

空間演算に基づく複数ユーザの最適スポット推薦システムの提案

吉村 晴夏[†] 市村 直也[†] 阪田 晴香[†] Panote Siriaraya[†] 王 元元^{††}

河合由起子^{†,††}

[†] 京都産業大学コンピュータ理工学部 〒603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山

^{††} 山口大学大学院創成科学研究科 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1

^{†††} 大阪大学サイバーメディアセンター 〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 5 番 1 号

E-mail: [†]{g1645375,g1544133,g1544647,kawai}@cc.kyoto-su.ac.jp, ^{††}spanote@gmail.com,

^{†††}y.wang@yamaguchi-u.ac.jp

あらまし 本研究では、地図上の複数の地点を起点とした同心円上の集合演算を可能とする空間演算に基づき、複数の起点間に対して最適な範囲内にあるスポットの推薦システムを提案する。提案するスポット推薦システムにより、他ユーザとの効率的な待ち合わせや、一方で他ユーザとの遭遇率を低下させるスポットの取得が可能となる。本稿では、提案する空間演算に基づくスポット推薦手法に基づき構築したプロトタイプについて述べる。

1. はじめに

近年、外出先など屋内外で経路案内やスポット検索など地図検索サービスの利用が増加しているが、異なる場所にいる人との待ち合わせなど、地図の共有利用の需要も増加している。複数人の共有利用として、ユーザの嗜好抽出や SNS 分析による POI 抽出により、複数人にとって嗜好性の高いスポットを推薦する研究が広く行われている [1], [2]。また、地図検索を利用する際の携帯端末の画面制約の解消や操作性の向上を目指したインターフェースの研究も存在する [3]。しかしながら、空間および時間の演算は困難である。例えば、「現在地から 500m 圏内のコンビニ」の問い合わせは、「コンビニ」の地図検索結果に「500m」のとなる制約指定が可能であれば 2 トランザクションにより検索可能であるが、(Q1) 現在地から 500m 圏内で友人のいる場所から 50m 圏内にある共通のコンビニや、(Q2) 現在地から車で、かつ友人のいる場所から徒歩圏内で待ち合わせできるコンビニ、または (Q3) 現在地から 500m 圏内にあるが、大学から 1km 圏内にないカフェ、といった問い合わせはできない。

2. 複数地点間のスポット検索システムの概要

本研究では、地図上の複数の地点を起点とした同心円上の集合演算を可能とする空間演算に基づき、複数の起点間に対して最適な範囲内にあるスポットの推薦システムを提案する (図 1)。ユーザは、他者の位置と待ち合わせしたいスポット名、そして徒歩や車といった自分を含めた移動形態を入力する。提案システムはそれらの情報から複数人にとって最短で待ち合わせ可能なスポットの候補を地図上にプロット提示する。これにより、他ユーザとの効率的な待ち合わせや、一方で他ユーザとの遭遇率を低下させるスポットの取得が可能となる。

