

# 異なる地図データの重ね合わせに関する研究

## Research on Geometric Inconsistency in Map Overlays

情報工学専攻 佐々木 麗子  
SASAKI Reiko

### 概要

近年、GISの普及に伴い、地図データの利用は増えている。しかし、地図データを利用するにあたり、地図データの取得、必要情報の抽出、データの加工など、本来の目的とは異なる部分に手間をかけることが多い。また、1つの地図データでは必要なデータがすべて揃わないとき、いくつかの地図データから最も利用目的に合うデータを取り出し、重ね合わせることが考えられる。このとき、それぞれのデータに交差が生じることがある。そこで本研究では、建物データと道路データを異なる地図データから取り出すことを前提に考え、それらのデータを重ね合わせる。このとき、建物データと道路データの交差を調べる。そして1本の道路リンクに着目し、その道路リンクに交差する建物ポリゴンの数や位置関係によって交差のパターン分けをする。このパターンごとに属性情報を用いず、幾何的な情報のみから交差を回避するアルゴリズムを提案し、実装する。このアルゴリズムでは、道路リンクの平行移動、短縮、分割などの操作を行ない、交差を回避する。また、このアルゴリズムに道路リンクの回転移動、建物の平行移動などの操作を加えた改良手法についても提案・実装する。

キーワード： 地図の重ね合わせ、建物ポリゴン、道路リンク、交差

## 1 序論

地図データには様々な仕様や構造のものがあるため、目的に応じて必要な情報を保持している地図データを利用する。すべての情報を1つの地図データから取得した場合、それらの情報や地物間には位相構造に整合性がとれていることが期待できる。しかし、必要な情報を1つの地図データから取得できず、複数の地図データを用いる場合、それぞれの地図データから取得した情報や地物間における位相構造の整合性は保証されない。この場合、常に保証されない位相構造を気にして地図データを利用しなければならない。

また、建物データと道路データを同時に用いる頻度は高く、これらのデータを複数の地図データから取得することも少なくない。そこで、本研究では建物データと道路データを異なる地図データから取得することを考え、これらを重ね合わせたときのデータの重なりについて調査する。この重なりを交差と呼ぶ。そしてなるべくどちらのデータも削除せずに交差を回避する方法を提示し、交差をなくすことを本研究の目的とする。このとき、属性データを用いず、位相構造のみを基に交差を回避する。

## 2 建物ポリゴンと道路リンクの交差

建物はポリゴンで表現されるため、1つの建物を建物ポリゴンと呼ぶ。建物ポリゴンは、時計回りに頂点の座標値を持ち、始点と終点の座標値が等しい。そして、道路はラインデータであるので、道路を表す1本の線分を道路リンクと呼ぶ。道路リンクは道路中心線の座標値で表される。また、本研究において用いる道路リンクは幅員情報を持つ。道路リンクに幅員の幅を持たせた長方形を道路ポリゴンと呼ぶ。ここで、建物データとは建物ポリゴンの集合であり、道路データとは道路リンクの集合である。建物ポリゴンと道路リンク(道路ポリゴン)の交差を定義をする。以下の3つを建物ポリゴンと道路リンクの交差とする。

