

デフォルメ地図検索のための地理的特徴抽出

松尾純輝^{†1} 北山大輔^{†1}
李龍^{†1} 角谷和俊^{†1}

地域情報取得のために、ウェブ上では多くのデジタル地図が利用可能である。デジタル地図では目的や用途に応じて、作成者の意図に基づく部分的なデフォルメがなされている。例えばアクセスマップでは、ある地点への経路を確認するという用途に基づき、経路周辺の情報が強調され、他の場所の情報は省略されている。このように、様々な観点に基づいて地図内の特徴を変化させることにより、実空間の情報が表現されている。一方で、ユーザも地図に対して様々な要求を持っている。例えば、ある場所に行きたいというような目的に関する要求や、見やすい地図が欲しいというような認知に関する要求が考えられる。アクセスマップを用いれば、ある場所に行くという要求を容易に満たせるというように、デフォルメされた地図はユーザの要求と合致する際には非常に有用である。そこで本研究では、地図のデフォルメにおける観点とユーザの要求を合致させることにより、適切なデフォルメ地図を検索するためのシステムを提案する。本稿ではユーザの目的に関する要求として、位置確認を行いたい場合と、経路確認を行いたい場合の2種類に基づいて、重要視される地理的な特徴の抽出を行う。

Geographical Feature Extraction for Retrieval of Modified Maps

JUNKI MATSUO,^{†1} DAISUKE KITAYAMA,^{†1} RYONG LEE^{†1}
and KAZUTOSHI SUMIYA^{†1}

Digital maps available on the Web are widely used for obtaining regional information. These maps are modified for showing a certain purpose on the basis of editor's intention. For example, trackside information is emphasized and other information is curtailed on the maps for route guidance. Thus, real world information are described with modifying features on the maps based on a wide variety of viewpoints. On the other hand, users have a wide variety of requests to maps. For example, a user have a request on the basis of his/her purpose. Other user have a request on th basis of map readability. Modified maps are useful when viewpoints of modifying match user requests. In this study, we propose a search engine for retrieval of appropriate modified maps by

adjusting viewpoints of modifying and user requests. In this paper, we extract features emphasized by users on the basis of two categories of purpose, location reference and way finding.

1. はじめに

地域情報取得のために、ウェブ上では多くのデジタル地図が利用可能である。デジタル地図では目的や用途に応じて、作成者の意図に基づく部分的なデフォルメがなされている。例えばアクセスマップでは、ある地点への経路を確認するという用途に基づき、経路周辺の情報が変形や配置の変更によって強調され、他の場所の情報は省略されている。また、観光のガイドマップでは観光地や名所が列挙され、その他のオブジェクトは省略されている。このように、様々な観点に基づいて地図内の特徴を変化させることにより、実空間の情報が表現されている。一方で、ユーザも地図に対して様々な要求を持っている。例えば、ある場所に行きたいというような目的に関する要求や、見やすい地図が欲しいというような、認知に関する要求が考えられる。地図から情報を取得する能力には個人差があることが、従来の研究で示されており、小林ら¹⁾は、地図の読解能力の個人差を実験により示している。しかし、我々は情報取得の容易さはユーザの読解能力だけでなく、使用する地図自体にも起因すると考える。例えば、ある地点への移動を行う際の情報に特化しているアクセスマップを用いることにより、地図の読解が苦手なユーザでも、適切な経路を容易に把握することが可能である。このように、地図のデフォルメにおける観点とユーザの要求とが合致する場合には、効率的な情報の取得が可能になる。そこで本研究では、デフォルメの観点とユーザの要求を合致させることにより、適切なデフォルメ地図を検索するためのシステムを提案する。本稿では、検索システムのランキングに用いる尺度を作成するために必要な地理的特徴の抽出を行う。ユーザの目的に関する要求として、位置確認を行いたい場合と、経路確認を行いたい場合の2種類に基づき、それぞれの目的において重要視される地理的な特徴の選択を行う。特徴の選択にはSVM(Support Vector Machine)を用いる²⁾。SVMは多次元空間に配置された正例と負例を超平面により分類し、学習モデルを構築する手法である。SVMに基づいて抽出された特徴を用いて、未知のデフォルメ地図データの分類を行い、妥当性の確認を行う。

