

地理情報の信憑性判断支援のための位置特性と表示特性を用いたデフォルメ分析手法

北山大輔^{†1} 李龍^{†1} 角谷和俊^{†1}

ある目的地への行き方を調べるなど旅行の計画を立てる時に、デフォルメ地図は頻りに利用される。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って、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って、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。例えば、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、デフォルメ地図に記載されているオブジェクトの空間的な配置の特性と、表示されているオブジェクト間の意味的な関係に基づきデフォルメ地図を分析する手法を提案する。

An Analyzing Deformation Method using Object Positioning and Designing for Map Credibility

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

Modified maps are widely used for a variety of purposes such as in tourist guides to help people find geographical objects using simple figures. However, modified maps might become problematic if they contain inaccurate information. This is because most modified maps are not updated with dynamic real-world information, and they might contain incorrect or superfluous information in that some objects on the map are intentionally enlarged or omitted. We propose a deformation analyzing method based on object positioning and designing. In other words, our proposed method detects the tolerance level of a deformation by the objective of the modified map. We assume that there exist three types of modified map: general oriented map, path oriented map, and position oriented map. We also assume that deformation analysis involves looking at a modified map's object positioning and designing.

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って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って、ユーザに地理情報に関して誤解を与えることも多い。例えば、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、実空間に存在しないにも関わらず記載されていたり、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。言い換えると、ユーザは未知の経路、未知の領域であ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、明らかな誤りであって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過ぎたり、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、どの箇所に注意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られる。

前述した、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盛んに行われている。これらは、オブジェクトの選択、オブジェクトの形の変形、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²⁾や Nakazawa ら³⁾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。

^{†1} 兵庫県立大学

University of Hyogo

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

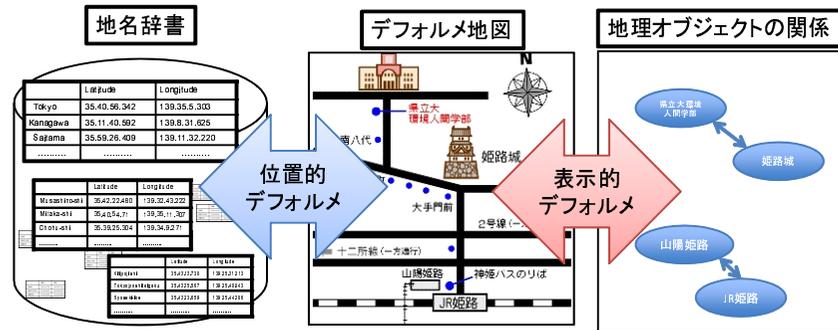


図1 デフォルメ分析の概念
Fig.1 Concept of deformation analysis

次に、形の変化や配置の変更について紹介する⁴⁾⁻⁷⁾。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を地図の認知科学に基づく直線・直交化といった単純化である。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とする所は、ユーザの求めるデフォルメ地図を生成することである。我々は、デフォルメ地図の作成ではなく、デフォルメ地図を評価することに焦点を当てる。

本研究では、地図に記載されているオブジェクトのデフォルメを評価を行う手法を提案する。デフォルメには、実空間のオブジェクトの位置情報をデフォルメする位置的デフォルメと、デフォルメ地図上での表現に関する表示的デフォルメの2種類のデフォルメがあると考えた。本稿では、位置的デフォルメとして配置と距離、表示的デフォルメとして選択と表現を扱う。位置的デフォルメでは、実空間のオブジェクトを格納している地名辞書との比較によりデフォルメを評価し、表示的デフォルメでは、一般的な知識としてのWikipedia情報を用いたオブジェクトの同等性によりデフォルメを評価する。図1はデフォルメ分析の概念図である。

まず、2節でデフォルメ地図を定義し、本研究のアプローチを述べ、研究の位置づけを説明する。次に、3章でデフォルメ分析の手法について説明し、4章ではデフォルメ地図の種類に適合した評価手法を説明する。5章において、分析例を用いてデフォルメ分析の適応範囲について考察し、最後にまとめを述べる。