本稿では、提案する空間演算に基づくスポット推薦手法のプロトタイプによる有用性を検証する。

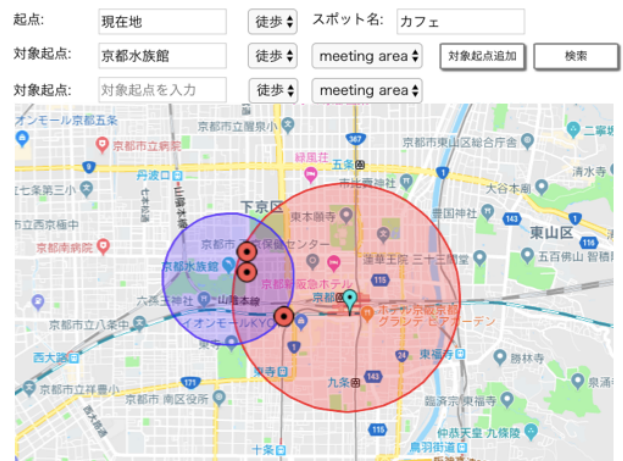


図 1 時空間範囲演算システムの概要

3. 関連研究

3.1 地図検索

地図検索の代表的なルート検索では、最短経路だけでなく、景色のよい、心地の良い、安全性などの基準を考慮したルート検索に関する研究がある [4]。また、Google Maps や Bing Maps などの地図検索サービスは単純なロケーションを含めたキーワードや文章で構成されているが、複数地点の空間演算はできない。なお、PostGIS や Espacenet などの近接演算子を用いた検索語間の距離や位置関係を指定して問合せする近接演算があるが、本研究では地図上で直感的な空間演算を実現できる点が特徴である。

3.2 嗜好抽出と位置情報 SNS 分析によるスポット推薦

複数人の嗜好を抽出し集団意思決定手法を用いて統合することで、嗜好に適した観光地の推薦を行う研究 [1] や、スポットごとに最も有効な環境要因の組合せを用いる環境要因モデルと、

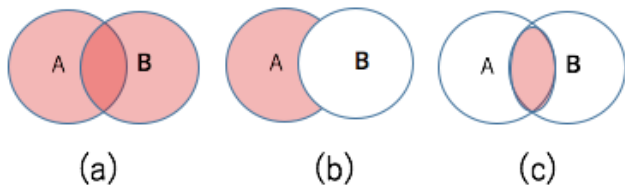


図 2 (a) 和演算 (b) 差演算 (c) 積演算

CF を用いて旅行者の嗜好を記述する人的要因モデルを融合させた観光行動モデルを用いた旅行ルート推薦手法 [2] が提案されている。また、位置情報サービスのチェックイン回数・場所、チェックイン間の移動距離などを分析しユーザ行動への影響を評価し、POI を推薦する手法 [5] が提案されている。

4. 空間演算と空間長算出

本章では、地図上の複数の地点を起点とした同心円上の集合演算を可能とする空間演算について述べる。まず、提案する空間演算は下記を前提とする。

定義 1: 最小の空間演算の問い合わせ (SQ) は「 $A_{\sqcup}$ [空間演算子] 空間長 $_{\sqcup}\alpha$ 」の形式とする。

A と α はキーワードであり、 A を起点とした空間上の α の検索を意味する。先行研究より提案した空間演算子 [6] に続いて数値と単位を記述する。

(例) 「 $A_{\sqcup}1km_{\sqcup}\alpha$ 」は「 A から 1km 圏内の α 」

定義 2: 最小の空間演算 SQ の問合せを集合演算子の組合せ「 $SQ^1 \cup SQ^2 \cup \dots = SQ^+$ 」で記述できる。

(例) 「 $(A_{\sqcup}80m_{\sqcup}\alpha) + (B_{\sqcup}60m_{\sqcup}\beta)$ 」は「 A から 80m 圏内の α と B から 60m 圏内の β の和集合」

4.1 集合演算子

上記の定義に基づき、待ち合わせスポットや遭遇率を低下させるスポット検索を集合演算の和「+」、差「-」、積「*」より実現する (図 2)。

和演算 (例 1) 「 $(A_{\sqcup}3km_{\sqcup}\alpha) + (B_{\sqcup}3km_{\sqcup}\alpha)$ 」

A と B の 3km 圏内の和演算 (図 2 (a))

差演算 (例 2) 「 $(A_{\sqcup}3km_{\sqcup}\alpha) - (B_{\sqcup}3km_{\sqcup}\alpha)$ 」

A と B の 3km 圏内の差演算 (図 2 (b))

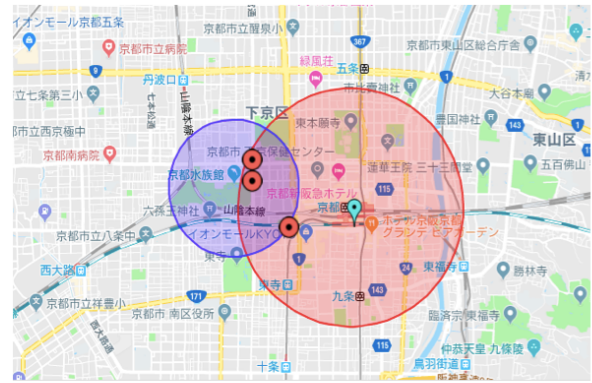
積演算 (例 3) 「 $(A_{\sqcup}3km_{\sqcup}\alpha) * (B_{\sqcup}3km_{\sqcup}\alpha)$ 」

