

デジタル地図における地理オブジェクトの詳細度制御に基づく 略地図の自動生成手法

二栢 紫穂[†] 三宅 光[†] 北山 大輔^{††} 角谷 和俊[†]

[†] 関西学院大学総合政策学部 〒 669-1337 兵庫県三田市学園上ヶ原 1 番

^{††} 工学院大学情報学部システム数学科 〒 163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

E-mail: [†]{fbf55465,dgc69496,sumiya}@kwansei.ac.jp, ^{††}kitayama@cc.kogakuin.ac.jp

あらまし 近年、略地図は特定の地理オブジェクトへの経路案内、チラシ広告に掲載するものなど、使用される場面が増えている。略地図は通常の地図に比べ情報の取捨選択がされており、目的地とその周辺を含んだエリア把握が容易である。一方で、ユーザが略地図を生成する場合、必要な情報を自身で取捨選択しなければならず、略地図を新たに生成することは難しい。本研究では、略地図に表示する地理オブジェクトに注目し、デジタル地図の詳細度を用い、入力となる既存略地図から特有の地理オブジェクト表示優先度を抽出することで新たな略地図生成支援を行う。本稿では、入力した既存略地図の特徴を反映する略地図生成に必要な地理オブジェクト抽出の自動化を行う。

キーワード 地理情報, 略地図生成, 縮尺, デジタル地図, 地物抽出

めと今後の課題について述べる。

1 はじめに

本研究の目的は、既に存在する略地図を入力とし、新たな領域における略地図を出力することである。これにより、ユーザが略地図を生成する際に手間となる、必要な情報の取捨選択を省略することを目指す。本稿では、Google マップから抽出されるデジタル地図の詳細度を制御することによって、新規略地図に表示する地理オブジェクトを選択する手法と考察について述べる。

略地図は使用するユーザの目的によって形を変える。目的地地理オブジェクトまでの経路案内地図や、エリア一帯の大まかな把握のための地図などそれぞれである。そしてそれらの目的に合わせて、略地図に載せるべき情報は異なるため、略地図生成を行うときには必要な情報を選択しなければならない。特に、略地図に表示される視認性の高い地理オブジェクトの種類や数は、ユーザの使用目的によって大きく異なる。そのため、使用目的が似た既存の略地図を見本として扱い、そこから入力略地図特有の地理オブジェクトの表示基準を見出すことが可能であると考えた。以降、入力略地図の地理オブジェクト表示優先度と呼ぶ。

一方で、一般的に地図上に表示されるべき地理オブジェクトの優先度を定めることで、表示地理オブジェクト決定の補助とすることとした。本研究では、この一般的な地理オブジェクト表示順判定に、Google マップを用いる。Google マップは、一般的に広くユーザに使用される地図であり、縮尺によって登場する地理オブジェクトが異なる。この表示される地理オブジェクトが縮尺の差異に依存することを、一般的な地理オブジェクト表示基準だと見なし、以降、デジタル地図の詳細度と呼ぶ。

以下、2 章では関連研究について説明し、3 章では提案手法であるデジタル地図の詳細度制御について述べる。4 章ではデジタル地図の詳細度制御による新規略地図生成の手順と生成例をあげ、5 章ではそれらについての考察を行い、最後に 6 章でまと

2 関連研究

本研究は、略地図生成分野にあたる研究であり、特に各ユーザに合わせた略地図生成を目指すものである。

2.1 経路理解のための略地図生成

まず、目的地地理オブジェクトまでの経路理解を支援する略地図生成研究について述べる。馬場口ら [6] は、画像メディアと言語メディアの 2 種類を組み合わせることで、ユーザの経路理解支援のための案内文生成を行っている。松葉ら [7] は、デジタルマップとイラストマップの 2 種類を融合した経路案内システムを紹介している。藤井ら [4] は、詳細地図から動的に案内地図を生成する手法の検討を行っている。

