

Baumを用いたモバイルユーザ向け周辺情報提示アプリケーション

梅 澤 猛[†], 今 井 倫 太^{††}, 安 西 祐 一 郎^{††}

本論文ではモバイルユーザのための周辺情報提示アプリケーションについて述べる。屋内外を移動するモバイルユーザはつねに物理的な移動をとまうため、移動先を決定するために必要となる周辺情報の提供は、モバイルユーザ支援の観点から重要なサービスであると考えられる。筆者らは、領域可変型情報検索手法 Baum を利用した周辺情報提示アプリケーションを提案している。Baum では、検索範囲と検索対象に幾何形状を用いて仮想的な「領域」を設定し、領域の重なり度合いによって検索対象の評価値を算出する。本論文では、検索範囲に設定する領域の形状を従来の単純な円形から地形情報を考慮した形状へと拡張する。また、拡張した領域モデルを用いてプロトタイプシステム上での評価実験を行い、検索対象の評価値の変動およびシステムの応答時間の測定について調べる。

A Baum-based Application of Location Sensitive Information for Mobile Users

TAKESHI UMEZAWA,[†] MICHITA IMAI^{††} and YUICHIRO ANZAI^{††}

This paper describes an application for a mobile environment to offer location-sensitive information to the user. In order to allow mobile users to decide where to go, we propose an application for location-sensitive information services using an information retrieval mechanism called Baum. Baum is a methodology that evaluates the worth of a element based on overlaps of spatial regions of elements. We had implemented a prototype system based on Baum. This paper especially focuses on the improved search region model considering geographical location. We also measure the response time of the system and evaluate our new model.

1. はじめに

屋内外で活動するユーザを支援するシステムとして、携帯端末を前提とする様々なモバイルコンピューティング向けアプリケーションが開発されている^{1),2)}。モバイルユーザはつねに物理的な移動をとまうため、ユーザの行動計画を支援することは移動を円滑に行ううえで重要である。本論文では、モバイルユーザの行動計画支援を対象とした、携帯端末への周辺情報提示を行うアプリケーションについて述べる。

一般に、携帯端末には厳しい資源制約がともなう³⁾ため、表示能力と入力機能が貧弱である。したがって、

限られた表示範囲内に登録されている情報をすべて表示すると視認性が損なわれることがあるので、候補が多い場合には何らかの条件による絞り込みが必要となる。また、絞り込みの際には携帯端末の入力機能を考慮した簡便なオペレーションでの実行が必要となる。

既存のモバイルユーザ向けアプリケーション^{4),5)}においては、周辺情報として建物や店舗に関する情報を地図上にオーバーレイして表示する。また、地図情報サイトのサービスでは、主に周辺情報は地図上にアイコンとして表示される。これらのシステムでは、地図の表示縮尺レベルに応じて提供する情報の粒度を決めておくことで、広域表示の際は建物名や店舗の名称などの表示を省略して表示情報を絞り込んでいる。

しかし、既存システムの多くは目的地までのナビゲーションを主な目的としており、周辺情報は経路誘導の際にランドマークとして利用される程度である。

[†] 慶應義塾大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Keio University

^{††} 慶應義塾大学理工学部情報工学科

Department of Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology, Keio University

現在、独立行政法人情報通信研究機構

Presently with National Institute of Information and Communications Technology

2005 年現在, MapFan Web (<http://www.mapfan.com/>), Mapion (<http://www.mapion.co.jp/>), Google ローカル (<http://www.google.co.jp/local/>) など多くのサイトが存在する。

このため、特定の縮尺レベルまで表示範囲を広げると急激に表示される周辺情報が少なくなってしまう。ユーザの行動計画支援を有効に行うためには、表示範囲の拡大・縮小に合わせた粒度で周辺情報を表示する手法が求められる。さらに、複雑な入力に適さない携帯端末でも可能な、簡易なオペレーションで実行できる必要がある。

そこで筆者らは実世界向けの汎用検索手法として、領域検索型情報検索手法 Baum を提案し、Baum を利用したモバイルユーザ向け周辺情報提示サービスの実現を目指している^{8),9)}。Baum では、検索対象と検索範囲それぞれに特定の幾何形状を仮想的な「領域」として設定し、互いの領域の重なり具合によって対象の評価値を決定する。求められた評価値を基準にして周辺情報の絞り込みを行うことで、表示範囲に応じた粒度での周辺情報提示が可能である。Baum の適用により、ある対象に設定された重要度と、現在地からその対象までの物理的距離とを総合的に評価することが可能となる。さらに、検索範囲の拡大・縮小に従い対象の評価値が変動するため、網羅的表示と概観的表示の両方が可能となる。また、検索範囲を変更することで各表示候補の評価値が再計算されるため、ユーザは地図の縮尺変更という簡易な操作のみで適切な情報の絞り込みを行うことができる。