2. 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しやすくするために、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。言い換えると、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2に実空間とデフォルメ地図の関係を示す。我々は以下にデフォルメ地図を定義する。

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

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 座標へ変換したり、地理オブジェクトの略地図上への表示の決定、表示の仕方を決定するなど、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、出来上がったデフォルメ地図と実空間の情報をもとに推定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と一般的なオブジェクト間の関係と比較することで分析を行う。

デフォルメ地図には、いくつかの種類があると考えられ、我々は以下の3種類に分類した。

General型地図 この地図は一般的な用途に用いる地図である。もっとも代表的な例としては、Google maps や Yahoo! Maps があげられ、これらの地図には特定の利用目的は与えられていない。そのため、表示されるオブジェクトは網羅されるが、オブジェクトに対する装飾は少なく、オブジェクトの配置は正確になる。

Path型地図 この地図は目的地点への道案内をするための地図である。もっと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、目的地点と多くのランドマークなどの経由地点が記載され、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。

Position型地図 この地図は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

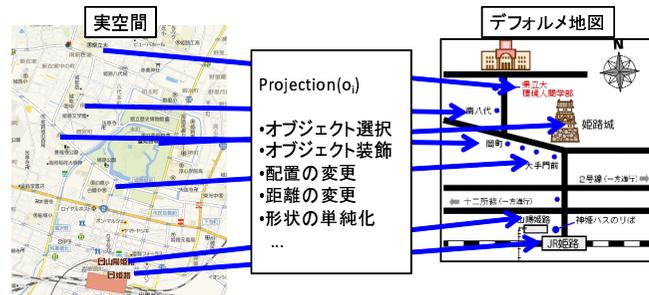


図 2 実空間とデフォルメ地図
 Fig. 2 Real space and modified map

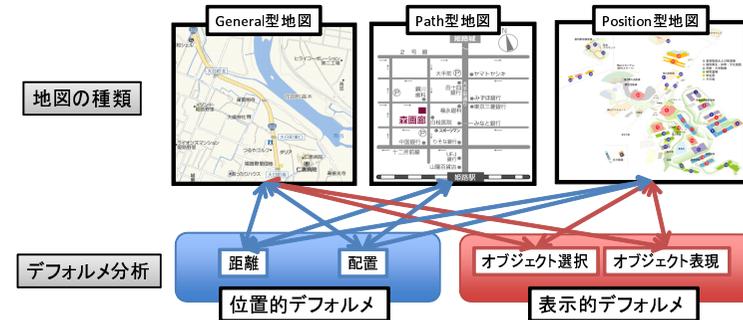


図 3 デフォルメ地図の評価
 Fig. 3 Evaluation of modified map

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網羅性、同等性、配置や距離の正確性が必要とされる。

これらの種類に応じて評価すべきオブジェクトや評価の尺度を変化させて分析することが必要となる。

2.2 研究の概要

本稿では、デフォルメ地図で行われるデフォルメの分析手法とその評価手法について述べる。デフォルメ地図においては大きく分けて2種類のデフォルメが行われると考えた。1つは、オブジェクトの位置的なデフォルメである。これは、実空間では密集しているオブジェクトを分散して表示したり、特定のオブジェクト間の距離を広げて表示したりすることである。この種類のデフォルメに関しては、実空間のオブジェクトの位置が登録されている地名辞書と比較することで過剰なデフォルメを検出することが可能であると考えた。

もう1つは、オブジェクトの表示的なデフォルメである。これは、デフォルメ地図上でのオブジェクトを表示するのかというオブジェクト選択と記載されたオブジェクトに対して装飾するオブジェクト表現である。本稿では、オブジェクト表現のうち、オブジェクト名の文字列に対して行われる色やサイズの変更について扱う。これは、オブジェクト名なしでは、デフォルメ地図を理解することが困難であることから、重要な要素であると考えたためである。オブジェクト選択に関しては、デフォルメ地図が表現している領域を推定し、その領域に含まれるオブジェクト集合と表示されたオブジェクト集合を比較することで過剰なデフォルメを検出する。オブジェクト表現に関しては、Wikipedia カテゴリで表現されるオブジェ

