

地理的正確性と空間的コンテキストに基づく デフォルメ地図分析

北山大輔^{†1} 李龍^{†2} 角谷和俊^{†1}

ある目的地への行き方を調べたり旅行の計画を立てたりするときに、略地図などのデフォルメ地図が頻りに利用される。しかしながら、デフォルメ地図は過剰な編集や誤った編集により、ユーザに誤解や誤情報を与えることがある。そのため、地図の信憑性を分析し、デフォルメを評価する手法が必要となる。デフォルメ地図の種類により、許容される編集と許容されない編集があると考えられる。たとえば、道案内をするための地図であれば、参考として書かれている周辺のオブジェクトの位置関係は誤っていても許容されるが、経路上のオブジェクトの位置関係は正確でなければならない。このように、デフォルメの評価はデフォルメ地図の種類ごとに異なると考えられる。そこで本研究では、デフォルメ地図の種類を表現する空間的コンテキストを定義し、空間的コンテキストに適応した地理的な正確性を評価する手法を提案する。

Deformation Analysis of Modified Maps Based on Geographical Accuracy and Spatial Context

DAISUKE KITAYAMA,^{†1} RYONG LEE^{†2}
and KAZUTOSHI SUMIYA^{†1}

Modified maps are widely used for a variety of outdoor activity such as sight-seeing guide helping people look for geographic objects with much simplified figures. However, modified maps often become trouble some due to the inaccurate information by excess modification and incorrect editing. Therefore, a method of analyzing map credibility and evaluating map modifications are needed. We consider that there are tolerated modifications and not tolerated modifications on a modified map. For example, in modified map for guiding route, geographical objects on the route should be accurate, on the other hand, geographical objects on outside of route do not have to accurate because these objects are additional information. Then, we consider that evaluating map modification is differed by type of modification. Therefore, we define spatial contexts as types of modified maps and propose a deformation analysis based on geographical accuracy for modified map and how much they differ from what

1. はじめに

旅行の観光地や道順の情報を得るために、略地図などのデフォルメされた地図を用いることが多い。多くの店舗の Web ページにはその店舗への道案内のための地図が記載され、都道府県や観光協会のページでは、観光地図が記載されている。Blog や個人ページなどでも、旅行の記録などにユーザが作成した地図が記載されるなど、デフォルメ地図は広く利用されている。近年では、Bing Maps^{*1} の Destination Maps 機能など、自動的に省略のデフォルメを行う地図サービスも登場してきている。デフォルメ地図は、効果的なデフォルメにより地理情報を理解することが可能であるが、一方、過剰なデフォルメや誤ったデフォルメにより、ユーザに地理情報に関して誤解を与えることも多い。たとえば、ユーザがレストランに行くために、そのレストランのデフォルメ地図を閲覧していると想定する。このデフォルメ地図に記載されている、道案内のための目印となるオブジェクトが、誤った位置に記載されているならば、ユーザはそのデフォルメ地図を用いても正しくレストランへ到達することができないと考えられる。

デフォルメ地図には、ユーザがその信憑性を判断することが困難であるという問題がある。ユーザは、未知の経路および未知の領域を調べるために、デフォルメ地図から情報を取得しようとしているため、明らかな誤りでも判断することは困難である。また、該当する領域の正確な地図をユーザに提示しても、表示されるオブジェクトが多すぎる、オブジェクトの強調などのデフォルメが目的に合致していないなど、地理情報を手軽に把握することは困難である。そのため、デフォルメ地図そのものを分析し、どの箇所に着目してデフォルメ地図を理解すべきなのかを分析し、提示することが必要であると考えた。

我々はデフォルメ地図の信憑性判断支援のための正確性の分析手法を提案する。本手法では、Web ページ上に記載されたデフォルメ地図画像を対象とし、デフォルメ地図画像の説

^{†1} 兵庫県立大学環境人間学部

School of Human Science and Environment, University of Hyogo

^{†2} 情報通信研究機構

National Institute of Information and Communications Technology

*1 <http://www.bing.com/maps/>

明文として掲載された周辺テキストから抽出したデフォルメ地図の空間的コンテキストに基づいて、地理的正確性分析尺度の適応方法を変更する。そのなかで、2つの空間的コンテキストと2つの地理的正確性分析尺度を定義する。

2章で本研究のアプローチと関連研究について述べ、3章で空間的コンテキストの定義、4章で正確性分析手法について述べる。5章において分析例を用いて提案手法を議論する。

2. 本研究のアプローチ

2.1 デフォルメ地図の定義

デフォルメ地図は、ユーザに地理情報を理解させやすくするために、実空間のオブジェクトを選択し、変形を加えることで、ある目的を表現したものである。いいかえると、地図の作成者は、目的に合致するオブジェクトを選択し、目的を表現するために配置を決め、さらに見やすく理解しやすくするためにオブジェクトを装飾することでデフォルメ地図を作成する。すなわちデフォルメ地図とは、実空間に含まれる地理オブジェクトに対して変形・強調・削除などのデフォルメを加えて射影した地図である。図1に実空間とデフォルメ地図の関係を示す。

以下の式によりデフォルメ地図を定義する。

$$\text{Modifiedmap} = \{o'_i | o'_i = \text{Projection}(o_i, O), o_i \in R\} \quad (1)$$

式中の R は実空間における地理オブジェクトの集合であり、緯度経度座標を持つ。 o_i は1つの地理オブジェクトである。 Projection 関数は、地理オブジェクト o_i に対し地図に記載予定のオブジェクト O を考慮し、実空間の緯度経度座標を略地図上のXY座標へ変換する、地理オブジェクトの略地図上への表示を決定する、表示の仕方を決定するなどのデフォルメを加える関数であり、 o'_i はデフォルメが加えられた地理オブジェクトである。

デフォルメ地図分析とは、この Projection 関数で行われたことを、出力としてのデフォルメ地図と入力としての実空間の情報をもとに推定し評価する問題であると定義できる。そのため、デフォルメ地図からオブジェクトの配置やオブジェクトの表現を抽出し、それぞれ、実空間情報としての実空間上でのオブジェクトの配置や周辺テキスト上での表現と比較することで分析を行う。本手法では、オブジェクトの空間的配置に関してのデフォルメが行われた地図を分析対象とする。

地図にはいくつかの種類があり、一般地図(図2)と主題地図という分類が地図学用語辞典¹⁵⁾にも記載されており一般的である。一般地図は、国土地理院発行の地形図、地図帳、住宅地図、市街地図など汎用的な地図であり、主題地図は、観光ガイドブックの地図や駅や

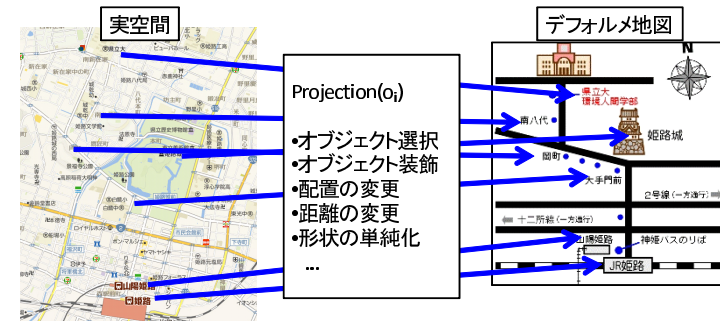


図1 実空間とデフォルメ地図
Fig. 1 Real space and modified map.

