

# 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

梅澤 猛<sup>†</sup> 今井 倫太<sup>††,†††</sup> 安西 祐一郎<sup>††</sup>

通信環境や携帯端末，位置情報技術の発展により，モバイルコンピューティング環境においてユーザに情報提供を行うシステムが多く開発されている．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，周辺情報の提示は目的地の選定を支援する重要な機能である．しかし，表示能力と入力機能に制限のある携帯端末での効果的な情報提示には，簡易な方法による候補の絞り込みが必要となる．そこで本論文では，領域可変型の情報検索手法 Baum をモバイルユーザへの周辺情報提示に適用する．Baum では，検索対象と検索範囲それぞれに領域を設定し，互いの領域の重なり度合いによって対象の評価値を決定する．これにより，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．また本論文では，Baum による周辺情報提示のプロトタイプシステムを構成し，有効性の確認と考察を行う．

## Baum-based Location Sensitive Information Service for Mobile Users

TAKESHI UMEZAWA,<sup>†</sup> MICHITA IMAI<sup>††,†††</sup> and YUICHIRO ANZAI<sup>††</sup>

This paper describes a location sensitive information service for mobile users. In mobile computing environments, location sensitive information is needed to decide where he/she moves on. However, the portable device such as a PDA is resource-poor, so it couldn't show the all of information on its display device. It's need for the system to pick up essentials one from lots of information. Baum is an information retrieval mechanism based on overlaps of regions of elements in space. This paper explains the mechanism of Baum and its application that makes more smooth interaction between mobile users and location sensitive information browsing in mobile computing environments.

### 1. はじめに

モバイルコンピューティング分野における，通信環境や携帯端末，位置情報技術の発展により，モバイルユーザに対する情報提供を目的としたシステムの開発がさかんである<sup>1),2)</sup>．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，周辺情報の提示は目的地の選定を支援する重要な機能である．本論文では，モバイルユーザ向けの地図を利用した周辺情報提供を扱う．

一般に，携帯端末は資源制約が厳しく<sup>3)</sup>表示能力に乏しいため，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．

既存のモバイルユーザナビゲーションシステム<sup>4),5)</sup>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提供している．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，モバイルユーザが周辺情報を利用して目的地を決定することを考慮すると，条件に合う周辺情報

<sup>†</sup> 慶應義塾大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻  
Graduate School of Science for Open and Environment  
Systems, Keio University

<sup>††</sup> 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

<sup>†††</sup> 科学技術振興機構さきがけ研究  
Precursory Research for Embryonic Science and Technology,  
Japan Science and Technology Agency

2005 年現在，MapFan Web (<http://www.mapfan.com/>)，  
Mapion (<http://www.mapion.co.jp/>)，its-mo Guide  
(<http://www.its-mo.com/>) など多くのサイトが存在する．

が得られるまで表示範囲を広げていくと考えられるので、特定の縮尺レベルで一律に表示を止めてしまう手法は適さない。したがって、地図の拡大・縮小に合わせた粒度で情報を表示するための手法が求められる。また携帯端末の入力機能は複雑な入力には不向きであるため、提示情報の絞り込みは簡易なオペレーションによる実行が要求される。

そこで本論文では、領域可変型の情報検索手法 Baum をモバイルユーザへの周辺情報提示サービスに適用する。Baum では、検索対象と検索範囲それぞれに領域を設定し、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。端末に表示される地図の表示範囲に表示候補となる周辺情報が多い場合には、求められた評価値が低いものの表示を省略することで表示情報の絞り込みが可能である。

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ことになるため、ユーザは地図の縮尺を変更するだけで適切な情報の絞り込みを行うことができる。

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サービスの定義について述べ、システムの要件についてまとめる。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章では実装したプロトタイプシステムについて述べ、5章でその動作からプロトタイプシステムの振舞いについて分析を行う。6章で考察を行い、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。表示候補となる周辺情報は、あらかじめ位置情報とともに登録されているとする。 $O_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) は、これらの周辺情報を地図平面上にマッピングした様子を示している。 $P$  で表される地点は検索の基準点である。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、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  $P$

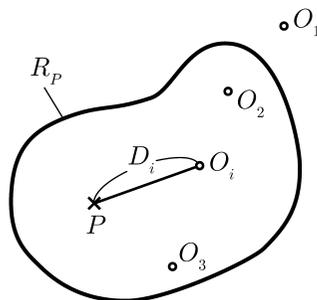


図1 検索イメージ

Fig.1 General model of site selection.