次に、地理オブジェクトをランドマークとして扱っている研究を紹介する。物部ら [2] は、ランドマークの種類と配置に注目したモデルを用いて道案内地図作成システムの開発を行っている。大沸ら [5] は、案内図に表示されるランドマークやパスといった構成要素や地図の表現方法に着目することで、空間認知を踏まえた案内図を自動生成している。中澤ら [3] は、視認性の高いランドマークを用いた案内地図生成を行っている。これらの研究と本研究の違いは、生成した略地図の使用目的を経路理解に定めておらず、入力略地図からユーザの生成目的を抽出する点である。

2.2 略地図の個人化

略地図生成研究の中には、略地図を使用するユーザに合わせて支援内容を変化させる個人化を含んだ研究がある。菅沼ら [8] は、地図のデフォルメ度合と総合的なレイアウトの二つの指標を用いて、ユーザの要望に沿った広域のデフォルメ地図を簡易的に生成している。萬上ら [9] は、ユーザの目的に合った略地図

生成支援を、対話的試行錯誤から行う検討をしている。本研究も、ユーザが入力略地図を見本として選択し略地図を生成するという点から、ユーザの要望に合ったある種の個人化に取り組んでいる。そしてユーザの要望を、入力略地図の地理オブジェクト表示優先度と、デジタル地図の詳細度の二つを用いて表現しているところに特徴がある。

3 デジタル地図の詳細度と入力略地図の地理オブジェクト表示優先度判定

本章では、見本となる既存略地図に表示されている地理オブジェクトから入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を抽出するために、まず比較対象となるデジタル地図の詳細度について述べる。次に、判定されたデジタル地図の詳細度を用いた、入力略地図の地理オブジェクト表示優先度の抽出について述べる。

3.1 デジタル地図の詳細度判定

まず、本研究で扱うデジタル地図の詳細度について述べる。前節で述べたとおり、本研究におけるデジタル地図は Google マップを指す。デジタル地図では、各地理オブジェクトによって登場する縮尺が異なる。これは、近傍に位置する二つの地理オブジェクトが、ある縮尺においては、どちらかしか表示されないことに起因している。そしてどちらかしか表示されないという縮尺の差異は様々な要因によって生じているが、本研究では、地理オブジェクトの所属する各カテゴリによって登場する縮尺が決定されていると仮定した。そのため、広域の縮尺から表示される地理オブジェクトが属するカテゴリは、詳細な縮尺にならないと表示されない地理オブジェクトの属するカテゴリより優先して表示するカテゴリだと扱う。

地理オブジェクトのカテゴリ判定には、Yahoo loco¹のジャンルを利用した。全 696 カテゴリ中、予備実験のために用意したエリアで存在した 640 カテゴリについて、それぞれ 10 個の地理オブジェクトを機械的に選択し、それらについて、クラウドソーシング²で地理オブジェクトが表示され始める縮尺の調査を行った。最も広域な縮尺の値を 10、最も詳細な縮尺の値を 21 とした。収集したデータからカテゴリごとに縮尺中央値を算出し、各カテゴリの表示縮尺、つまり各カテゴリに属する地理オブジェクトがどの程度優先して表示されるかを判断する基準とした。求めたそれぞれの中央値を、対応するカテゴリの縮尺とし、それらを昇順に並べ一部抜粋したものを表 1 に示す。

3.2 入力略地図の地理オブジェクト表示優先度判定

前節では、地理オブジェクトが所属する各カテゴリの縮尺を決定し、それらの値を基準にデジタル地図の詳細度を判定した。本節では、見本として入力することになる略地図の地理オブジェクト表示優先度について述べる。使用ユーザは、自身が生成したい略地図の使用目的に合う、もしくは似ている既存略地図を入力略地図とする。見本となる入力略地図選択を自ら行うこと