街頭に設置してある道案内図など特定の主題が書かれた地図である。我々は後者の主題地図がデフォルメ地図に相当すると考えている。インターネット上の店舗ページに記載されている地図は、主題地図と同じ種類のデフォルメが行われていると考えられる。さらに、主題地図でも、観光オブジェクトを紹介する地図と、道案内をする地図ではそのデフォルメの種類が異なる。我々は、大きく分けて経路を提示する地図(経路提示型主題地図、図3)と地理オブジェクトの位置を表現する地図(位置表現型主題地図、図4)の2つの主題が存在する考えた。このデフォルメ地図の種類のことを、我々は空間的コンテキストと定義する。主題地図の分類に関しての詳細な議論は3.2節で行う。なお、「GISと空間認知¹⁴⁾」の中では、案内地図、汎用地図、デジタル地図のように分類されており、案内地図は主題地図、汎用地図は一般地図に相当すると考えられ、この分類を支持するものであると考えられる。この中ではデジタル地図を独立させているが、Google mapsなどにより一般にデジタル地図が普及した現在の状況においては、従来の地図とデジタル地図を特に区別して扱う必要はないと考えている。

2.2 研究の概要

空間的コンテキストに基づいて正確性の分析対象を変更する手法を提案する(図5)。我々は、空間的コンテキストとして、経路提示型主題地図、位置表示型主題地図という2つの種類が存在する考えた。また、実空間上の配置やオブジェクト表現に対するデフォルメ地図の正確性を分析することで信憑性の判断支援をすることが可能であると考えた。実空間上の配置に対する正確性とは、デフォルメ地図上の地理オブジェクトが、実空間上での地理オブジェクトの配置関係や距離に対して正確に記載されていることを示すものである。オブジェ



図 2 一般地図の例

Fig. 2 Example of the general oriented map.



図 3 経路提示型主題地図の例

Fig. 3 Example of the path oriented map.

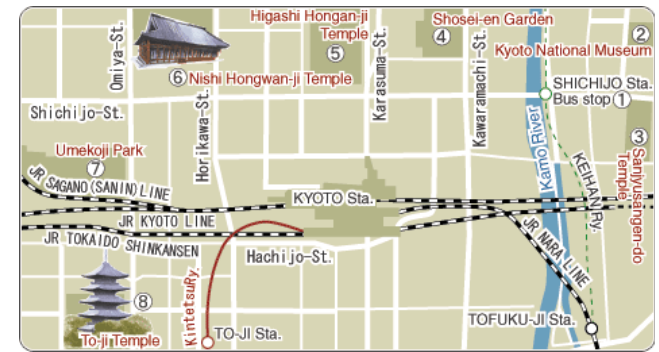


図 4 位置表示型主題地図の例

Fig. 4 Example of the position oriented map.

クト表現に対する正確性とは、Web ページに書かれている目的と、デフォルメ地図が表現しているものが合致していることや、デフォルメ地図上のオブジェクトの強調や削減の適切さを表すものである。いいかえると、信憑性判断支援とは、地図自体の地図の空間的コンテキストに対する誤りの度合いを分析し、提示するものである。本論文では、OCR (Optical Character Recognition) 技術などにより、デフォルメ地図から地理オブジェクト名およびその記載位置を抽出するものとし、実空間上の配置に対する正確性を議論する。

デフォルメ地図上には、対象オブジェクト、出発オブジェクト、経由オブジェクトという 3 種類の地理オブジェクトが存在する。対象オブジェクトは、デフォルメ地図の目的を表すオブジェクトを表現するオブジェクトである。出発オブジェクトは、最寄り駅、ランドマークや現在地のように、対象オブジェクトに訪れるための案内の始点となるオブジェクトである。経由オブジェクトとは、交差点やランドマークなど、対象オブジェクトへ訪れる経路上に存在する経由すべきオブジェクトである。これらのオブジェクトの種類を用いて空間的コンテキストの抽出を行う。正確性分析尺度としては、配置正確性、相対距離正確性の 2 種類の尺度を定義する。一方、オブジェクト表現分析尺度として、出現オブジェクト正確性、表示領域正確性、強調オブジェクト正確性など定義可能であると考えられるが今後の課題とする。これらのことより、Web ページの周辺テキストからの空間的コンテキスト抽出とそ

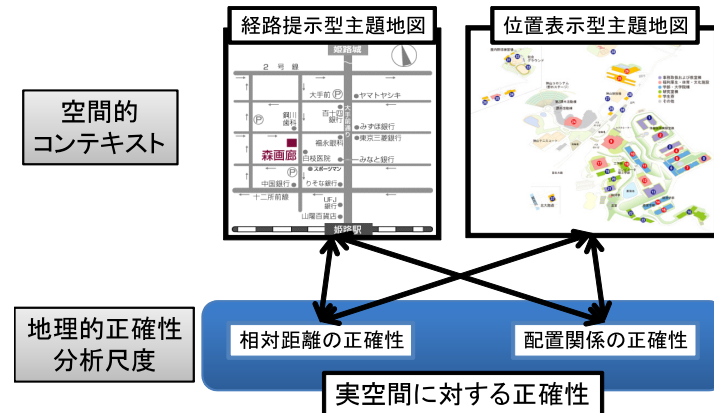


図 5 デフォルメ分析の概念図

Fig. 5 Concept image of deformation analysis.

れに基づく正確性分析手法を提案する。

ここで、提案手法の手順を説明する。まず、周辺テキストの HTML 構造と地理オブジェクトの領域的包含関係を用いて対象オブジェクト、出発オブジェクト、経由オブジェクトの

抽出を行う。次に、抽出したオブジェクトの種類の傾向からデフォルメ地図の空間的コンテキストを判定する。このとき、対象オブジェクトの数が多く、出発、経由オブジェクトの数が十分に少ないのであれば、位置表示型主題地図として作成された地図であると判定し、対象オブジェクト数が少なく、出発オブジェクトがあり、経由オブジェクトが十分に多いのであれば経路提示型主題地図であると判定する。

位置表示型主題地図の場合、周辺テキスト中で判定された対象オブジェクトとそれに類似するオブジェクトをデフォルメの分析対象とし、オブジェクトの相対距離、配置関係の正確性を分析する。位置表示型主題地図においては、配置を説明したい対象オブジェクト以外のオブジェクトは参考情報として記載されている可能性が高く、正確性が失われていても地図の目的に対しては問題がないと考えられる。

経路提示型主題地図の場合、出発オブジェクトと経由オブジェクト間、経由オブジェクトと対象オブジェクト間にあるオブジェクトを分析対象とし、オブジェクトの相対距離、配置関係の正確性を分析する。経路提示型主題地図においては、経路に関係しないオブジェクトは参考情報として記載されている可能性が高く、正確性が失われていても地図の目的に対しては問題がないと考えられる。

2.3 関連研究

Bing Maps の Destination Maps 機能など、デフォルメ地図の生成手法に関する研究は従来からさかんに行われている。これらは、オブジェクトの選択、オブジェクトの形の变形、オブジェクトの配置の変更に分類することができる。まず、オブジェクトの選択について説明する。Arikawa ら¹⁾ は地理オブジェクトの概念関係を用いてユーザの目的に合致するオブジェクトを特定する手法を提案している。Shimada ら¹²⁾ や Inoue ら⁷⁾ はオブジェクトの種類や位置などの属性を用いたオブジェクトの選択手法を提案している。次に、形の変化や配置の変更について紹介する^{5),6),10),13)}。共通して行っていることは、道路や海岸線、建物のような境界線に対する地図の認知科学に基づく直線・直交化という単純化である。また、オブジェクトの配置の変更に関しては、モーフィングの技術を用いて、単純化した境界線にあわせて配置を変更するものである。これらの研究の目的は、ユーザの求めるデフォルメ地図を正確に生成することにある。それに対し本研究では、デフォルメ地図の自動作成ではなく、特定の目的のために作成されたデフォルメ地図を評価することに焦点を当てる。デフォルメ地図の信憑性分析を行うことで、信憑性ランキングに基づくデフォルメ地図検索エンジンや、より信憑性のあるデフォルメ地図への変換、信憑性のある地図製作の支援など、様々なシステムへ応用することが可能である。