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。

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

これは、表示情報の絞り込みなしに表示範囲に存在するすべての情報を表示している状態を表す。

### 2.2 システム要件

#### (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、表示候補の絞り込みの際に候補を評価するにあたり、検索の基準点  $P$  からの  $O_i$  までの物理的距離  $D_i$  は重要な要因である。一方で登録されている周辺情報はすべてが同じ有用性を持っているわけではないので、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で利用できる必要がある。

## 3. 領域可変型情報検索手法 Baum

### 3.1 Baum の検索手法

Baum は、図2に示すように、検索範囲と検索対象の双方について領域を設定し、互いの領域の重なり

既存の地図情報サービスにおいて、 $R_P$  は矩形であり地図表示範囲に相当する。

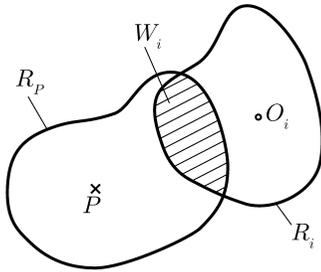


図 2 Baum による検索概念図  
Fig. 2 Conceptual diagram of Baum.

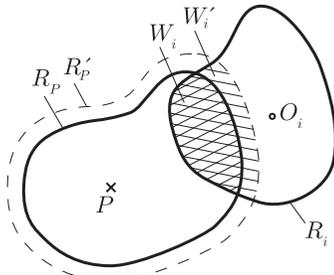


図 3 検索領域の拡大  
Fig. 3 Expansion of a search region.

度合いを対象の評価値とする検索手法である<sup>6),7)</sup>。

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))。

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

検索対象  $O_i$  の重要度を示す領域  $R_i$  は静的に決まっているが、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 3 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。

### 3.2 検索領域の拡大・縮小

図 4 は、検索領域  $R_P$  を拡大していったときに候補  $O_i$  の評価値が変化の様子を示している。図 4 で [A] から [D] へ順に検索領域  $R_P$  を拡大していくに従って、検索対象  $O_i$  の評価値が増加していく。

設定されている検索範囲が狭く、 $R_P$  は検索対象  $O_i$  の重要度を示す領域  $R_i$  まで達していない状態 ([A])

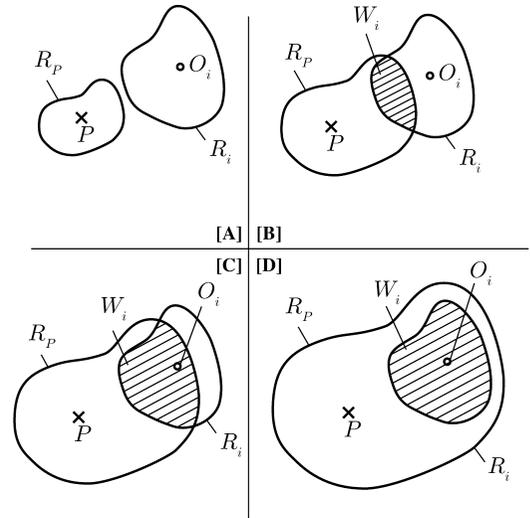


図 4 検索領域の変化と評価値  
Fig. 4 Change of worth according to expansion of a search region.

では、 $O_i$  の評価値は  $W_i = R_P \cap R_i = \phi$  である。検索領域を拡大して  $R_i$  と重なる状態 ([B][C]) になると、 $O_i$  の評価値は  $W_i = R_P \cap R_i$  となる。この間、検索領域の拡大に従って、 $O_i$  の評価値  $W_i$  は単調に増加する。さらに検索領域を拡大して  $R_P \supseteq R_i$  となる状態 ([D]) になると、 $O_i$  の評価値は  $W_i = R_P \cap R_i = R_i$  となり、これ以上検索領域を拡大しても  $O_i$  の評価値  $W_i$  は変化しなくなる。

