

モバイル検索におけるGPSログを用いた地理情報ランキング手法

濱崎 耀[†] 金子 鷹弥^{†††} 出口 貴嗣^{††} 森永 久之^{††}
 高山 敏典^{††} 牛尼剛聡^{†††}

[†]九州大学芸術工学部 ^{††}(株)ゼンリンデータコム

^{†††}九州大学芸術工学研究院

あらまし 近年、携帯端末を利用して、利用者の現在地に近い地理オブジェクトの検索が一般的に行われるようになった。本研究では、携帯電話のGPSログを利用して、地理オブジェクトの検索結果のランキングを行う手法を提案する。この手法では、携帯電話のGPSログに基づいて、ある地点から検索結果の地理オブジェクト間への一般的な移動確率を求め、移動確率が高い地理オブジェクトは、その地点の利用者にとって重要であると考え、地理オブジェクトのランキングを行う。

キーワード GPSログ、モバイル検索、遷移確率、マルコフ過程

A Technique for Ranking Geographic Information For Mobile Search Using GPS Log

Hikaru Hamasaki[†] Takahiko Kaneko^{†††} Takatsugu Deguchi^{††} Hisayuki Morinaga^{††}

Toshinori Takayama^{††} Taketoshi Ushiyama^{†††}

[†]School of Design, Kyushu University

^{††}Zenrin Data Com

^{†††}Graduate School of Design, Kyushu University

1. はじめに

現在、インターネット上には膨大な情報が存在している。それらの中から必要な情報を手に入れるためには、検索が必要不可欠である。検索に於いてユーザの要求に基づいて情報をランキングすることは重要である。例えば、一般的なWeb検索では、ほとんどの場合、ユーザは検索結果の上位3件程度しか利用しないことが知られている。これまでに、Web上の情報をランキングするために様々な手法が提案されてきた。

一方、近年、情報を得るために小型の携帯端末が利用可能になってきている。それに伴い、ユーザが携帯端末を用いて情報を検索することが一般的に行われるようになった。このように携帯端末を用いて行う検索をモバイル検索と呼ぶ。モバイル端末は、パーソナルコンピュータに比べて画面サイズが小さく、一度に提示できる情報が少ない。したがって、適切なランキングをすることはさらに重要となる。

ユーザが携帯端末を用いて情報を検索する際には、ユーザ

の現在位置の周辺の地理情報を検索することが多いと想定される。このため、現在地を考慮して地理情報をランキングすることがモバイル検索においては重要であると考えられる。本研究では、モバイル端末での地理情報検索を対象にした、ランキング手法を提案する。

現在地を考慮した検索に於いては、検索結果に対して、現在地からの地理的な距離が重要に深く関係すると考えられる。一般的に利用される距離として、直線距離（ユークリッド距離）と道のりがある。直線距離は、地理上の2点を直線で結んだときの距離である。しかし、一般的に、地理上の2点を直線で移動することは困難である場合が多い。したがって、直線距離よりも、2点を結ぶ最短の経路を考えた方が適切であると考えられる。しかし、道のりで考えた場合でも、その経路を移動可能な交通手段等によって、道のりが人間の感じる直感的な近さと異なる場合があると考えられる。

上記の問題点を解決するために、本研究では、実世界上の

人々の移動履歴をモバイル検索のランキングに利用した際の有効性の評価を行う。

本研究では、実世界上の人々の移動履歴を求めるために、携帯電話に搭載された GPS の移動ログを利用する。GPS 移動ログ（プローブ）データを用いることで、一定時間後の現在地からの移動確率を求める。移動確率に基づいて、現在地からの重要度を推定し、ランキングに利用する。

2. 関連研究

本研究に関連する研究として、地理情報に関する研究、GPS ログに関する研究、従来のランキング手法に関する研究、モバイル端末における情報サービスの研究がある。

新井ら[1]は、位置情報を持った Web ページの第 3 者からの評価情報の収集とその位置情報の抽出の低コスト化を目指し、その技術を利用した視覚的な位置指向検索システムを開発している。宮本ら[2]はユーザの画面認知度が低い(道を急いでいるなど)状況においてユーザが必要な情報を得るために状況に応じた検索目的の絞り込みとその情報提示を容易にするシステムを開発している。