デフォルメ地図と正確な地図の対応付けに関しては、スケッチの地図をクエリとし地図上で該当する箇所を検索する Spatial-query-by-sketch^{2),3)} が有名である。これは、Egenhofer ら⁴⁾ により定義された包含や重複などの地理的な位相関係を用いて、手書きのスケッチ地図における位相関係をクエリとし、それらを満たす地図の該当領域を検索結果とするものである。この手法は、線によるグラフ構造と位相関係により地図を対応付けするものであるが、それに対し提案手法は地理オブジェクトという点の集合とそれらの位置関係を用いて地図の対応付けを行い、正確性の分析を行うものである。提案手法では、道路ネットワークなどグラフ情報を用いないため、グラフ構造を用いた対応付け、正確性分析は相補的に用いることが可能であると考えられる。

様々な種類の信憑性分析技術について研究が行われはじめている。Kessler ら⁹⁾ は次世代の地名辞典について紹介している。彼らは地理情報に対する貢献と検索を行うシステムを提案している。このシステムでは、ボランティアベースの情報収集を行っており、その中で情報の信頼性をユーザの貢献モデルを用いて解決をはかっている。デジタル地図においては、ユーザの貢献モデルに相当するものはないと考えられる。Nakamoto ら¹¹⁾ は、信憑性のある情報推薦のためにタグベースの協調フィルタリングを提案している。彼らはソーシャルタグを用いることでユーザの類似性を決定する。ユーザの信憑性というのは、情報推薦にとって重要な要素であると考えられ、タグベースで行うのは手軽であり有用である。しかし、地理オブジェクトのデフォルメを分析する場合、ユーザに相当する要素はなく、コンテンツベースの分析を行う必要がある。Kawai ら⁸⁾ はニュースサイトの信憑性のためにセンチメントマップという可視化手法を提案している。この手法では、ニュース記事ごとに関するセンチメント情報を分析し、分析結果をデジタル地図上に表示する。彼らはニュースサイトにおけるセンチメントの偏りを示すことで信憑性分析の支援をすることを目的としている。ここではデジタル地図は、センチメントを表示することにしか用いられていない。これらの信憑性分析手法は、コンテンツそのものを分析するものではない。我々は、地理オブジェクトに対するデフォルメをコンテンツベースで分析することで信憑性判断の支援を行う。

3. デフォルメ地図の空間的コンテキスト

3.1 周辺テキストを用いた地理オブジェクトの種類の判定

この節では、空間的コンテキストの判定に用いる、地理オブジェクトの種類について説明する。我々は、対象オブジェクト、出発オブジェクト、経由オブジェクトの3種類のオブジェクトを定義する。対象オブジェクトとは、デフォルメ地図の目的を表すオブジェクトで

ある。すべてのデフォルメ地図は、対象オブジェクトに注目して作成されると考えた。そのため、対象オブジェクトはすべてのデフォルメ地図に1つ以上含まれる。出発オブジェクトは、最寄り駅、目印の地点、現在地など、対象オブジェクトに到達するための始点となるオブジェクトである。経路オブジェクトは交差点やランドマークのように、目的地へ至る経路上で経由するオブジェクトである。

以下に、対象オブジェクト (D)、出発オブジェクト (O)、経路オブジェクト (T) を定義する。

$$D = \{d | (d \in Title \wedge |I| < |E|) \vee (d \in I \wedge |I| > |E|) \vee (d \in C)\} \quad (2)$$

$$I = \{i | r(i) \in r(title)\} \quad (3)$$

$$E = \{e | r(e) \notin r(title)\} \quad (4)$$

$$C = \{c | c \text{ has same pattern on HTML trees}\} \quad (5)$$

$$O = \{o | \text{"from."} * o \in Sen\} \quad (6)$$

$$T = \{t | \text{"verb."} * [\text{on} | \text{via} | \text{cross} | \text{before} | \text{along} | \text{get off at}]. * t \in Sen\} \quad (7)$$

ここで、 $Title$ は Web ページのタイトルに出現する地理オブジェクトの集合を表し、 $title$ はその要素である。関数 r はオブジェクトが持つ領域を返し、 I および E は $title$ の領域に含まれる、もしくは含まれない地理オブジェクトの集合である。 C は HTML 構造の表や箇条書きなど繰返しのパターンで出現する地理オブジェクトの集合を表す。 O は“from” などのある場所から離れる語句をとめない出現する地理オブジェクトの集合であり、 T は“via” などのその地点での動作を表す語句とともに出現する地理オブジェクトの集合を表す。 Sen は1文を表す。なお、Web ページからの地理オブジェクトの抽出および地理オブジェクトの領域の抽出には地名辞書を用いている。この地名辞書には、地理オブジェクト名、緯度、経度、オブジェクトが持つ領域の情報が記載されている。

出発オブジェクトと経路オブジェクトは、言語に依存した定義となる。そのため、言語ごとにあわせた決定ルールを作成する必要がある。日本語では、出発オブジェクトの抽出には地理オブジェクト名の直後もしくは数単語後に“より”、“から”、“徒歩”、“利用”、“[0-9]⁺分*1” というキーワードが出現するというルール、経路オブジェクトの抽出には“が”、“で”、“に”、“を”の後に動詞が続くパターンか、直後に“経由”、“下車” というキーワードが出現するというルールを用いている。

*1 [0-9]⁺ は数字の1つ以上の連続を示す正規表現である。

3.2 空間的コンテキストに関する予備実験

主題地図に相当するデフォルメ地図には、いくつかの主題が存在すると考えられる。我々は、大きく分けて経路を提示する地図（経路提示型主題地図）と地理オブジェクトの位置を表現する地図（位置表現型主題地図）の2つの主題が存在すると考えた。そこで、被験者にデフォルメ地図を提示し、「経路を読み取ることができるか」「オブジェクトの配置関係を把握することができるか」という2つの質問に答えてもらうことで、2つの主題の妥当性を確認する予備実験を行った。地図は京都の観光オブジェクトを含む13個の地図を用いた。地図は、Googleの画像検索に対し「京都 観光 地図」のように目的を表現するクエリや「京都 清水寺 地図」のように特定の観光オブジェクトを含むクエリを入力することにより取得した。被験者は7人の大学生および大学院生であり、関西出身もしくは関西に住んでおり、京都を訪れた経験があるため十分に実験で用いた地図の種類を判断できると考えられる。

表1に地図画像が含まれるWebページのタイトル、「経路を読み取ることができる」と回答した被験者の割合、「オブジェクトの配置関係を把握することができる」と回答した被験者の割合を示す。表中の下線で示している7割以上の被験者が回答した種類の地図の主題であると仮定すると、77%の地図が2つの主題のいずれかを含んでおり、その内訳は経路提示型主題地図が30.8%、位置表現型主題地図が30.8%、両方の主題を含むものが15.4%であった。いずれの主題も含まない地図のうち番号3、11は記載されている地理情報が少なく、他の主題でさえ読み取ることができない地図であり、番号13は一般地図であるGoogle Map上に矢印を書いたものであり、同様に主題を読み取ることができない地図で

表1 予備実験：主題地図であるデフォルメ地図の回答結果
Table 1 Results of preliminary experiment.