表 1 抽出したデジタル地図の詳細度

表示縮尺	カテゴリ名
12.00	
12.50	
13.00	農業・林業
13.50	神社、呼吸器科、博物館・科学館
14.00	スーパー、循環器科、泌尿器科、眼科、産婦人科、精神科
14.50	組合・団体（その他）、時計、教会
15.00	ボウリング場、観光案内、木製品・紙・パルプ製品、高等学校、修理・整備業、川魚料理、ペンション、金券ショップ、外科
15.50	鉄道・駅、寺院、鉄板焼き
16.00	食料品、幼稚園、旅行代理店、井もの・牛丼・親子丼、ビジネスホテル
16.50	割ぼう
17.00	フランス料理（フレンチ）、内科、自然食品、製造・加工・機械器具（その他）、社会保険労務士、レンタル・リース業、日本料理、リサイクルショップ、行政書士
17.50	カフェ、ホテル、調査・コンサルタント業、不動産関連サービス、パーティースペース・宴会場、文房具、事務用品
18.00	書店
18.50	
19.00	
19.50	
20.00	

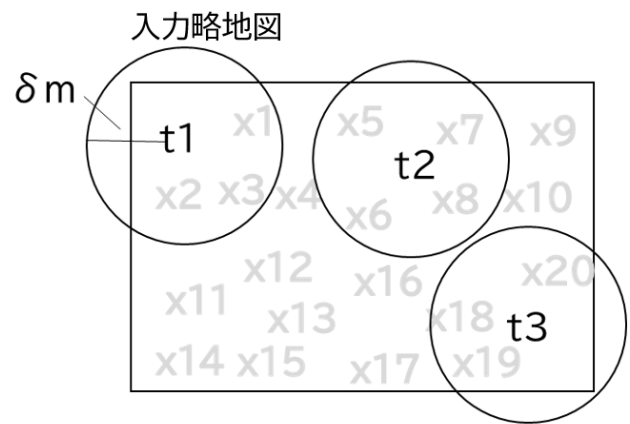


図 1 入力略地図の表示地理オブジェクトと近傍にある非表示地理オブジェクト

で、ある種の個人化を実現している。

入力略地図の地理オブジェクト表示優先度とは、デジタル地図の詳細度と同様に、入力略地図上に表示されている地理オブジェクトのカテゴリが、非表示になっている地理オブジェクトのカテゴリよりも優先度が高く表示されているというものである。そのため、入力略地図の各分割箇所において、表示地理オブジェクトとその近傍に存在するその他の地理オブジェクト、またそれらのカテゴリを列挙し、比較することで判定が可能になる。判定された入力略地図の地理オブジェクト表示優先度は、デ

