

# 地図の重ね合わせに伴う位相関係の矛盾訂正手法

1 V-3

萬上 裕<sup>†</sup> 阿部 光敏<sup>\*</sup> 高倉 弘喜<sup>†</sup> 上林 彌彦<sup>‡</sup>京都大学工学研究科<sup>†</sup> 京都大学工学部<sup>\*</sup> 京都大学情報学研究科<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

近年地理情報システム (GIS) は、森林管理、防災、都市計画などさまざまな分野で利用されている。これらの地図は特定の管理者によって統一的に管理されているのではなく、各利用者が自らの地図を独自に維持更新しているのが現状である。一方、これらの分散管理されている複数の地図を統合して利用したいという要求がある。例えば、ライフラインや地質の地図など別々に管理されている地図を統合して、都市計画に利用することなどが考えられる。しかし、これらの地図を単純に重ね合わせただけでは、地図の記述形式の違いなどのため矛盾が生じる場合がある。

本稿では、地図の単純な重ね合わせによって生じた矛盾を訂正する手法を検討する。矛盾を定義するため、地図上の2つのオブジェクト間の位相関係を統一的に記述する。位相関係の制約を調べることにより矛盾を発見し、訂正方法をユーザに提示する。

## 2 統合対象となる地図の形式

本稿で対象とする地図は、計算機上で処理できるように地理情報を数値化した数値地図である。現在国土地理院などで作成されている数値地図の多くは道路や建物といった地理オブジェクトをクラス単位で管理している。利用者はクラスを選択することにより表示、非表示を決めることができ、また任意の地理オブジェクトを追加することも可能である。本稿ではこのような地図同士の統合を扱う。

## 3 地理オブジェクトの記述形式

[地理オブジェクト]

数値地図では地理オブジェクトは点、線 (ポリライン)、ポリゴン (領域) で表記されている。各地理オブジェクトについて以下の属性が記述されている。

- [名前]: 地理オブジェクトの名称。
- [座標]: 地理オブジェクトの位置を示すもの。(ただし

Conflict Resolution Procedures for Integration of Different Maps

Yutaka BANJOU<sup>†</sup>, Mitsutoshi ABE<sup>\*</sup>, Hiroki TAKAKURA<sup>†</sup> and Yahiko KAMBAYASHI<sup>‡</sup>

Graduate School of Engineering, Kyoto University<sup>†</sup>,

Faculty of Engineering, Kyoto University<sup>\*</sup>,

Graduate School of Informatics, Kyoto University<sup>‡</sup>

線、ポリゴンは点の列で記述される)

- [クラス]: 「道路」「河川」といった地理オブジェクトの種類を示すもの。

### [9-intersection モデルの記述形式改良]

ここで矛盾を定義するため、2つのオブジェクト間の相対的な位置関係を示す「位相関係」について述べる。位相関係の記述方法として9-intersection モデルがある<sup>[1]</sup>。2つオブジェクト  $A, B$  の境界  $\partial A, \partial B$ 、内部  $A^{\circ}, B^{\circ}$ 、外部  $A^{-}, B^{-}$  を用いて以下のように位相関係を9ビットで記述できる。

$$\begin{pmatrix} \partial A \cap \partial B & \partial A \cap B^{\circ} & \partial A \cap B^{-} \\ A^{\circ} \cap \partial B & A^{\circ} \cap B^{\circ} & A^{\circ} \cap B^{-} \\ A^{-} \cap \partial B & A^{-} \cap B^{\circ} & A^{-} \cap B^{-} \end{pmatrix}$$

- $P$  が点のとき  $\partial P = P^{\circ}$
- $L$  が線のとき  $\partial L$  は線の両端、 $L^{\circ}$  は線上の点で両端以外の点

行列の各成分は共有点がある部分は1、共有点がない部分は0と表記する。これにより地理オブジェクトが点、線、ポリゴンのいずれであっても位相関係を統一的に記述できる。

上記の記述形式で、 $A^{-} \cap B^{-}$  は常に1なので冗長である。そこで  $A^{-} \cap B^{-}$  の代わりに「近傍性」を加えた9ビットで記述する。近傍性は、どちらか一方のオブジェクト (ただしポリゴンは境界のみの線オブジェクトとして扱う) を構成する任意の線分 (点) からの距離がしきい値より小さい領域に、他方のオブジェクトが完全に含まれるときは1、それ以外の場合は0である。これによりオブジェクト同士が近くか遠くかということも記述できる。