A と B から 3km 圏内の積演算 (図 2 (c))

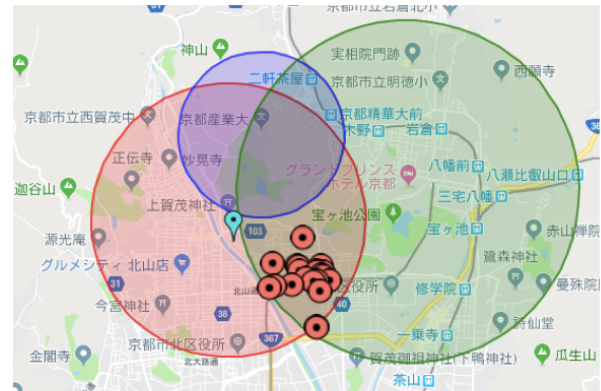
4.2 起点からの空間長算出

空間演算に必要な起点からの空間長 (半径) を算出する。まず、地図入力インタフェースより起点の緯度経度と移動速度 v を取得する。次に移動速度の最も遅い起点 A と次に遅い起点 B 間の直線距離を算出し起点 A からの半径 l_{AB} を $(2v_A + 1) / (2v_A + 2v_B)$ として算出し、 A から半径 l_{AB} までの移動時間 t_{AB} を算出する。また、 A と最も直線距離の遠い起点 C との半径 l_{AC} を同様に算出し、移動時間 t_{AC} を算出し、移動時間の長い方の移動時間を t_{max} とし、これより他全ての起点 p の空間長 l_p は移動速度 v_p と時間 t_{max} より算出される。

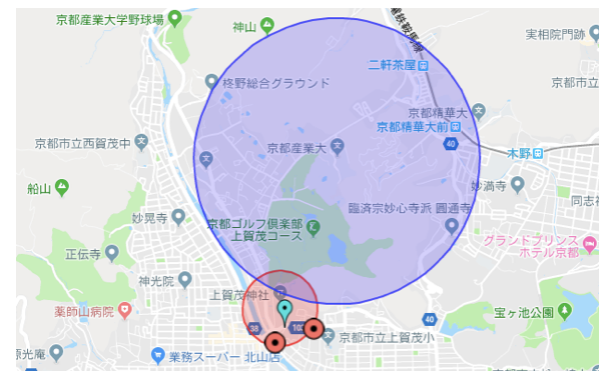
空間演算に基づいた複数地点間スポット検索 Web システム



(A1) 積集合



(A2) 3 地点間積&差集合



(A3) 差集合

図 3 空間演算による複数地点のスポット推薦例

は、ユーザからの Web リクエストの入出力となる Web 入出力処理と前節の空間演算式への変換処理と空間演算処理の 3 つの要素で構成される。

4.3 Web 入出力処理と空間演算式変換

ユーザの入力は起点の地点名と徒歩や車といった移動形態とする。取得した地点名から緯度経度に変換し、移動形態から速度に変換する。また、友人等のいる別の場所の地点名と移動形態も同時に入力する。そして、カフェやコンビニといったスポットの属性を入力し、最後に集合演算子を選択する。出力結果は、地図に各起点と移動形態に適した円が描かれ集合演算に基づいて検索されたスポットがプロット推薦される (図 1)。

次に、取得した地点名と緯度経度、移動速度より各起点の空間長を算出する。各起点と空間長、スポットの属性と集合演算

より空間演算式へ変換する。

4.4 空間演算処理

空間演算式は先行研究 [6] の Web リクエスト^(注1)によって空間演算処理される。これにより、各起点から空間長の指定範囲内にあるスポット情報（位置や店舗名、評判等）のリストを得ることができる。最後に、取得したリストから集合演算を行う。