番号	Web ページタイトル	経路	位置
1	ぶらり京都 『観光シーズンだから隠れ名所へ』(5) 京都三名水のご神水が湧き出る社へ	0.57	<u>1.00</u>
2	京都産業大学賞貸情報 京都の賞貸情報サイト (アバマンショップ FC ウインズリンク)	<u>0.86</u>	0.00
3	京阪間の名所 金閣寺 (京都市北区)	0.29	0.00
4	京都の焼肉処 楽天王 近隣京都観光案内	0.29	<u>0.86</u>
5	京都観光用語集/花街	<u>0.71</u>	<u>1.00</u>
6	ご利用案内 — 京都大学総合博物館	<u>0.86</u>	0.43
7	京都観光情報【KT タクシー】—【観光マップ】嵐山・嵯峨野・太秦—	0.57	<u>0.86</u>
8	店舗案内 中古自転車・新車自転車・京都、滋賀の自転車、自転車修理はサイクルショップ栄輪へ	<u>0.86</u>	<u>0.86</u>
9	交通アクセス - 京都大学 大学院経済学研究科 / 経済学部	<u>0.71</u>	0.43
10	京都 旅館 石長 松菊園 公式ホームページ / 交通案内・地図	<u>0.86</u>	0.57
11	清水寺の桜	0.29	0.00
12	崇道神社	0.29	<u>0.86</u>
13	石垣島のカムリワシ：きょうと（京都）	0.00	0.00

あった。そのため、本研究では、主題地図を経路提示型主題地図と位置表現型主題地図に区別して扱っている。なお、主題が2つ存在するという回答も得られており、地図学用語辞典の主題地図の定義にも単一主題地図と多主題地図が記載されており、複数の主題を持つ地図が存在するものと考えられる。本論文では、単一主題地図しか扱っておらず、多主題地図に対する正確性分析は今後の課題とする。

これらの議論より我々は、デフォルメ地図を以下の2種類に分類した。

経路提示型主題地図 対象オブジェクトへの道案内をするための地図である。最も代表的な例としては、レストランなどの店舗の案内図があげられる。これには、対象オブジェクトと多くのランドマークなどの経由オブジェクトが記載され、案内に用いられるオブジェクト間の距離や配置の正確性が必要とされる。

位置表示型主題地図 オブジェクトの配置関係を示すための地図である。代表的な例としては、観光地図やグルメマップがあげられる。この地図においては、特定の種類のオブジェクトが多く記載され、それらのオブジェクトの配置や距離の正確性が必要とされる。本手法では、これらの空間的コンテキストに応じて評価対象のオブジェクトを変化させて分析する。

3.3 地理オブジェクトの種類を用いた空間的コンテキストの判定

我々は、空間的コンテキストは地理オブジェクトの記述の傾向に現れると考えた。たとえば、作成者が実際の経路を思い浮かべながら地図を製作したとする。経路を案内するために経由オブジェクトが非常に有効であるため、その地図には多くの経由オブジェクトが記載されることになると考えられる。そこで、空間的コンテキストを地理オブジェクトの種類ごとの個数を用いて判定する。

表2に判定ルールを示す。経路提示型主題地図は、1個の対象オブジェクトと複数の出発オブジェクト、経由オブジェクトが存在する場合に判定する。位置表示型主題地図では複数の対象オブジェクトと1個以下の出発オブジェクトが存在する場合に判定する。この地図には、オブジェクトの配置を説明するために経由オブジェクトは不必要であるため含まれない。

表2 空間的コンテキストの判定
Table 2 Determining spatial context.

	対象オブジェクト数	出発オブジェクト数	経由オブジェクト数
経路提示型主題地図	1	≥ 1	≥ 1
位置表示型主題地図	≥ 1	≤ 1	0

4. デフォルメ地図のための正確性分析尺度

4.1 デフォルメ分析対象オブジェクトの決定

デフォルメ地図においては、正確さを損なうデフォルメでも、地図の用途によっては許容されることが考えられる。たとえば、経路を示すための地図に、経路から遠く離れたところにあるランドマークを位置関係に関して示すために記載することがあるが、そのオブジェクトの距離や配置は正確さを損なうデフォルメでも問題がないと考えられる。しかし、経路上の目印を表すオブジェクトのデフォルメは正確さを保つ範囲でなければならない。

デフォルメ地図の分析においては、地図の種類ごとに、過剰なデフォルメが許容されないオブジェクトを決定することが必要となる。デフォルメ地図上のオブジェクトをクラスタリングし、地図の種類における目的を表現していると考えられるオブジェクトを、デフォルメが許容されないオブジェクトとして判定する。

地理オブジェクトの種類判定は、Web ページ上における周辺テキストに出現しているデフォルメ地図上のオブジェクトに関してのみ判定を行っているが、デフォルメ地図の正確性分析においては、デフォルメ地図上にしか出現しないオブジェクトでも、分析対象に含めた方がよい場合がある。そのため、デフォルメ地図上の位置関係や類似オブジェクトのような意味関係を用いてデフォルメ地図上における分析対象のオブジェクトを決定する。

4.1.1 経路提示型主題地図の分析対象オブジェクト

経路提示型主題地図は経路を説明するための地図であり、経路に係る目的地や出発点、経由オブジェクトなどのオブジェクトの正確さが求められる地図である。そのため、経路に関与しないオブジェクトに関しては、過剰なデフォルメが許容される。たとえば、ある経路付近に存在するという理由で略地図に記載されている有名なランドマークなどである。経路を表現していると考えられるオブジェクト集合は、以下の手順により求める。

- (1) デフォルメ地図上のオブジェクトに関して XY 軸上の距離で最小全域木を構成する。
- (2) 目的オブジェクト、出発オブジェクトを末端とし、経由オブジェクトを通る最短パスに属するオブジェクトを経路に関するオブジェクトとして抽出する。

このようにして抽出したオブジェクトの配置、距離の正確性が保たれているかを評価する。

4.1.2 位置表示型主題地図の分析対象オブジェクト

位置表示型主題地図はオブジェクトの配置を説明するための地図であり、表現したいオブジェクトに関しての配置や距離、表示オブジェクトの網羅性や同等性が求められる地図である。そのため、表現の目的外のオブジェクトに関しての過剰なデフォルメは許容される。た

たとえば、観光地図における、おおよその目印として書かれた飲食店などである。表現したいオブジェクトの種類は以下の手順により求める。

- (1) デフォルメ地図上のオブジェクトに関して XY 軸上の距離で最小全域木を構成する。
- (2) 閾値 α 以上の距離を持つ枝を削除する。
- (3) 式 (8) を用いて、同等なオブジェクトを抽出し、閾値 β 以上の割合の木で出現する同等なオブジェクト集合を、表現したいオブジェクトとして抽出する。

$$equiv(o_i, o_j) = sim_category(o_i, o_j) \quad (8)$$

本手法では Wikipedia カテゴリを用いて同位オブジェクトを判定している。式中の o_i は地理オブジェクトであり、Wikipedia 上では o_i は複数のカテゴリに所属している。Wikipedia カテゴリの類似度である $sim_category$ により算出する。 $sim_category$ はオブジェクト o_i が所属するカテゴリ集合とオブジェクト o_j が所属するカテゴリ集合の Jaccard 係数を用いる。

4.2 実空間に対する地理的正確性分析

4.2.1 配置関係が不正確なオブジェクトの分析

ここでは実空間に対する正確性の分析尺度について詳細に述べる。実空間に対する正確性は、実空間を表現している地名辞書との比較により算出する。デフォルメ地図では、デフォルメ地図にオブジェクトを配置した時点で厳密な緯度経度座標上の配置関係は失われる。そのため、相対的な距離と概略の配置という緩やかな尺度により、デフォルメを考慮した分析を用いる。