^{†1} 兵庫県立大学環境人間学部

School of Human Science and Environment, University of Hyogo

デフォルメ地図をテーマとして扱う研究として、Hondaら³⁾は経路の変形とランドマークの再配置を用いたデフォルメ地図の自動生成を提案している。Fujii⁴⁾らは詳細な地図から動的に経路案内地図を生成する手法を提案している。中澤ら⁵⁾はランドマークとして認知しやすい建物の視認性を定量化することに基づく案内地図の作成手法を提案している。これらの研究は共通してデフォルメ地図の生成を行っているが、ユーザの要求を考慮せずに自動的に生成される地図は、大抵が画一的なものである。我々の研究では地図に対する要求を分析することにより、それぞれのユーザに合ったデフォルメ地図の提供が可能になると考えられる。別のアプローチとして、Agrawala⁶⁾らは手書きの経路地図に共通して見られる概略化の分析を行っている。Osaragi⁷⁾らは既存の略地図に出現する経路や建物の分析による、地図中の重要な要素の抽出を行っている。Grabler⁸⁾らは画像と Web 上の情報を解析することにより、旅行者のための地図を自動で生成するシステムを提案している。これらは略地図の分析という観点では参考になる。しかしながら、我々の研究では地図の特徴を分析するだけでなく、ユーザ自身が重要視する特徴の選択を行う。これに基づいて性質の分析を行うため、ユーザに近い目線でのデフォルメ地図の活用が行えると考えられる。

以下に本稿の構成を示す。2節では有用なデフォルメ地図を検索するための基本的な概念と、デフォルメ地図の有用性に影響すると考えられる特徴について説明する。3節ではについて述べる。4節ではデフォルメ地図の評価に必要な特徴の抽出を行う。最後に5節でまとめと今後の課題を述べる。

2. デフォルメ地図検索エンジン

2.1 デフォルメ地図の概念

地図を用いると、地名や店舗名といった地域の情報を空間的な位置と関連付けることが容易になり、ユーザは情報を直感的に理解することが可能である。特に、本研究において注目しているデフォルメ地図は、実世界の情報をありのままに描写するのではなく、様々な観点で部分的な強調、省略、変形というようなデフォルメ処理を加えられ、地域の情報を表現している。図1にデフォルメ地図の概念図を示す。

それぞれの地図は、京都という実空間を縮小して表現している。左端の地図は汎用的な地図の例であり、対象地域に含まれる地名の大部分や多岐にわたる地理オブジェクトが記載され、位置関係も正確に表現されている。一方、他の地図は実空間に対して強調、省略、変形というような処理を加えたデフォルメ地図である。特に右端のデフォルメ地図では、観光名所と主要な駅が写真により強調され、他のオブジェクトが省略されていることにより、観光



図1 デフォルメ地図の概念

情報を紹介するという目的に特化している。京都の観光名所を探すという目的を持つユーザには、右端のデフォルメ地図の方が適していると考えられる。デフォルメ地図は、デフォルメの観点とユーザの要求が合致する場合に、一般的な地図よりも効率的に情報の提供を行うことが可能であり、デフォルメ地図検索エンジンにおいては、これらの合致を正確に行うことが必要である。そこで合致の度合いに基づくランキングの尺度を作成するために、尺度の構成に必要な地図の特徴抽出を行う。

ユーザの目的により、重要となる地図の特徴は異なる。例えば、電車による移動経路を調べたいユーザは、駅や経路の記載を重視することが考えられるため、路線図のような地図が有用であることが推定できる。このように、ユーザは自分自身の地図に対する要求に基づいて、デフォルメ地図に対して有用性の評価を行っていると考えられる。そこで本研究では、適切なデフォルメ地図を提供するランキング尺度を作るために、地図の有用性評価に強く影響する特徴の抽出を行う。

本研究で対象とする Web 上のデフォルメ地図は地図を1枚の画像として表現したメディアであるため、地図としての特徴と、画像としての特徴の両方を備えている。本稿では両方の特徴の中から、位置確認と経路確認のそれぞれに必要な特徴の抽出を行う。