交差 1: 道路リンクと建物ポリゴンの線分が交差する。

交差 2: 道路リンクが建物ポリゴンの内部にある。

交差 3: 道路ポリゴンと建物ポリゴンが重なる。

また、これらの判定は、[1]の方法を用いて行なう。

## 3 交差パターン

上記の交差とみなされた道路リンクに着目し、交差のパターン分けを行なう。交差のパターンは以下の6つに分類できる。

パターン 1: 1つの建物ポリゴンと交差、かつ、道路リンクの一方の端点が建物ポリゴンの内部にある(図1)。

パターン 2: 1つの建物ポリゴンと交差、かつ、道路リンクが建物ポリゴンを突き抜けている(図2)。

パターン 3: 1つの建物ポリゴンと交差、かつ、道路リンクが建物ポリゴンの内部に完全に含まれる(図3)。

パターン 4: 複数の建物ポリゴンと交差、かつ、道路リンクの少なくとも一方の端点が建物ポリゴンの内部にある(図4)。

パターン 5: 複数の建物ポリゴンと交差、かつ、道路リンクが全ての交差する建物ポリゴンを突き抜けている(図5)。

パターン 6: パターン1からパターン5以外の場合、かつ、道路ポリゴンが建物ポリゴンと交差している(図6)。

図1から図6は、太い線分で描かれているものが交差した建物ポリゴンと道路リンクを表す。

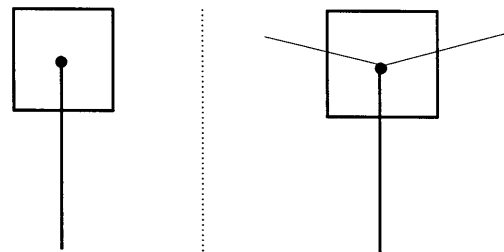


図1. 交差パターン1

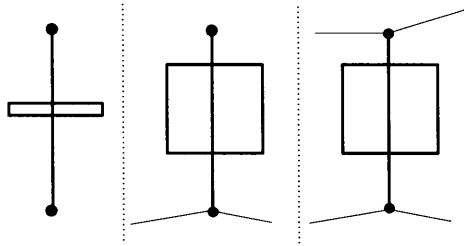


図 2. 交差パターン 2

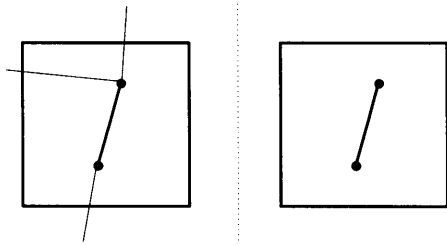


図 3. 交差パターン 3

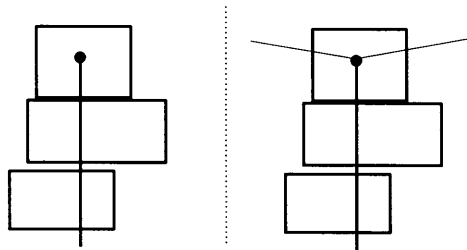


図 4. 交差パターン 4

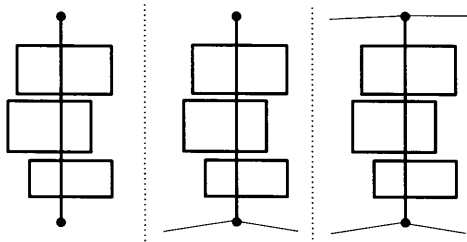


図 5. 交差パターン 5

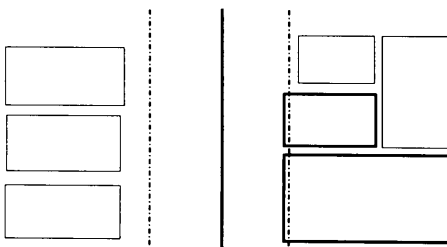


図 6. 交差パターン 6

## 4 交差のパターン分けによる手法

交差のパターンごとに、交差の回避方法を示す。以下において、道路リンクの左右は、始点を上側、終点を下側にして考える。

### 4.1 パターンごとの交差回避方法

建物ポリゴンと交差しているとみなされた道路リンクに注目し、その交差パターンによって以下の操作を行なう。このとき、パターン 1 からパターン 5 において、道路リンクが移動できるスペースを探し、スペースがあるならばそこへ移動する。スペースがない場合は道路リンクの接続状況を調べる。そして、道路リンクの両端点が他の道路リンクと接続しているならば交差する建物ポリゴンを削除し、接続がなければ道路リンクの操作を行なう。つまり、この方法においては、道路リンクの接続を最も重要視し、道路ネットワークを壊さないことを一番に考えて操作を行なう。