文献 9) においては Baum の基本コンセプトを周辺情報提示システムに応用し、プロトタイプシステムの実装を行ったが、検索対象と検索範囲に設定する領域は簡単化のため単純な円形としていた。また、システムの評価についても動作確認と理論上の定性評価にとどまっていた。本論文では、Baum の手法における検索領域を、地形情報を考慮した幾何形状へと拡張する。さらに、プロトタイプシステムを用いた評価実験を行い、検索対象の評価値の変化とシステムの応答時間について定量的な評価を行う。

以下、2 章では本論文で扱うモバイルユーザ向けの周辺情報提示の定義について述べる。3 章では領域可変型の情報検索手法 Baum について説明する。4 章では検索領域モデルの拡張について述べる。5 章で実験環境であるプロトタイプシステムについて述べ、6 章で拡張した検索領域モデルを使った評価実験について述べる。7 章で結論と今後の課題について述べる。

2. モバイルユーザ向け周辺情報提示

2.1 想定環境

本論文で対象とする周辺情報提示のイメージを図 1 に示す。周辺情報は、あらかじめ位置情報とともに登

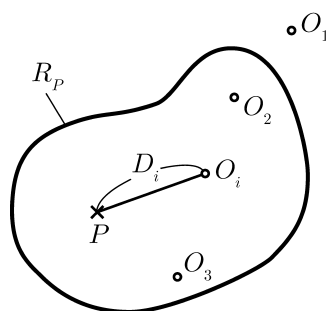


図 1 検索イメージ

Fig. 1 General model of site selection.

録されており、 O_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) はそれらを地図平面上にマッピングした様子を示している。ユーザは GPS による位置情報取得サービスを利用することで、 P で表される地点を検索の基準点とした現在地周辺の情報を参照することができる。また、任意の位置座標を基準点として指定することで、訪れる予定のある場所周辺の情報を参照することもできる。

一般的な地図情報サービスの場合、検索の基準点 P を含む検索範囲 R_P を設定した場合の表示候補は、次の式 (1) で表される。

$$\{O_i \subseteq R_P \mid i = 1, 2, 3, \dots, n\} \quad (1)$$

2.2 アプリケーション要求

(1) 検索範囲に応じた粒度の結果表示

検索範囲 R_P を設定することで、多くの検索対象の中から、表示候補を基準点 P 周辺のものに絞り込むことはできるが、 $O_i \subseteq R_P$ となる O_i が多数存在する場合にはさらに表示候補の絞り込みを行う必要がある。目的地への移動という、モバイルユーザの特徴的行動を考慮すると、検索の基準点 P からの O_i までの物理的距離 D_i は候補の評価に重要な要因であると考えられる。一方で、登録されている周辺情報はすべてが同程度有用であるというわけではないので、各情報の重要度も評価する必要がある。検索範囲に応じて表示する情報を適切に絞り込むためには、これら 2 つの要因、対象までの物理的な距離と、対象自体の情報の重要度を適切に評価する手法が求められる。

(2) オペレーションの簡便さ

モバイルユーザが利用する携帯端末は入力機能が十分ではなく、さらに、モバイルコンピューティング環境は一般に複雑な入力を行うのには不向きである。したがって、表示候補の絞り込みは簡易なオペレーションにより実行できる必要がある。

3. 領域可変型情報検索手法 Baum

Baum は、図 2 に示すように、検索範囲と検索対象

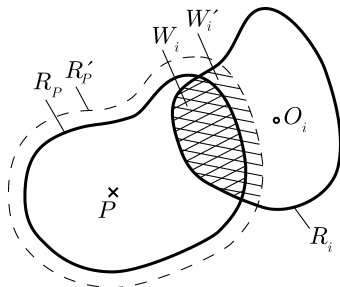


図 2 検索領域の拡大

Fig. 2 Expansion of a search region.