特に図 4 中の [B] においては、点  $O_i$  が検索領域  $R_P$  に含まれておらず、式 (1) を満たしていない。これは、検索対象  $O_i$  に対して重要度を示す領域  $R_i$  を定義したことにより、点  $O_i$  が  $R_P$  の領域外であっても表示候補になりうることを表している。Baum では、検索領域  $R_P$  を設定した場合の表示候補を次の式 (3) で定義することができる。

$$\{O_i \mid R_P \cap R_i \neq \phi, i = 1, 2, 3, \dots, n\} \quad (3)$$

ここで、式 (1) は式 (3) において  $O_i = R_i$  となる場合であることが分かる。

### 3.3 検索基準点の移動

図 5 は、検索の基準点  $P$  を移動させたときに候補  $O_i$  の評価値が変化の様子を示している。図 5 で [A] から [D] へ順に基準点  $P$  が移動するに従って、検索対象  $O_i$  の評価値が増減する。

検索基準点  $P$  が検索対象  $O_i$  から遠く、 $R_P$  が領域  $R_i$  まで達していない状態 ([A]) では、 $O_i$  の評価値は  $W_i = R_P \cap R_i = \phi$  である。基準点を  $O_i$  に近づけていって、 $R_i$  と重なる状態 ([B]) になると、 $O_i$  の評価値は  $W_i = R_P \cap R_i$  で表される値をとり

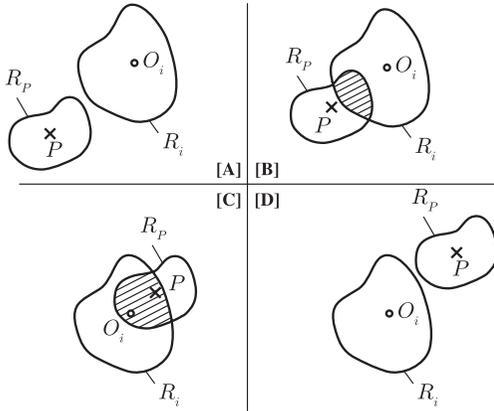


図 5 検索基準点の移動と評価値

Fig. 5 Change of worth according to movement of a base point.

ながら増加する．さらに基準点を進めて  $O_i$  から遠ざかりはじめると ([C]) , 評価値  $W_i$  は減少していく．そして  $O_i$  から十分離れると ([D]) , 評価値は再び  $W_i = R_P \cap R_i = \phi$  となる．

#### 4. プロトタイプシステムの実装

##### 4.1 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 6 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情報データベース (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地図情報 (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、地図情報を表示し、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．

##### 4.2 実装環境

###### ● サーバ

サーバ側プログラムの実装は、Java プログラミング言語 (Java 2 Platform, Standard Edition, v1.42) を用いて行った．地図情報には国土地理院発行の数値地図 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

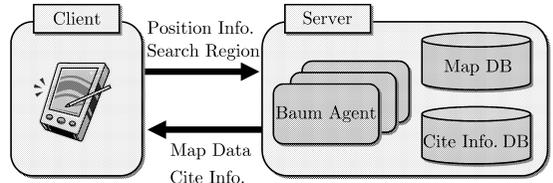


図 6 システム構成

Fig. 6 Overview of information service with Baum.

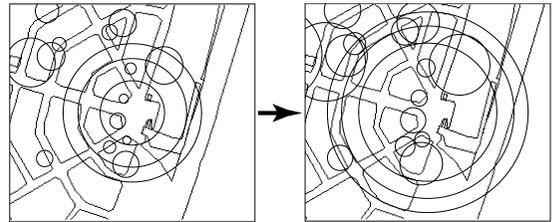


図 7 Baum による周辺情報の表示

Fig. 7 Screenshots of information service with Baum.