また、道路リンクが移動できるスペースとは、道路ポリゴンを包含できるようなスペースのことである。

#### パターン 1

道路リンクを移動できるスペースがなく、建物ポリゴンの内部にある道路リンクの端点が、他の道路リンクと接続していないならば、道路を短縮する。

#### パターン 2

道路リンクを移動できるスペースがなく、道路リンクが建物ポリゴンの内部に含まれている部分の長さが閾値  $\alpha$  未満ならば、道路リンクを分割する。閾値  $\alpha$  以上かつ、道路リンクの少なくとも一方の端点が他の道路リンクと接続していないならば、道路リンクを削除する。

このときの閾値はいくつかのサンプルデータをもとに、本研究では  $\alpha = 6$  [m] とした。

#### パターン 3

道路リンクを移動できるスペースがなく、道路リンクの少なくとも一方の端点が他の道路リンクと接続していないならば、道路リンクを削除する。

#### パターン 4

道路リンクを移動できるスペースがなく、建物ポリゴンの内部にある道路リンクの端点が他の道路リンクと接続していないならば、道路リンクを短縮し、パターン 5 を行なう。接続がある場合は、道路リンクの端点を含む建物ポリゴンを削除し、パターン 5 を行なう。

#### パターン 5

道路リンクを移動できるスペースがなく、道路リンクの少なくとも一方の端点に接続がないならば、道路リンクを短縮し、パターン 5 を繰り返す。両端点ともに接続があるならば建物ポリゴンを 1 つ削除し、パターン 5 を繰り返す。またこのとき、交差する建物ポリゴンの数が 1 つになったならば、パターン 2 を行なう。

#### パターン 6

道路リンクの両側にある建物ポリゴンから等距離となる位置に道路リンクを移動する。このとき、両側の建物ポリゴン間の距離が道路リンクの幅員未満ならば、幅員をその距離に置き換える。

## 4.2 移動スペースの探索

交差回避方法において、パターン 1 からパターン 5 の場合、まず移動スペースの探索を行なう。移動スペースの探索では、道路リンクが移動できるスペースの有無を判定する。

道路リンクと交差している建物ポリゴンの重心を求め、道路リンクと直交かつ、重心の反対方向へ道路リンクを走査線として平面操作する。このとき、走査線がどの建物ポリゴンとも交差しない状態が、道路リンクの幅員と同じ距離で続くならば、道路リンクが移動できるスペースは存在する。また、走査を開始してから閾値まで走査線が建物ポリゴンと常に交差しているならば、スペースは存在しないものとする。

ここで、国土交通省公共測量作業規定 [2] に基づき、本研究では閾値を 7 [m] とする。

## 5 改良手法 1

改良手法 1 では、交差回避方法の操作に、道路リンクの回転移動と建物ポリゴンの平行移動を付加する。また、移動方向を決める方法や移動スペースの探索についても改良する。

### 移動方向

改良手法において、移動方向を求める場合、交差する建物ポリゴンの頂点に着目する。そして、道路リンクと建物ポリゴンの頂点との距離を道路リンクの左右に対して求める。このとき、距離の短い方を道路リンクの移動方向とする。

### 移動スペースの探索

改良手法における移動スペースの探索では、道路リンクを走査線として平面走査し、初めて出てきたスペースのみを対象とする。このスペースに対して、道路ポリゴンが入るスペースかどうかの判定を行なう。道路ポリゴンがどの建物ポリゴンとも交差せず入るならば、移動スペースが存在する。このスペースにおいて、道路ポリゴンが建物ポリゴンと 1 つでも交差するならば、移動スペースは存在しない。

### 道路リンクの回転移動

道路リンクの移動スペースを探索し、移動スペースが存在しなかった場合、道路リンクの回転移動を考える。

移動スペースの探索では、道路リンクの向きを変えずに道路ポリゴンが入るスペースを探す。道路ポリゴンが入るスペースがない場合、その道路リンクは移動できないと判定される (図 7)。しかし、道路リンクを少し回転することで道路リンクが移動できる場合がある (図 8)。これらの図において、太い線分で描かれているものが交差する建物ポリゴンと道路リンクである。