の双方について領域を設定し、互いの領域の重なり度合いを対象の評価値とする検索手法である⁸⁾。Baum では、検索範囲を表す可変領域と、各検索対象の重要度を重み付けした領域とを定義し、これら 2 つの領域の重なり度合いによって対象の評価値とする。

Baum では、施設の規模やサービスの質を基準にした検索対象 O_i の重要度を、 O_i を含む領域 R_i として定義する。検索時の O_i の評価値 W_i は、検索領域 R_P と重み付けを示す領域 R_i の重なり合う部分によって定義される (式 (2))。

$$W_i = R_P \cap R_i \quad (2)$$

今、検索対象 O_i の重要度を示す領域 R_i を静的であるとすると、検索領域 R_P は可変であるため、 R_P を拡大・縮小することで検索対象 O_i の評価値 W_i が変化する。このときの様子を図 2 に示す。

今、検索領域 R_P を拡大して R_P' とすると、検索領域と O_i の重要度を示す領域との重なる領域も W_i から W_i' へと変化する。したがって、このときの O_i の評価値は $W_i' = R_P' \cap R_i$ ($W_i' > W_i$) となる。

4. 検索領域モデル

検索領域は検索の基準点 P を中心とする円形を基本として、地形情報を反映した形状とする。本論文で拡張を行った検索領域の例を図 3 に示す。

検索基準点 P を中心とする円を描き、そこから街区や建物など障害物となる地形を取り除き、検索領域とする。検索領域を拡大・縮小するときには、まず基準となる円を拡大・縮小し、同様に地形情報を反映して検索領域を得る。

領域モデルの候補としては、ほかにもいくつか参考になる研究がみられる。移動体向けの情報配信サービスを行う研究⁷⁾においては、移動方向に領域を拡大した楕円形の領域を用いている。また、バリアフリーな移動支援を目指す⁶⁾においては、領域としてとらえるのではなく、検索対象も含めた多数のノードをつなぐ

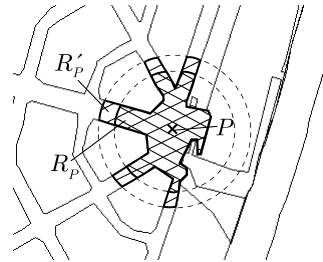


図 3 地形情報を考慮した検索領域形状

Fig. 3 A search region with geographical data.

ネットワークによって移動経路を構成し、厳密に経路ごとのコストを算出している。

しかし、文献 7) ではユーザが約 30 km/h の速度で移動している仮定であり、主に車載端末を対象としたシステムである。筆者らの現時点での実装では主に歩行者をユーザとして想定しており、商店街を含めた街路を実験環境としている。このため、検索領域を移動方向に変形させる程高速で移動しながらのシステム利用は考慮する必要がないと考える。また、文献 6) では車椅子や高齢者など、階段や悪路の通行に困難をとまなう場合を想定している。これも現時点では筆者らのシステムでは対象外の用途であり、ノードによるネットワークですべての経路情報を管理する手法には、データを作成するための手間がかかりすぎるという問題があり、提案するシステムには適していない。

5. プロトタイプシステム

5.1 システム構成

実装したプロトタイプシステムのシステム構成を図 4 に示す。クライアントは検索基準点の位置情報 (Position Info.) と検索領域の情報 (Search Region) をサーバに送信する。サーバ側では、仲介エージェント (Baum Agent) がクライアントの要求に応じて必要なデータを収集する。まず、仲介エージェントは地図データベース (Map DB) から適切な範囲のデータを取り出し、クライアントの要求に適した縮尺の表示となるようにデータ (Map Data) を生成する。次に、周辺情報が登録されたデータベース (Cite Info. DB) から得られた表示候補を、Baum による手法で評価してクライアントに提供する情報 (Cite Info.) を作成する。データを受け取ったクライアントは、地図データを表示し、そこに周辺情報をオーバーレイすることでユーザに提示する。

5.2 実装環境

● サーバ

サーバ側プログラムの実装は、Java プログラミ

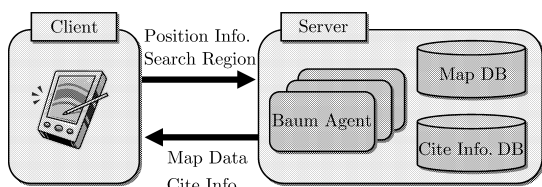


図 4 システム構成

Fig. 4 Overview of information service with Baum.

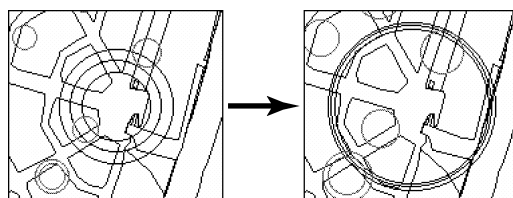


図 6 Baum による周辺情報の表示

Fig. 6 Screenshots of information service with Baum.



