

推薦コンシューマ・システム論文

生活圏を考慮した施設情報検索システム

大西 杏菜^{1,a)} 川崎 仁嗣¹ 神山 剛^{1,†1} 伊藤 駿^{1,†2} 深澤 佑介¹

受付日 2020年2月25日, 採録日 2020年6月22日

概要: 現在, カーナビゲーションシステムやスマートフォンの地図アプリなどにおいて, 施設情報の検索システムは広く普及している. 施設情報検索では, 同じ検索ワードでも個人ごとに意図する検索結果が異なる場合があり, 検索結果のパーソナライズがさかんに研究されている. 本研究では, ユーザの検索意図が検索ワードから一意に特定できない場合, 自分自身の生活圏に存在する施設を期待するという想定に基づき, ユーザが過去に訪れたエリア付近の施設を上位で返却するシステムを提案する. 被験者 9 名の主観評価により, 7 件中 6 件の検索ワードにおいて提案システムによる検索結果が最も適切であることを確認した.

キーワード: 施設情報検索, パーソナライズ

A Point-of-Interest Search System Considering Daily Living Area

ANNA ONISHI^{1,a)} SATOSHI KAWASAKI¹ TAKESHI KAMIYAMA^{1,†1}
SHUN ITO^{1,†2} YUSUKE FUKAZAWA¹

Received: February 25, 2020, Accepted: June 22, 2020

Abstract: A POI (Point-of-Interest) search system is widely used in situations like car navigation systems and map apps on smartphones. The appropriate search results may differ for each user even if users search with the same word, and a personalized search is actively studied. In this research, based on the assumption that users expect to search for POIs in their daily living area when the search intention cannot be uniquely identified, we propose a POI search system that search POIs around the area that user frequently visited in the past. In our study, the proposed system got the most appropriate search result with the subjectivity of 9 testers in 6 out of 7 queries.

Keywords: POI search, personalization

1. はじめに

現在, エージェントサービスの普及により, Siri [1] や Google Assistant [2] など, システムとの対話によって多様な機能が動作するサービスが数多く提供されている. これらでは, ユーザの入力した音声やテキストなどの自然言語をシステムが解釈することで, 商品の注文, 天気情報のお知らせなど, ユーザの生活のアシストを行うことが可能である. また, スマートフォンのアプリやカーナビゲーション

システムへの導入により, その利用場所は自宅や外出先, 移動中など多岐にわたる. このようなシステムは「スカイツリーの場所を教えて」や「カフェに行きたい」のように, 施設情報を検索する場面でも利用される. この場合に検索される施設は, POI (Point-of-Interest) と呼ばれ, ランドマーク, 学校, 歴史的建造物などの地理的な存在物をさす [3]. 本研究で利用した POI は, 名称, 住所, カテゴリ, 中心座標 (緯度・経度) と, 後述の POI 人気度スコアで構成され, 以下, 施設情報の検索を行うことを POI 検索と呼ぶ.

¹ 株式会社 NTT ドコモ
NTT DOCOMO, INC., Chiyoda, Tokyo 100-0014, Japan

^{†1} 現在, 長崎大学
Presently with Nagasaki University

^{†2} 現在, 株式会社 VSN
Presently with VSN, Inc.

^{a)} anna.onishi.rm@nttdocomo.com

本稿の内容は 2019 年 8 月の第 92 回モバイルコンピューティングとパーベイスシステム・第 26 回コンシューマ・デバイス&システム合同研究発表会で報告され, モバイルコンピューティングとパーベイスシステム研究会主査により情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システムへの掲載が推薦された論文である.

POI 検索では、ユーザが入力した検索ワードによって、検索結果として正解の POI が一意に定まる場合と、複数の POI が検索結果として当てはまり、正解が一意に定められない場合がある。たとえば、ユーザが「東京タワー」などのランドマークを検索した場合には、正解は「東京タワー」の POI に一意に決まるため、どのユーザにとっても該当 POI が最初に提示されることが期待される。

一方で、正解となる POI が一意に定められない場合は、ユーザの意図に沿った POI をシステムが想定し、結果を提示しなければならない。

検索結果として大勢のユーザが想定する POI が同じ場合、共通して特定の結果を提示することによる対応が可能である。たとえば、「清水寺」という同名 POI は全国に複数存在するが、ユーザの多くが想定する京都の清水寺を提示することで対処できる。上位で提示する POI を決定するため、既存システムでは、POI に対するユーザの関心の高さ（以下、POI 人気度）などを利用する手法が提案されている。

しかし、「コンビニエンスストア」や「居酒屋」など、ユーザの状況や居住地などによって想定する POI が大きく異なると想定される検索ワード（以下、曖昧なワード）の場合、正解候補となる POI が多数存在するため、ユーザは期待する結果をすぐに得られない可能性がある。この場合、期待する POI が存在するエリアなどの情報を、ユーザは追加で入力して、対象 POI を絞り込む必要がある。

本研究では、ユーザが曖昧なワードで POI 検索を行う場合でも、そのユーザの期待する POI が上位で検索されることを目的とし、ユーザが過去に滞留したエリアを主な検索対象エリアとした POI 検索を行うシステムを提案する。

ユーザの期待する POI が上位で検索されるために、既存システムにおいては、SNS の言及数や人口データから算出した POI 人気度を検索結果の順位付けに利用している。提案システムでは、この POI 人気度のスコアと、各ユーザの滞留点と POI との距離から算出した、個人によって異なるスコアを組み合わせることで、ユーザごとにパーソナライズした検索結果が表示される。これは、ユーザが期待する POI は、過去にユーザが訪問したエリアや乗換駅など一時的に滞留するエリア（以下、生活圏）に存在することが多いという想定に基づく。

また、ユーザが滞留したエリアが複数ある場合には、訪問した回数が多いエリアほど、ユーザが検索対象とする可能性が高いと考える。たとえば、出張でたまに訪れる場所より、自宅や職場のあるエリアに存在する POI の方が、そのユーザにとって重要度が高く、検索結果として適している。そのため、本研究では、エリアに滞留した回数が多いほど、そのエリアにある POI が上位で検索されやすくなるようなスコアリングを行った。本稿では、個人の滞留情報を利用し、ユーザごとに検索結果を変更することで、曖昧