本研究では、プローブデータを利用するが、プローブデータには様々な要因でデータの欠損が生じたり、誤差が生じてしまうことがある。蛭田ら[3]はプローブデータから、交通情報の相関を表す特徴空間を動的に構成して、プローブデータの空間的な欠損を補完する技術を開発している。

Setten ら[4]は、モバイルユーザの周辺の地理情報について重要度スコアなどを双方向的に表示するアプリケーション「COMPASS」を開発している。この研究がコンテキストウェアと情報推薦システムに焦点を当てているのに対し、本研究では統計的データとしての GPS ログデータを用いて地理情報のランキングを行う点で異なる。

Lin ら[5]は GPS データから特徴点を抽出してユーザの行動を検出する方法についてモデル化している。

3. アプローチ

Web ページ検索に於ける代表的なランキング手法に、PageRank がある。PageRank では、Web ページのリンク構造に基づいて Web ページのランク付けを行う。PageRank でのランク付けの方法には様々な解釈が可能である。一つの

解釈の方法は、「多くの重要な Web ページからリンクされている Web ページは重要である」という仮定に基づいて、ページの重要度を決定するものである。

PageRank の別の解釈として、ユーザがウェブページをリンクに基づいてアクセスする際に、アクセスする可能性の高いページを重要なページであるとする考え方がある。この考え方では、ユーザのページ遷移は直前のページのみ依存するという単純マルコフ過程としてモデル化される。対象とする Web ページ集合に対して、任意の 2 つの Web ページに対して、それらの 1 ステップの遷移確率を求める。この遷移確率行列を A とすることにより、 n ステップ後の存在確率は行列 A^n に基づいて計算できる。ここで、 n を無限大にすることにより、存在確率は一定の値に収束する。この値が、それぞれの Web ページの存在確率とみなされる。存在確率が高い Web ページは、重要度が高いと考える。このとき PageRank では、存在確率の大きさに基づいて Web ページをランキングする。各 Web ページにいる人がリンクをたどってページ移動を行うと、次のステップの各 Web ページに人がいる確率が求まる。この過程を繰り返すことで、いずれ各 Web ページに人がいる確率が収束していく。

Web では、総ての Web ページは唯一の URL を有するため、基本的にどのページに対しても、それにアクセスするためのユーザのコストは同一であると考えられる。しかし、地理オブジェクトを利用するためのユーザのコストは、現在地から対象のオブジェクトへの移動のしやすさなどの地理的な要因に強く影響を受ける。モバイル検索に於いて、地理オブジェクトを検索する際は、検索結果となる地理オブジェクトに移動することを想定している。たとえば、ある地点で「ラーメン店」と検索した場合、その地点の周辺にあるラーメン店に行くことを前提としている場合が多い。

本研究では、モバイル検索に於ける地理オブジェクトの検索において、現在地から、時間 t 後に於ける、地理オブジェクトの近隣への存在確率に基づいて地理オブジェクトの重要度を決定し、検索結果の地理オブジェクトをランキングする。

モバイル検索に於ける地理オブジェクトのランキング手法として、最も単純な尺度として、地理的な距離を利用することが考えられる。地理的な距離として、直線距離（ユークリッド距離）や道のりが考えられる。直線距離は、計算が簡単

であるが、必ずしも、直線距離が近いことは、2地点の移動コストを表しているわけではない。直線距離が近くても、そこに至る適切な経路が存在しない場合、直線距離と移動コストが比例しない事例は、日常的に多く経験されることである。一方、2点間の経路の長さ（道のり）を利用する場合でも、それが移動コストとは比例しない事例は存在する。具体的には、その経路の移動に用いる交通手段や、その交通手段を利用するためのコスト等を考慮する必要があるからである。検索時に、利用する交通手段や、交通費として許容可能な予算等を指定することにより、正確なコストが計算可能であると考えられる。しかし、そのためには、検索時にユーザが様々な条件を明示的に指定する必要があり、ユーザに与える負担が大きい。