図 5 PDA への実装

Fig. 5 Implementation on a PDA.

ング言語 (Java 2 Platform, Standard Edition, v1.42) を用いて行った。地図データには国土院発行の数値地図 2500 を利用した。周辺情報としては、あらかじめ大学周辺の飲食店の情報を用意し、各店舗に 10 段階評価による重要度を付加して登録した。

● クライアント

クライアントとなる携帯端末には、PalmOS5.0 で動作する PDA を利用した。プログラム実装には、Java VM として Mobile Information Device Profile (MIDP) for PalmOS 1.0 を用いた。また、サーバ・クライアント間の通信には 802.11b の無線通信を利用した。図 5 にクライアント PDA 上でアプリケーションが実行される様子を示す。

5.3 システムの動作例

実装したプロトタイプシステムを動作させたとき、クライアント PDA 上に表示される画面例を図 6 に示す。画面中央を中心とする同心円として描かれているのは、検索領域を表現するイメージである。表示系の処理および視認性の観点から、クライアントの画面に表示される検索領域イメージは単純円で構成される同心円とした。この同心円は検索基準点を分かりやすく示すための表示であり、実際の評価計算に用いられる検索領域の形状とは無関係である。地図上に描かれた

そのほかの円は登録されている飲食店を表し、円の大きさは Baum の手法によるその店舗の評価値を反映している。

各円は波紋が広がる要領でアニメーション表示させている。これにより、店舗位置の視認性を高め、近接する店舗を区別しやすくする効果がある。評価値の大きさを表示する円の大きさで表現するため、静止画像で表示すると評価値の高い (円の大きい) 店舗に関しては店舗の位置 (円の中心) が分かりにくくなる。アニメーションによる表示を行うことで、円の中心の確認と円の大きさの把握を同時に行うことが可能となり、近接して存在する店舗に関しても情報の区別が容易になる。

検索領域の拡大・縮小は PDA に搭載されたジョグダイヤルによって操作可能である。検索領域を変更すると範囲の情報をサーバへ送信し、新たな検索領域に適した縮尺の地図データと検索対象の新たな評価値を受信し、再表示する。地図データはポリゴンデータを集めた数値地図を利用しているため任意のサイズでの地図描画が可能である。

また、検索基準点の移動はスタイラスを使って画面をドラッグすることで操作が可能である。新たな検索基準点が決まると、基準点の座標と現在の検索範囲をサーバへ送信し、必要な地図データと更新された検索対象の評価値を受信して表示する。なお、あらかじめ表示矩形範囲の外側の地図データも受信しておけば、ドラッグ操作の際にサーバとの通信なしで移動先の地図データの表示が可能となるため有利と考えられるが、サーバ・クライアント間のデータ通信に関して予備実験を行ったところ、表示範囲外の地図データ転送がシステム全体のパフォーマンスに大きな影響を与えることが分かったため、今回の実装では表示矩形範囲と交差するポリゴンデータのみを転送する方針をとった。

6. 評価実験

6.1 検索対象の評価値変動

検索対象がどのように評価されるのかを確かめるために、実際にアプリケーションを動作させて検索領域

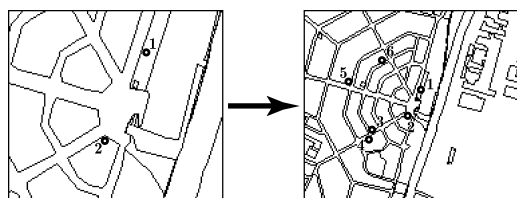


図 7 検索領域の拡大

Fig. 7 Screenshots on expansion of a search region.

の拡大・縮小，検索基準点の移動を行った際の登録されている各検索対象の評価値の変化を測定した．測定に際しては，比較のために検索領域の形状を

- 地形情報の考慮なし：単純円形による簡単化
- 地形情報の考慮あり：4 章で提案した幾何形状

の 2 種類において行った．

6.1.1 検索領域の拡大・縮小

まず，検索基準点を固定とした場合に検索領域を拡大・縮小することで，検索対象の評価値がどのように変動するかを調べた．

検索基準点には駅前のロータリを選び，図 7 左の状態から右の状態まで一定の割合で検索領域を広げていった．このとき，登録されている検索対象群の中で特徴的な変動が観測された 6 つ（Site 1～Site 6）に関して，評価値の変化を図 8，図 9 に示した．また，これら 6 つの検索対象の地図上での位置を図 7 中に 1～6 として示した．