クト間の関係を一般的な関係とし、デフォルメ地図上で色やサイズにより見かけ上同等に見える関係を比較することで過剰なデフォルメを検出することが可能であると考えた。

デフォルメ地図の評価としては、デフォルメ地図の種類に応じた、評価対象のオブジェクトに対してデフォルメの評価を行う。これは、デフォルメの目的に応じて、過剰なデフォルメが許容される基準が異なると考えたためである。評価対象のオブジェクトはオブジェクトをいくつかのクラスに分割し、そのクラスの性質によって評価対象を決定する。評価するデフォルメはデフォルメ地図の種類によって異なり、デフォルメ地図の目的からあらかじめ決定しておく。図3にデフォルメ地図の種類とその分析の対応関係を示す。

本稿では、デフォルメ地図からのオブジェクト名の抽出やそのXY軸上の記載位置はOCR (Optical Character Reader) 技術によって取得することを想定し、地理オブジェクトの判定は地名辞書によって行う。地名辞書には、オブジェクト名とその緯度経度座標が登録されている。また、1つの地理オブジェクトは複数のWikipediaカテゴリに属している。

2.3 関連研究

様々な種類の信憑性分析技術について研究が行われ始めている。Kesslerら⁸⁾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⁹⁾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、情報推薦とつ

て重要な要素であると考えられる、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無く、コンテンツベースの分析を行う必要がある。Kawai ら¹⁰⁾ 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、ニュース記こ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置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. デフォルメの検出

3.1 位置的デフォルメ

3.1.1 配置関係の変更検出

配置関係に関するデフォルメの検出について述べる。配置関係においては、デフォルメ地図上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、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4)。この時、オンライン地図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。配置関係が異なるのでなければ、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。

配置関係のデフォルメ検出は以下の式によって行う。

$$p(o_i, o_j, o_k) = \begin{cases} 1 & (rel(o_i, o_j, o_k, M) \geq 0 \text{ and } rel(o_i, o_j, o_k, R) < 0) \text{ or} \\ & (rel(o_i, o_j, o_k, M) < 0 \text{ and } rel(o_i, o_j, o_k, R) \geq 0) \\ 0 & (other) \end{cases} \quad (2)$$

$$rel(o_i, o_j, o_k, M) = \frac{(o_j^x - o_i^x) \times (o_k^y - o_i^y) + (o_j^y - o_i^y) \times (o_k^x - o_i^x)}{(o_i, o_j, o_k \in M)} \quad (3)$$

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、検出できないと0を返す。関数 rel は位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

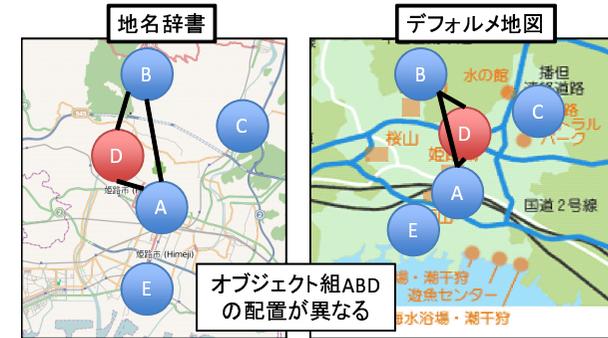


図4 配置関係の変更検出
Fig. 4 Detection of changing position

に対してを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知する。

3.1.2 距離関係の変更検出

距離関係に関するデフォルメの検出について述べる。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つ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無いと考えられ、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い短い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つ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。この時、3つの距離の順序が同じであれば距離に関する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。

距離関係のデフォルメ検出は以下の式によって行う。

$$d(o_i, o_j, o_k) = \begin{cases} 1 & (\text{order}(o_i, o_j, o_k, M) \neq \text{order}(o_i, o_j, o_k, R)) \\ 0 & (\text{other}) \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{order}(o_i, o_j, o_k, M) = \{d_x | \text{dist}(d_x) < \text{dist}(d_{x+1}), d_x = \forall a, b \in \{o_i, o_j, o_k\} \in M\} \quad (5)$$

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、検出できないと 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知する。