この問題点を解決するために、本研究では、現実世界での人々の移動履歴を利用して、任意の2地点の移動確率を求める。この移動確率は、様々な目的で、様々な移動手段を利用して行われた結果を総合的にとらえた距離であり、我々が日常的に感じる2地点間の距離を反映していると考えられる。ここで表される距離は、単純な移動のしやすさを表しているだけではなく、その移動がどの程度一般的に行われているのかという情報も含まれる。よって、その移動が人々にどの程度指示されているのかという移動の「質」に関する情報も含まれていると考えられるため、ユーザに有用なランキングが提供できると期待される。

本研究では、人々の移動履歴として、携帯電話のGPS移動ログを利用する。本研究では、GPS移動ログは、NTTドコモ社の「オートGPS」サービスの利用者のデータであり、利用者の許諾を得て、個人を特定する情報が含まれていない移動履歴のみのデータである。GPS移動ログは人間の実生活と密接な関連を持つデータであり、これを適切に用いることでユーザの地理オブジェクトのモバイル検索時に、より有意なランキングを行うことを目標とする。

4. 提案手法

今回の研究では人間の移動の、ある地点からある地点への遷移確率を地理情報の重要度として利用することを考える。この人間の遷移確率には直線距離などの物理的な距離だけでなく、移動手段やそれに伴う移動コストなども反映され、より実生活に密着した重要度指標となることが期待できる。

今回利用するGPSデータは、ユーザを識別するためのID、緯度、経度、時刻などの情報からなる。GPSログデータの収集システムの仕様により、データが送られる間隔は最短で約5分である。表1にGPSログデータの一部を示す。

ユーザIDはユーザを一意に決定するIDで、日時は年、月、日、時、分、秒の順に並んでいる。緯度・経度はミリ秒単位であり、東京測地系で測地され、測位レベルは測位精度を表し、高度はメートル単位であらわされている。

上記のデータから、任意の2地点の時刻t分後の、移動確率を計算する。緯度、経度データは連続値であるため、300mの間隔で地図上にメッシュを形成し、2メッシュ間の移動として考える。

本研究では、任意の2メッシュ間のt分後の移動確率を求め、それを検索結果のランキングに利用する。時刻tが大きくなるにつれ、移動可能範囲が広がるために、限られたサンプル数では正確な確率の推定が困難である。そこで、本研究では、ユーザの移動、各メッシュをノードとし、ノード間を約5分おきに遷移する単純マルコフ過程として、モデル化し、遷移確率を計算する。

今、緯度軸のi番目、経度軸のj番目のメッシュを m_{ij} と表現する。メッシュ m_{x_1, y_1} に存在しているユーザが単位時間後に、メッシュ m_{x_2, y_2} の領域に遷移する条件付き確率を $P_1(x_1, y_1, x_2, y_2)$ と表記する。ここで、単位時間は5分である。

確率 $P_1(x_1, y_1, x_2, y_2)$ は以下の式によって求める。

$$P_1(x_1, y_1, x_2, y_2) = \frac{\text{freq}(x_1, y_1, x_2, y_2)}{\sum_{i,j} \text{freq}(x_1, y_1, i, j)}$$

ここで、 $\text{freq}(x_1, y_1, x_2, y_2)$ は、対象とするGPSデータ上で、メッシュ m_{x_1, y_1} に存在しているユーザが単位時間後に、メッシュ m_{x_2, y_2} の領域に移動した回数（延べ人数）である。

時刻0にメッシュ m_{x_1, y_1} に存在しているユーザが時間t後に、メッシュ m_{x_2, y_2} の領域に遷移する条件付き確率 $P_t(x_1, y_1, x_2, y_2)$ は、以下の式によって求められる。

$$P_t(x_1, y_1, x_2, y_2) = \sum_{i,j} P_{t-1}(x_1, y_1, i, j) \cdot P_1(i, j, x_2, y_2)$$