1 : <https://loco.yahoo.co.jp/search/advanced/>

2 : Crowd Works を用いた。

デジタル地図の詳細度の順とは異なり、それが入力略地図の重要な地理オブジェクト表示基準になると考えられる。

入力略地図の表示地理オブジェクトの近傍に存在するが、略地図には表示されていない地理オブジェクトを、以下の式によって決定する。図1に式のイメージ図を示す。

$$X=\{x| |t-x|<\delta\}$$

t: 入力略地図の地理オブジェクト

x: tと比較する非表示地理オブジェクト

δ : 半径の長さ

これにより決定した複数のXを各表示地理オブジェクトであるtと総当たりで比較する。

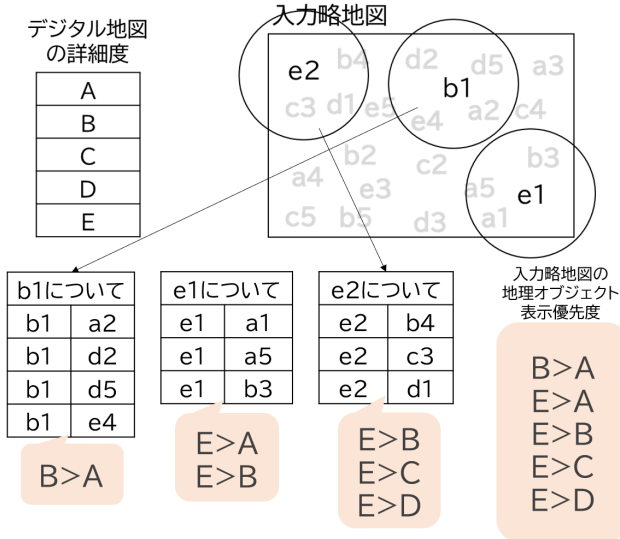


図2 入力略地図の地理オブジェクト表示優先度判定 (モデル)

図2は、以下のカテゴリがA, B, C, D, Eである25個の地理オブジェクトが入力略地図のエリアに存在するという例である。各カテゴリの優先度はデジタル地図の詳細度から、A>B>C>D>Eという順になっている。

- A={a1, a2, a3, a4, a5}
- B={b1, b2, b3, b4, b5}
- C={c1, c2, c3, c4, c5}
- D={d1, d2, d3, d4, d5}
- E={e1, e2, e3, e4, e5}

ここで、tはb1, e1, e2の3つとなっている。それ以外の地理オブジェクトは、いずれかのtからそれぞれ δ 以内にある場合、総当たりで比較を行うXとなる。ここでは、b1の近傍に、a2, d2, d5, e4が、e1の近傍に、a1, a5, b3が、e2の近傍に、b4, c3, d1が存在する。これらxを各tと比較すると、デジタル地図の詳細度順とは異なる表示が5つ発見された。具体的には、b1の近傍からB>A, e1の近傍からE>A, E>B, そしてe2の近傍からE>B, E>C, E>Dである。図2において、これら5つの優先度を入力略地図の地理オブジェクト表示優先度と呼ぶ。

4 提案手法

本章では、前節で述べたデジタル地図の詳細度と入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を用いた新規略地図に表示する地理オブジェクトの選択アルゴリズムをモデルと実装の観点から、また提案手法を用いた略地図生成例について述べる。

4.1 アルゴリズム

4.1.1 モデル

前節の手法によって抽出された入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を、新規略地図出力エリアに反映する。デジタル地図の詳細度と比較し異なる優先度である、入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を用いることで、デジタル地図の詳細度制御による表示地理オブジェクト選択を行っている。本稿では、前節の図2から抽出された入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を用いた、出力略地図の表示地理オブジェクト選択手法を図3に示す。

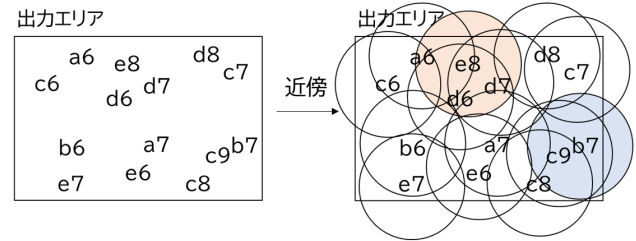


図3 出力エリアの近傍

図3は、以下のカテゴリがA, B, C, D, Eである14の地理オブジェクトが出力略地図のエリアに存在するという例である。各カテゴリの優先度はデジタル地図の詳細度から、A>B>C>D>Eという順になっている。

- A={a6, a7}
- B={b6, b7}
- C={c6, c7, c8, c9}
- D={d6, d7, d8}
- E={e6, e7, e8}

これら出力エリアに存在するすべての地理オブジェクトについて、それぞれ近傍、半径 δ 内にあるその他の地理オブジェクトに総当たりで、図2の入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を反映する。例えば、橙色の箇所であるe8は、近傍にa6, d6, d7の3つの地理オブジェクトを持つことがわかる。それぞれのe8との優先度は、入力略地図の地理オブジェクト表示優先度から、カテゴリEがA, Dに比べて優先される。よって、e8は表示されることとなる。このような比較を全地理オブジェクトに対して総当たりで行う。その結果、図3の出力エリアでは、e8のみが入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を反映できる地理オブジェクトであり、表示されるという結果になった。もし使用ユーザが、出力エリアの表示地理オブジェクトを増加させたいと考えた場合、上述したアルゴリズムに加えて、出力エリ