3.2 表示的デフォルメ

3.2.1 表示オブジェクトの選択

デフォルメ地図に表示しているオブジェクトの選択について述べる。地図の製作者は実空間に存在するオブジェクト集合から、目的に合致するいくつかのオブジェクトを選択してデフォルメ地図に表示している。すなわち、このオブジェクトの選択も一種のデフォルメであると考えられる。ここで我々は、デフォルメ地図が表現している領域 (EBR: Estimated Bounding Rectangle) を推定し、その領域に含まれるオブジェクト集合のうち、選択されて表示されたオブジェクトの集合と、選択されなかったオブジェクトの集合を抽出することで、オブジェクト選択に関するデフォルメを表現する。

以下の式により選択オブジェクト集合、非選択オブジェクト集合、EBR を定義する。

$$S = \{s_i | s_i \in M\} \quad (6)$$

$$N = \{n_j | n_j \in R_{EBR(S)} - S\} \quad (7)$$

$$EBR(S) = \{EBR(S).e, EBR(S).w, EBR(S).n, EBR(S).s\} \quad (8)$$

$$EBR(S).e = \omega_{lon} \times (\text{size}(M).x - MBR(S, M).e) \quad (9)$$

$$EBR(S).w = \omega_{lon} \times MBR(S, M).w \quad (10)$$

$$\omega_{lon} = \frac{MBR(S, R).e - MBR(S, R).w}{MBR(S, M).e - MBR(S, M).w} \quad (11)$$

$$EBR(S).n = \omega_{lat} \times (\text{size}(M).y - MBR(S, M).n) \quad (12)$$

$$EBR(S).s = \omega_{lat} \times MBR(S, M).s \quad (13)$$

$$\omega_{lat} = \frac{MBR(S, R).n - MBR(S, R).s}{MBR(S, M).n - MBR(S, M).s} \quad (14)$$

S は選択によりデフォルメ地図上に表示されているオブジェクトの集合であり、 N は領域内に存在するがデフォルメ地図に表示されていないオブジェクトの集合である。関数 EBR はオブジェクト集合から推定される実空間の領域を返す関数で、東端を表す $EBR(S).e$ 、西端を表す $EBR(S).w$ 、北端を表す $EBR(S).n$ 、南端を表す $EBR(S).s$ を返す。 ω_{lon} はデフォルメ地図画像上の X 座標の 1 ピクセルと実空間の経度の比であり、 ω_{lat} はデフォルメ地図画像上の Y 座標の 1 ピクセルと実空間の緯度の比である。 ω_{lon} と ω_{lat} を用いることで、オブジェクトが書かれていない領域の実空間上でのサイズを推定する。関数 size は画像サイズを返す関数であり、 x であれば X 軸方向のサイズ、 y であれば Y 軸方向のサイズを返す。 $MBR(S, M)$ は、オブジェクト集合からなる最小矩形領域 (MBR: Minimum Bounding Rectangle) を返す関数であり、 M が指定されると、デフォルメ地図上での XY 座標、 R が指定されると実空間での緯度経度座標を返す。

3.2.2 オブジェクトの表現

デフォルメ地図に表示されているオブジェクトの表現について述べる。デフォルメ地図上にオブジェクトを表示する際に、大きさ、色、形などに特徴を与えて記載する。本稿では、このうちオブジェクト名に関する色と大きさに着目して説明する。ユーザがデフォルメ地図を理解する際に、オブジェクト形状のみでは理解することが困難であると考えられるため、オブジェクト名は非常に重要な要素であると考えられる。制作者は、オブジェクトの色や大きさによってそれぞれのオブジェクトがデフォルメ地図上でどのような役割を持っているのかを表現しようとするのが考えられる。具体的には、観光地図における観光オブジェクトは大きさや色が類似して書かれ、同じ役割を与えられていると考えられる。

一方、一般的に同じ役割を持つオブジェクトは、その属するカテゴリが類似するものと考えられる。そこで Wikipedia カテゴリを用い、オブジェクトの一般的な同等性を抽出し、その同等性と異なる基準でデフォルメ地図上で同等に扱われているオブジェクトが存在す