2.2 地理的特徴

デフォルメ地図が持つ地図としての特徴について説明する。地理的特徴とは、地域の情報

を説明する要素として、地図から得られる物理量である。例えば、地図上に記載されている地名の緯度や経度は、地図が実空間におけるどの領域を説明しているかを示す要素であり、物理量として扱うことが可能である。地理的特徴は地図ごとに異なり、特にデフォルメ地図は特定の地域や目的に特化させるための処理が施されているため、それぞれが独自の特徴を有していると考えられる。表 1 に本稿で用いる地理的特徴を示す。

本稿では前提として、クローリング済みのデフォルメ地図が格納され、かつインデキシングされたデータベースがあるものとし、Web からのデフォルメ地図のクローリングに関しては扱わない。地図の表示領域に関する特徴において、実空間の座標はジオコーディングの手法を用いて、オブジェクト名から取得することが可能である。地図が表現する領域の推定には、MBR(Minimum Bounding Rectangle) を用いる⁹⁾¹⁰⁾。MBR は全地名を含む最小の矩形であり、これにより実空間の座標に基づく領域の面積を求める。表示オブジェクトに関する特徴において、全オブジェクトを、都市を構成する 5 つの要素に基づいて分類する¹¹⁾。パスは人間が通る可能性のある道筋のことであり、通りの名称や電車の路線を割り当てている。エッジはパスではない線状の要素であり、川の名称を割り当てている。ディストリクトは内部の各所に同質の特徴を持つ領域であり、市区町村などの名称を割り当てている。ノードは結節点や集合点にあたる要素であり、駅やバス停の名称を割り当てている。その他のオブジェクトをランドマークとし、5 つの要素それぞれの数と全オブジェクトとの割合を求める。表示オブジェクトの分布に関する特徴において、画像内における座標と実空間

表 1 地理的特徴 (26 次元)

地理的特徴		説明
表示領域	実空間の座標 (4)	表示オブジェクトの実空間座標に基づく東西南北の端の座標
	MBR の面積 (1)	実空間における全オブジェクトを含む最小矩形領域
	縮尺 (1)	MBR と画像サイズとの面積比
オブジェクト	全オブジェクト (1)	表示される全オブジェクトの数
	ランドマーク (2)	表示されるランドマークオブジェクトの数と割合
	パス (2)	表示されるパスオブジェクトの数と割合
	エッジ (2)	表示されるエッジオブジェクトの数と割合
	ディストリクト (2)	表示されるディストリクトオブジェクトの数と割合
	ノード (2)	表示されるノードオブジェクトの数と割合
分布	画像内の分散 (3)	画像内における座標の分散値
	実空間の分散 (3)	実空間における座標の分散値
その他	方角 (1)	地図の上部から地図内で示される北の方向との角度
	経路案内情報 (1)	地名以外で経路を案内するテキスト
	経路案内以外の文字情報 (1)	地名と経路案内情報を除くテキスト

における座標の両方に関して、分散値を求める。それぞれ X 軸方向の分散値、Y 軸方向の分散値、2 軸の分散をかけ合わせた値を求める。その他の特徴として、地図が示す方角を求めている。実空間における位置関係と画像内での位置関係を合致させることによる、画像における Y 軸と、地図内で示される北の方向との間の角度を特徴として用いる。さらにオブジェクト名以外で地図上に記載されている情報として、経路案内情報の有無を特徴とする。ルートを案内するテキストや間の距離を示すテキストを対象としている。店舗の宣伝やキャプションというようなテキストは、経路案内以外の文字情報として特徴付ける。

2.3 画像特徴

デフォルメ地図が持つ画像としての特徴について説明する。画像特徴とは、情報を画像として表現する要素として、画像から得られる物理量である。例えば、色成分における明度は、画像の明暗を示す要素であり、物理量として扱うことが可能である。画像の色合いや大きさは地図の印象や視認性に影響するため、ユーザの選択と関連があると推定できる。表 2 に本稿で用いる画像特徴を示す。地図画像の形状に関する特徴において、縦列、横列、全体の画素数を、画像サイズの構成要素として用いる。地図画像の色に関する特徴において、基本的な色の構成要素として RGB カラーモデルのそれぞれの要素における全ピクセルの平均と標準偏差を用いる。明度についても同じ数値を算出している。