道路リンク  $l_0$  の左右にある建物ポリゴンを求め、それらを用いて左右それぞれで凸包を作る。2 つの凸包が交差しないならば  $l_0$  の移動する余地があると考え、 $l_0$  を回転移動する。

### 建物ポリゴンの平行移動

道路リンクの回転移動において、道路リンクの幅員は考慮しない。よって、道路リンクを回転移動した後について、建物ポリゴンの平行移動を考える。建物ポリゴンを交差する道路リンクと直交する方向へ交差分、平

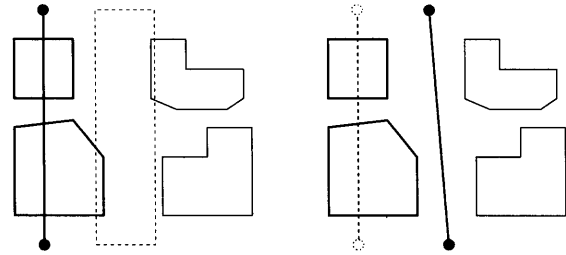


図 7. 移動スペースがない 図 8. 回転移動できる

行移動する。このとき、この建物ポリゴンに対して交差判定を行ない、少なくとも 1 つの地物と交差しているならば、建物ポリゴンを元の位置へ戻す。そして、道路リンクに対して、パターン 6 と同様の操作を行なう。

### 地物の操作

改良手法 1 において、注目する道路リンク  $l_0$  が移動できない場合、地物の操作を行なう。地物の操作には、道路リンクの短縮、分割、削除、建物ポリゴンの削除がある。またこれらの操作は、 $l_0$  の交差パターン、 $l_0$  の両端点の接続状況、 $l_0$  と交差する建物ポリゴンの面積によって変化する。本研究では、道路リンクよりも建物ポリゴンの優先順位を高くする。

## 6 改良手法 2

交差のパターン分けによる手法や改良手法 1 において、交差する道路リンクどうしが隣接しているとき、片方の道路リンクを移動することによって、もう片方の道路リンクの建物ポリゴンとの交差状況が変化する場合があるため結果が異なることがある。そこで、改良手法 2 では、この道路リンクの操作順を工夫することで、より多くの交差をなくすようにする。

交差する道路リンクにおいて、連結している道路リンクを 1 つの交差グループとして考える。交差グループにおいて、一方の端点がどの道路リンクとも接続していない道路リンクを選択する。端点が接続していない道路リンクをすべて選択したら、それらを削除し、交差グループの残りの道路リンクにおいて同様の操作を行なう。残りの道路リンクがなくなるまで操作を繰り返す。

選択された順に改良手法 1 の操作を行なう。

## 7 実験データ

本研究では、建物データとして昭文社から 2005 年に刊行された MAPPLE2500 を、道路データとして昭文社から 2005 年に刊行された MAPPLE10000 を用いる。建物データのデータ量は MAPPLE10000 よりも MAPPLE2500 の方がはるかに多い。しかし、2005 年に刊行された MAPPLE2500 には道路中心線のデータが存在しない。

ここで、MAPPLE2500 の建物データと MAPPLE10000 の道路データを重ね合わせたものに交差判定を行なったのが図 9 である。この図において、太線で描かれているものが交差する建物ポリゴンと道路リンクである。

次に、千代田区、新宿区、文京区、墨田区、中野区、豊島区における交差判定を行なう。このとき、各区を包含するような MAPPLE2500 の図郭を用いて交差判定



図 9. 道路リンクと建物ポリゴンの交差結果



図 10. 改良手法 2 の結果

を行なう。MAPPLE2500 と MAPPLE10000 における各区ごとの交差判定の結果を表 1 に示す。

表 1. 区ごとの交差判定の結果

区	交差数	建物ポリゴン数	道路リンク数
千代田	858	32,390	17,013
新宿	2,340	87,609	39,395
文京	1,322	62,853	22,163
墨田	1,642	73,711	29,799
中野	2,964	106,826	53,710
豊島	1,968	93,452	33,522

