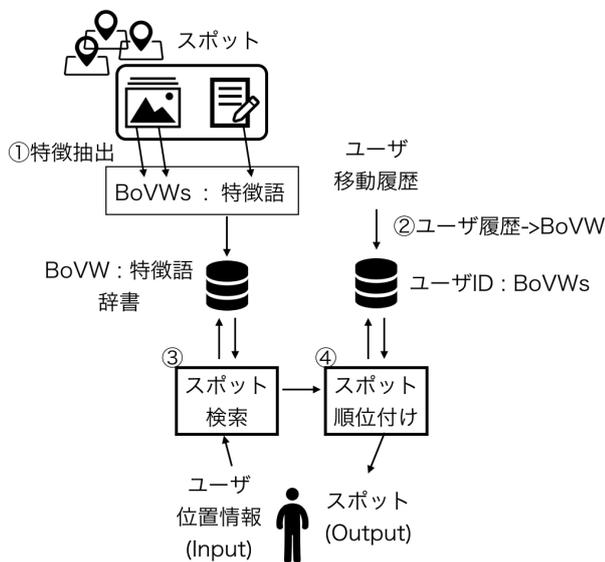


図3 提案手法の流れ

提案手法ではまず、事前にスポットに投稿された画像から BoVW を抽出、テキストから特徴語を抽出し、それぞれ紐付けた状態でデータベースに保存しておく。ユーザのプロファイリングは訪れたスポットの画像から抽出した BoVW の集合として保存される。推薦システムの入力としてユーザの位置座標が与えられ、その位置情報に基づき、データベースから、付近のスポットを検索する。得られた複数のスポットの中で、ユーザのプロファイルの BoVW とスポットが持つ BoVW 間で類似度を算出し順位付けを行う。順位の高いものほど、当該ユーザの嗜好に相当であると判断し、出力のスポットとして採用する。

#### 3.1 画像特徴による情報拡張を用いたスポット情報推薦

ニュース記事のようなテキストデータを扱う推薦モデルではテキストマイニングによりニュース記事を特徴ベク

トル化し、ユーザが好みを示したのからプロファイリング、推薦するコンテンツの評価が行われる。ベクトル化する手法として、テキスト文書中に存在する単語の出現頻度のヒストグラムのベクトルで表現する bag-of-words(BoW)モデルが情報推薦において多く用いられている。このテキストマイニング手法を画像の視覚的内容の解析に応用した手法が Bag-of-Visual-Words(BoVW)[8] モデルである。BoVW モデルでは単語に代わる視覚的要素として、局所記述子を用い、記述子の典型例を作成する。画像中の記述子を典型例で当てはめていくことで画像が表現されていると考える。この一つの典型例をビジュアルワードと呼び、ある一つのシステムのモデルで使用する典型例の集合をビジュアルボキャブラリと呼ぶ。また、ユーザによって投稿される画像はサイズ、解像度等のフォーマットが統一されていないため、画像中に存在する記述子のヒストグラムでモデル化できる BoVW を採用する。

提案手法では、各スポットに対してユーザにより投稿された画像郡を教師データとして利用し、全画像から SIFT 特徴量を算出し、K-means クラスタリングを行い、各クラスターのセントロイドを VW として定義し、VW のボキャブラリを構成する (図5)。

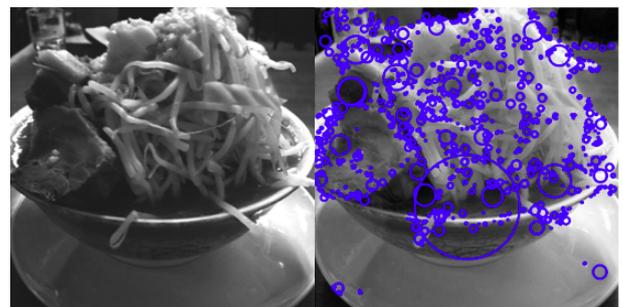


図4 SIFT 特徴量抽出の一例

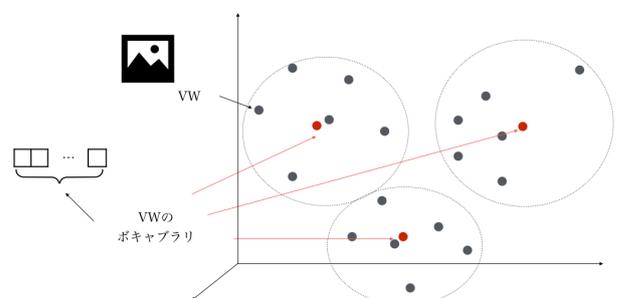


図5 クラスタリングによる VW のボキャブラリの構成

よってビジュアルボキャブラリのサイズは指定するクラ

スタ数に依存する。SIFT 特徴量はスケール、回転、明度、ノイズに対してロバスト性のあり [7]、画像に写っている物体の特徴を抽出するための局所特徴量として適している (図 4)。