3. 目的に応じた特徴の抽出

デフォルメ地図は地理情報の取得に有用なメディアであり、ユーザはそれぞれが異なる目的に基づいて情報の探索を行う。我々は、ユーザが地図を用いて情報探索を行う際の目的を、2 種類に分類することが可能であると考え。本稿では認知心理学におけるサーベイマップとルートマップに基づいて目的を 2 種類に分類し、デフォルメ地図の特徴との関連を検証する。

位置確認 位置確認を目的とする際の地図の有用性評価に関して、影響の強い特徴の抽出を行う。ユーザが具体的な目的地を決めていない状態で地図を用いる際には、どこに何が

表 2 画像特徴 (11 次元)

画像特徴		説明
形状	画像サイズ (3)	縦列・横列・全体の画素数
色	R (2)	RGB カラーの R 要素における全ピクセルの平均と標準偏差
	G (2)	RGB カラーの G 要素における全ピクセルの平均と標準偏差
	B (2)	RGB カラーの B 要素における全ピクセルの平均と標準偏差
	V (2)	RGB カラーの要素に基づく明度の全ピクセルの平均と標準偏差

あるかを確認し、目的地を決定するための情報探索を行うと考えられる。例えば、京都に行くということは決まっているが、具体的にどこに行くかを決めていないユーザにおいて、祇園や東山というような地域名や、金閣寺や清水寺というようなオブジェクト名は、目的地を絞り込むための有用な情報であると考えられる。位置確認を目的とする際に有用な地図は、直線距離や位置関係の把握に優れ、探索の初期段階における目的地決定に有用な地図であると推定できる。

経路確認 経路確認を目的とする際の地図の有用性評価に関して、影響の強い特徴の抽出を行う。目的地が決まっている状態で地図を用いる際には、どのように行くかを決定するための情報探索を行うと考えられる。例えば、電車と徒歩で清水寺に行くユーザの場合、最寄駅の位置や通りの名称は、移動手段を検討するための有用な情報であると推定できる。経路確認を目的とする際に有用な地図は、道のり距離の推定に優れており、具体的な移動方法の決定に有用な地図であると推定できる。

4. 実験

ユーザがデフォルメ地図の評価を行う際に重要視する特徴を抽出するための実験を行う。このとき、ユーザの目的に応じて必要な特徴は異なると考えられるため、大きく分類した2つの目的に関して、ユーザに実際にデフォルメ地図の評価を行ってもらおう。ここでの評価とは、あるデフォルメ地図が目的に関して有用か否かの評価である。これらの評価データと地図が持つ特徴との関連性を明らかにすることにより、目的に基づいて決定される重要な特徴の抽出を行う

4.1 SVMを用いた分類と特徴選択

ユーザのデフォルメ地図評価の傾向を分析するために、SVM(Support Vector Machine)を用いる。SVMは2クラスの分類を行う学習機械の一種である。SVMの特徴空間において、学習データはN次元の特徴ベクトルとして座標上に配置される。クラスAに属する学習データとクラスBに属する学習データを分離するための識別平面を構成することにより、未知のデータをクラスAとクラスBのどちらかに分類することを可能にしている。本研究ではSVMを用いて、ユーザの目的に関して有用なデフォルメ地図と、有用でないデフォルメ地図の2クラスを分類するための識別モデルを構築する。図2にSVMを用いたデフォルメ地図分類の概念図を示す。予めユーザによって分類されたデフォルメ地図が、学習データとしてN次元(図では2次元)の座標上に配置される。図中の“○”は有用であるという評価を示し、“□”は有用でないという評価を示す。これらを分類するための識別平面を、マ