なワードで検索した場合に、その個人にとって適切な POI が上位に提示されることのユーザビリティを検証する。

本研究の貢献は、以下のとおりである。

- ユーザの滞在情報から、ユーザがふだんよく滞在するエリアの POI を検索時の上位に提示するシステムを提案した。
- 社内被験者 9 名による定性評価において、休前日の帰宅直前での検索を想定し、提案システムの有効性を確認した。不特定多数の人による POI に対する関心度を数値化した POI 人気度を適用したシステム、ユーザの現在地周辺にある POI を検索するシステムとの比較において、提案システムが「POI 検索として利用したい」という評価を最も多く得た。

2. POI 検索における課題

POI 検索において、ユーザが期待する POI を得るための方法として、従来から POI 検索では、Google マップ [4] に代表されるような地図を操作するインタフェース（以下、地図インタフェース）が広く使われてきた。地図インタフェースでは、正解となる POI が一意に定まらない検索を行う場合、ユーザは自分の検索したいエリアを地図上に表示し、期待するエリアの POI を検索することが可能である。しかし、現在では、運転時のカーナビゲーションや街中での歩行時など、地図インタフェースを操作して POI 検索を行うと、ながら運転や歩きスマホなどの視覚的な注意が散漫になる危険行為につながる可能性があるシチュエーションが増加している。このように、地図自体の操作が困難である場合、別の手段を用いてユーザは期待する POI の絞り込みを行う必要がある。

また、エージェントサービスにおける POI 検索では、詳細な条件を設定する場面が少なく、曖昧なワードで検索された場合、現在地周辺の情報を使うことが一般的である。しかし、実際のユーザの検索タスクにおいては、事前に現在地と異なるエリアについての情報を調べる場面が存在し、必ずしも現在地周辺の POI を検索することが適切であるとはいえない。たとえば、ユーザが帰宅途中の買い物を想定して勤務地付近で「ケーキ屋」を検索した場合、現在地付近ではなく、自宅近くや帰り道にあるケーキ屋を期待する場合が考えられる。

加えて、目的のエリアを指定するために「赤坂 居酒屋」などの複数ワードで検索する方法もあり得るが、ユーザの想定する「赤坂」が赤坂駅周辺なのか、赤坂見附駅から永田町駅の間なのかは個人によって異なり、文字情報のみからユーザの想定するエリアを判断するのは困難である。検索結果のエリアが想定と異なった場合でも、地図インタフェースを利用すれば、地図画面の拡大縮小や表示エリアの移動をユーザ自身が繰り返して目的のエリアまで移動することも可能であるが、エージェントサービスを利用した

場合など、ユーザが「もうすこし赤坂駅寄りのエリアの情報を出して」などシステムとの対話で細かくエリアの指定をすることは、地図画面の移動より煩雑なタスクとなり、利用は現実的ではない。

つまり、ユーザ自身が詳細な条件を設定できない状況において、ユーザが曖昧なワードで POI 検索を行う場合には、ユーザの期待する POI を提示することが困難であるという課題がある。

このような検索においてユーザが期待する POI として、より人気の高い施設がより期待される POI であるという考えに基づけば、POI 人気度の活用が有効である。加えて、本研究では、ユーザの生活圏にある POI の提示が有効であるという仮定に基づいたシステムを構築し、検証を行う。

3. 関連研究

3.1 結果が一意に定まらない場合の検索ランキング

一般的な全文検索エンジンでは、ユーザが入力した検索ワードと、検索システム側で保持する検索対象データとの文字列を比較し、一致する部分があれば検索結果の候補（以下、検索候補）とする。そのなかで、文字列の一致度や単語の出現頻度などの要素を加味することでデータに点数（以下、検索スコア）をつけ、その点数が高い順に、検索結果として表示する。以下、検索結果につけられた順位をランキングと呼ぶ。

正解が一意に定まる場合、上記の単純な手法による全文検索によって、ユーザに結果を提示することが可能である。しかし、ユーザが実際に検索を行う場合、正解がただ 1 つに定まらない場合も多い。

そこで、正解が一意に定まらない検索の場合において、たとえば、Web ページの検索においては、PageRank [5] や HITS [6] と呼ばれるページ間のリンク解析を行って検索スコアを算出する手法が利用されている。

POI 検索において、正解が一意に定まらなくても、検索結果として大勢のユーザが想定する POI が同じ場合、前項で述べた POI 人気度スコアを考慮した検索システムの利用が効果的である。POI 人気度は様々なアプローチで作成されており、Yao ら [7] の研究では、POI の周辺エリア内における時間帯別の滞在人数と、POI のカテゴリを利用した時間帯ごとの SNS の投稿データから抽出したチェックインデータを利用して、POI 人気度を作成している。川崎ら [8] の研究では、SNS 上での言及数や周辺の日中滞在人口を利用して、POI 人気度を算出する。

このような、POI 人気度を考慮した検索システムでは、不特定多数のユーザにとって、より多くのユーザが適切と感じる結果を上位に表示することを前提としている。そのため、期待される検索結果がユーザによって異なるような検索ワードの場合でも、POI に付与されるスコアは一定であるため、提示される検索結果はどのユーザも同じである。

本研究では、ユーザにより最適な検索結果が異なる場合、ユーザの過去の滞留エリアを利用することで、POI 人気度を考慮しながらも、ユーザにパーソナライズされた検索結果を提示することが可能である。

3.2 検索結果のパーソナライズ

検索結果が一意に定まらない場合、ユーザの状況によって検索ワードが持つ意図は様々である。そのため、ユーザ別に適切なランキングを返すようなパーソナライズは、検索を行う上で実用的な考え方である [9], [10]。

パーソナライズにはユーザ自身の過去の情報が利用される場面が多く存在する。

Ying ら [11] は、POI 人気度の作成において、過去のユーザ個人のチェックイン情報を利用した手法を提案している。そして、POI 検索の主な利用シーンであるカーナビゲーションシステムにおいても、Yamazaki ら [12] は、ユーザの過去の検索履歴や到着地情報を検索時に考慮し、POI にあらかじめ付与された属性との関連度を算出することで、ユーザの嗜好を反映した POI の候補リストを表示するシステムを提案した。