#### スポット情報拡張

推薦対象スポットの各画像の特徴を表す BoVW を得るために、画像から SIFT 特徴量を算出、VW のボキャブラリーのうち、もっとも類似する 1 つをベクトルのユークリッド距離で算出し、その VW を割り当てて VW のヒストグラムをとり BoVW を構成する。各スポットの投稿画像は 1 つとは限らないため、スポットを表す BoVW は複数存在する。

#### ユーザの嗜好のプロファイリング

ユーザの嗜好のプロファイリングも移動履歴としてもつスポットの情報を利用し、当該スポットの画像の BoVW を集約し、ユーザの嗜好を表現する BoVW の集合を構成する。

#### 画像-特徴語写像の構成

Foursquare のスポットのうち、同一スポットに対してテキストと画像の両方が存在する場合、そのテキスト情報の特徴語が BoVW と対応すると仮定し、それぞれから相互に変換できる写像を構成する。BoVW から参照する場合は、その BoVW をもつスポットの複数の特徴語が引用され、特徴語から参照する場合は、その特徴語をもつスポットの複数の画像の BoVW が引用される。

ユーザの履歴によりプロファイリングする際にはコールドスタート問題が指摘される。新規ユーザの場合は行動履歴が蓄積されておらず、画像によるユーザのプロファイル定義が行えないため、適切な推薦を提示する事ができない。そこで、近年主流になってきているソーシャルアカウントによるログインから得られる、各サービスで投稿されているテキストデータからユーザの特徴語を抽出し、画像-特徴語間写像に基づき特徴語から BoVW に変換することで初期プロファイリングを行うことが可能になる。

また、ユーザのプロファイルがうまくなされているかを判断するために、明示的なフィードバックを必要とする事がある。その際に、画像-特徴語間写像を用いてユーザの BoVW から特徴語に変換することでユーザに提示することが可能になる。特徴語をもつスポットはそのまま対応付けができるが、テキストデータを持たないスポットも多く存在する。そこで、特徴語を持たないスポットは BoVW に基づき、最も近いスポットの特徴語を引用することで、対応する特徴語を決定する。得られた特徴語のうち最も頻度の高いものから優先的に、ユーザプロファイルを表す語として提示する。

### 3.2 BoVW に基づくユーザプロファイリングおよびスポット推薦

提案手法の応用としてユーザ位置情報に基づいた、ユー

ザの嗜好に類似するスポットの推薦手法について述べる。

ユーザがあるスポットに訪問し他のスポットへの推薦を必要とするタイミングで、現在地周辺に存在する画像群の BoVW とユーザのプロファイルの BoVW 間でユークリッド距離を計算し、その逆数でスコアリングし、その合計値によってスポットのランキングを決定する。推薦はランキングに基づき上位の者から優先的にユーザに対して提示する。

推薦対象となる  $N$  個の  $i$  番目のスポット  $s_i$  の集合を  $S = \{s_i | i = 1, \dots, N\}$ 、全  $M$  人の  $m$  番目のユーザ  $u_m$  の集合を  $U = \{u_m | m = 1, \dots, M\}$  と表現する。 $i$  番目のスポットは Tips から抽出された特徴語の集合と、画像から抽出された BoVW の集合をもち、 $s_i = \{F_i, V_i\}$  と表現する。特徴語の集合は  $F_i = \{f_1^{(i)}, \dots, f_K^{(i)}\}$  で、BoVW の集合は  $V_i = \{v_1^{(i)}, \dots, v_L^{(i)}\}$  で表す。各ユーザ  $u_m$  の行動履歴は  $h(u_m)$  で表し、ユーザのこれまでに訪れたスポットの集合は

$$h(u_m) \in S^{|h(u_m)|}, \quad (1)$$

$$|h(u_m)| \in Z^+, \quad (2)$$

で表す。ここで  $|h(u_m)|$  は  $h(u_m)$  の濃度を表す。

ユーザ  $u_m$  に対する、スポット  $s_i$  の一つの BoVW である  $v_l^{(i)}$  の評価値は以下のように求める。

$$Score_{v_l^{(i)}} = \sum_{k=1}^{|h(u_m)|} \sqrt{|v_l^{(i)} - RepV(h(u_m)[k])|^2} \quad (3)$$