上記の式により、求めた注目点メッシュ(ユーザが存在するメッシュ)から各メッシュへの遷移確率を計算して重要度とする。なお、現実世界において、人間の移動は手段によって速度は大きく差があるものの、必ず連続的であるため、ラン

ダムサーファーモデルにおけるダンピングファクターとしての要素を考える必要はないと考えられる。

5. プロトタイプシステム

提案手法に基づいて遷移確率を計算するプロトタイプシステムを実装した。実装環境としては PHP と MySQL を用いた。可視化のためには、Google Maps JavaScript API を用いている。

例として、図 1 に福岡市を対象とした 1 ヶ月間の GPS データに基づいて、地下鉄天神駅を含むメッシュを注目点メッシュとした場合の単位時間（5 分）後の各メッシュの存在確率を可視化した図を示す。図中の赤い枠で示されている矩形が、存在確率が 0 以上のメッシュを表し、輝度が高いほど確率が高いことを表している。図 2 は同様な条件で、10 分後の遷移確率を、図 3 は 15 分後の遷移確率を表している。

図 1: 福岡市、地下鉄天神駅から 5 分後の遷移確率

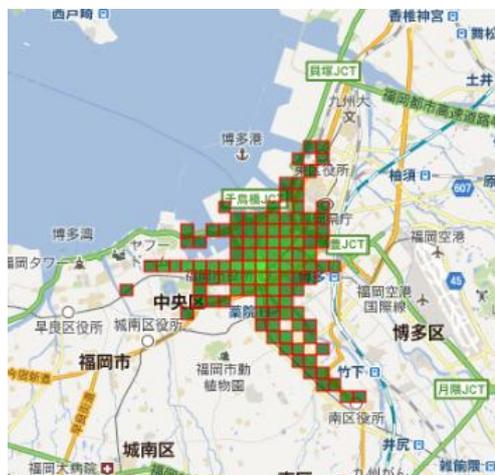


図 2: 福岡市、地下鉄天神駅から 10 分後の遷移確率

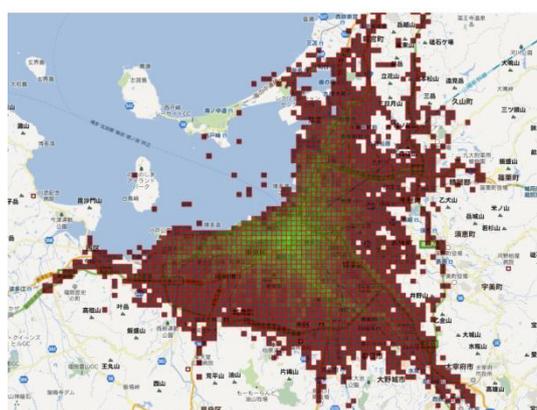
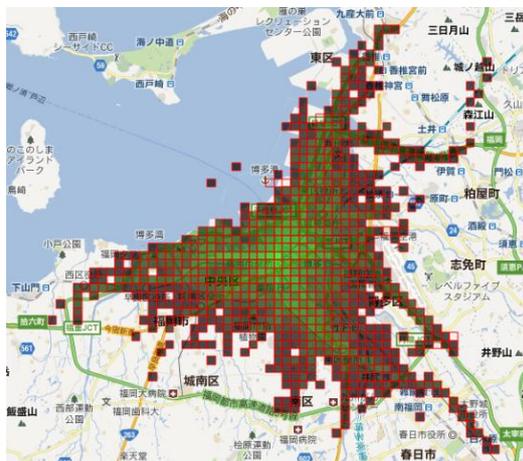


図 3: 福岡市、地下鉄天神駅から 15 分後の遷移確率



図より、地下鉄天神駅からの確率分布は、電車、地下鉄の経路、および主要な道路を中心に高い存在確率となっていることがわかる。また、百道浜やヤフードーム周辺の存在確率が高くなっていることがわかる。