ば、デフォルメによって表現が変更されたオブジェクトであると考えられる。図5に地理オブジェクト“姫路城”と“書写山”の例を示す。以下の式により、デフォルメ地図における同等性、Wikipedia カテゴリによる一般的な同等性、デフォルメ検出を定義する。

$$map_equiv(o_i, o_j) = sim_size(o_i, o_j) \times sim_color(o_i, o_j) \tag{15}$$

$$wiki_equiv(o_i, o_j) = sim_category(o_i, o_j) \tag{16}$$

$$e(o_i, o_j) = \begin{cases} 1 & (map_equiv(o_i, o_j) \geq \alpha \text{ and } wiki_equiv(o_i, o_j) < \beta) \text{ or} \\ & (map_equiv(o_i, o_j) < \alpha \text{ and } wiki_equiv(o_i, o_j) \geq \beta) \\ 0 & (other) \end{cases} \tag{17}$$

式中の o_i は地理オブジェクトであり、文字のサイズ、文字色および周辺色を持つ。また、Wikipedia 上では o_i は複数のカテゴリに所属し、カテゴリは階層関係を持つ。 map_equiv はデフォルメ地図における同等性を表し、文字サイズの類似度である sim_size および文字色、周辺色の色ヒストグラムの類似度である sim_color によって算出する。それぞれ0.0から1.0の間の値を返す関数である。 $wiki_equiv$ は一般的な同等性を表し、wikipedia カテゴリの類似度である $sim_category$ によって算出する。 $sim_category$ 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。 $e(o_i, o_j)$ はデフォルメ地図における同等性と一般的な同等性が異なる場合に1を返し、同じである場合に0を返すことでデフォルメを検知する関数である。 α および β は同等性を判定する閾値である。なお、カテゴリ階層を考慮してより厳密に $sim_category$ による同等性を検討する必要があるが、今後の課題とする。

4. デフォルメ評価尺度

4.1 デフォルメ評価の概念

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あっても、地図の用途によっては許容されることが考えられる。例えば、経路を示すための地図に、経路から遠く離れた所にあるランドマークを大まかな位置関係の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あっても問題が無いと考えられる。しかし、経路そのもの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。

デフォルメ地図の評価においては、地図の種類毎に、過剰なデフォルメが許容されるオブジェクト、許容されるデフォルメの種類を決定することが必要となる。デフォルメが許容されるオブジェクトは、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

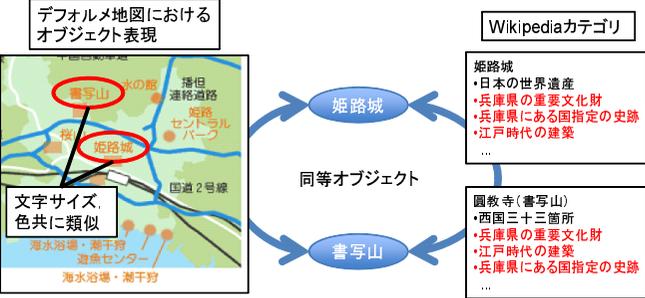


図5 オブジェクトの同等性
Fig.5 Object equivalence

おける目的を表現していないと考えられるオブジェクトを判定する。許容されるデフォルメの種類は、地図の種類から考えられる適切なデフォルメを選択する。

4.2 General 型地図の評価

General 型の地図は一般的な用途に用いられる地図であり、正確さが求められる地図であると考えられる。そのため、過剰なデフォルメが許容されるオブジェクトはなく、表示されているオブジェクトに関して、距離、配置の正確性が要求され、表現の同等性が保たなければならない。また、表示されているオブジェクトと同等なオブジェクトは表示されなければならない。

4.3 Path 型地図の評価

Path 型の地図は経路を説明するための地図であり、経路に関する目的地や出発点、経由地点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。例えば、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、以下の手順によって求める。

- (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 γ 以上の距離を持つ枝を削除する。
- (3) Path を示すオブジェクト*1を含む木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。

