

線分の位置誤差に関する評価指標の提案

関本義秀

Yoshihide Sekimoto

柴崎亮介

Ryosuke Shibasaki

賀川義昭

Yoshiaki Kagawa

【抄録】近年のデータ取得技術の発展で、同じような対象物に対して様々な観測データが取得されるようになってきた。例えば道路データに関してはさらに、道路台帳のような紙地図をデジタル化したもの（マップデジタルイズ）、航空写真を図化したもの（デジタルマッピング）、あるいは道路を測量し直したものなど様々なデータが存在し、データの精度、計測密度、計測周期、計測費用の面から見ても一長一短であり、また今後新たな計測手法が開発される場合においても既存のデータと併用することを考慮すると、道路のような線分データを定量的な評価する必要があると思われる。そのような評価方法のセットを確立することによって、ユーザーのニーズに応じた仮定を満たすような評価手法を選択することができる。従って、本研究では線分の評価指標群を提案し、複数回計測された道路の位置計測データに適用する。

【キーワード】 線分データ、位置誤差、評価指標

1. 背景

近年のデータ取得技術の発展で、同じような対象物に対して様々な観測データが取得されるようになってきた。たとえば同一地域を対象として様々な主体が作成している地図や様々な計測手法によって位置データを計測した道路データなどが存在する。

前者に関しては、国土地理院作成の「数値地図 2500（空間データ基盤）」や総務庁統計局作成の「CMS データ（統計地理情報システム）」などが挙げられるが両者には微妙な境界線（町丁目界）のずれが見られる。これは Sekimoto, Shibasaki (1998) で言及されているように作成仕様が微妙に異なることに原因があるもののユーザーには同じ対象物と認識されており、その境界線すなわち線分を定量的に評価する必要性があると思われる。

また後者の道路データに関してはさらに、道路台帳のような紙地図をデジタル化したもの（マ

ップデジタルイズ）、航空写真を図化したもの（デジタルマッピング）、あるいは道路を測量し直したものなど様々なデータが存在し、データの精度、計測密度、計測周期、計測費用の面から見ても一長一短であり、また今後新たな計測手法が開発される場合においても既存のデータと併用することを考慮すると、道路のような線分データを定量的な評価する必要があると思われる。そのように評価方法のセットを確立することによって、ユーザーのニーズに応じた仮定を満たすような評価手法を選択することができる。

従って、本研究では線分の評価指標群を提案し、複数回計測された道路の位置計測データに適用する。

2. 手法

2.1 既存の手法

一般に計測点同士を直接評価する場合は点の位置誤差を集計すればよいだけなので、非常に

やさしい。しかしそもそも道路の位置データなどは線分の一部を点という形で計測しているだけなので、計測点同士を直接する比較するのはなじまない。すなわち、線分における同じ点を計測しているとは限らないからである（図1）。対応する点を見つけることの難しさは例えば Goodchild（1997）などでも述べられている。もちろん交差点の位置を計測した時のように、予め同じものを計測していることが明示的にわかっている時は別である。ただしこの場合は線分ではなく点を計測しただけに過ぎない。

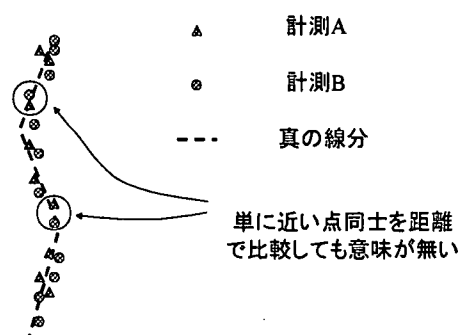


図1 計測点同士の単純比較による問題

そのような中で、もとのオブジェクトが線分である性質を保ったまま評価する手法を提案しているものとして、Peucker（1976）の ϵ モデルに基づく柴崎（1992）のバッファ法などがある。これは線分が不確実性として幅 ϵ を持つと

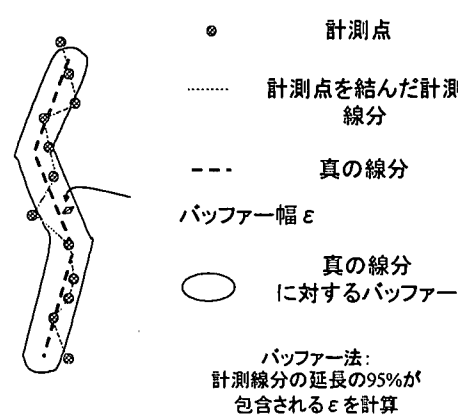


図2 バッファ法による評価

し、計測線分の総延長の例えば 95%が包含される ϵ を求めるものである（図2）。その場合、確率分布を特に規定しないためにある場所を通る線分の尤度などを求めることは難しい。

Goodchild（1997）は誤差の分布として正規分布を仮定しているが、そのような仮定を満たすかどうか観測手段に依存していると言える。柴崎（1992）のケースは地図データの建物をデジタイジングしたもので、人間がデジタイジングする時に建物の内側にされやすいことが報告されている。