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．

##### 4.3 領域モデル

プロトタイプシステムの作成にあたり、簡単化のため検索領域  $R_P$  と検索対象の重要度を示す領域  $R_i$  はともに単純な円形とした．また、検索領域のみを可変とし、検索対象に関して設定した領域は固定とした．

##### 4.4 システムの動作

実装したプロトタイプシステムを動作させたときの、クライアント PDA 上に表示される画面例を図 7 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．地図上に描かれたその他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。

### 5. 動作結果と分析

#### 5.1 検索領域の拡大・縮小

まず、検索基準点を一定に保った状態で検索領域を拡大させ、表示結果の変化を調べた。このときの実行例を図8に示す。

このとき、検索領域の変化が表示結果に与える影響について図9に示した例を用いて述べる。今、基準点Pの周辺には3つの検索対象O<sub>1</sub>、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>が登録されている。Pから各検索対象までの距離D<sub>i</sub>はD<sub>1</sub> < D<sub>2</sub> < D<sub>3</sub>であり、それぞれの重要度を示す領域はR<sub>1</sub> < R<sub>2</sub> < R<sub>3</sub> (ただしR<sub>1</sub> ≃ R<sub>2</sub>)の関係である。

このとき、検索領域R<sub>P</sub>を拡大していったときの、各検索対象の評価値W<sub>i</sub>の変化を図10に示した。

図10において、O<sub>1</sub>とO<sub>2</sub>に注目すると、検索範囲R<sub>P</sub>が十分小さいときには基準点から近いO<sub>1</sub>のみが表示されることが分かる。R<sub>P</sub>を拡大するに従い、O<sub>2</sub>が表示され、R<sub>1</sub> < R<sub>2</sub>であるので、拡大を続けるとO<sub>2</sub>がO<sub>1</sub>を順位で逆転する。この振舞いは、基準点からの距離D<sub>i</sub>と検索対象の重み付けR<sub>i</sub>を総合的に評価していることを示している。

次に、図10においてO<sub>1</sub>とO<sub>3</sub>に注目する。重要度を示す領域の設定はR<sub>1</sub> < R<sub>3</sub>であり、一方で基準

点からの距離はD<sub>1</sub> < D<sub>3</sub>である。つまり、O<sub>3</sub>は重要度は高いが遠い対象であり、O<sub>1</sub>は重要度は低いに近い対象である、検索領域R<sub>P</sub>が狭い場合は、距離の近さが評価に与える影響が大きいので、O<sub>3</sub>よりO<sub>1</sub>が高評価となる。R<sub>P</sub>を拡大していくと、やがてO<sub>3</sub>が表示され、ある区間でW<sub>1</sub> ≃ W<sub>3</sub>となる。このとき、基準点からの距離も重み付けもまったく異なるO<sub>1</sub>とO<sub>3</sub>の評価値は、距離D<sub>i</sub>と重み付けR<sub>i</sub>を総合的に評価した結果、同程度と判断されていることになる。さらにR<sub>P</sub>を拡大し続けると、O<sub>3</sub>の重み付けの影響が大きくなりO<sub>1</sub>、O<sub>2</sub>よりもはるかに高い評価値となり、やがてそれぞれの評価値は一定値に収束する。これは、検索範囲が十分に大きくなったため、表示範囲に比べて距離D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>それぞれの差はわずかな違いであると扱われていることを示している。

#### 5.2 検索基準点の移動

次に、検索領域を一定に保った状態で検索の基準点を移動させたときの表示結果への影響を調べた。このときの実行例を図11に示す。

このとき、検索基準点の移動が表示結果に与える影響について、図12に示した例を用いて述べる。基準点P周辺の検索対象はO<sub>1</sub>、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>の3種であり。Pから各検索対象までの距離D<sub>i</sub>はD<sub>3</sub> < D<sub>1</sub> < D<sub>2</sub>であり、それぞれの重要度を表す領域はR<sub>1</sub> ≪ R<sub>2</sub> < R<sub>3</sub>の関係である。

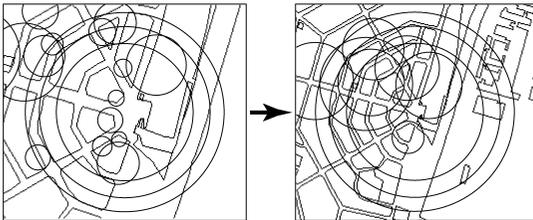


図8 検索領域の拡大 (実行例)

Fig. 8 Screenshots on expansion of a search region.