ア地理オブジェクトの調整アルゴリズムが考えられる。入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を反映できない、出力エリアに存在する全地理オブジェクトに対して、デジタル地図の詳細度を昇順に用いることで表示数を増やす。例えば、青色の箇所である b7 は、近傍である半径 δ 内に c9 を持つ。カテゴリ B と C は、入力略地図の地理オブジェクト表示優先度に当てはまらないため、デジタル地図の詳細度を用いた結果、 $B > C$ となり、比較対象である b7 が表示される。同様にすべての地理オブジェクトに行うことで、デジタル地図の詳細度を反映した地理オブジェクトが選択でき、出力略地図の表示地理オブジェクトを調整することができる。アルゴリズムのモデルを用いて出力した結果を図 4 に示す。

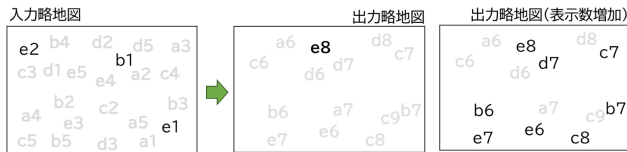


図 4 モデルの入力と出力

4.1.2 実装

前節で述べたアルゴリズムを実装した際に行った、出力エリアの表示地理オブジェクトの選択の流れを述べる。また、図 2, 3 と同様のエリアで実装のアルゴリズムを用いた例を図 5, 6 に示す。

- step1. 入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を抽出する。
- step2. 出力略地図を生成したいエリアを $100\text{m} \times 100\text{m}$ 四方に分割する。
- step3. 出力略地図を生成したいエリアに存在するすべての地理オブジェクトを抽出する。
- step4. 各分割箇所において、入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を反映し、表示する地理オブジェクトを選択する。

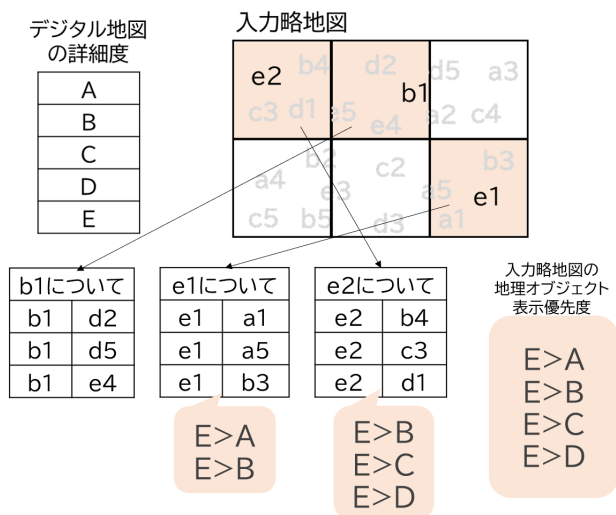


図 5 入力略地図の地理オブジェクト表示優先度判定 (実装)

実装において、近傍判断は、入力略地図、出力略地図ともにエリアを $100\text{m} \times 100\text{m}$ 四方に分割するメッシュを用いた。これ