ユーザの過去のチェックイン情報や検索履歴を利用したパーソナライズにおいては、ユーザがお気に入り登録したり、検索を行ったりといった能動的に記録された POI の情報を利用することは可能だが、ユーザが過去に滞在したエリア付近の POI 情報の利用は想定していない。本システムでは、ユーザの生活圏にある POI 情報が重要であるという想定のもと、ユーザの滞在エリアの情報というユーザの無意識下で取得できるデータを利用することで、ユーザに負担をかけずに最適な POI の提示が可能である。

Sheha ら [13] は、ユーザの現在地やユーザ自身が設定した関心のあるカテゴリ情報を組み合わせた POI 検索システムを考案している。このシステムでは、ユーザが今いるエリア付近に存在する、ユーザが関心を持つカテゴリの POI を提示することが可能である。Logesh ら [14] は、旅行者に向けて、ユーザの現在地やソーシャルグラフを用いた POI のレコメンド手法を提案しているが、これは旅行中を想定しており、日常的に訪れるエリアの情報などは考慮されない。

これらのシステムでは、ユーザがふだん利用するエリア情報を考慮した検索結果は表示されないため、「明日の昼に行くレストランを検索したい」といった、今すぐに目的の POI に向かわない状況などでは対処できない。

また、「赤坂 居酒屋」などユーザ自身が目的のエリアを含んだ検索ワードを設定する場合において、我々の既存システムでは、前段階として作成した地名辞書を用いて、辞書情報とマッチした地名と POI の住所情報を結び付けて検索候補にすることで対処してきた。この手法では、地名が広範囲を指す場合、ユーザのイメージする「赤坂」と

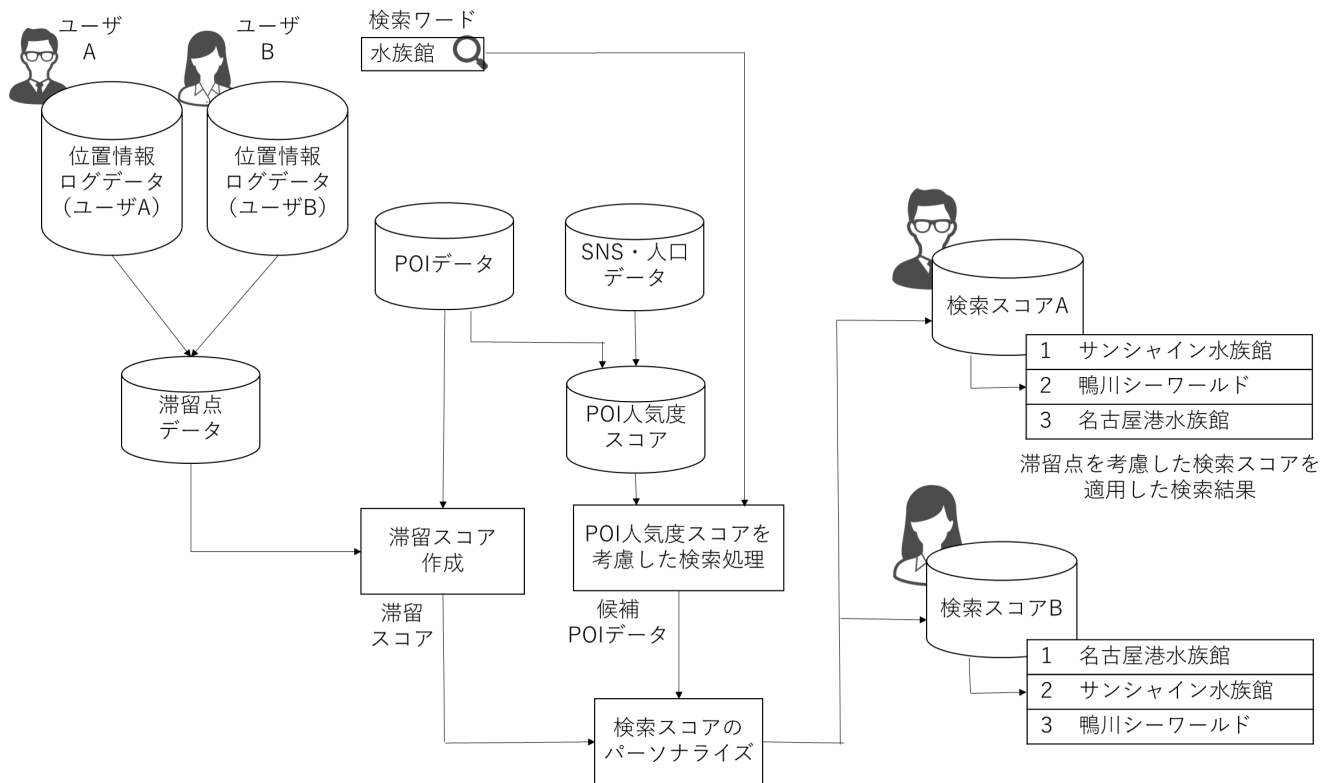


図 1 システム内の処理の流れ

Fig. 1 Flowchart of proposed system.