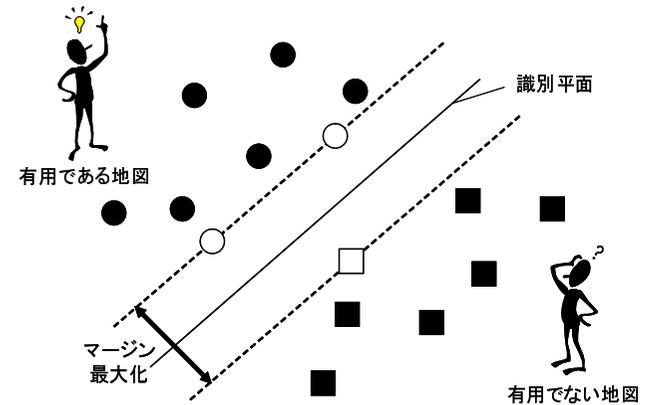


図2 SVMを用いたデフォルメ地図分類

ージン最大化の観点に従って構築することにより、未知のデフォルメ地図について、有用か否かの分類を行うことが可能になる。破線上の“○”と“□”はサポートベクタと呼ばれ、これらにより識別平面が構成される。本稿では、2クラスをより正確に分離することが可能な識別平面を特徴選択により求め、デフォルメ地図の評価に強く影響する特徴の抽出を行う。

4.2 実験の手順

まず6名の被験者に対して、60枚のデフォルメ地図を見せる。共通点として、これら全てのデフォルメ地図には“清水寺”が記載されている。全てのデフォルメ地図に目を通してもらった後に、以下の2つの条件において、有用な地図と有用でない地図に分類してもらおう。

- ケース1. 清水寺からどこに行くかを決めたい
- ケース2. 清水寺にどうやって行くかを決めたい

これらをそれぞれ、位置確認と経路確認に関する分類として扱う。被験者の半数以上が選択した地図を有用な地図であると判断し、学習データにおける有用である地図が有用でない地図を示すクラスラベルを+1,-1とした。このクラスラベルとその他の特徴から構成される学習データの集合から、デフォルメ地図の評価モデルを構築する。評価モデルの構築には、データ解析言語Rを用いる。モデルの識別性能は、5分割交差検定に基づいて評価する。特徴選択は、全ての特徴から最も不要な特徴を取り除いていく逐次選択法に基づいて行う。

4.3 結果と考察

表3に特徴選択に基づいて、デフォルメ地図評価に強く影響していると判定した特徴の

上位 10 個をケース別に列挙する。画像特徴はほとんど考慮されておらず、地理的特徴が重要視されている。特にオブジェクトの出現・非出現に基づく特徴は両方で重視されており、ユーザの地図評価における要点であると考えられる。それぞれのケースについて、特に影響が強いと判定した 5 個の特徴について考察する。

- ケース 1 清水寺からどこに行くかを決めたい
 - － バスの割合
通りの名称があまり記載されていない地図が選択されている。目的地をまだ決定していない段階であるため経路に関する情報が重要視されていないと考えられる。
 - － オブジェクト数
オブジェクトが多数記載された地図が選択されている。目的地を決定するために、多数の候補を挙げている地図が有用であると判断されたと考えられる。
 - － 北端座標
北側に対して領域の大きい地図が選択されている。文化遺産を代表とする多数の観光名所は清水寺より北に位置しているため、これらを領域的に包含するため、北方向に大きい地図が選択されていると考えられる。
 - － MBR の面積
実空間における面積の広い地図が選択されている。目的地とするオブジェクトの選択肢を増やすために、より広い範囲を紹介している地図が選択されたと考えられる。ユーザにより、現地で移動可能な範囲は異なるが、選択肢としては広いに越したことはないという考えが推測できる。
 - － 案内情報の有無

表 3 デフォルト地図評価に影響を与える特徴

ケース 1	ケース 2
バスの割合	東端の座標
オブジェクトの数	ディストリクトの数
北端の座標	画像内の分散
実空間の面積	オブジェクトの数
経路案内情報	バスの割合
画像のサイズ	西端の座標
ランドマークの数	画像内の Y 座標分散
ランドマークの割合	南端の座標
ノードの数	ランドマークの数
バスの数	B の平均