図 8 において，検索領域が拡大するに従い各対象の評価値 W_i は次第に増加した後やがて一定値に収束する．これは，検索領域を十分大きくしたときに W_i は各対象の重要度 R_i に等しくなることを示している．Site 1 と Site 2 の評価値は初期状態においてすでに一定値に収束した状態であり，図 7 左の検索領域と比較して，Site 1 と Site 2 が検索基準点から非常に近いことを示している．

また， $R_2 < R_3$ の関係ではあるが，検索領域が小さいうちは $W_2 > W_3$ となっている．これは該当範囲においては，Site 3 の重要度に比べ Site 2 の基準点からの近さの方が評価値に与える影響が大きいのことを示している．検索領域を拡大していくと，やがて $W_2 \simeq W_3$ となる区間がある．このとき，基準点からの距離も重要度も異なる Site 2 と Site 3 の評価値は，距離と重要度を総合的にみて同程度と評価されていることになる．さらに拡大を続けると Site 3 の評価値が Site 2 の評価値を上回る．これは検索範囲が十分に大きくなったために基準点から両対象までの距離の違いがわずかなものとして扱われていることを示している．

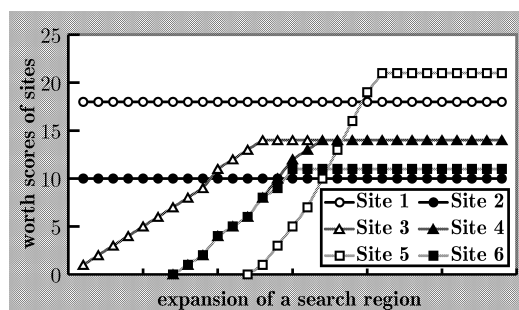


図 8 検索領域の拡大による評価値変化（地形情報の考慮なし）

Fig. 8 Worth scores of sites (expansion/without geographic data).

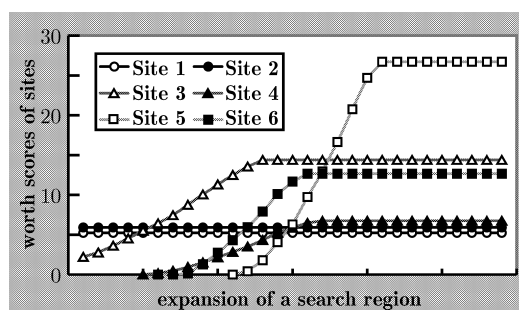


図 9 検索領域の拡大による評価値変化（地形情報の考慮あり）

Fig. 9 Worth scores of sites (expansion/with geographic data).

Site 4 と Site 6 に注目すると，基準点からの距離はほぼ同じであり重要度にも大差がないため，ある地点までは $W_4 \simeq W_6$ で推移する．しかし，検索範囲が十分大きくなると $R_4 > R_6$ であるため， $W_4 > W_6$ へと変化する．これも，検索範囲が小さいときは基準点からの近さの強い影響で拮抗していた両対象の評価値が，検索範囲の拡大によって重要度に応じたものへと変化するという点で，対象の重要度と基準点からの距離を総合的に評価している例であるといえる．

初期状態では評価値は Site 1，Site 2，Site 3 の順位である．検索領域を拡大していくのに従い Site 4，Site 6 が下位に現れ，Site 2 と Site 3 の順位が入れ替わる．最終状態においては，基準点から最も遠くに位置する Site 5 が最も高い評価値となり，Site 2 は最下位となる．実際に端末へ結果を表示する際には，このときの評価値を基準に上位から一定の件数を採用することになるため，結果として検索領域が小さいときには重要度が低くても基準点から近い対象が表示されることになる．一方で，検索領域を拡大すると重要度の低い対象は間引いて表示され，広範囲での概観的な表示が可能となる．

図 9 において，検索領域に関して地形情報を考慮し

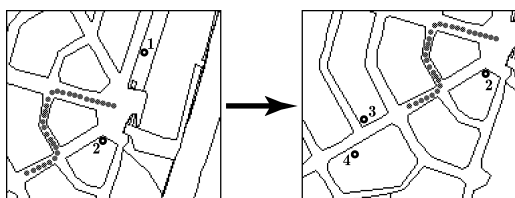


図 10 検索基準点の移動

Fig. 10 Screenshots on movement of a base point.