検索結果で上位に表示される POI の存在するエリアが異なる可能性がある。本システムでは、ユーザが実際に滞留したエリアを考慮するため、「赤坂」を含んだ検索をした場合でも、ユーザがふだん滞在するエリアの POI が優先的に検索される。

4. 提案システム

4.1 提案システムの概要

本システムでは、ユーザが過去に滞留したエリア付近に存在する POI に、より高いスコアが付与されるようなスコアリングを行う。以下、このスコアを滞留スコアと呼ぶ。そして、検索結果の候補となる POI の検索スコアに対して、滞留スコアを考慮することで、ユーザごとにパーソナライズされたランキング結果を提示する。システム内の処理の流れを図 1 に示す。

まず、ユーザの位置情報を入力として、ユーザごとに滞留点の集合を生成する。次に、ユーザの滞留点の集合と POI データを突き合わせることで、各 POI に対して滞留スコアを計算する。ユーザが検索ワードを入力すると、検索エンジン部の処理により、検索結果の候補となる POI が選出される。このとき、候補となる POI は人気度スコアが考慮された検索スコアを持つ。候補となる POI の検索スコアに各ユーザの位置情報ログから生成された滞留スコアを加算することで、ユーザごとにパーソナライズされた検索スコアを生成する。この検索スコアの高い順にユーザに結

果を提示する。

4.2 滞留スコア作成

評価のために取得したユーザの過去の位置情報ログから複数の滞留点を抽出し、後述の計算式によって各 POI に付与される滞留スコアを算出する。また、この滞留スコアはユーザによって異なる。

ユーザの位置情報ログは、ユーザが過去に特定の時間以上滞在したエリアの重心（以下、滞留点と呼ぶ）の緯度・経度を利用する。滞留点と各 POI との距離を計算し、距離が近い POI ほど高い滞留スコアを与える。滞在したエリアの判定には、山田ら [15] の行動支援サービスのための滞在・移動判定内で使用されるロジックを利用した。

POI i に付与される滞留スコア $P_{i,j}$ の計算式は、以下のよう表す。

$$P_{i,j} = \frac{x}{(d_{i,j} + k)} \quad (1)$$

ここで、 $d_{i,j}$ は滞留点 j と POI i の距離 (km)、 x はスコアを調整するための重み付けである。 x の値が大きいほど、滞留点と近いところに存在する POI に付与される滞留スコアが大きくなり、より上位で検索されやすくなる。一方、 x の値が小さいほど、検索スコアにおける滞留スコアの影響が小さくなり、POI 人気度スコアが重視されるため、POI 人気度スコアのみを適用した場合のランキング結果に近い検索結果になる。 x の値の設定では、滞留スコア

表 1 POI 人気度スコアのとりうる範囲
Table 1 Score range of POI popularity.

POI 人気度スコアの要素	取りうる値の範囲
SNS 上での各 POI に対する 実際の言及数の対数変換値	0~111
SNS での言及がない POI に対する 言及数の推測値	0~82
推計された人口の対数変換値	0~79
POI 人気度スコア	0~44456

がランキングに影響を及ぼす範囲内で、よりユーザにとってもっともらしいランキングをとるような値を探索する必要がある。また、滞留点と POI の緯度・経度が完全一致する場合、 $d_{i,j} = 0$ となる。 $d_{i,j} = 0$ において、該当 POI の滞留スコア計算式は分母が 0 となるため、スムージングパラメータである k を設定することで対応する。 k の値が小さいほど、すべての候補 POI に付与される滞留スコアの値が大きくなるため、検索スコアにおける滞留スコアの影響度の調整にも利用する。

4.3 POI 人気度スコアを考慮した検索処理

検索処理では、ユーザが入力した検索ワードに対して、検索システム側で保持する検索対象データのなかから、検索結果の候補となる POI（以下、候補 POI）を選出する。これらの POI には、POI 人気度スコアを考慮した検索スコア S_i が付与されている。

本システムにおける「POI 人気度スコア」は、POI 人気度を非負な数値で表したものであり、川崎ら [8] の手法を利用して算出している。この手法では、SNS 上での各 POI に対する実際の言及数の対数変換値、SNS での言及がない POI に対する言及数の推測値、あるエリアにおける携帯電話の端末在圏数を用いて推計された人口の対数変換値の重み付き和を POI 人気度スコアとする。本研究で利用した各値のとりうる値の範囲を、表 1 に示す。なお、これらのパラメータは SNS 上での言及数や人口に依存しており、その値の範囲は POI データや SNS データが更新される度により変化する。そのため、表 1 に示したパラメータの値の範囲は本研究で用いたデータセットで算出されたものであり、別のデータセットでは異なる範囲をとりうることに留意されたい。

4.4 検索スコアのパーソナライズ

検索候補 POI の検索スコア S'_i とユーザ個人別の滞留スコア $P_{i,j}$ を利用し、パーソナライズされた検索スコア S_i を作成する。ここで作成した検索スコアにそって、ユーザごとに異なった検索結果のランキングが提示される。

ユーザ 1 人あたりの滞留点の集合を V ($j \in V$) とした

とき、 S_i は以下の式で得られる。

$$S_i = S'_i + \sum_V P_{i,j} \quad (2)$$

式 (2) の滞留スコア $P_{i,j}$ に式 (1) を代入することで、以下の式 (3) のとおり、検索スコアと x を重みパラメータとする滞留スコアの重み付き和として計算される。

$$S_i = S'_i + \sum_V \frac{x}{(d_{i,j} + k)} \quad (3)$$

本研究では、滞留スコアで利用するパラメータ x の値を 1~10,000 で変更し、その検索結果を確認することで、妥当なパラメータ調整を実施した。パラメータ設定の詳細は、5.2 節で述べる。

5. 評価方法

本章では、提案システムである、ユーザが曖昧なワードで POI 検索を行った場合に、その生活圏にある POI を上位で返却するランキングを提示するシステムの有効性を示すために、提案システムに対して、被験者 9 名による評価実験を行った。実験では、被験者の実生活で得られた滞留点情報から、被験者ごとに POI 検索のランキングを作成し、POI 人気度や現在地の情報を利用した他の手法を実装したシステムとの比較を行った。

5.1 使用した POI データセット

本実験では、公共施設や、ランドマーク、観光施設、飲食店など約 110 万件の POI を持つデータセットを検索対象として用いた。

また、POI 検索で使用するデータセットでは、POI の名称だけではなく、その POI に付随する情報も紐づいていることが多い。利用した POI データセットでは、それぞれの POI が、名称・住所・カテゴリの情報を持つため、この情報を利用することで「赤坂（地名）」や「居酒屋（カテゴリ）」など、ユーザが POI 名称として意図しない検索ワードでも検索可能である。