経路を説明する情報が記載されている地図が選択されている。アンケートでは、複数の地点をうまく回る観光ルートの情報提示が目的地選択の決め手となったという回答が確認できており、ただ経路自体を調べるために選択されたわけではない。

- ケース 2 清水寺にどうやって行くかを決めたい
 - － 東端座標
アンケートにおいて、京都駅からのアクセスを考慮したという意見が見られている。京都駅は清水寺の西側に位置するため、移動経路を考える際に清水寺より東側の情報は必須ではない。これにより、東端の座標が清水寺の経度近辺に固定され、分類に影響したと考えられる。
 - － ディストリクトの数
ディストリクトの記載が多い地図は選択されていない。ディストリクトを多数記載している地図には大きい領域を説明する地図が多く、詳細な経路を知るには有用でないと判断されたと考えられる。
 - － 画像内の分散
オブジェクトが画像内で遍在する地図が選択されている。特に清水寺近辺を表現した地図において、目印となる建物が経路上に途切れなく記載されていることが望ましいと推測できる。
 - － オブジェクトの数
移動の際に目印とする建物を選択するために、候補が数多く挙げられている地図を有用と判断したと考えられる。
 - － バスの割合
移動のための経路を把握するために、通りや路線が多く記載された地図が選択されたと考えられる。

図 3 に、それぞれのケースにおいて有用であると判別された地図の例を示す。左右両方の地図において、説明のために清水寺を破線の円で囲んである。左側の地図は清水寺からどこに行くかを決めたいときに有用であると判別された地図である。京都駅を中心とした広い面積を表示しており、北の方向にも多数のオブジェクトが見られる。中央部には複数の通りが表示されているが、全体的には寺社を主としたランドマークが多く記載されているためバスの割合は比較的少なくなっている。これらの要因により目的地としての選択肢が増えているため有用である地図に分類されたと考えられる。右側の地図は清水寺にどうやって行くかを決めたい時に有用であると判別された地図である。京都駅と清水寺の間に複数の通りが

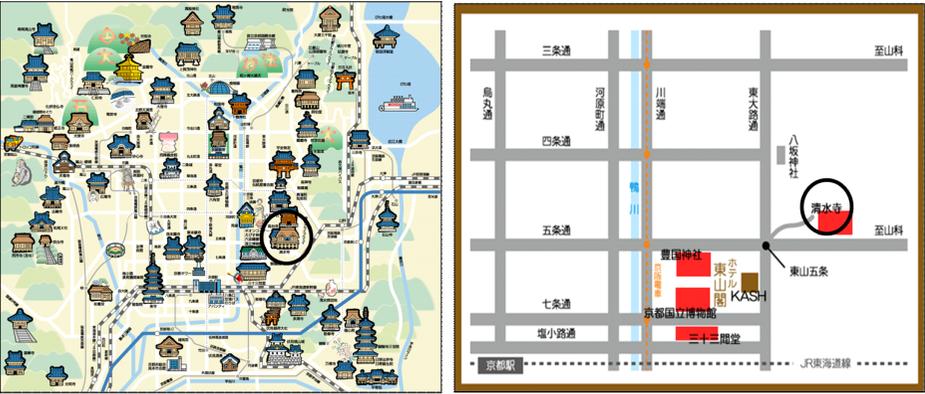


図 3 有用であると判別された地図の例

記載してあり、パスの割合が多くなっている。また東端に清水寺、西端に京都駅も記載されており、オブジェクトは遍在している。オブジェクトはランドマーク単位で記載されているため、ディストリクトは記載されていない。これらの要因により移動経路が把握しやすいため、有用である地図に分類されたと考えられる。

表 4 に、60 枚のうちの 40 枚を学習データ、20 枚をテストデータとしたときのそれぞれのケースの上位 5 つの特徴を用いた判別結果を示す。ケース 1 において、テストデータの正判別率が非常に低い数値を示している。原因として、今回の実験では画像内のイラストや写真を考慮していないことが考えられる。アンケートにも、イラストによって観光地が魅力的に描かれたものを選択したという回答が見られるため、これらを考慮する特徴を追加することにより、改善の可能性があると考えられる。経路を重視する分類においても、通りや駅が多数記載されている地図より、出発地点と目的地点を結ぶ道が明確に書かれている地図が選択されている。画像特徴に関して、色やサイズを考慮に入れていないという知見は得られたが、他の特徴についての検討の余地があると考えられる。