配置関係に関するデフォルメの分析について述べる。配置関係においては、3つのオブジェクトで構成される相対的な配置関係に着目して検出する。すなわち、対象となるオブジェクトが別のオブジェクトとオブジェクトを結ぶ線に対して右にあるか左にあるかということだけに着目して検出を行う(図6)。このとき、地名辞書データ上での概略の配置関係とデフォルメ地図上の配置関係が異なればデフォルメが行われた結果の配置関係であると考えられる。配置関係が同じであれば、どのようにオブジェクトを表示しても配置関係に対するデフォルメは行われていないと考えられる。ただし、地名辞書データ上での3つのオブジェクトの配置関係が直線に近い場合、わずかなデフォルメで配置関係が異なると判定される場合がある。そのため、地名辞書データ上での3つ組の最大角の角度が θ 度以上であり、配置関係が異なる場合、誤差による判定誤りとして、正しい配置関係であると判定する。

配置関係のデフォルメ検出は以下の式により行う。

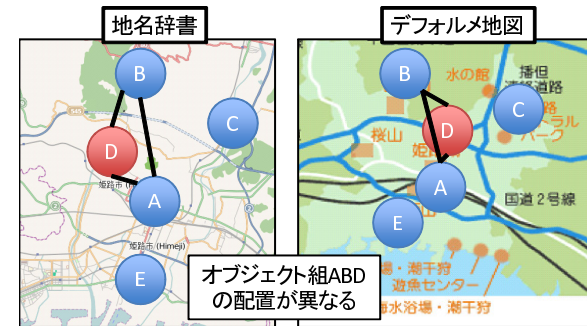


図6 配置関係が不正確なオブジェクトの検出
Fig. 6 Detection of changing position.

$$p(o_i, o_j, o_k) = \begin{cases} 1 & (rel(o_i, o_j, o_k, M) \geq 0 \text{ and } rel(o_i, o_j, o_k, R) < 0) \text{ or} \\ & (rel(o_i, o_j, o_k, M) < 0 \text{ and } rel(o_i, o_j, o_k, R) \geq 0) \\ 0 & (other) \end{cases} \quad (9)$$

$$rel(o_i, o_j, o_k, M) = (o_j^x - o_i^x) \times (o_k^x - o_i^x) + (o_j^y - o_i^y) \times (o_k^y - o_i^y) \quad (o_i, o_j, o_k \in M) \quad (10)$$

式中の o_i, o_j, o_k は地理オブジェクトであり、関数 p は配置に関するデフォルメを検出する関数である。デフォルメを検出すると1を返し、検出しないと0を返す。関数 rel は配置関係を数値で表す関数であり、オブジェクト o_i が、オブジェクト o_j からオブジェクト o_k に対して結んだ線の右側にあれば正の値、左側にあれば負の値を返す関数である。このとき、引数の M はデフォルメ地図上のオブジェクト集合であり、 R は実空間のオブジェクト集合である。 o_i^x はオブジェクト o_i のデフォルメ地図上の X 座標もしくは実空間上の経度座標であり、 o_i^y はオブジェクト o_i のデフォルメ地図上の Y 座標もしくは軸痛感上の緯度座標である。引数として与えられた M もしくは R に応じて、XY 座標もしくは緯度経度座標を用いて算出する。その結果、デフォルメ地図における rel の値の正負と実空間における rel の正負が異なる場合、配置関係に差異が存在し、3つのオブジェクトの配置関係に関してデフォルメが行われていることを検出する。

4.2.2 距離関係が不正確なオブジェクトの分析

距離関係に関するデフォルメの分析について述べる。配置関係と同様、距離関係もデフォルメ地図上においては緯度経度による絶対的な距離は失われている。そのため、距離関係の

分析としては、3個のオブジェクトからなる距離の比率を保持しているかという分析が考えられるが、デフォルメ地図においては厳密に比率を保持する必要はないと考えられ、必要に応じて、拡大、縮小がなされるべきである。そのため、距離関係においては、絶対的な距離ではなく、オブジェクト間の距離の長短のみを考慮する相対的な距離の分析を行う。任意のA, B, Cという3個のオブジェクトを取り出し、AとB間の距離、BとC間の距離、そしてCとA間の距離を測定し、それらを昇順に並べる。このとき、3つの距離の順序が同じであれば距離に関してのデフォルメは行われていないと考えられるが、順序が異なればデフォルメが行われているものと考えられる。ただし、地名辞書データ上での距離の差がほとんどないオブジェクト組に関してはわずかなデフォルメで距離の順序が変更されてしまう場合がある。そのため、3つ組のオブジェクトにおける2辺の距離の差がより長い辺の $\gamma\%$ に満たない、かつ距離の順序が異なる場合、誤差による判定誤りとして、距離関係は正確であると判定している。

距離関係のデフォルメ検出は以下の式により行う。

$$d(o_i, o_j, o_k) = \begin{cases} 1 & (\text{order}(o_i, o_j, o_k, M) \neq \text{order}(o_i, o_j, o_k, R)) \\ 0 & (\text{other}) \end{cases} \quad (11)$$

$$\text{order}(o_i, o_j, o_k, M) = \{d_x | \text{dist}(d_x) < \text{dist}(d_{x+1}), d_x = \forall \{a, b\} \in \{o_i, o_j, o_k\} \in M\} \quad (12)$$

式中の o_i, o_j, o_k は地理オブジェクトであり、関数 d は距離に関するデフォルメを検出する関数である。デフォルメを検出すると1を返し、検出しないと0を返す。関数 order は3つのオブジェクトからなるオブジェクト間の距離の順位を返す関数であり、長さで昇順にしたオブジェクト組が返される。このとき、引数の M はデフォルメ地図のオブジェクト集合であり、 R は実空間のオブジェクト集合である。 d_x はオブジェクト o_i, o_j, o_k から任意の2個のオブジェクトを取り出してできるオブジェクト間の距離である。デフォルメ地図のオブジェクトであれば、デフォルメ地図のXY座標から算出し、実空間のオブジェクトであれば、実空間の緯度経度座標から算出する。すなわち、引数として与えられた M もしくは R に応じて、XY座標もしくは緯度経度座標を用いて算出する。その結果、デフォルメ地図における order のオブジェクト距離の順位と実空間における order のオブジェクト距離の順位が異なる場合、距離関係に差異が存在し、3個のオブジェクトの距離関係に関してデフォルメが行われていることを検出する。

5. 評価

5.1 プロトタイプシステム

プロトタイプシステムはVisual Studio 2010のC#により構築した。図7, 図8, 図9に構築したプロトタイプシステムのインターフェースとその出力例を示す。入力には分析対象のWebページのURLおよびデフォルメ地図画像のURLでありユーザが指定する。出力はインターフェース左部に分析対象のデフォルメ地図画像、右上部に配置関係の正確性が疑わしいオブジェクト名ほど大きく表示したタグクラウド、右下部に相対距離の正確性が疑わしいオブジェクトほど大きく表示したタグクラウドを提示している。

システムは、周辺テキスト判定部、空間的コンテキスト判定部、地図読み取り部、地理的正確性分析部の4つのサブシステムから構成される。周辺テキスト判定部では、入力されたWebページにおける、HTMLツリー中のデフォルメ地図画像URLが含まれるIMGタグ要素とテキスト要素が含まれる最小の部分木を抽出し、TITLEタグをタイトルとして抽出する。