これらの図から、確率分布は、必ずしも中心からのユークリッド距離の長さには比例していない部分があり、電車、地下鉄の経路、および主要な道路を中心に高い存在確率となっていることがわかる。遷移確率を利用すれば、交通手段などに影響を受ける実世界の状況をより考慮したランキングを提供できると考えられる。

6. 実験結果と考察

提案手法の有効性を評価するために、まず、2 種類のファーストフード店について、本研究の手法でランキングした場合と従来の手法でランキングした場合との結果を比較する。注目点としては、都市部の代表点として、福岡市の繁華街である地下鉄天神駅を選び、非都市部の代表点として、福岡市の西鉄千早駅を選択した。具体的には、以下の 4 種類の場合についてランキングを求めた。

1. 天神駅周辺のマクドナルドを検索した場合（都心にあり、店舗数が多い事象）（表 2）
2. 天神駅周辺のサブウェイバーガーを検索した場合（都心にあり、店舗数が比較的少ない事象）（表 3）
3. 千早駅周辺のマクドナルドを検索した場合（都心から

離れていて、店舗数が多い事象) (表 4)

4. 千早駅周辺のサブウェイバーガー(都心から離れていて、店舗数が比較的少ない事象) (表 5)

なお、実験結果の表に示した順番は、Google Map での検索した際の順番である。

上記の実験結果により、遷移確率と直線距離ではランキングが異なっていた。

表 2 に示す天神を注目点とした結果において、「マクドナルド薬院店」及び「マクドナルド薬院駅前店」と比べ、「マクドナルド博多バスターミナル店」は、博多駅の交通の要衝としての価値から、遷移確率が高くなり、順位が逆転している。

表 3 に示す「サブウェイ警固公園前店」もまた、警固公園方面への移動者が少なく、他店に比べて順位の逆転が起きている。

表 4 に示す、千早駅を注目点とした結果に於いて、「マクドナルド福岡土井店」は、Google Maps と直線距離の結果では 3 位に順位付けられるが、存在確率では 6 位となる。注目点である千早駅とマクドナルド福岡土井店、吉塚店の位置関係を図 4 に示す。

これは、千早駅が存在する鉄道の路線上に存在しないため、直線距離では近いが、実際に人流はそれほどないためであると考えられる。一方、同じく、表 4 に於ける、「マクドナルド吉塚店」は、Google Maps の順位と直線距離の順位では共に 10 位となっているが、移動確率に基づく順位では 3 位となる。これは、上記の店舗が千早駅と同じ路線にある吉塚駅の近隣にあり、人の流れが多いことから上位に順位付けされる。

図 4:千早駅とマクドナルド福岡土井店、吉塚店の位置関係



表 5 に示す、千早駅を注目点とした「サブウェイ」の結果では、直線距離と移動確率に基づく順位には違いが出たが、Google Maps とのランキングには差が出なかった。

同様に、福岡市動植物園からラーメン店についてランキングした場合の結果を比較する。結果を表 6 に示す。こちらも、直線距離では 3 位である「そば処 まさや」のランキングが 10 位であり、また直線距離では 10 位の「麺やてんき」が 1 位になるなどの順位の逆転が起きている。

このように、直線距離ではなく、実際の人の移動履歴に基づいた存在確率を用いることにより、人間の直感的な距離感覚に近いランキングが可能になると考えられる。今後、ユーザ実験評価が可能な形でのシステム構築を行ったうえで被験者実験を行い、提案手法の有効性を客観的に評価する予定である。

表 1:GPS ログデータの例

| ユーザ ID | 日時 | 緯度 | 経度 | 測地系 | 測位レベル | 高度 |
|----------|----------------|-----------|-----------|-------|-------|----------|
| UID00000 | 20110501153601 | 120717412 | 469531095 | 日本測地系 | 3 | 47.17188 |
| UID00000 | 20110501154104 | 120647380 | 469528288 | 日本測地系 | 3 | 57.25 |
| UID00000 | 20110501154607 | 120555346 | 469509660 | 日本測地系 | 3 | 51.4375 |