5.2 評価の流れ

提案システムでは、ユーザの滞留点を元にランキングを作成するため、評価には前情報としてユーザの位置情報ログが必要である。そのため、以下の 2 段階で実験を行った。

● 被験者の位置情報ログ取得

ユーザを想定した複数の被験者が所持するスマートフォンに、自動で GPS による位置情報ログを収集するアプリをインストールし、検証期間はつねにログを収集した。被験者は、移動時もつねに業務用スマートフォンを携帯することとし、そのログ情報から滞留点を抽出することで滞留スコアを作成した。

滞留スコア作成に用いたパラメータは、 $x = 100$ と

設定した。パラメータ値については、事前検証として、 $x = 1, 10, 100, 1,000, 10,000$ として試行し、提案システムにおける検索結果を比較した。また、それぞれのパラメータ値によって得られた検索結果を設計者で比較し、最も妥当となるパラメータを選択した。 $x = 1, 10$ のように小さい値を設定すると、検索スコアに対する滞留スコアの影響が大幅に少なくなるため、ユーザの生活圏にある POI より、人気のある POI が上位で検索された。対して、 $x = 1,000$ や $10,000$ に設定すると、滞留スコアの影響が大きくなるため、1 度訪れただけのユーザにとって重要度があまり高くないと思われるエリアの POI も上位で検索された。 $x = 100$ の場合は、滞留スコアの影響により、ユーザの生活圏の POI がランキングに適度に反映されていたため、今回は $x = 100$ とした。また、本実験においては滞留点と POI の緯度・経度が完全一致する場合はなかったため、 $k = 0$ とした。

● 提案システムによる評価

前段階で作成した滞留スコアを被験者ごとに提案システム内に保持し、検索時に該当の被験者の滞留スコアが反映されたランキングを上位 30 件までリスト形式で表示する。

被験者は検索ボックスに指定の検索ワードを入力し、その検索結果のランキングを見て評価を行う。リストでユーザに提示される POI に関する情報は以下である。

- POI 名称
- カテゴリ
- 住所
- 検索スコア

POI の緯度・経度に関しては、リスト横の地図上にピンで表示されているが、被験者はリストで表示される結果のみを判断材料として評価を行った。図 2 は、実験に利用したシステムの検索画面例である。

本研究では、株式会社 NTT ドコモの R&D 部門の社員 10 名 (20~30 代・男性 10 名) に協力を依頼した。被験者のうち 1 名は、検証期間 7 日間のうち 4 日間を旅行期間として過ごし、提案システムによる検索結果がふだんの生活圏以外のエリアに集中した。本研究は、長期的にログを取得し、ユーザにとって重要度の高いエリアの POI を検索することを想定しているため、本稿では該当の被験者 1 名を除いた被験者 9 名による評価を反映する。

位置情報ログの取得日程は、2019 年 7 月内の連続する 7 日間であり、被験者が 8 分以上滞留した場合に、滞留点を作成した。基準となる 8 分は、電車移動中の降車しない駅での停車や信号待ちなど、滞在とは判断しづらいパターンを除き、ユーザが意思を持って滞在したと考えられる時間となるよう設定した。滞留点の取得期間後に、提案システムと比較システムについて個人ごとに評価を行い、他被験者の評価結果は事前に知らせないものとした。

また、ユーザが POI 検索を行う際、同一ユーザでも、状

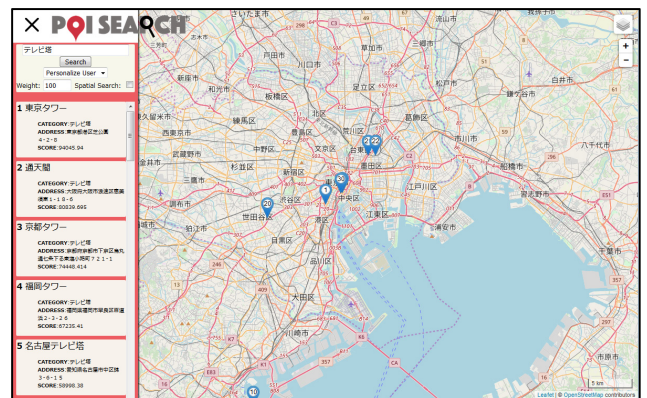


図 2 検索システム画面

Fig. 2 Screen shot of proposed system.

況によって期待される検索結果が異なる場合がある。たとえば、「カフェ」という検索ワードで検索する場合、仕事上の休憩時間では現在地近くの POI を想定し、休日の朝では距離は遠くても人気のある POI を期待する可能性がある。本評価では、被験者ごとの結果の比較を容易にするために、被験者が検索を行う状況を統一するための設定を作成した。被験者には、「休前日の業務終了時、赤坂にある職場 (山王パークタワー) を出る直前に POI 検索を行う」という、同一の状況設定に元づいた評価を依頼した。この状況のような休前日の帰宅時では、ユーザの期待する POI 検索結果は、職場付近、自宅付近、翌日以降に訪れる予定のエリアなど、複数の判断材料に基づくため、特定のシステムに評価が偏らないことを想定し、選定した。

5.3 評価指標

本研究では、複数名の被験者に対して、7つの共通した検索ワードを用いた場合の検索結果に対する評価を行った。被験者はシステム画面上で、3つ POI 検索システム (以下、検索システム) のランキングをそれぞれ評価する。比較するのは、以下の3つの検索システムである。

- POI 人気度による検索スコアを適用したシステム (以下、POI 人気度システム)

多くのユーザが最適な結果を得るようにチューニングされたシステムであり、検索候補の POI に人気度を加味した検索スコアによりランキング付けされる。たとえば、「テレビ塔」で検索した場合は「東京タワー」が最上位に表示され、このシステムでは、どの被験者にも同じ結果が表示される。

- ユーザの生活圏を考慮したシステム (以下、提案システム)

POI 人気度システムで算出されるスコアに加えて、被験者自身の滞留スコアを考慮する。そのため、被験者ごとに異なる検索結果が返却される。たとえば、名古屋駅周辺によく滞留するユーザが「テレビ塔」と検索すると、名古屋周辺の POI に滞留スコアが大きく付き、「名古屋テレビ塔」

表 2 検索ワード一覧

Table 2 List of search queries.