空間的コンテキスト判定部では、周辺テキスト判定部の出力を用いて、各種地理オブジェクトの判定を行い、空間的コンテキストを出力する。

地図読み取り部では、入力されたデフォルメ地図画像に対して地名情報を取得するためにPanasonicのカラーOCRライブラリ^{*1}を用いた。OCRの出力としては、読み取り文字列、文字列の中心のX座標およびY座標が得られる。地名辞書としては、Yahoo!地図から抽出した地名データを用いている。地名データは、地名、緯度座標、経度座標により構成される。OCRで読み出した文字列にはノイズが含まれるため、文字列の編集距離により、読み取り文字列に類似する地名の候補を取得し、実空間上の位置を用いて地名の候補を絞り込んでいる。絞込は候補オブジェクト集合から重心を算出し、重心から最も遠いオブジェクトを誤りとして削除し、読み取り文字列と地名が1対1対応になるまで繰り返す。その後、スミルノフ・グラブス検定を行い、外れ値になる候補を除外する。その後、残りのオブジェクトにより構成される最小矩形領域に限って、除外した読み取り文字列に関して編集距離により地名候補を得て、重心による絞込から繰り返す。外れ値になる候補がなくなるまで繰り返すことで、読み取り文字列と地名の対応付けを行う。最終的に、地名、X座標、Y座標、緯度座標、経度座標を出力し、これを正確性分析のデータとして用いる。

*1 <http://panasonic.biz/it/sol/ocr/sdk/>



図 7 プロトタイプシステムの出力例 1
Fig. 7 The prototype system: Example 1.



図 8 プロトタイプシステムの出力例 2
Fig. 8 The prototype system: Example 2.



図 9 プロトタイプシステムの出力例 3
Fig. 9 The prototype system: Example 3.

地理的正確性分析部では、空間的コンテキスト判定部の出力と地図読み取り部の出力を用いて、分析対象オブジェクトの決定、配置関係の分析、距離関係の分析を行い、タグクラウドとして結果を出力する。なお、実験では、周辺テキストの抽出誤りや OCR の認識誤り、地名辞書との対応付けの誤りの影響をなくするために周辺テキスト判定部、地図読み取り部の処理を人手で行いシステムに入力するデータセットを作成した。システムは周辺テキストからの空間的コンテキスト判定、空間的コンテキストに応じた地理的正確性判定を行った。

位置表示型主題地図の場合の対象オブジェクト判定の閾値 α は枝の距離の平均値とし、閾値 β は枝を削除した後にできる木の半数とした。配置関係の誤差の閾値 θ は 120 度とし、距離関係の誤差の閾値 γ は 10% とした。対象オブジェクト判定の閾値は、平均値もしくは半数近傍で数値を変動させる予備実験を行い、最も適切に判定できる地図の数が多かったものを用いた。配置関係の誤差の閾値は 10 度刻みに変更した予備実験を行い、距離関係の誤差の閾値は 5% 刻みに変更した予備実験を行い決定した。

提案手法では、正確性が疑わしいオブジェクト組を抽出するが、オブジェクト組を列挙したのでは視認性が著しく低下する。そのため、オブジェクト組中の出現頻度を表現したタグクラウドを提示し、多くの不正確な組に出現するオブジェクトを一目で把握可能にした。どのオブジェクトとの位置関係が疑わしいのかを知りたい場合は、オブジェクト名をクリックすることでそのオブジェクトと組になったときに不正確となる頻度の高いオブジェクトを同様にタグクラウドで提示する。このことにより、デフォルメ地図中のどのオブジェクトの位置関係に注意してデフォルメ地図を利用すればよいのかを判断することが可能になる。

5.2 空間的コンテキストの抽出

実際の Web ページを用いて空間的コンテキスト抽出に関する実験を行った。実験では、兵庫県姫路市近辺、京都府京都市近辺のデフォルメ地図を収集し、そのうち、人手で見て地図の目的を読み取ることが可能であり十分な周辺テキストが得られるという条件に合致した 34 個の Web ページを用いた^{*1}。具体的には、Google の画像検索を用いて、「姫路」や「京都」という地名、「交通」「アクセス」「観光」という目的を表すキーワード、「地図」「マップ」という地図画像を検索しやすくするためのキーワードを組み合わせたクエリによる検索により収集した。すなわち、「姫路 観光 マップ」のようなクエリで検索を行い、その中から明らかに地図画像であり、周辺テキストが十分に得られた Web ページを用いた。表 3 にその一部と判定結果を示す。この実験では、周辺テキストに含まれるオブジェクト名の判定までを手で行い、オブジェクト種類の判定ルール、空間的コンテキストの判定ルールの妥当性を評価した。

表 4 にオブジェクト種類の判定結果を示す。各オブジェクトの種類は、3.1 節で述べた決定ルールを用いて判定した。適合率は、正しい種類と判定された種類が合致した数を判定された種類の数で除算した。再現率は、正しい種類と判定された種類が合致した数を正しい種類の数で除算した。この結果より、各オブジェクトの判定ルールは正しく機能していること

*1 著者が確認した範囲では、地図に対して住所のみなど少量の周辺テキストしか得られない Web ページは全体の 3 割程度であり、それらに対して提案手法では、空間的コンテキストを抽出することができないため除外した。

表 3 実験に用いた Web ページの例
Table 3 Examples of experimental data of Web pages.

番号	タイトル	URL	空間的コンテキスト	判定結果
1	兵庫県自動車学校姫路校 姫路市 料金 通学免許のお申込なら教習所 . com	http://kyoushujo.com/detail_t.06303.html	経路提示型主題地図	その他
2	姫路のアクセス	http://www31.ocn.ne.jp/himejikaho/gaiyou/himejiaccess.html	経路提示型主題地図	位置表示型主題地図
3	兵庫県 姫路カントリー倶楽部 書写ゴルフ	http://www.shosya-g.co.jp/map.html	経路提示型主題地図	その他
4	姫路店 (兵庫) の詳細地図: 金買取・プラチナ・ブランド品買い取りのイーネーション	http://www.e-nation.jp/access/map12himeji.html	位置表示型主題地図	その他
5	姫路獨協大学 学生生活 姫路周辺マップ	http://www.himeji-du.ac.jp/life/himeji_map/	位置表示型主題地図	位置表示型主題地図
6	姫路獨協大学 大学案内 キャンパス・交通案内 交通アクセス	http://www.himeji-du.ac.jp/access/traffic/	経路提示型主題地図	経路提示型主題地図
7	交通アクセス - 東洋大学附属姫路高等学校 - 東洋大学	http://www.toyo.ac.jp/himeji/access_j.html	経路提示型主題地図	経路提示型主題地図
8	姫路市 観光マップとみどころ	http://www.city.himeji.lg.jp/guide/map.html	位置表示型主題地図	位置表示型主題地図
9	姫路キャッスルグランヴィリオホテル	http://www.himejicastlehotel.co.jp/map2/index.html	位置表示型主題地図	位置表示型主題地図
10	沿線寄り道スポット 銀の馬車道—日本初の高産産業道路— 兵庫県・生野, 神河, 福崎, 市川, 姫路 (飾磨港)	http://www.gin-basha.jp/ensen/ensen.html	位置表示型主題地図	その他

を確認した。種類判定には、地名判定、テキストの構造解析、パターンとの合致判定が必要となるが、すべてを通して平均 0.3 秒で処理を完了した。

表 5 に空間的コンテキストの判定結果を示す。再現率より約 6 割から 7 割程度のデフォルメ地図で空間的コンテキストを正しく抽出できていることを確認した。いくつかの場合で、空間的コンテキストの判定がその他になる場合があり、それらについて考察する。