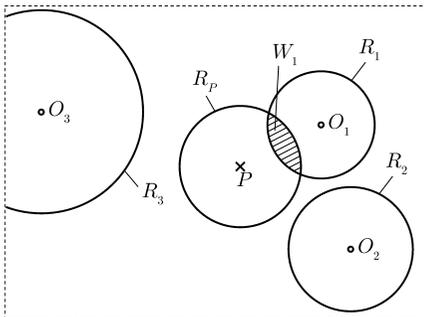


図9 検索領域の変化と評価値 (モデル図)

Fig. 9 Change of worth according to expansion of a search region (model).

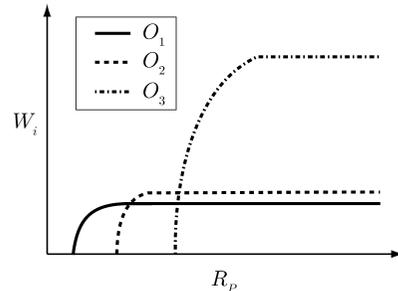


図10 検索領域の変化と評価値 (グラフ)

Fig. 10 Change of worth according to expansion of a search region (graph).

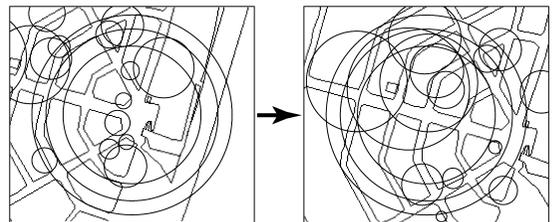


図11 検索基準点の移動 (実行例)

Fig. 11 Screenshots on movement of a base point.

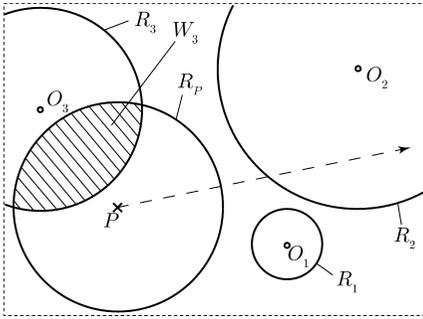


図 12 基準点の移動と評価値 (モデル図)

Fig. 12 Change of worth according to movement of a base point (model).

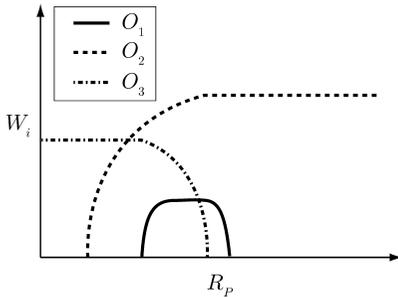


図 13 基準点の移動と評価値 (グラフ)

Fig. 13 Change of worth according to movement of a base point (graph).

図 12 内の破線矢印で示されたルートに沿って、 $R_P$  を移動させたときの各検索対象の評価値  $W_i$  の変化を図 13 に示した。これは、ユーザが検索領域を固定した状態で移動した場合に相当する。

図 13 において、 $O_2$  と  $O_3$  に注目すると、初期状態では最も近くに存在する  $O_3$  の情報が表示されていることが分かる。 $P$  が矢印方向に移動すると、 $O_3$  から遠ざかり  $O_2$  に近づいていくことになる。ある地点でユーザの端末には  $O_2$  が表示され、 $O_2$  に近づくにつれて  $O_3$  の評価値は減少し、 $O_2$  の評価値は増加する。この振舞いは、Baum による対象評価が検索の基準点からの距離  $D_i$  をよく反映していることを示している。

次に、図 13 において、 $O_1$  と  $O_2$  に注目する。 $R_1 \ll R_2$  であるので、 $O_1$  の評価値は  $O_2$  に比べてかなり低い。特徴的なのは、 $O_1$  の評価値がわずかな間しか観測されていないことである。これは、 $O_1$  の重要度  $R_1$  が小さいため、ユーザがすぐ近くまで来ないと  $O_1$  が表示されないことを示している。したがって、検索範囲が小さい場合、比較的重要度の低い対象に関しては、近くにあるものだけが表示され、遠くにあるものは非表示となる。