属性	検索ワード	重要視される要素
チェーン店	マクドナルド	生活圏, 現在地
	ユニクロ	生活圏, 現在地
カテゴリ	ラーメン屋	POI 人気度, 生活圏, 現在地
	映画館	生活圏
	コンビニ	現在地
地名+カテゴリ	赤坂 居酒屋	POI 人気度, 生活圏
	横浜 居酒屋	POI 人気度, 生活圏

が最上位に表示されるようにチューニングされている。

- 現在地周辺 POI の検索システム（以下、周辺検索システム）

現在地周辺に存在する POI が検索される。検索候補となる POI の内、現在地に近い POI ほどランキング上位になるようソートする。本研究では、検索範囲を徒歩圏内と想定して現在地から半径 2km 以内とし、範囲外のものについては、リストに表示しないこととした。現在地の設定は、被験者に土地勘のないエリアでは周辺にある POI がどのような店舗を指すか分からないため、評価が困難であるとし、赤坂にある被験者の職場で統一した。

5.4 評価に利用した検索ワード

検索ワードは、多くのユーザが検索し、その返却値の正解が複数考えられる「チェーン店」、「カテゴリ」、「地名 + カテゴリ」という属性に当てはまるものから選出した。カテゴリは、POI の上位概念を表す属性情報 [16] であり、POI 名称よりも抽象的な概念を表す。カテゴリを意図した検索ワードでは、POI 名称を意図して検索したときよりも多くの POI を正解とすることが多い。

具体的な検索ワードと、重要視されると想定する要素は表 2 である。チェーン店検索の場合、どの店舗も同様のサービスの提供が期待できるため、特定の店舗のみにユーザの関心が集まることは考えづらい。そのため、個店舗の POI 人気度は重要ではなく、生活圏や現在地などの位置情報が重要だと考える。一方で、カテゴリでの検索を行う場合、その目的は明確だが、その目的を果たせる施設であれば、POI 人気度、生活圏、現在地のどの要素を重視するかは個人によって異なると想定される。

また、地名 + カテゴリの検索では、POI 人気度と生活圏が重要視されると想定する。たとえば、「仙台 居酒屋」という検索ワードの場合、仙台への観光者は POI 人気度の高い店舗を想定するが、仙台市郊外が生活圏のユーザにとっての「仙台」は仙台市の一部である生活圏内をさし、その範囲での店舗を求める可能性がある。本研究では、職場があるため全員が生活圏である「赤坂」と、一部の被験者のみが生活圏である「横浜」を地名として検証を行った。

表 3 TOP1 に対する評価

Table 3 Subjective evaluation for TOP@1.

	POI 人気度 (POI 人気度システム)	生活圏 (提案システム)	現在地 (周辺検索システム)
マクドナルド	0	8	4
ユニクロ	0	9	1
ラーメン屋	1	2	7
映画館	0	8	3
コンビニ	0	8	6
赤坂 居酒屋	0	9	8
横浜 居酒屋	5	7	0 *検索結果無し
合計人数	6	51	29

表 4 TOP5 に対する評価

Table 4 Subjective evaluation for TOP@5.

検索ワード	POI 人気度 (POI 人気度システム)	生活圏 (提案システム)	現在地 (周辺検索システム)
マクドナルド	0	8	2
ユニクロ	0	8	2
ラーメン屋	0	7	3
映画館	0	7	3
コンビニ	0	6	4
赤坂 居酒屋	0	6	8
横浜 居酒屋	6	6	0 *検索結果無し
合計人数	6	48	22

被験者は 1 つの検索ワードに対して、3 つの検索システムを切り替えて検索し、その検索結果のリストを確認した後、検索結果に対する評価を行う。同様の動作を検索ワードごとに繰り返す。また、被験者には検索システム A・B・C として提示し、ブラインドテストを実施した。

6. 提案システムの有効性評価

被験者は検索ワードごとに、3 つの検索システムの検索結果を比較した場合「最も POI 検索システムとして利用したい結果が表示されたのはどれか」という観点で、TOP1 の結果と TOP5 までの複数 POI を提示された場合の結果について評価した。検索結果の優劣がつけられない場合、複数選択可能とした。また、被験者は、検索結果のランキングに対しての感想と選定基準をフリーワードで記入した。

本評価では、ユーザが期待するランキングを得るためには、どのような要素を重要視すべきかを考察する。そこで、POI 検索システムを選択した場合は「POI 人気度」、提案システムは「生活圏」、周辺検索は「現在地」を重要視すると定義し、検討を行った。

評価結果を表 3、表 4 に示す。数字はその項目を選択した人数であり、太字部分は最も選択した被験者が多かった

項目である。

6.1 結果に対する考察

● チェーン店

本設定において、チェーン店では、TOP1, TOP5 共に生活圏を重視した POI 検索の有効性が示された。「生活圏で寄りやすい場所に行きたい」という意見が複数あり、また、業務終了時の場合、生活圏のなかでも職場の近くよりも自宅近くで買い物や食事をとることを期待する被験者が多くみられた。加えて、周辺検索においては「距離的に近くの店舗でも帰り道から外れると寄りづらい」との意見もあった。

● カテゴリ

カテゴリでは、多くの項目で生活圏を重要視したシステムでの検索が有効であり、「映画館」や「コンビニ」では「アクセスが良い」ということが重要視される傾向があった。一方、検索ワード「ラーメン屋」については、「ほぼ必ず現在地の近くの店舗しか検索しない」、「チェーン店が出てきてほしくない」、「知らない店舗が検索されると興味をそえられる」、「口コミの良い店舗が知りたい」など、被験者によって判定基準の多様性が見られた。また、周辺検索と生活圏検索を比較した場合に、TOP1 の結果は現在地周辺の施設への満足度が高いが、TOP5 の結果では現在地付近のみでなく自分の生活圏を考慮した検索結果の方が支持されている。

加えて「周辺検索では想定外の結果が出ないが、生活圏検索の場合は職場や乗換駅近くの行ったことのない店舗が検索出来て良かった」という検索結果の意外性への高評価を得た。本稿では、ユーザにとって適切な検索 POI は、ユーザの想定するエリアに存在する想定で検討を行っているが、提示する POI として、ユーザの想定しない意外性のある POI が適切なのかは今後検討が必要である。