4.5 複数地点間のスポット推薦システム

図 1 に実装したスポット推薦システムのインタフェースを示す。プロトタイプでは、起点は現在地をデフォルトとし携帯端末より緯度経度を取得し、移動形態は徒歩（80m/m）と車（400m/m）とした。また、待ち合わせの場合を「meeting area」とし、遭遇を避けたい場合を「avoid area」として集合演算の積と差を設定した。対象起点とスポットの入力、集合演算の選択を行うことで対象起点を追加する。ユーザは、起点として自身の現在地名を入力する。なお、「現在地」の入力がデフォルトとなっており、その場合は自動取得する。次に自身の移動形態を入力する。そして他者の場所名と移動形態を同様に入力し、待ち合わせしたいスポット名（例えばカフェ、レストラン、地下鉄等）を入力し、待ち合わせか避けたいかをセレクトし、検索を実行する。なお、対象起点追加ボタンにより、他者の追加が可能である。提案システムはそれらの情報から複数人にとって最短で待ち合わせ可能なスポットの候補を地図上にプロット提示する。

図 3 にスポット推薦結果の例を示す。(A1) は現在地から車で、友人のいる場所から徒歩圏内にあり待ち合わせできるコンビニの検索結果である。(A2) は現在地から徒歩圏内にある他者が大学にあり、他者の車移動の圏内にないカフェの結果である。(A3) は 1 人を避けつつ、2 人で待ち合わせできるカフェの推薦結果である。これにより、他ユーザとの効率的な待ち合わせや、一方で他ユーザとの遭遇率を低下させるスポットの提供が確認できた。

5. ま と め

本論文では、地図上の複数の地点を起点とした同心円上の集合演算を可能とする空間演算に基づき、複数の起点間に対して効率良く待ち合わせや遭遇率を低下させるスポットの検索手法を提案し、プロトタイプを実装した。また、本スポット推薦システムにより、いくつかの検索実行例を示した。今後、推薦されたスポットに対する評価および移動時間の効率性の評価検証を行う予定である。また、現在は他者間との直線距離を用いているが、それらの集合結果から実際に移動にかかる時間を算出し、最短となるスポット提供を実現する予定である。

謝 辞

本研究の一部は、総務省 SCOPE（受付番号 171507010）、JSPS 科研費 16H01722, 15K00162, 17K12686 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

文 献

- [1] 奥藺基, 牟田将史, 平野廣美, 益子宗, 星野准一. 複数人での旅行における嗜好分析による観光地推薦システムの提案. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2015, No. 19, pp. 1–8, 2015.
- [2] 笠原秀一, 田村和範, 飯山将晃, 棕木雅之, 美濃導彦. 行動履歴に基づく地域の環境要因を考慮した観光行動モデルの構築とその応用. 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 5, pp. 1411–1420, 2016.
- [3] K. Church, J. Neumann, M. Cherubini, N. Oliver. The "Map Trap"? An Evaluation of Map Versus Text-based Interfaces for Location-based Mobile Search Services. In *19th international conference on World wide Web*, pp. 261–270. WWW, 2010.
- [4] D. Quercia, R. Schifanella, L. M. Aiello. The Shortest Path to Happiness: Recommending Beautiful, Quiet, and Happy Routes in the City. In *Proc. the 25th ACM conference on Hypertext and social media*, pp. 116–125, 2014.
- [5] 落合桂一, 深澤佑介, 山田渉, 松尾豊. 位置情報サービスの利用状況を活用した poi 推薦手法. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. 2017, p. 2, 2017.
- [6] 阪田晴香, Panote Siriaraya, 王元元, 河合由起子. 検索ワード間の空間演算の提案と地図検索への応用. 情報処理学会論文誌データベース (IPSJ-TOD), 第 80 巻, 2019.

(注1) : <http://ykylab.kyoto-su.ac.jp/~sakata/spatialQuery/>