た結果、全体的に評価値の低下がみられるが、おおむね変化曲線には変化が少ない。これは検索基準点を固定して検索領域のみを拡大させているため、地形情報を考慮したことによる全般的な数値の変動はあるものの、領域の拡大にともなう評価値の変化特性には大きな影響がないことを示している。

6.1.2 検索基準点の移動

次に、検索領域の大きさを固定した状態で検索の基準点を移動させた場合に、検索対象の評価値がどのように変化するかを調べた。

移動の初期状態を図 10 左に、最終状態を同右に示した。図中の点線で示されているものは基準点の移動経路である。移動の初期位置には駅前のロータリを選び、初期状態は図 7 左と同一とした。図 8 でとりあげたのと同じ候補群 Site 1～Site 6 に関して、評価値の変化を図 11、図 12 に示した。

図 11 において、Site 1 は初期状態で最も評価値が高いが、検索基準点の移動が Site 1 から離れていく経路をとるため、次第に評価値が減少していく。一方で、Site 3 については基準点の移動に従って検索基準点に近くなっていくため、評価値が増加していく。基準点を移動していくと、 $W_1 \simeq W_3$ となる区間があり、与えられた検索範囲においてその場所を検索基準点とすると Site 1 と Site 3 を同程度に評価できることを示している。さらに基準点を移動させていくと、ある地点で Site 3 の評価値 Site 1 を上回り、そのときの基準点と検索範囲においては、遠くにある重要度の高い Site 1 よりも、近くにある Site 3 の方を高く評価していることになる。これは Site 1 が基準点から遠くなったため、その重要度の大きさが評価に与える影響が小さくなったことを示している。

Site 2 は基準点の移動による影響を受けていない。これは移動経路が Site 2 の周辺に限られていて、与えられた検索範囲に比べ十分に基準点から近いいため $W_2 = R_2$ となっていることを示している。一方で、Site 5 と Site 6 はわずかな間しか観測されていない。これは、両対象の重要度や検索範囲に比べ検索基準点からの距離が大きいため、両対象に接近したとき

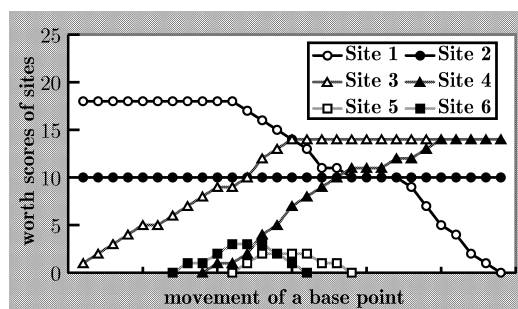


図 11 検索基準点の移動による評価値変化（地形情報の考慮なし）

Fig. 11 Worth scores of sites (movement/without geographic data).

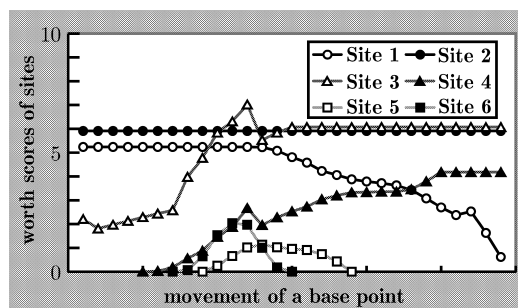


図 12 検索基準点の移動による評価値変化（地形情報の考慮あり）

Fig. 12 Worth scores of sites (movement/with geographic data).

み評価値が増加することを示している。

初期状態では評価値は Site 1, Site 2, Site 3 の順である。検索基準点の移動に従い、基準点から遠くなった Site 1 は評価値が減少し、基準点に近くなった Site 3 や Site 4 の評価値が高くなる。また、この間つねに基準点近くなる Site 2 は一定の評価値を保ち、さらに Site 5 と Site 6 は基準点に近くなったときにだけ評価値が上昇する。評価値の上位を端末へ表示することを考えると、結果として指定した検索基準点周辺の対象が表示されることになる。

図 12 において、6.1.1 項と同様に、検索領域に関して地形情報を考慮した影響による全体的な評価値の低下がみられる。さらに、検索基準点を移動しているために、6.1.1 項の場合よりも、個々の評価値に与える影響が大きく、変化曲線の形状に変化がみられる。これは、検索領域の形状が複雑になったために、検索基準点の移動に対して評価値が大きく変化することを示している。

6.1.3 地形情報の考慮による表示への影響

検索領域について、地形情報を考慮したときのクライアント上の周辺情報表示について図 13 に示した。地形情報を考慮せず、検索領域を単純な円形としてい

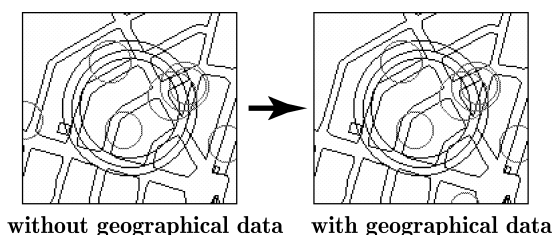


図 13 地形情報の考慮による表示への影響

Fig. 13 Screenshots with/without geographical data.