● 地名 + カテゴリ

「赤坂 居酒屋」では、現在地と生活圏が同じエリアにあることで、提案システムと周辺検索ではほとんど結果が変わらず、評価に大きく差が表れなかった。ただし、生活圏検索では「赤坂の中でも普段利用する駅に近い店舗が検索されてよかった」という意見があり、同エリア内の検索でもユーザの行動範囲を考慮することは有効であるといえる。POI 人気度による検索を選択した被験者がいなかったのは、福岡県にある同名エリア「赤坂」にある店舗が多く検索されていたため、関東在住の被験者の意図と外れたと考えられる。

また、「横浜 居酒屋」において、生活圏が横浜にない被験者の検索結果は、POI 人気度と生活圏による結果に差がなく、POI 人気度を重視したものであったが、その結果に多くの被験者は高評価を示した。一方、横浜市が生活圏の被験者では、提案システムでは自宅周辺の居酒屋が検索さ

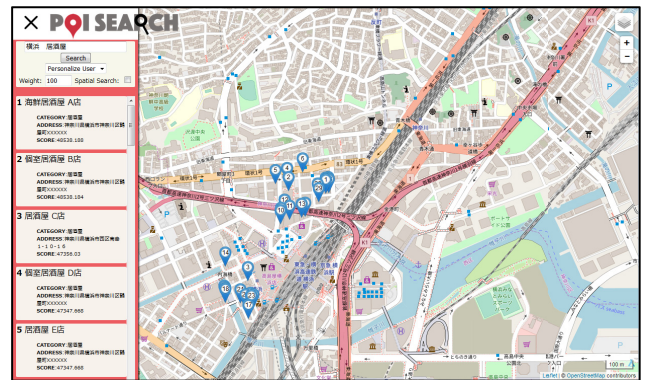


図 3 POI 人気度システム「横浜 居酒屋」の検索結果

Fig. 3 Search results considering POI popularity for the query “YOKOHAMA IZAKAYA”.

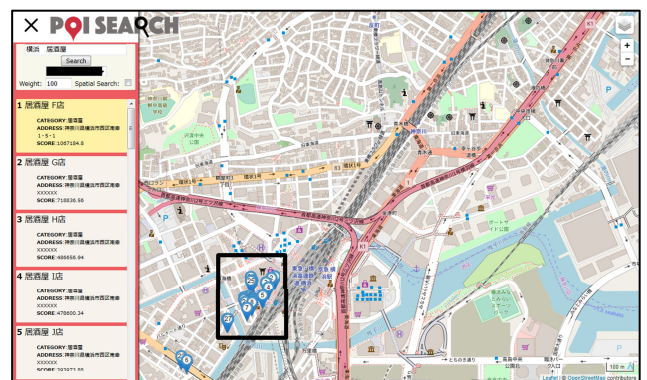


図 4 提案システム「横浜 居酒屋」の検索結果

Fig. 4 Search results considering daily living area for the query “YOKOHAMA IZAKAYA”.

れた。乗換に横浜駅を使う被験者では、滞留エリアである横浜駅周辺の店舗が多く検索されたが「多少駅から遠くても、人気の店舗に行きたい」という評価観点により、POI 人気度システムを選択した。これらの結果により、滞留点だけではなく POI 人気度の情報を考慮することは重要だと考えられる。また、周辺検索では、現在地周辺には「横浜」に当てはまる検索候補の POI が存在しなかったため、検索結果なしとなった。

図 3 に、横浜駅を乗換駅とするユーザが「横浜 居酒屋」で検索した場合の POI 人気度システムによる検索結果、図 4 に提案システムでの検索結果を示す。図 4 において、四角で囲まれた横浜駅の相鉄線エリア内にユーザの滞留点が存在する。また、図 5 は周辺検索における「赤坂 居酒屋」での結果を表す。円で囲まれた部分が現在地であり、現在地からの距離順にランキングが表示されている。

検証結果より、曖昧な検索を行う場合、その行きやすさやふだんの行動範囲内にあるかを重要視する被験者が多く、生活圏を考慮した検索システムは有効であるといえる。なかでも、TOP1 よりも TOP5 で生活圏検索は高い評価を得た割合が高かった。つまり、複数候補が提示されユーザにとって POI の選択肢がある場合、ユーザはより自分の生活

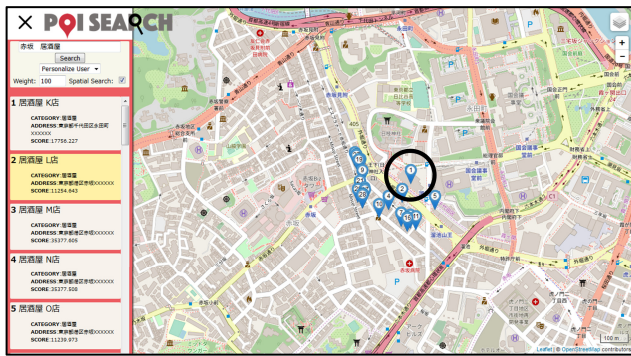


図 5 周辺検索システム「赤坂 居酒屋」の検索結果

Fig. 5 Search results considering current location for the query “YOKOHAMA IZAKAYA”.