位置表示型主題地図では 4 つの地図がその他に判定された。これは、誤って経路オブジェクトが抽出されているためである。経路オブジェクトは、適合率、再現率ともに他のオブジェクトに比べて低い結果となった。判定ルールが地理オブジェクトと抽出キーワードの順序を持つ共起で抽出しているなど、緩やかであることが原因であると考えられる。そのため、他の必要なキーワードの決定、構造的な特徴の利用など厳密な定義を行わなければならない。

経路提示型主題地図では 7 つの地図がその他に判定される結果になった。地図中に矢印や案内文が描かれ、経路を説明しているものと考えられるが、周辺テキストには経路オブジェクトなど案内に必要なオブジェクトとして記述されていないためである。提案手法では、地図画像の説明文としての周辺テキストを想定している。しかし、周辺テキストで駅までの行き方を説明し、駅から目的地までを地図で説明するなど、地図画像と周辺テキストが相互補完的に用いられる場合も多数存在する。このような場合に周辺テキストにより空間的コンテキストを判定する手法は有効に働かないため、周辺テキストを用いずに地図画像自体から特徴を抽出し、空間的コンテキストを判定する手法が必要となるが、これは今後の課題とする。なお、対象オブジェクトや出発オブジェクトが適切に判定されていないが、判定数のルールにより偶然に該当する地図の種類に判定された場合があった。

表 4 オブジェクトの種類判定結果

Table 4 Result of determining object's roles.

	対象オブジェクト	出発オブジェクト	経由オブジェクト
適合率	0.89 (124/140)	0.98 (41/42)	0.68 (27/40)
再現率	0.93 (124/134)	0.89 (41/46)	0.79 (27/34)

表 5 空間的コンテキストの判定結果

Table 5 Result of determining spatial context.

被験者の判定	システムの判定			再現率
	経路提示型主題地図	位置表示型主題地図	その他	
経路提示型主題地図	10	1	7	0.56 (10/18)
位置表示型主題地図	0	9	4	0.69 (9/13)
その他	1	0	1	
適合率	0.91 (10/11)	0.90 (9/10)		

5.3 地理的正確性分析の評価

地理的正確性分析手法を評価するために、人手により判断した空間的な正確性が疑わしいオブジェクトを、提案手法が正しく判定可能かどうかを確認する実験を行った。実験データは、空間的コンテキストの抽出の実験で用いた地図のうち、空間的な正確性が疑わしいオブジェクトが 1 つ以上含まれる地図画像 10 個 (表 3) を用いた。地理的正確性のみを評価するために、空間的コンテキストは人手で判断した正解を用いた。正解データは、地図画像中から抜き出した正確性が疑わしいオブジェクトの集合とした。正確性が疑わしい要因が距離であるのか配置であるのかを人手で判断することが困難であるため、特に区別していない。提案手法の出力は、正確性のないデフォルメであると判定したオブジェクト組に出現

するオブジェクトを集計したものをを用いた．提案手法の出力を頻度順に並べた上位 50% のオブジェクトをシステムの解として，MAP (Mean Average Precision) と再現率で評価する．以下に各指標を定義する．

$$MAP(Q) = \frac{1}{|Q|} \sum_{i=1}^{|Q|} \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} Precision(R_{ij}) \quad (13)$$

$$Recall(i) = \frac{|S_i \cap C_i|}{|C_i|} \quad (14)$$

式中の Q は，実験に用いた地図集合であり， m_i は地図 i における出力の上位 50% のオブジェクト数であり，平均 6.1 個のオブジェクトが出力された． R_{ij} は，地図 i における j 番目の順位の正解オブジェクトであり， $Precision$ 関数により，オブジェクト R_{ij} までを用いた適合率を算出している．また， S_i は地図 i におけるシステムによる出力の上位 50% のオブジェクト集合であり， C_i は地図 i における正解オブジェクト集合である．すなわち，再現率は正解オブジェクト集合 C_i のうち， R_i として出力できた割合である．

実験結果を表 6 に示す．処理時間は平均 0.42 秒であり，最も長いものは地図番号 5 で 1.67 秒であった．表中の平均適合率は式 (13) 中における $\frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} Precision(R_{ij})$ により算出したものである，最下行の平均の箇所に関して，平均適合率の部分は MAP であり，再現率の部分は再現率の平均値である．

配置の正確性分析の MAP は 0.42 であり，再現率の平均は 0.49 となった．経路提示型主題地図では MAP は 0.38，再現率が 0.55 であり，位置表示型主題地図では MAP は 0.46，再現率が 0.44 であった．空間的コンテキストの種類により，精度に大きな差が見られないことから，コンテキストごとに分析オブジェクトを変更する手法に一定の効果があったと考えられる．配置が不正確なオブジェクト組に関して，4 つの地図でシステムの解が得られなかった．これは，配置が反転するほどのデフォルメが起こることが少ないことを示しており，すべての地図で配置が不正確なオブジェクト組の方が，距離が不正確なオブジェクト組よりも少なく検出されている．しかしながら，距離のみでは検出することができないオブジェクト組を検出できる場合もあり，相補的に用いるべきであると考えられる．

距離の正確性分析の MAP は 0.56 であり，再現率は 0.60 となった．経路提示型主題地図では MAP は 0.64，再現率が 0.47 であり，位置表示型主題地図では MAP は 0.48，再現率が 0.74 であった．経路提示型主題地図では MAP が優位であった．このことから，距離に明らかな誤りがある経路上のオブジェクトを的確に検出できていると考えられる．位置表示

表 6 地理的正確性分析結果

Table 6 Results of analyzing geographical accuracy.

空間的コンテキスト	番号	配置正確性分析		距離正確性分析	
		平均適合率	再現率	平均適合率	再現率
経路提示型 主題地図	1	0.75	0.75	1.0	0.50
	2	1.0	1.0	0.53	1.0
	3	0.0	0.0	0.67	0.50
	6	0.0	0.0	1.0	0.33
	7	0.17	1.0	0.0	0.0
経路提示型の平均		0.38	0.55	0.64	0.47
位置表示型 主題地図	4	0.75	0.67	0.25	0.67
	5	0.52	0.71	0.77	0.43
	8	0.0	0.0	0.50	1.0
	9	0.0	0.0	0.20	1.0
	10	1.0	0.80	0.70	0.60
位置表示型の平均		0.46	0.44	0.48	0.74
全体の平均		0.42	0.49	0.56	0.60

型主題地図では再現率が優位な結果となった．位置表示型主題地図では，網羅的に検出することができているが，過検出の傾向にあると考えられる．これは，位置表示型主題地図は，距離に関して致命的な誤りになることが少ない地図であり，人間が許容可能な距離の誤りもシステムが検出しているものと考えられる．

信憑性分析においては，誤っているオブジェクトを誤っている可能性があるとして提示することに加え，網羅的に不正確な箇所を指摘する必要があると考えられる．個別の地図データでは，配置整合性においては，検出できなかった地図画像以外では平均適合率，再現率が 0.7 以上であるものが多く，有効な結果を示していると考えられる．また，距離の正確性分析においては，どのような地図に対しても平均的に結果を返すことができているが，個々の精度は高いとはいえない．そのため，オブジェクト単位では参考情報としてタグクラウドを提示し，誤っている可能性があるオブジェクト組を詳細に分析したいという要求があった場合に，デフォルメ地図とオンライン地図上にオブジェクトの位置を示したものを並べて提示し，ユーザが詳細に分析するようなサポートを行うことが有用であると考えられる．

6. まとめ

本論文では，デフォルメ地図分析という新たな問題を定義し，その評価手法について述べた．デフォルメ地図の空間的コンテキストとして，経路提示型主題地図，位置表示型主題地