る図 13 左では、検索基準点と検索対象との直線距離の影響が強いため、画面左端に経路的には比較的距離のある対象が表示されてしまっている。一方で地形情報を考慮した検索領域モデルを使用した図 13 右では、同じ対象は表示されていない。これは地図平面上での経路距離に近い評価を行ったことで、検索領域を単純円形としたときよりも厳密な評価を行うことができたといえる。

6.2 応答時間

クライアントアプリケーションの基本性能評価として、応答時間を調べた。6.1.1 および 6.1.2 項の測定を行った際に、携帯端末上で地図データと検索結果を受け取るのにかかる時間を測定し、それぞれ図 14、図 15 に示した。なお、測定には MIDP for PalmOS 1.0 の提供する `java.lang.System.currentTimeMillis()` メソッドを利用した。

図 14 において、検索範囲を拡大した際には領域の拡大にともなって応答時間が増加している。これは検索範囲を拡大することで、表示すべき地図範囲が拡大したことにより、サーバから受け取るポリゴンデータに含まれるポイント数が増加したことが原因と考えられる。図 15 において、検索基準点を移動した際には、ある地点で応答時間の減少がみられる。これもサーバから受け取る地図データに依存したもので、基準点を移動したことにより表示する地図範囲が変わり、ポリゴンデータに含まれるポイント数が減少したことが原因と考えられる。また、図 14、図 15 両方において、検索領域に地形情報を考慮したモデルを用いた方は単純な円形とした方に比べ応答時間が増加している。これは形状が複雑になった分評価値の計算時間が増加しているものと考えられることができる。

検索領域を拡大したときに比較して、検索基準点を移動したときには応答時間の変動が小さく、ほぼ一定となっていることから、応答時間は受信する地図データにおけるポリゴンを構成するポイント数に大きく依存していると考えられる。現在の実装では、サーバはクライアントから要求があるたびに、指定された座

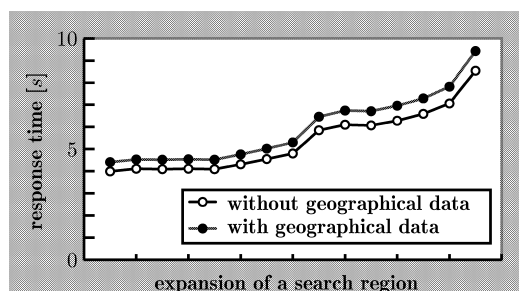


図 14 応答時間（検索領域の拡大）

Fig. 14 Response time (expansion).

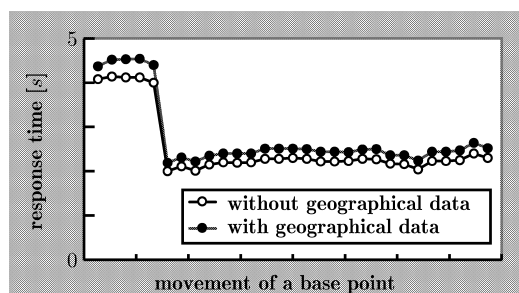


図 15 応答時間（検索基準点の移動）

Fig. 15 Response time (movement).

標と検索領域に適した地図データをすべて送信している。パフォーマンス向上のためには、地図データの差分転送化やデータの圧縮などを検討する必要があると考える。

7. ま と め

本論文ではモバイルコンピューティング環境において、ユーザに周辺情報提示を行うシステムについて述べた。多数の登録情報の中から表示範囲の大きさに応じた情報を抽出して表示するために、領域可変型検索手法 Baum を適用した。Baum 方式による対象の評価により、検索の基準点から対象までの距離と対象の重要度を総合的に評価できることを示した。また、先行研究において課題であった検索領域の形状モデルについて、地形情報を考慮する拡張を行った。さらに、拡張したモデルを適用したプロトタイプシステムによる評価実験を行い、定量的評価として、検索対象の評価値変動およびシステムの応答時間を測定した。