*1 Wikipedia カテゴリにおいて、道路などの線状のオブジェクトを示すオブジェクト

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。経路の場合、表示されているオブジェクトは経路の目印であると考えられる。経路の目印は、一般的に同等なオブジェクトが選択されるわけでは無いため、表現の同等性は保たれる必要が無いと考えられる。

4.4 Position 型地図の評価

Position 型の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ついての配置や距離、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ついての過剰なデフォルメは許容される。例えば、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って求める。

- (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 δ 以上の距離を持つ枝を削除する。
- (3) 式 (17) を用いて、同等なオブジェクトを抽出し、閾値 θ 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。

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、表現したいオブジェクト集合の網羅性、表現されたオブジェクトの同等性が保たれているかを評価する。配置、距離の正確性に関しては、木に属するオブジェクト間では過剰なデフォルメは許されず、異なる木のオブジェクト間では、閾値 λ の割合の過剰なデフォルメは許容される。また、オブジェクト集合の網羅性としては、領域内に存在し表現したいオブジェクトと式 (16) によって同等であると判定されたオブジェクトがデフォルメ地図上で網羅されているかどうかによって評価する。また、表現されたオブジェクトの同等性に関しては、デフォルメ地図上に表示され、かつ式 (16) によって同等であると判定されるが、式 (16) では同等と判定されないオブジェクトが存在するかどうかによって評価する。

5. デフォルメ分析例

デフォルメ分析に関して、ぜん丸という食事所のサイトに記載された淡路島の観光地図^{*1} (図 6) を例に説明する。このデフォルメ地図において分析対象としたオブジェクトは {淡路町震災記念公園、淡路花さじき、香りの館パルシェ、イングランドの丘公園、淡路島牧場、淡路ワールドパークおのころ、静の里公園、淡路夢舞台、奇跡の星の植物園} である。

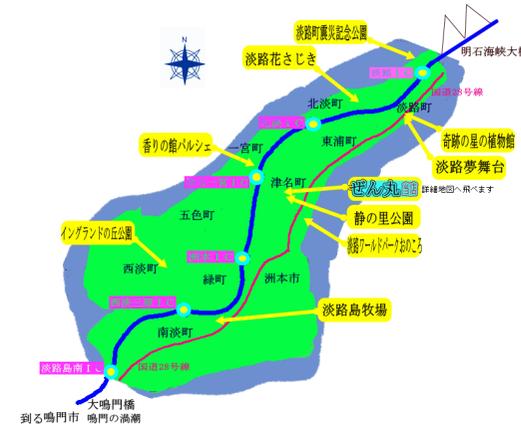


図 6 淡路島の観光地図
Fig. 6 Tourist guides for Awaji island

これらは、略地図上での表記が同一であり、略地図上で表現したいオブジェクトであると考えられるため選択した。

位置的デフォルメ分析を行う。配置関係のデフォルメとしては {淡路町震災記念公園、淡路花さじき、奇跡の星の植物園} の 3 つ組でデフォルメが検出される。これは実際には、“淡路町 (北淡町) 震災記念公園” が“淡路花さじき” よりも画像上の下側に存在するべきなのだが、このデフォルメ地図では上側に記載されているためである。距離関係のデフォルメとしては {イングランドの丘公園、香りの館パルシェ、淡路島牧場} の 3 つ組でデフォルメが検出される。これは実際には、“イングランドの丘公園” は、“淡路島牧場” に近接したオブジェクトであるにも関わらず離れて記載されているためである。

表示的デフォルメ分析を行う。記載されているオブジェクトから EBR を抽出すると、淡路島全域をカバーする領域が抽出される。そのため、淡路島の領域に属するオブジェクトから選択して、デフォルメ地図上にオブジェクトを表示していると解釈する事ができる。次に Wikipedia カテゴリを用いて同等性の判定を行う。対象としたオブジェクトのうち、Wikipedia に記述があるオブジェクトは {淡路ワールドパークおのころ、淡路夢舞台、奇跡の星の植物園} である。{淡路ワールドパークおのころ、淡路夢舞台} は“兵庫県の建築物”、“兵庫県の観光地”、“淡路市” という複数の共通のカテゴリを持ち、{淡路夢舞台、奇跡の星の植物園} は“淡路市”、“安藤忠雄” という複数の共通のカテゴリをもつ。すなわち、これ