表 1 を見ると、この 6 区においてはどの区でも、交差数は建物ポリゴン数の 2% 以上 3% 未満であり、道路リンク数の 5% 以上 6% 以下である。

この交差パターンの割合を表 2 に示す。

表 2. 区ごとの交差パターンの割合 (%)

区	パターン					
	1	2	3	4	5	6
千代田	8.9	6.1	1.6	0.8	3.6	78.9
新宿	10.8	9.6	0.8	3.1	3.6	72.1
文京	11.3	8.7	1.9	4.6	3.4	70.1
墨田	8.1	9.3	0.5	9.4	9.5	63.1
中野	13.9	14.3	0.8	7.2	6.9	56.9
豊島	7.7	10.6	0.6	4.3	3.3	73.5

表 2 を見ると、どの区においてもパターン 3 の割合は少なく、パターン 6 の割合は多い。

また、図 10 は改良手法 2 を行なった結果である。

次に、220 個の MAPPLE2500 の図郭において実験を行なった。各手法における建物ポリゴンの削除数、道路リンクの削除数、削除数の合計は図 11 の通りである。この図を見ると、道路リンクの削除数は交差のパターン分けによる手法が最も少ない。しかし、建物ポリゴンの削除数はこの手法が最も多い。これは、改良手法では建物ポリゴンの優先度を道路リンクよりも高くしたためであると考えられる。また、建物ポリゴンと道路リンクを合わせた削除数を見ると、改良手法は削除される地物が交差のパターン分けによる手法よりも少ないことがわかる。

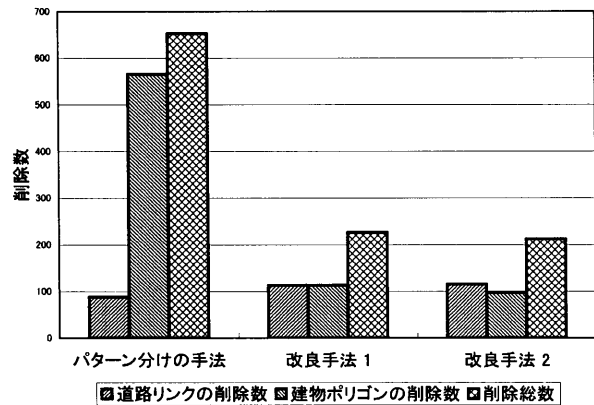


図 11. 建物ポリゴンと道路リンクの削除数

## 8 結論

本研究では、異なる地図データから取得した建物データと道路データを重ね合わせ、建物ポリゴンと道路リンクの交差を調べた。そして、道路リンクに着目し、交差のパターン分けを行なった。この交差パターンに基づき、交差を回避する方法と、その改良手法を 2 つ提案した。改良手法では、削除される地物の数を交差のパターン分けによる手法よりも減らすことができた。

また今後の課題として、これらの手法は経験に基づき場合分けや閾値の設定を行なっているため、すべての交差に有効であるという保証がない。そして、閾値が最良の値である保証もない。よって、これらを保証する必要がある。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、適切な御指導をいただきました中央大学工学部情報工学科の今井桂子教授に心から感謝いたします。そして、田口研究室の鳥海重喜氏には研究において大変お世話になりました。どうもありがとうございます。また、たくさんの助言をしてくれた今井研究室の友人達に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 伊理 正夫 監修, 腰塚 武志 編集, “計算幾何学と地理情報処理 第 2 版,” 共立出版株式会社, 1993.
- [2] 国土交通省国土地理院, “大縮尺数値地図データの整備・利用に関する調査作業 (二年度) 報告書,” 国土交通省国土地理院, 2003.