## 4 位相関係の矛盾定義

地図の単純な重ね合わせによって生じた位相関係の矛盾を発見するために、あらかじめ矛盾を定義した制約をいくつか持つようにする。制約はクラスと位相関係で記述される。制約には矛盾となるような2つのオブジェクトのクラスと位相関係が記述されている。例えば、[クラス] 建物 (点) と [クラス] 池 (ポリゴン) の関係で「池の中に建物があるのは誤り」ということを記述するとき、 $A \in$  建物、 $B \in$  池とすると、近傍性は点がポリゴンの境界近くにある

かどうかを記述するもので、この場合0でも1でもよいの

で、 $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & * \end{pmatrix}$ と記述できる。

## 5 矛盾訂正方法の提示

位相関係の矛盾を定義した制約には、同時に矛盾の訂正方法も記述されていて、矛盾を発見したとき、これを参照して矛盾の訂正方法をユーザーに提示する。以下にその概略を述べる。

- (1) 1つのオブジェクトの近傍のオブジェクトを抽出する。
- (2) 各オブジェクトの座標を用いてオブジェクト間の位相関係を改良型 9-intersection モデルで記述する。
- (3) 制約を検索して各オブジェクトのクラスと位相関係が矛盾しているかどうかを調べる。
- (4) 矛盾を発見したときは、訂正方法を参照して矛盾を訂正する。
- (5) 訂正方法が複数ある場合は選択肢をユーザーに提示する。

矛盾の発見にはオブジェクトの近傍にあるオブジェクトを調べれば良いため、(1)でオブジェクトの抽出を行う。矛盾の訂正方法はあらかじめ想定して入力する必要がある。例として以下のようなものがある。

- 近傍性が1の点オブジェクト同士で、クラスが同じならば、同じ地理実体を示している可能性があるので一方を削除する。
- 点オブジェクトが他のオブジェクトと重なるのが矛盾であるとき、点を矛盾にならない場所まで移動する方法を提示する。移動距離が大きくなりすぎないように制限を定める。
- 近傍性が0で、ポリゴンオブジェクト同士が重なるのが矛盾であるとき、重なった部分でポリゴンを分割する(新しいポリゴンのクラスはユーザーに問い合わせる)か、一方を変形してポリゴン同士が接するようになる方法を提示する。

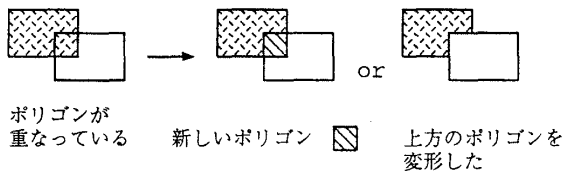


図 1: ポリゴンオブジェクト同士の矛盾訂正の例

## 6 プロトタイプシステム

現在、国土地理院作成の1/10000地形図と国土地理院作成の1/2500国土基本図を統合するシステムを実装している。1/10000地形図では建物は点オブジェクトで表現されており、1/2500国土基本図では建物はポリゴンオブジェクトで表現されている。また1/10000地形図には大学構内の道路は表記されているが建物は表記されておらず、一方1/2500国土基本図には大学構内の建物は表記されているが道路は表記されていない。

1/2500国土基本図とは異なり、1/10000地形図では地理実体の位置を示す点オブジェクト、線オブジェクトは[名前]の属性を持っておらず、名前は独立した点オブジェクトとして記述されているので、オブジェクトと名前を関連づける必要がある。現在はクラスが同じで近傍性が1のもの同士を関連づけている。

また1/10000地形図は基本的に1/2500国土基本図を基にしているが、ユニバーサル横メルカトル図法で作成され、1/2500国土基本図はガウス=クリューゲル図法で作成されているため2つの地図を重ね合わせると周辺にいくに従ってずれが生じてくる。

このように表現形態の異なる2つの地図を重ね合わせ、生じた矛盾を解消していくことで、より詳細な地図を作成するシステムの実装を進めている。

このシステムを実現することにより、別々に収集されたデータが異なる基盤地図の上に保存されている場合、これらのデータを統合して1枚の地図の上に表示するシステムへの応用が期待される。

## 7 おわりに

本稿では地図の単純な重ね合わせによって生じた矛盾を、あらかじめ定義した制約を用いて発見する手法について述べた。現段階では、プロトタイプシステムの実装中であり、この手法でどの程度矛盾が解消されるか等の定量的な評価が今後の課題となる。

## 謝辞

種々の御助言を頂きました上林研究室の皆様へ感謝致します。尚、本研究は文部省科学研究費(特定領域研究(A)(1))およびIPA高度情報化支援ソフトウェアシリーズ育成事業の補助を受けています。

## 参考文献

- [1] Thierry Ubeda, Max J.Egenhofer, "Topological Error Correcting in GIS: Advances in Spatial Databases", LNCS1262, pp.283-297, 1997