圏を考慮した検索結果を求める傾向があると考えられる。しかし、本検討においても検索ワードによっては、POI 人気度や現在地が重要視されており、別のユーザや状況設定、検索ワードによっては POI 人気度や現在地が最も有効である場合も存在することが予想される。そのため、複数の要素を総合的に考慮して、個人ごとに検索結果の最適解を探索する必要がある。

7. おわりに

本稿では、ユーザが曖昧なワードで POI 検索を行う場合に、想定する POI が検索できない場合があるという課題に対して、ユーザの滞留エリアから生活圏を判定し、生活圏付近にある POI をランキング上位に提示するシステムを提案した。「休前日の業務終了時、赤坂にある職場を出る直前に POI 検索を行う」という設定において、POI 人気度や現在地周辺の POI を重要視した検索システムと検索結果を比較した。検証の結果、提案システムの結果が適切であるとして選択した被験者が最も多く、提案システムの有効性を示した。

本研究では、生活圏のなかでも滞在回数の多いエリアの滞留スコアを高く設定したが、被験者のアンケートにより、自宅や職場周辺の POI を検索結果として重要視する傾向にあった。よって、自宅職場を判定し、その滞留スコアを独立して設定したり、スコア作成時に機械学習によるパラメータチューニングを行ったりするなど、今後はより利用シチュエーションや期待される検索結果の条件を詳細に設定し検証を進める。

また、本実験では、被験者 9 名による提案システムの主観評価を行っている。今回は、被験者の属性を 20~30 代の研究開発に従事する男性会社員に絞ったうえでの評価をしており、その属性を持つグループに対しての有効性は示せたと考えている。一方、より汎用性の高いシステムを構築するためには、性別や年代、職種など様々な異なる属性を持つ多数の被験者による検証を行い、属性ごとに異なる POI の判断基準の違いを考慮していくことが重要であり、

今後の課題としたい。

謝辞 実験にご協力いただいた皆様に、謹んで感謝の意を表します。

参考文献

- [1] Apple (日本): Siri - Apple (日本), 入手先 (<https://www.apple.com/jp/siri/>) (参照 2019-07-31).
- [2] Google: Google アシスタント—あなただけの Google—Google Assistant, 入手先 (<https://assistant.google.com/intl/ja-jp/#>) (参照 2019-07-31).
- [3] Rae, A. et al.: Mining the web for points of interest, *Proc. 35th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, ACM (2012).
- [4] Google: Google マップ, 入手先 (<https://www.google.com/maps>) (参照 2019-07-31).
- [5] Page, L. et al.: The PageRank citation ranking: Bringing order to the web, *Stanford InfoLab* (1999).
- [6] Kleinberg, J.M.: Authoritative sources in a hyperlinked environment, *Journal of the ACM (JACM)*, Vol.46, No.5, pp.604–632 (1999).
- [7] Yao, Z. et al.: POI recommendation: A temporal matching between POI popularity and user regularity, *2016 IEEE 16th International Conference on Data Mining (ICDM)*, IEEE (2016).
- [8] 川崎仁嗣ほか: SNS 上での言及を考慮した施設人気度の推定手法, 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS), Vol.2019, No.9, pp.1–7 (2019).
- [9] 宇野裕之: ウェブページのランキング技術, オペレーション・リサーチ: 経営の科学, Vol.57, No.6, pp.308–314 (2012).
- [10] Fogaras, D. et al.: Towards scaling fully personalized pagerank: Algorithms, lower bounds, and experiments, *Internet Mathematics*, Vol.2, No.3, pp.333–358 (2005).
- [11] Ying, J.J.-C. et al.: Urban point-of-interest recommendation by mining user check-in behaviors, *Proc. ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing* (2012).
- [12] Yamazaki, N.: Navigation system, U.S. Patent No.6,804,604 (2004).
- [13] Sheha, M.A., Sheha, A. and Petilli, S.: Point of interest spatial rating search method and system, U.S. Patent No.7,082,365 (2006).
- [14] Logesh, R., Subramaniaswamy, V. and Vijayakumar, V.: A personalised travel recommender system utilising social network profile and accurate GPS data, *Electronic Government, an International Journal*, Vol.14, No.1, pp.90–113 (2018).
- [15] 山田直治ほか: 屋外行動支援のための GPS 搭載携帯電話を用いた移動経路の逐次的精練手法, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.6, pp.1951–1967 (2011).
- [16] 柴木優美, 永田昌明, 山本和英: 日本語語彙大系を用いた Wikipedia からの汎用オントロジー構築, 研究報告自然言語処理 (NL), Vol.2009, No.4, pp.1–8 (2009).

推薦文

本稿は、施設情報検索のパーソナライズ化を目指し、ユーザが訪れたことのあるエリア付近の情報を優先的に提示する手法を提案しています。ユーザの生活圏内における施設情報検索を大きく発展させる可能性のある手法といえます。第 92 回 MBL/第 26 回 CDS 合同研究発表会にて発表

された内容をもとに、有用性の高いシステムを報告した優れたコンシューマ・システム論文として研究会より推薦いたします。

(モバイルコンピューティングとパーベシブシステム
研究会主査 太田 賢)



大西 杏菜 (正会員)

2017 年大阪大学大学院情報科学研究科修士課程修了。同年 (株) NTT ドコモ入社。位置情報分析、ソーシャルメディア等のデータ解析に関する研究に従事。



川崎 仁嗣 (正会員)

株式会社 NTT ドコモクロステック開発部勤務。2008 年筑波大学システム情報工学研究科博士前記課程修了。同年 (株) NTT ドコモ入社。モバイルコンピューティング、端末セキュリティ、分散システムに関する研究に従事。



神山 剛 (正会員)

2003～2006 年 (株) イーゼス代表取締役。2006 年東京大学大学院新領域創成科学研究科修士課程修了を経て、同年 (株) NTT ドコモ入社。2020 年より長崎大学情報データ科学部准教授。博士 (工学)。モバイルコンピューティング、ソフトウェア省電力化、分散システム、ソーシャルメディア等のデータ解析、交通需要予測に関する研究に従事。



伊藤 駿

2016 年北海道情報専門学校卒業。同年株式会社 VSN 入社。同年株式会社 NTT ドコモ就業開始。モバイルコンピューティング、分散システム、ソーシャルメディア等のデータ解析に関する研究に従事。



深澤 佑介 (正会員)

2004 年東京大学大学院工学系研究科システム創成学科修士課程修了。同年株式会社 NTT ドコモ入社。2011 年東京大学大学院工学系研究科博士後期課程修了。東京大学人工物工学研究センターにて協力研究員 (2011～2016 年)

および客員研究員 (2016～2019 年) を兼任。2019 年より早稲田大学イノベーション研究所招聘研究員を兼任、現在に至る。パーソナライゼーション、情報推薦に関する研究開発を行っている。IEEE、情報処理学会、人工知能学会各会員。2019 年度情報処理学会業績賞受賞。博士 (工学)。