$$RepV(s_i) = v_1^{(i)} \quad (4)$$

ここで、 $RepV$  はスポットのサムネイルに使用されている、代表画像の BoVW を出力する関数である。この評価値を対象スポットの全画像の BoVW に対して算出し、逆数の平均値でランキングする。ランキングに基づきサービスの推薦枠に合わせて優先的にユーザに対してスポットの提示をする。

$$RankScore_{s_i} = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^N \frac{1}{Score_{v_l^{(i)}}} \quad (5)$$

テキストのないスポットの画像に対し、特徴語を付加する場合、対象スポットの BoVW とその他の特徴語をもつスポットの BoVW で距離を計算し、距離の小さい順に  $r$  件分のスポットの特徴語から作られるベクトル BoW の平均値を対象スポットの BoW として定義し、ベクトルの高い値を対象スポットの特徴語とする。

## 4. 評価実験

提案手法によるスポット情報拡張の有効性を確認する他、類似度および類似度ランキングを指標とした定量評価を行う。ソーシャルサービスの 1 つである Foursquare の飲食店カテゴリに属するスポットの情報 17,834 件を収集し、各

スポットの関連情報として、テキストの Tips を最大 5 件、画像をサムネイルに利用されている代表画像 1 枚を用い評価用のシステムを構築した。スポットを構成する情報において、1 スポット辺りの Tips の平均投稿数は 2.7 件、文字数にして平均 88.2 文字となりテキスト量の少なさが確認できる。これに対して画像は、1 スポット辺りの投稿数が 41.3 件と豊富である。また、Tips が 1 件もないスポットは約 4 割であるのに対して画像が 1 件もないスポットは 1 割弱であるため、画像を用いることで被覆率を向上できる。

VW は処理時間を短縮するために、訓練用の 1/10 に画像データを間引いた上で各画像のもつ全 SIFT 特徴量約 2,500,000 個を収集、クラスタ数 1,000 として K-means クラスタリングを行って VW のボキャブラリを作成する。このボキャブラリを用いて全画像の BoVW を構成し、特徴語と関連付けてデータベースに評価用のデータを用意する。本実験では特徴語を形態素解析で得られた名詞の単語をスポットのもつ特徴語群とした。

評価用のデータセットを準備した後以下の手順で評価を行う (図 6)。

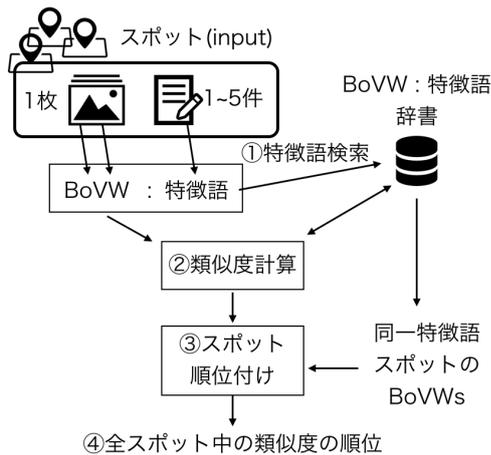


図 6 評価の流れ

- (1) 任意のスポットを指定した際に、そのスポットに付与された複数の特徴語のうち 1 つを選択
- (2) 全てのスポットの画像の BoVW との類似度を算出
- (3) 推薦対象のスポットがもつ全ての画像中の順位を算出
- (4) 同一の特徴語をもつスポットの順位を算出、上位に出現しているか否かを評価

スポットに投稿される画像は、例えば店舗の様子であったり、提供された商品の画像であったりと様々であるため、いずれかの画像の BoVW との類似度が高ければ推薦すれば良いと考えられる。そのため、同一特徴語をもつスポットの順位評価基準として、最も類似した BoVW をもつスポットの順位を確認した。

飲食店の商品の特徴を表す単語 20 件で評価を行い結果として、それぞれ得た順位を表 1 に示す。

ほとんどのクエリにおいて順位が全体の 1% 以内に収まっており、良い結果のように思われる。

表 1 検索特徴語と同一特徴語をもつ最小順位スポット画像がランキングされる順位と全体数との割合

特徴語	割合 [%](順位)	特徴語	割合 [%]
タイ	0.044(8)	インド	0.050(9)
台湾	0.336(60)	定食	0.056(10)
洋菓子	0.375(67)	野菜	0.241(43)
魚介	1.020(182)	豚骨	0.678(121)
味噌	0.33(59)	醤油	0.132(236)
二郎	0.016(3)	つけ麺	0.364(65)
担々麺	0.639(114)	チャーシュー	0.706(126)
そば	0.695(124)	チャーハン	0.089(16)
ハンバーグ	0.117(21)	オムライス	0.280(50)
カルピ	0.829(148)	あんみつ	0.986(176)