Baum による周辺情報提示システムは、検索基準点と検索領域のみを指定すれば、表示範囲に応じた周辺情報提示が可能である。基準点から対象までの距離と、対象に設定された重要度とを総合的に評価することで、検索領域が広い場合には概観的な、狭い場合には網羅的な周辺情報提示が可能である。提案した周辺情報提

示アプリケーションによって、ユーザは街中において行動範囲や現在地に応じた周辺情報を参照することができる。

今後は地図データの差分転送やデータ圧縮について検討することで基本性能のパフォーマンス向上を図るとともに、アプリケーションとしての機能充実にも取り組んでいく予定である。

参 考 文 献

- 1) Hohl, F., Kubach, U., Leonhardi, A., Rothermel, K. and Schwehm, M.: Next Century Challenges: Nexus — An Open Global Infrastructure for Spatial-Aware Applications, *Proc. 5th ACM Conf. on Mobile Computing and Networking (MobiCom)*, Seattle, WA, pp.249–255 (1999).
- 2) Cheverst, K., Davies, N., Mitchell, K., Friday, A. and Efstratiou, C.: Developing a Context-aware Electronic Tourist Guide: Some Issues and Experiences, *Proc. ACM Conf. on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, Hague, Netherlands, pp.17–24 (2000).
- 3) Satyanarayanan, M.: Fundamental Challenges in Mobile Computing, *Proc. 15th ACM Symp. on Principles of Distributed Computing (PODC)*, Philadelphia, PA, pp.1–7 (1996).
- 4) Malaka, R. and Zipf, A.: DEEP MAP — Challenging IT Research in the Framework of a Tourist Information System, *Proc. ENTER 2000, 7th International Congress on Tourism and Communications Technologies in Tourism*, Barcelona, Spain, pp.15–27 (2000).
- 5) Baus, J., Kruger, A. and Wahlster, W.: A Resource-Adaptive Mobile Navigation System, *Proc. International Conf. on Intelligent User Interfaces (IUI)*, San Francisco, CA, pp.15–22 (2002).
- 6) 矢入 (江口) 郁子: 歩行空間のバリアフリー化を目指すユビキタス移動支援システム, 情報処理学会会誌, Vol.45, No.9, pp.912–917 (2004).
- 7) 武井 一朗, 佐藤潤一, 谷口幸治, 渡辺成光, 山口孝雄: ユーザ要求の多様性を加味した位置適応型移動体向け放送方式の性能評価, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2004) シンポジウム論文集, pp.213–216 (2004).
- 8) 梅澤 猛, 今井倫太, 安西祐一郎: 領域可変型情報検索システム Baum, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2004) シンポジウム論文集, pp.161–164 (2004).
- 9) 梅澤 猛, 今井倫太, 安西祐一郎: 領域可変型検索手法 Baum によるモバイルユーザのための周辺情報提示, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.12, pp.3008–3015 (2005).

(平成 17 年 11 月 30 日受付)

(平成 18 年 5 月 9 日採録)



梅澤 猛 (正会員)

1999 年慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業。2001 年同大学大学院理工学研究科修士課程修了。現在、同大学院理工学研究科開放環境科学専攻博士課程在籍および、独立行政法人情報通信研究機構専攻研究員。モバイルコンピューティング, ロケーションベースサービス, ヒューマンインタフェースに興味を持つ。



今井 倫太 (正会員)

1992 年慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業。1994 年同大学大学院計算機科学専攻修士課程修了。同年, NTT ヒューマンインタフェース研究所入社。1997 年 ATR 知能映像通信研究所へ出向。2002 年慶應義塾大学大学院開放環境科学専攻博士課程修了。現在, 慶應義塾大学理工学部情報工学科助教授および, ATR 知能ロボティクス研究所客員研究員。ロボットとの対話, センサを用いた状況知覚に興味を持つ。IEEE, ACM, 電子情報通信学会, 人工知能学会, ヒューマンインタフェース学会, 認知科学会各会員。博士 (工学)。



安西祐一郎 (正会員)

1974 年慶應義塾大学大学院博士課程修了。1988 年より慶應義塾大学理工学部教授, 1993 年より理工学部長。2001 年より慶應義塾長。この間 1981~1982 年カーネギーメロン大学客員助教授。計算機科学, 認知情報処理過程の研究に従事。電子情報通信学会, 日本認知科学会, ACM, IEEE 等会員。工学博士。