により、総当たりで比較をしていたモデル時とは異なり、メッシュ内での単純な比較となる。そのため入力略地図から $100\text{m} \times 100\text{m}$ 四方ごとの地理オブジェクト表示優先度を抽出し、出力略地図の $100\text{m} \times 100\text{m}$ 四方ごとのエリアに反映することになる。この類似アプローチとして、森永ら [1] による、領域をブロック分割することでランドマークを選定した研究があげられる。

step1 については、まず、入力略地図に表示されている地理オブジェクトを判定する必要がある、入力略地図の画像から手動で行う。その後、入力略地図エリアを、左下から $100\text{m} \times 100\text{m}$ 四方に区切る。表示地理オブジェクトがある各エリアについて、エリア内に存在する非表示地理オブジェクトと比較することによって、入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を自動で抽出する。図 3 から、表示地理オブジェクトが b1, e1, e2 の 3 つであり、それぞれ、b1 の近傍に、d2, e4, e5 が、e1 の近傍に、a1, a5, b3 が、e2 の近傍に、b4, c3, d1 が存在する。これら橙色の箇所内で非表示地理オブジェクトを各表示地理オブジェクトと比較すると、デジタル地図の詳細度順とは異なる表示が 4 つ発見された。具体的には、e1 の近傍から $E > A$, $E > B$, そして e2 の近傍から $E > B$, $E > C$, $E > D$ である。図 5 において、これら 4 つの優先度を入力略地図の地理オブジェクト表示優先度と呼ぶ。

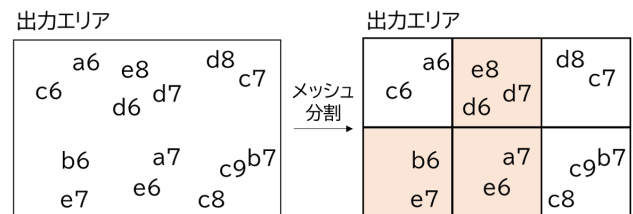


図 6 出力エリアのメッシュ分割

step2 については、step1 と同様に、本来は近傍によって複数の地理オブジェクトに表示優先度を用いるところを、実装上では単にメッシュとしている。

step3 については、Yahoo ローカルサーチ API³を用いることで、出力エリアの緯度、経度からカテゴリと紐づいた地理オブジェクトを抽出している。

step4 については、出力エリアを左下から $100\text{m} \times 100\text{m}$ 四方に区切り、step3 で抽出した地理オブジェクトのカテゴリを参照することで、入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を用いて表示地理オブジェクトを自動で選択している。図 6 から、入力略地図の地理オブジェクト表示優先度が反映できた箇所は橙色の 3 か所であり、それぞれ $E > A$, $E > B$, $E > D$ という優先度を使用した結果、e6, e7, e8 の 3 つの地理オブジェクトが選択されたことがわかる。もし使用ユーザが、出力エリアの表示地理オブジェクトを増加させたいと考えた場合、上述した流れに加えて、デジタル地図の詳細度を昇順で出力エリア全体に用いることで、表示数を増やす。例えば、図 7 では、前節の図 4 に表示

3 : <https://developer.yahoo.co.jp/webapi/map/openlocalplatform/v1/localssearch.html>

された8つの表示地理オブジェクトに合わせて、デジタル地図の詳細度のみ、提案手法で作成したどちらの略地図にも5つの地理オブジェクトを追加する想定を行っている。図7の下方にある提案手法で作成した略地図の場合、既に表示されているe6, e7, e8を除いた地理オブジェクトの中から、デジタル地図の詳細度の昇順で表示させている。その結果、カテゴリA, B, Cの地理オブジェクトが選択される結果となった。デジタル地図の詳細度のみで作成した略地図と比較すると、提案手法によって作成した略地図の方が、入力略地図の表示基準が反映された地理オブジェクトが表示されていることがわかる。このことから提案手法の有効性が確認できた。