## 6. 考 察

### 6.1 地図の拡大・縮小に合わせた情報表示粒度

本論文では、モバイルユーザ向けの周辺情報提示システムにおいては、携帯端末の表示能力の制約を考えると表示情報の絞り込みが必要とされることを指摘した。また、ユーザの利用プロセスを考慮すると、様々な縮尺で情報を参照する必要があり、地図の拡大・縮小に合わせ、適切な粒度で情報を表示する必要があることを述べた。ここで、Baum の利用による効果を検証するために、Baum を用いた場合と用いない場合のプロトタイプシステムの実行例を図 14 に示す。

図 14 中央は表示範囲内に登録されている店舗の位置と重要度を示している。Baum を用いない場合の表示には、既存のシステムによく見られる方法として、地図の縮尺に応じて表示する情報の重要度に閾値を設ける方法を用いた。図 14 において、閾値を用いた場合には表示範囲内の表示候補のうち一定の重要度以下のものがすべて非表示になる。これに対し Baum を用いた場合には、重要度の低いものの中でも基準点から遠いものは表示を省略し、同時に基準点近辺のものについては表示することができる。モバイルユーザにとって、同じ重要度の候補であっても基準点からすぐ近くの候補と遠くはなれた候補では存在価値は異なると考えられるので、このような振舞いは要求に合ったものであると考えられる。地図を利用した情報検索においては、基準点を徐々に移動させながら情報を探す行為がよく見られ、このような場合にはある程度の範囲が見渡せるように地図表示を比較的広域に保つことが有効である。閾値を用いて一律に表示を抑制してしまうと、このときに必要な情報が表示されないことが起こりうる。一方で、Baum を用いれば比較的広域な表示を行っていても、基準点近くの候補については重要度が低くても表示される。これを利用すれば、基準点を特定のルートで移動させながら周辺情報を検索するウォークスルーが可能であり、また実際にユーザが移動している際には、通りかかった場所にある小さな店舗を近くを歩いている間だけ表示することもできる。さらに Baum を用いることの利点として、地図の表示範囲外の情報についても扱うことができることがあげられる。図 14 右において、図左上部に明らかに地図表示範囲外に中心を持つ円弧が表示されているのが分かる。図 4 [B] および図 5 [B] に示したとおり、Baum では検索領域と検索対象それぞれに設定された領域の重なり度合いを検索対象の評価値とするため、検索対象の位置座標が地図の表示範囲に含まれなくて

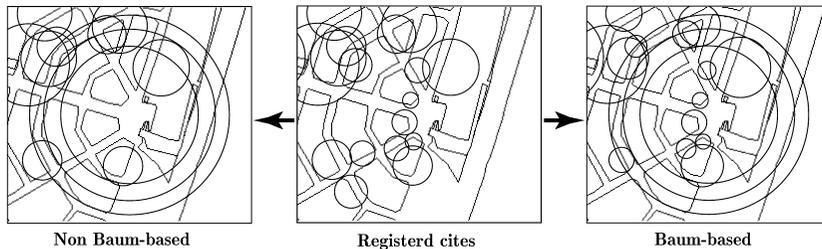


図 14 Baum の有無による表示への影響  
Fig. 14 Screenshots with/without Baum.

も表示候補となるためである。これにより、ユーザに対して地図の表示外に有力な候補があることを伝えることができ、地図表示の広域化あるいは基準点の移動を促すことができる。

Baum による周辺情報提示システムを使えば、次のような手順を繰り返すことで情報検索を行うこともできる。

- (1) 広域表示の概観的な表示により有望な情報が集まっている地点を探索。
- (2) 検索基準点の移動により目的の地域を表示。
- (3) 地図を詳細表示して狭い地域に関して網羅的に情報を参照。

Baum を利用することで、登録されている情報に対し、対象の重要度と対象までの距離を総合的に評価することができた。これにより、地図を広域表示して広範囲に情報を閲覧したい場合には、重要度の低い情報を間引き概観的な表示ができるようになった。一方で、狭い範囲で詳細に情報を見たい場合には、比較的重要度が低い身近である情報を表示させるとともに、重要度の高い情報を効果的に表示することができるようになった。また、Baum を利用すれば、基準点から近くて重要度の高い候補を優先させたい一方で、基準点から遠いが非常に重要度の高い情報も表示したいという要求に対応することが可能であると考えられる。