*1 <http://www.eonet.ne.jp/~zenmaru/Tizu.htm>

らのオブジェクトは、デフォルメ地図上においても、同サイズの文字であり色も同じであるため、同等なオブジェクトであると判定する。また、淡路島領域内のオブジェクトのうち {ウエスティンホテル淡路} は“淡路市”，“安藤忠雄”というカテゴリをもち、同等なオブジェクトであると考えられるが、デフォルメ地図に表示されていない。

この例では、デフォルメ地図からの地名抽出、地名辞書とデフォルメ地図の対応付けは人手により行っている。システムにより自動的に行う場合、OCRによるオブジェクト認識の問題、地名辞書と異なる表記のオブジェクトの対応付けの問題が発生すると考えられる。本手法では、相対的な距離や位置関係を扱うため多少の配置のずれに関しては吸収する事が可能であると考えられるが、例で用いた地図のようにオブジェクトの位置を矢印で表記し、オブジェクト名は別の箇所に記載する地図への対応方法なども課題となると考えられる。また、Wikipediaに記載されていないマイナなオブジェクトに関しての同等性判定なども課題となる。

6. おわりに

本稿では、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。デフォルメ地図は、大きく位置的デフォルメと表示的デフォルメという二種類の性質が異なる操作によって実空間から作成されたものである。我々は、位置的なデフォルメの分析として、配置と距離に基づく分析手法を考えた。また、表示的なデフォルメの分析として、選択と表現に基づく分析手法を考えた。さらに、デフォルメ地図の評価方法として、地図の種類に応じた分析箇所の特的手法と、適応する分析尺度について述べた。分析例を示す事で自動的な分析のための課題を考察した。デフォルメ地図そのものの認識、分析、評価という問題については、研究を開始したばかりである。

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、プロトタイプを実装し、実際のデフォルメ地図コンテンツを用いた評価実験を行うことが上げられる。また、Web上の地図コンテンツ以外にも、チラシや看板に記載されているデフォルメ地図をカメラで取り込んで分析するなど、実空間での利用を想定した実験を行う必要があると考えている。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、地図の評価機能を伴う作製支援システムを構築する予定である。

7. 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すものとします。

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) Shimada, S., Tanizaki, M. and Maruyama, K.: Ubiquitous Spatial-Information Services Using Cell Phones, *IEEE Micro*, Vol.22(6), pp.25-34 (2002).
- 3) Inoue, T., Nakazawa, K., Yamamoto, Y., Shigeno, H. and ichi Okada., K.: Use of human geographic recognition to reduce GPS error in mobile mapmaking learning, *Proc. of Fifth International Conference on Networking and the International Conference on Systems (ICN / ICONS / MCL 2006)*, p.222 (2006).
- 4) Honda, H., Yamamori, K., Kajita, K. and ichi Hasegawa, J.: A System for Automated Generation of Deformed Maps, *Proc. of IAPR Workshop on Machine Vision Applications (MVA 1998)*, pp.149-153 (1998).
- 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) Yamamori, K., Honda, H. and ichi Hasegawa, J.: A method for arrangement of road network based on streetwise transformation, *Systems and Computers in Japan*, Vol.34(3), pp.20-32 (2003).
- 7) 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).
- 8) Kessler, C., Janowicz, K. and Bishr, M.: An Agenda for the Next Generation Gazetteer: Geographic Information Contribution and Retrieval, *Proc. of 17th ACM SIGSPATIAL - International Conference on Advances in Geographic Information Systems (ACM SIGSPATIAL GIS 2009)*, pp.91-100 (2009).
- 9) Nakamoto, R.Y., Nakajima, S., Miyazaki, J., Uemura, S., Kato, H. and Inagaki, Y.: Reasonable Tag-Based Collaborative Filtering For Social Tagging Systems, *Proc. of Second Workshop on Information Credibility on the Web (WICOW 2008)*, pp. 11-18 (2008).
- 10) 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. of Second Workshop on Information Credibility on the Web (WICOW 2008)*, pp.53-58 (2008).