図 7 左:「二郎」のクエリ画像, 右:類似度 3 位の画像



図 8 左:類似度 1 位の画像, 右:類似度 2 位の画像

実際にどのようなスポットの画像が上位になっているのか、特徴語「二郎」を例に確認する。入力されたスポットがもつ「二郎」を特徴語として検索してヒットするスポットの画像を収集しておく。入力スポットの代表画像を基準として、その他の全スポットがもつ全ての画像との類似度を算出、順序付けを行う。収集して置いた同一特徴語をもつス

ポットの画像が何位に属するか算出する。その結果、図7左の画像をクエリとした時の最もスコアの低い同一特徴語をもつポットの画像が、図7右の画像で、順位は3位であった。2, 3位の画像はそれぞれ図8の画像となった。これらの画像を比較して見ると、3位の画像は明らかに「二郎」系のラーメンの画像である。2, 3位はそれぞれパスタ、寿司の画像であるが、上部にトッピングが乗っており、似たような見た目をしていることも確認できる。そのため、類似度として近い値になり、本来上位に来るべき画像よりも近い類似度を示している。写真では色合いで、大きな差異があるが、現在はグレースケールでの画像特徴量を用いているため、色情報を用いることでより精度が向上することも考えられる。

## 5. おわりに

本稿では画像特徴による情報拡張を用いたスポット情報推薦のモデルを提案した。提案手法では、スポットの関連情報としてテキストが少なく、代わりに画像が多く投稿されているようなサービスにおいて、スポットの特徴づけやユーザプロファイリングが困難になる問題を解決できる。また、テキストに基づく特徴づけの場合、推薦対象として扱うことのできなかったスポットでも、画像が存在しさえすればその画像に基づいて特徴づけができるため、推薦の被覆率も向上することができる。

評価実験では画像特徴量に基づく全スポット間の類似度評価を行い、同一特徴語をもつスポットが上位に含まれていることが確認できたため、提案手法の有効性を確認することができた。また、この実験では色情報を扱わないSIFTでの特徴抽出を用いたが、実際に類似度が高く評価された画像を確認した結果、色情報の重要性が確認できた。今後は画像中の色情報も共に扱うことで更なる精度向上が期待できる。

主観評価実験として、被験者に実際にシステムを通して提示されたコンテンツと、履歴に基づいて想起された特徴語の評価を通して有効性を検証したい。また、FourDiaryのサービス上で多数のユーザによるコンテンツに対する、コンテンツのタップや、行動履歴への影響等のアクションに基づいた評価も行い更なる有効性を検証したい。

## 参考文献

- [1] FourDiary, available from (fourdiary.com).
- [2] Foursquare, available from (foursquare.com).
- [3] 倉島健, 岩田具治, 星出高秀, 高屋典子, 藤村孝”行動範囲と興味の同時推定モデルによる地域情報推薦”情報処理学会論文誌 Vol.6 No.2 pp30-41(Mar. 2013)
- [4] 篠田裕之, 竹内亨, 寺西裕一, 春本要, 下條真司: ”行動履歴に基づく協調フィルタリングによる行動ナビゲーション手法”
- [5] 神島敏弘”推薦システムのアルゴリズム 第6章 嗜好の予測 pp34-42”(2014)

- [6] Daniel Ashbrook, Thad Starner ”Using GPS to Learn Significant Locations and Predict Movement Across Multiple User” Personal and Ubiquitous Computing Vol.7 Issue5(2003)
- [7] David G. Lowe ”Distinctive image features from scale-invariant keypoints” International Journal of Computer Vision (2004)
- [8] Jan Erik Solem ”Programming Computer Vision with Python” O’Reilly (2012)
- [9] 齊藤一 ”Webにおける観光情報提供と分析”人工知能学会誌 26 (2011)
- [10] J.Jeon, V.Lavrenko, R.Manmatha ”Automatic Image Annotation and Retrieval using Cross-Media Relevance Models”
- [11] Kobus Barnard, David Forsyth ”Learning the Semantics of Words and Pictures”