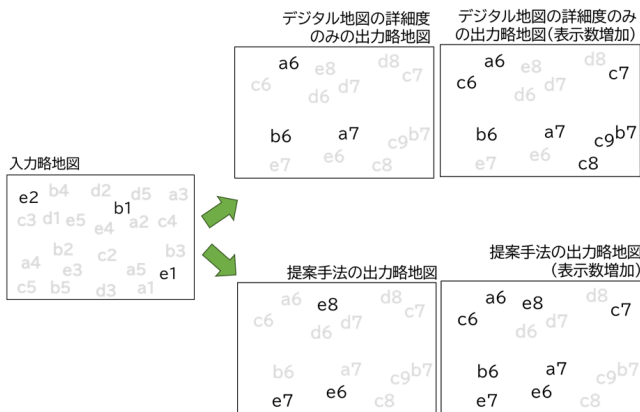


図7 実装の入力と出力

4.2 略地図生成例

4.1.2節の手順で選択した地理オブジェクトを用いて、略地図を生成した。Yahoo locoのカテゴリー一覧とデジタル地図の詳細度を用い、表示地理オブジェクトを自動的に抽出、それらを用いた略地図生成を手動で行った。例では、地理オブジェクト以外の略地図の要素については考慮しておらず、地理オブジェクトや道の表現方法などはすべて入力略地図に寄せたものとしている。

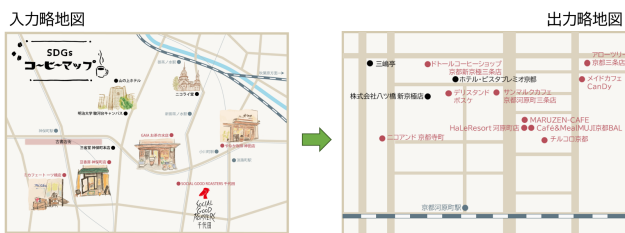


図8 略地図生成例

図8は、入力略地図に、実際に存在する御茶ノ水駅周辺の「SDGs コーヒーマップ」の略地図⁴を選択し、京都河原町駅周辺の新規略地図を出力した例である。入力略地図を108個に分割し、そこから抽出した入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を、出力エリア30個の分割箇所へ反映した。本例では、鉄道、学校、ホテル、カフェ、食料品、書店という計6カテゴリに

対して、デジタル地図の詳細度とは異なる入力略地図の地理オブジェクト表示優先度が抽出された。例えば、入力略地図の右下には「SOCIAL GOOD ROASTERS 千代田」が表示されているが、実際にそのエリアをGoogleマップで確認すると、このカフェ周辺に「本格中華食べ放題 龍福軒 神田淡路町」という鉄板焼き店が存在することがわかった。デジタル地図の詳細度では、カフェカテゴリの値は17であり、値が15.5の鉄板焼きカテゴリよりも表示優先度が低い。それにもかかわらず、カフェが表示されていることから、「SDGs コーヒーマップ」の略地図には、カフェカテゴリを鉄板焼きカテゴリよりも優先するという入力略地図の地理オブジェクト表示優先度があることが示されている。4.1節のstep3, 4に従い、新規略地図を生成したいエリア、ここでは京都河原町駅周辺に抽出された入力略地図の地理オブジェクト表示優先度を反映すると、右上の箇所では鉄板焼きカテゴリである「京ねぎ焼オホーツク木屋町店」が存在したが「メイドカフェ CanDy」が選択され、鉄板焼きではなくカフェが表示される結果となった。このように入力略地図の地理オブジェクト表示優先度をすべて反映したところ、本例では、十分な数の地理オブジェクトが選択されたため、4.2節で述べた出力地理オブジェクトの調整アルゴリズムは使っていない。