図の2種類を定義し、その判定手法について述べた。また、地理的な正確性の分析尺度として、配置関係の正確性と相対距離の正確性を定義し、分析手法について議論した。また、評価実験により空間的コンテキスト判定の有効性と、地理的正確性分析の性質を明らかにした。

現在、Web コンテンツは膨大な量存在し、今後とも信憑性の判断が困難な CGM コンテンツやマルチメディアコンテンツが増加すると考えられる。そのため、テキスト情報の信憑性だけでなく、マルチメディア情報の信憑性の分析技術が今後ますます重要になると予想される。本研究ではマルチメディア情報の信憑性分析のうち、デフォルメ地図の信憑性分析に取り組んだ。本研究で扱っている問題は、すでに存在するコンテンツから一部を切り出したリ、部分的に改変したりしたときに、コンテンツの正確性が保たれているかどうかを判断するものである。類似するマルチメディア情報の信憑性の問題としては、写真から意図的にクリッピングを行った写真や、合成により人物などを追加した写真の信憑性、映像から特定の前後の部分在意図的に取り除いたとき、別の映像をつなげたときの映像の信憑性に関する分析などが考えられる。元になるコンテンツが存在する場合、編集箇所の特定は容易な問題であるが、編集されたコンテンツが元のコンテンツのコンテキストを正確に保っているかどうかを判断することは非常に困難である。我々は地図情報に限定して、この問題に取り組み、地図の種類に応じた分析手法を提案した。

本論文では、主題地図を大きく2つに分類したが、地図の理解は、文化的、時代的に異なるため、より幅広い被験者を用いて体系的に分類を詳細化する必要があると考えている。このような、分類体系を明らかにするための大規模な地図データや一般の被験者を用いた地図の理解に関する実験を行うことで、提案手法の詳細化を行うことが可能であると考えられ、今後の課題とする。その他の今後の課題としては、提案手法の適応範囲を調べるために、実際のデフォルメ地図コンテンツを用いた大規模な評価実験を行うことがあげられる。また、地理的正確性以外の、地図上の強調、オブジェクトの選択など表現に関するデフォルメの分析に着手する予定である。さらに、地図が表現する主題が複数存在する場合の分析手法への展開、および他のマルチメディアコンテンツの分析手法への展開を行う必要がある。さらに、このようなデフォルメ分析の手法を応用することで、地図の評価機能をともなう作成支援システム、デフォルメ地図検索システムを構築する予定である。

謝辞 この研究の一部は、独立行政法人情報通信研究機構の高度通信・放送研究開発委託研究「電気通信サービスにおける情報信憑性検証技術に関する研究開発 課題ア Web コンテンツ分析技術」の一環および平成 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します。

参考文献

- 1) Arikawa, M. and Kambayashi, Y.: Dynamic name placement functions for interactive map systems, *The Australian Computer Journal*, Vol.23/4, pp.133-147 (1991).
- 2) Egenhofer, M.: Spatial-Query-by-Sketch, *IEEE Symposium on Visual Languages (VL'96)*, Burnett, M. and Citrin, W. (Eds), Boulder, CO., pp.60-67 (Sep. 1996).
- 3) Egenhofer, M.: Query Processing in Spatial-Query-by-Sketch, *Journal of Visual Languages and Computing*, Vol.8, No.4, pp.403-424 (1997).
- 4) Egenhofer, M.J.: *A model for detailed binary topological relationships*, pp.261-273 (1993).
- 5) Fujii, K., Nagai, S., Miyazaki, Y. and Sugiyama, K.: Navigation Support in a Real City Using City Metaphors, *Digital Cities 2000*, pp.338-349 (2000).
- 6) Honda, H., Yamamori, K., Kajita, K. and Hasegawa, J.: A System for Automated Generation of Deformed Maps, *Proc. IAPR Workshop on Machine Vision Applications (MVA 1998)*, pp.149-153 (1998).
- 7) Inoue, T., Nakazawa, K., Yamamoto, Y., Shigeno, H. and Okada, K.: Use of human geographic recognition to reduce GPS error in mobile mapmaking learning, *Proc. 5th International Conference on Networking and the International Conference on Systems (ICN/ICONS/MCL 2006)*, p.222 (2006).
- 8) Kawai, Y., Fujita, Y., Kumamoto, T., Zhang, J. and Tanaka, K.: Using a Sentiment Map for Visualizing Credibility of News Sites on the Web, *Proc. 2nd Workshop on Information Credibility on the Web (WICOW 2008)*, pp.53-58 (2008).
- 9) Kessler, C., Janowicz, K. and Bishr, M.: An Agenda for the Next Generation Gazetteer: Geographic Information Contribution and Retrieval, *Proc. 17th ACM SIGSPATIAL - International Conference on Advances in Geographic Information Systems (ACM SIGSPATIAL GIS 2009)*, pp.91-100 (2009).
- 10) Kitahashi, T., Ohya, M., Kakusho, K. and Babaguchi, N.: Media Information Processing in Documents - Generation of Manuals of Mechanical Parts Assembling, *4th International Conference Document Analysis and Recognition (ICDAR 1997)*, pp.792-797 (1997).
- 11) Nakamoto, R.Y., Nakajima, S., Miyazaki, J., Uemura, S., Kato, H. and Inagaki, Y.: Reasonable Tag-Based Collaborative Filtering For Social Tagging Systems, *Proc. 2nd Workshop on Information Credibility on the Web (WICOW 2008)*, pp.11-18 (2008).
- 12) Shimada, S., Tanizaki, M. and Maruyama, K.: Ubiquitous Spatial-Information Services Using Cell Phones, *IEEE Micro*, Vol.22, No.6, pp.25-34 (2002).
- 13) Yamamori, K., Honda, H. and Hasegawa, J.: A method for arrangement of road

network based on streetwise transformation, *Systems and Computers in Japan*, Vol.34, No.3, pp.20-32 (2003).

14) 村越 真, 若林芳樹: GIS と空間認知—進化する地図の科学, 古今書院 (2008).

15) 日本国際地図学会: 地図学用語辞典, 技報堂出版株式会社 (1998).

(平成 22 年 12 月 20 日受付)

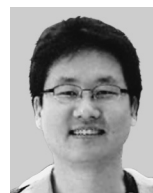
(平成 23 年 4 月 7 日採録)

(担当編集委員 渡辺 知恵美)



北山 大輔 (正会員)

2005 年姫路工業大学環境人間学部環境人間学科卒業。2007 年兵庫県立大学大学院環境人間学研究科博士前期課程修了。2009 年兵庫県立大学大学院環境人間学研究科博士後期課程修了。同年兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科客員研究員および日本学術振興会特別研究員 PD。2011 年兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科特任助教、現在に至る。博士 (環境人間学)。映像データベース、マルチメディアデータベースを研究。日本データベース学会会員。



李 龍

2001 年京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻修士課程修了。2003 年京都大学情報学研究科社会情報学専攻博士課程修了。2003 月韓国 SAM-SUNG 総合技術院入社。2008 年兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科特任講師。2009 年兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科特任准教授。2011 年情報通信研究機構入社。現在に至る。ウェブ情報検索・地理情報処理について研究。博士 (情報学)。



角谷 和俊 (正会員)

1988 年神戸大学大学院工学研究科修士課程修了。同年松下電器産業 (株) 入社。ソフトウェア開発環境、マルチメディアデータベース、データ放送の研究開発に従事。1998 年神戸大学大学院自然科学研究科博士後期課程情報メディア科学専攻修了。1999 年神戸大学都市安全研究センター都市情報システム研究分野講師、2000 年同助教授。2001 年京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻助教授。2004 年兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科教授、現在に至る。博士 (工学)。IEEE Computer Society, ACM, 電子情報通信学会, 日本データベース学会等各会員。