一方、真線分を等間隔の点列に配置して、計測線分上で点列に対応する点の誤差の二乗和が最小になるような点を求める対応付け法も柴崎（1992）により提案されている（図3）。これは最小二乗法により求めているために誤差を正規分布であることを暗黙に仮定しており、また計測点の方も尤度を表していることになる。しかしこの場合も対応点が明らかにならない場合や2つ以上ありうる場合などは処理が難しい。

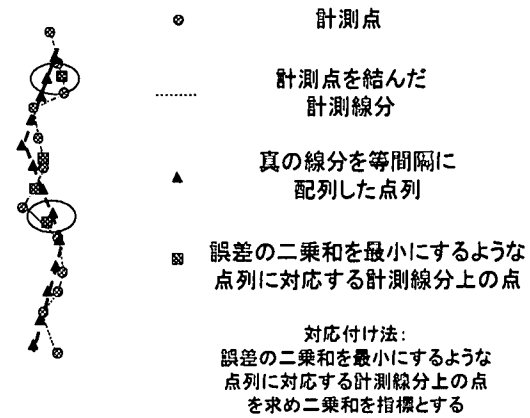


図3 対応付け法による評価

また、そもそも道路等が単にずれている場合、回転、縮小している場合などは、それを予め明らかにしてから誤差を評価しなければならない（図4）。これはオブジェクトアイデンティティ（同定）と言われる問題であり、そもそも違うオブジェクトを計測した結果の誤差なのか、同

じオブジェクトを計測した結果生じた「真の」誤差なのか明らかにする、同定する必要がある。

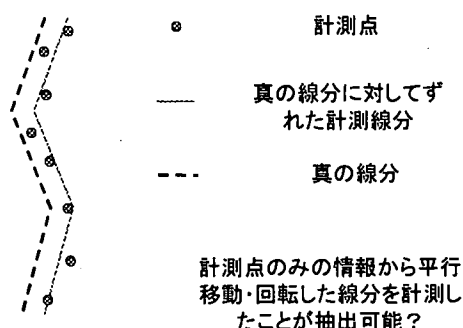


図4 単なるずれた線分を計測した場合の問題

2. 2 観測データが取得される過程

本研究では、真の道路に対して以下のような流れで観測データが得られ、その観測データから逆に真の道路を推定しているとし、これらの各ステップに応じてユーザーが満たしたい要件に応じた仮定を選択できるとする。

- 1) そもそも観測データのオブジェクトが同定されているかどうか
- 2) 何を真値としているのか
- 3) どのように誤差の仮定をしたか
- 4) 何を観測データとしているか
- 5) 評価の基準を何にしたか

これらで前節の既存の手法を整理すると以下ようになる（表1）。

3. システムの実装

本研究では、道路台帳をデジタイジングした道路データを真線分とし（500分の1レベル）、航空写真を図化した道路データを計測線分とした（2500分の1レベル）。そして2.2で整理した手法で線分を評価した。なおこれらのシステムやそのインターフェイスまた評価結果については、発表時に参照されたい。

4. 結論

本研究では、今後様々な形でデータ取得が可能になるであろう線分データとしての道路データに関する評価指標群を確立し、ユーザーのニーズに合わせて適当な仮定を選びそれに応じた指標を選択できるようにした。そして実際に複数の種類の道路の観測データを使い、評価した。当然評価手法はこれだけではなく他の手法を類型化し、今後ユーザーのニーズに合う手法を組み合わせたり、あるいは新たに開発する必要があると思われる。また GIS のような位置とともに包含関係が重要となるものにとっては位相の評価も重要になる。これらはまた別の機会に譲りたい。

5. 参考文献

- 門脇利広，柴崎亮介（1992）数値地図における線分データの位置誤差の計測・評価，「日本写真測量学会年次学術講演会」，71-76.
- Sekimoto, Y., Shibasaki, R. (1998) A Study on a Framework of Integration of Heterogeneous Spatio-temporal Data, *Proceedings of the 19th Asian Conference of Remote Sensing*, 19.
- Goodchild, M., Hunter, G. (1997) A simple positional accuracy measure for linear features, *International Journal of Geographical Information Systems*, 11, 299-306.
- Peucker, T. (1976) A theory of the cartographic line, *International Yearbook for Cartography*, 134-143.

表 1 観測データが取得されるまでの流れに沿った既存の手法の整理

	交差点の位置計測	バッファ法	対応付け法	Goodchild (1997)
オブジェクトアイデンティティ（観測データのオブジェクトが同定されているかどうか）	交差点という点で明示的に同定されている	同定されていることが前提	同定されていることが前提	同定されていることが前提
何を真値としているか	点	線分、曲線等	線分（を等間隔に分割した点列で代表）	点列を結んだ線分
誤差の仮定	特に無し	誤差許容分のバッファを設定	暗黙に正規確率分布	明示的に正規確率分布など
何を観測データとしているか	点	計測点を結んだ線分、曲線等	計測点を結んだ線分（を位置誤差の二乗和を最小にするような計測線分上を取った対応点列で代表）	線分
評価の基準を何にしたか	位置の誤差の二乗和	信頼区間（例えば95%の線分が包含されるバッファ幅など）	位置の誤差の二乗和（線分の尤度を示す）	信頼区間（例えば95%の線分が包含されるバッファ幅など）