表 2: 地下鉄天神駅を注目点とする周辺のマクドナルドの遷移確率による順位と直線距離によるランキング

| 地理オブジェクト | Google Maps | 遷移確率 (降順に順位付) | | 直線距離 (昇順に順位付) | |
|------------|-------------|---------------|----|---------------|----|
| | 順位 | 値 | 順位 | 値 | 順位 |
| マクドナルド新天町店 | 1 | 0.4867003900 | 1 | 0.0000029340 | 1 |

| | | | | | |
|--------------------|----|--------------|----|--------------|----|
| マクドナルド天神ビブレ店 | 2 | 0.4867003900 | 1 | 0.0000053862 | 2 |
| マクドナルド天神ロフト店 | 3 | 0.1418098000 | 4 | 0.0000085680 | 3 |
| マクドナルド天神店 | 4 | 0.4867003900 | 1 | 0.0000243988 | 4 |
| マクドナルド赤坂門店 | 5 | 0.0146415300 | 5 | 0.0000791317 | 6 |
| マクドナルド薬院駅前店 | 6 | 0.0008521200 | 8 | 0.0001293391 | 9 |
| マクドナルドキャナルシティ・オーパ店 | 7 | 0.0098943000 | 6 | 0.0000496830 | 5 |
| マクドナルド薬院店 | 8 | 0.0008521200 | 8 | 0.0001283629 | 8 |
| マクドナルド博多サンプラザ店 | 9 | 0.0002812700 | 10 | 0.0001243243 | 7 |
| マクドナルド博多バスターミナル店 | 10 | 0.0015561900 | 7 | 0.0003665935 | 10 |

表 3: 地下鉄天神駅を注目点とする周辺のサブウェイの遷移確率による順位と直線距離によるランキング

| 地理オブジェクト | Google Maps | | 遷移確率 (降順に順位付) | | 直線距離 (昇順に順位付) | |
|---------------|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--|
| | 順位 | 値 | 順位 | 値 | 順位 | |
| サブウェイ天神警固公園前店 | 1 | 0.1418098000 | 3 | 0.0000027214 | 1 | |
| サブウェイ天神昭和通り店 | 2 | 0.4867003900 | 1 | 0.0000169881 | 3 | |
| サブウェイ天神西通り店 | 3 | 0.4867003900 | 1 | 0.0000084250 | 2 | |

表 4: 千早駅を注目点とする周辺のマクドナルドの遷移確率による順位と直線距離によるランキング

| 地理オブジェクト | Google Maps | | 遷移確率 (降順に順位付) | | 直線距離 (昇順に順位付) | |
|-------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--|
| | 順位 | 値 | 順位 | 値 | 順位 | |
| マクドナルドスポーツガーデン香椎店 | 1 | 0.0245476900 | 1 | 0.0000148566 | 1 | |
| マクドナルド香椎駅前店 | 2 | 0.0193353100 | 2 | 0.0001097179 | 2 | |
| マクドナルド福岡土井店 | 3 | 0.0002081400 | 6 | 0.0007396252 | 3 | |
| マクドナルド土井ミスターマックス店 | 4 | 0.0001207700 | 7 | 0.0008350156 | 4 | |
| マクドナルド3号線箱崎店 | 5 | 0.0014386000 | 5 | 0.0013794394 | 5 | |
| マクドナルド和白店 | 6 | 0.0017241000 | 4 | 0.0016444051 | 7 | |
| マクドナルド粕屋ミスターマックス店 | 7 | 0.0000133900 | 9 | 0.0015923920 | 6 | |
| マクドナルド久山トリアスモール店 | 8 | 0.0000000000 | 10 | 0.0023975247 | 9 | |
| マクドナルド空港志免店 | 9 | 0.0000608800 | 8 | 0.0023396071 | 8 | |
| マクドナルド吉塚店 | 10 | 0.0041931300 | 3 | 0.0025479730 | 10 | |