5 考察

4.2節で述べた出力オブジェクトの調整アルゴリズムについて、ユーザの出力略地図に求める基準と入力に使用する略地図の種類によって適応するアルゴリズムが変わると考えられる。まず、前述した表示数の調整に関して、数の制限をする場合は、ユーザが入力略地図の見やすさといった視覚的特徴から出力略地図に表示する地理オブジェクトの密度を意識する可能性がある。また、略地図生成例で使用した入力略地図は、エリア内で該当する特定のカテゴリの地理オブジェクトを多く表示した地図であったが、略地図には他にも種類がある。その一つが特定の地理オブジェクトを目的とし、その地理オブジェクトに至るまでの道を示す経路案内地図である。本稿のアルゴリズムでは、入力略地図から得られた地理オブジェクト表示優先度を出力エリア全体に反映させているため、表示する地理オブジェクトの出現箇所については何も操作を行っていない。しかし、経路案内を目的とした場合、得られた表示優先度をそのまま反映し地理オブジェクトを表示するのではなく、ユーザが何を目的の地理オブジェクトとするか、目的の地理オブジェクトに関する地理オブジェクトは何か、経路上の地理オブジェクトを優先的に表示するなど新たな調整のアルゴリズムが必要になると考えられる。これら複数考えられる調整アルゴリズムをすべてのパターンごとで出力するか、出力前にユーザにより選択できるものとするかといった出力に関するアルゴリズムについても今後検討していく必要がある。

6 おわりに

本研究では、ユーザが入力した既存略地図からデジタル地図の詳細度を用い、入力略地図特有の表示優先度を抽出すること

4: <https://jimbocho-coffee.com/cafe>

で新規略地図を自動生成する手法を提案した。本稿では、実際の略地図を用い、提案手法に基いた実装によって、新規略地図に表示する地理オブジェクトの抽出を行うことができた。一方で、出力地理オブジェクトの調整アルゴリズムの検討が今後の課題として挙げられた。

新規略地図の生成を支援するにあたり、本稿の提案手法は不十分なところが多く、特に地理オブジェクトのカテゴリ以外の要素、例えば地理オブジェクトの一般性や視認性を考慮できていない。また、略地図の生成には地理オブジェクトだけではなく、それらを結ぶ道などのその他構成要素の検討も必要になる。そのため今後は、地理オブジェクトが持つ要素を考慮した優先度のアップデートと、略地図要素の検討、また略地図全体の簡略化の程度、意匠についても研究を進めていきたい。

謝 辞

本研究の一部は、令和4年度科研費基盤研究(B)(課題番号:19H04118)の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

文 献

- [1] 森永寛紀, 若宮翔子, 赤木康宏, 小野智司, 河合由起子, 川崎洋. 点と線と面のランドマークによる道に迷いにくいナビゲーション・システムとその評価. 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 4, pp. 1–12, 2016.
- [2] 物部寛太郎, 田中成典, 加藤佑一, 野中広茂, 持永大輔. 認知地図を考慮したランドマークによる道案内地図作成に関する研究. 情報処理学会第68回全国大会, No. 3Q-3, pp. 3–469–3–470, 2006.
- [3] 中沢啓介, 北望, 高木健士, 井上智雄, 重野寛, 岡田健一. 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, 2008.
- [4] 藤井堅作, 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. 2394–2404, 2000.
- [5] 大佛俊泰. 歩行経路案内図作成のための地図構成要素抽出モデルについて. 日本建築学会計画系論文集, No. 593, pp. 117–122, 2005.
- [6] 馬場口登, 堀江政彦, 上田俊弘, 淡誠一郎, 北橋忠宏. 経路理解支援のための略地図とその案内文の生成システム. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-D-, No. 3, pp. 791–800, 1997.
- [7] 松葉碧, 森本哲郎, 藤井義之, 西田純二, 上善恒雄. イラストマップベースの経路案内と地理情報の可視化手法. JRISS(株)社会システム総合研究所 論文, pp. 1–4, 2014.
- [8] 菅沼優子, 菅沼優子, 菅沼優子. 広域デフォルメ地図の簡易生成手法. 情報処理学会第74回全国大会, No. 5D-3, pp. 3–17–3–18, 2012.
- [9] 萬上裕, 高倉弘喜, 上林彌彦. 多様な利用目的に応じた略地図の生成手法. 情報処理学会 第55回(平成9年後期)全国大会, No. 5AC-6.