## 6.2 オペレーションの簡便さ

一般に携帯端末は入力機能が乏しいうえに、モバイルコンピューティング環境は複雑な入力を行うのには不向きであるといえる。したがって、モバイルユーザ向けの情報提示システムはできる限り簡易なオペレーションのみで利用できる必要がある。Baum による周辺情報提示システムにおいては、次の 2 つの入力でサービスを利用することができる。

- 検索の基準点
- 検索領域

このうち、検索の基準点については携帯端末上に表示されている地図の中心と見なすことができるの

で、地図の表示区域を移動させることで指定可能である。また、本論文で示したプロトタイプでは使用しなかったが、GPS による位置情報サービスを利用すれば、ユーザの現在地をリアルタイムに検索の基準点として利用することが可能である。

検索領域については、地図の縮尺と対応づけることができる。Baum によって表示される周辺情報は「そこまでなら行く価値がある」というニュアンスを表現しており、その検索領域の広さは表示している地図の範囲とほぼ一致していると考えられる。

以上の入力は一般に文字の入力や複雑なメニュー操作をともなわない、簡易なオペレーションとして実現することが可能である。

## 6.3 重要度の動的変化

本論文で示したプロトタイプシステムにおいては、登録された店舗情報に設定された重要度は静的なものとし、重要度を表す領域は固定であった。しかし、店舗検索を例にとれば、休業日や営業時間、さらに混雑時間帯など様々な要因によってその重要度は時間変化すると考えられる。検索対象の重要度を表す領域の可変対応に関しては今後の課題であると考えられる。

## 6.4 検索領域の形状

移動ユーザが屋外で携帯端末を利用して周辺情報を得る目的に限定すれば、今回のプロトタイプシステムと同じく、基準点を中心とする単純な円形の検索領域を考えれば妥当であると考えられる。しかし、デパートやオフィスビルの中で利用することを考えるならば、領域の形状を 3 次元に拡張する必要がある。また、屋外での利用に関しても、地形情報まで反映させた検索を行う場合には領域の形状について工夫が必要となる。例として、候補となっている検索対象までの直線距離が短い場合であっても、河川や道路、線路などで隔てられている場合があげられる。このような場合には、単純な円形を領域とするのは適当ではなく、検索領域の拡大に際し、大きさだけでなく、地形情報を利用してその形状も変化させる仕組みが必要になると考え

られる。

## 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。領域可変型検索手法 Baum を利用することで、検索領域と検索対象の重要度を示す領域の2つの領域の重なり度合いを対象の評価値とし、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することができることを示した。これにより、広い検索領域のときには、より重要度の高いものだけを概観的に提示し、狭い検索領域のときには比較的重要度の低いものも含んだ周辺の詳細な情報を網羅的に提示することが可能になった。また、モバイルユーザを考慮した簡易なオペレーションによるサービスの利用も可能とすることができた。

今後は検索対象の重要度の時間変化や、可変検索領域の形状拡張により、ショッピングモールやオフィスビルなどの屋内への適用や、地形情報を考慮した屋外用途への適用を目指して行く予定である。

## 参 考 文 献

- 1) Hohl, F., Kubach, U., Leonhardi, A., Rothermel, K. and Schwelm, 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 (Aug. 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 (Apr. 2000).
- 3) Satyanarayanan, M.: Fundamental Challenges in Mobile Computing, *Proc. 15th ACM Symp. on Principles of Distributed Computing (PODC)*, Philadelphia, PA, pp.1–7 (May 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 (Apr. 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 (Jan. 2002).

- 6) 白井俊紀, 今井倫太, 安西祐一郎: Baum: モバイルコンピューティング環境における領域可変型ユーザインタフェース, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2002, pp.767–770 (Sep. 2002).
- 7) 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 (July 2004).

(平成 17 年 3 月 31 日受付)

(平成 17 年 10 月 11 日採録)



梅澤 猛 (学生会員)

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学中。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および、ATR 知能ロボティクス研究所客員研究員, 科学技術振興機構さきがけタイプ「相互作用と賢さ」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。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。