表 5: 千早駅を注目点とする周辺のサブウェイの遷移確率による順位と直線距離によるランキング

| 地理オブジェクト | Google Maps | | 遷移確率 (降順に順位付) | | 直線距離 (昇順に順位付) | |
|--------------|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--|
| | 順位 | 値 | 順位 | 値 | 順位 | |
| サブウェイ九州大学病院店 | 1 | 0.0000860200 | 1 | 0.0023372782 | 1 | |
| サブウェイ天神昭和通り店 | 2 | 0.0000052000 | 2 | 0.0050954081 | 3 | |
| サブウェイ天神西通り店 | 3 | 0.0000052000 | 2 | 0.0055208491 | 4 | |

| | | | | | |
|------------------|---|--------------|---|--------------|---|
| サブウェイオンモール福岡ルクル店 | 4 | 0.0000000000 | 4 | 0.0043806314 | 2 |
| サブウェイ天神警固公園前店 | 5 | 0.0000000000 | 4 | 0.0055437580 | 5 |

表 6:福岡市動植物園を注目点とする周辺のラーメン店の遷移確率による順位と直線距離によるランキング

| 地理オブジェクト | Google Maps | | 遷移確率(降順に順位付) | | 直線距離(昇順に順位付) | |
|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 順位 | 値 | 順位 | 値 | 順位 | 値 |
| 博多ラーメン膳 | 1 | 0.0190568600 | 2 | 0.0000302789 | 1 | 0.0000302789 |
| とらや平尾店 | 2 | 0.0174655000 | 5 | 0.0001448486 | 8 | 0.0001448486 |
| あきこのちゃんぽん | 3 | 0.0179676400 | 4 | 0.0001452555 | 9 | 0.0001452555 |
| 博多元助 | 4 | 0.0049817100 | 6 | 0.0001431406 | 6 | 0.0001431406 |
| 麵劇場玄瑛 | 5 | 0.0049817100 | 7 | 0.0001431406 | 7 | 0.0001431406 |
| 麵やてんき | 6 | 0.0223646400 | 1 | 0.0001559218 | 10 | 0.0001559218 |
| (有) なかむらフーズ | 7 | 0.0190568600 | 3 | 0.0000353268 | 2 | 0.0000353268 |
| そば処 まさや | 8 | 0.0008329800 | 10 | 0.0001089298 | 3 | 0.0001089298 |
| 博多担々麺まるみや | 9 | 0.0049817100 | 8 | 0.0001409061 | 4 | 0.0001409061 |
| 博多一風堂薬院店 | 10 | 0.0049817100 | 9 | 0.0001409061 | 5 | 0.0001409061 |

7. まとめ

本研究では、携帯電話の GPS 移動ログに基づいて、モバイル検索における地理オブジェクトのランキングを行う手法を提案し、有効性を評価するための実験を行った。今後、GPS ログ(プローブデータ)の補間技術の利用や、種類の異なる地理オブジェクトの重要度ランキングなどに発展、およびユーザインターフェースの構築や高速化を目指し、さらに様々な条件に基づいて実験を行い、提案手法の有効性を評価する予定である。

参考文献

- [1]新井 イスマイル, 川口 誠敬, 藤川 和利, 砂原 秀樹: Geocrawler: 個人サイトの評価情報と位置情報に基づいた店舗検索用 Web インデクサの開発, 情報処理学会論文誌 48(7) 2007
- [2]宮本大樹: モバイルユーザの状況を考慮した候補提示型コンテンツ検索支援システムの設計と実装, 大阪大学工学部電子情報工学科情報通信工学科目システム工学クラス, 卒業論文
- [3]蛭田智昭, 熊谷正俊, 谷越浩一郎, 横田孝義: 特徴空間の

動的構成によるプローブデータのリアルタイム補間技術, 情報処理学会 研究報告 2006-MBL-39, 2006-ITS-27

[4]Mark van Setten, Stanislav Pokraev, Johan Koolwaaij: Context-Aware Recommendation in the Mobile Tourist Application COMPASS

[5]Lin Liao, Dieter Fox, Henry Kautz: Location-based Activity Recognition