表 4 上位 5 つの特徴を用いた判別結果

	学習データ内での正判別率	テストデータの正判別率
ケース 1	82.5 %	65.0 %
ケース 2	75.0 %	75.0 %

5. おわりに

SVM を用いた特徴選択に基づき、デフォルメ地図の検索に必要な地理的特徴の抽出と評価を行った。必要な特徴はユーザのデフォルメ地図に対する要求により異なると考えられるため、2 種類の目的に基づいてユーザの要求を分類し、それぞれで影響の異なる特徴を抽出した。今後、本手法を用いて抽出した特徴を用いたデフォルメ地図検索エンジンの開発を予定している。デフォルメ地図検索エンジンにおいて、出力の際にはデフォルメ地図をランキングする尺度が不可欠であるため、このような尺度を構成するために、本手法で抽出した地図の特徴を用いる。例えば、検索の際の入力から目的地を決定しようとするような意図を検出できた場合に、オブジェクト数や MBR の面積に基づいて、ランキングを行うことが可能である。今後はさらに影響力の強い特徴の抽出を行うとともに、抽出された特徴に基づく、ランキング尺度の構築を行う。

謝 辞

本研究の一部は、平成 22 年度科研費基盤研究 (B)(2)「ユーザの潜在的意図を用いたレス・コンシャス情報検索基盤の構築」(課題番号: 20300039) および平成 22 年度特別研究員奨励費 (21.197) によるものです。ここに記して謝意を表すものとします。

参 考 文 献

- 1) Kaori Kobayashi, Ryong Lee, and Kazutoshi Sumiya
Lost again on the way? : Measuring Human Map-Reading Ability DBSJ Journal, Vol.8, No.4, pp.19-25, March 2010.
- 2) Corinna Cortes and Vladimir Vapnik
Support-Vector Networks, Machine Learning, Vol.20, No.3, pp.273-297(1995)
- 3) Hiroshi Honda, Kazunori Yamamori, Kenji Kajita and Jun-ichi Hasegawa
A System for Automated Generation of Deformed Maps Proceedings of the IAPR Workshop on Machine Vision Applications (MVA '98)
- 4) 藤井憲作, 杉山和弘
携帯端末向け案内地図生成システムの開発 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.9, pp. 2394-2403.Information Processing Society of Japan (IPSJ), 2000.
- 5) 中澤啓介, 北望, 高木健士, 井上智雄, 重野寛, 岡田謙一
ランドマークの視認性に基づいた動的な案内地図作成 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp. 233-241.Information Processing Society of Japan (IPSJ), 2008.
- 6) Maneesh Agrawala and Chris Stolte

Rendering effective route maps: Improving usability through generalization SIG-GRAPH '01: Proceedings of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques:

- 7) Toshihiro Osaragi and Satoko Onozuka
Map element extraction model for pedestrian route guidance map ICCI '05: Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Cognitive Informatics
- 8) Floraine Grabler, Maneesh Agrawala, Robert W. Sumner and Mark Pauly
Automatic Generation of Tourist Maps SIGGRAPH '08: ACM SIGGRAPH 2008 papers:
- 9) Chiyako Matsumoto, Qiang Ma, and Katsumi Tanaka
Web Information Retrieval Based on the Localness Degree Proceedings of the 13th int'l Conf. on Database and Expert System Applications 2002(DEXA'02), pages 172-181,2002.
- 10) Naoharu Yamada, Ryong Lee, Hiroki Takakura, and Yahiko Kambayashi
Classification of Web Pages with Geographic Scope and Level of Details for Mobile Cache Management The 2nd Int. Workshop on Web Geographical Information Systems, IEEE CS Press, Singapore, Dec.2002.
- 11) Kevin Lynch
都市のイメージ . 岩波書店 (1960)