

限定的な情報から地盤モデルを構築するための補間方法の比較

徳島大学 学生会員 ○谷口純一

徳島大学 正会員 三神厚

1. はじめに

近年わが国では、ウェブサイトでのボーリングデータの公開が進んでいる。これを用いて 3 次元的地盤モデルを構築するには、離散的に利用可能なボーリングデータを用い、それらの間を補間する必要がある。補間には様々な手法があるが、今回は IDW(逆距離荷重法)、GMT^(1,2)の曲率最小化法、クリギングを用い、高知市中心部の基盤深さを補間するとともに、手法ごとの結果の比較からそれぞれの手法の特徴を検討する。

2. 補間手法

2.1. IDW (Inverse Distance Weighting, 逆距離荷重法)

IDW は、距離の逆数の加重平均を用いる補間手法である。任意の点(x,y)における値 $u(x,y)$ は以下のように表せる。

$$u(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{w_i u_i}{d_i^p}}{\sum_{j=1}^N \frac{w_j}{d_j^p}}, \quad w_i = \frac{1}{d_i^p} \quad (1), (2)$$

ここで、N は計算に用いる点の数 (近い順)、 d_i は観測地点と予測地点の距離、p は正の定数である。p=2 程度が一般的である。

2.2. 曲率最小化法

曲率最小化法は、スプライン補間の一種である。観測点 u が次式を満たすようなグリッドを求める。

$$(1 - T)L(Lu) + TLu = 0 \quad (3)$$

ここで、T は 0~1 の定数(0.25 程度が一般的)、L はラプラス作用素である。

2.3. クリギング

クリギングは、距離ペアごとの分散であるバリオグラム関数 $\gamma(h)$ による加重平均を用いる。

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} E |Z(x) - Z(y)|^2 \quad (4)$$

ここで、x, y は観測点を表し、Z(x), Z(y) はそれぞれ x, y の値、h は x と y の距離である。

3. 補間結果

ボーリングデータは高知地盤情報公開サイト³⁾で公開されているもののうち、基盤岩まで到達している 354 本のデータを用いた。

3.1. 等深度線

図-1 は IDW による補間結果、図-2 は GMT の曲率最小化法による補間結果、図-3 はクリギングによる補間結果(R のパッケージ geoR⁴⁾を用いた)である。地図は google maps(©2014 Cnes/Spot Image, Digital Earth Technology, DigitalGlobe, Landsat)を用いた。各図中央部の点の少ない部分は、推定結果より深い基盤までは届いていないボーリングデータが多数あるため、この結果をそのまま使用するには問題がある。

3.2. 精度の比較

補間手法の精度を調べるために、既知のあるボーリング地点のデータを未知として、補間によりその地点の基盤深さを推定した。検討地点は図-1 に①~④で記載する 4 地点である。地点 1 は他のデータが周辺になく、かつ特異な値の点、地点 2 は非常にデータが密な所の点、地点 3 はある程度の密度で特異な値ではない点、地点 4 はある程度の密度で周囲と比べてやや特異な値の点である。

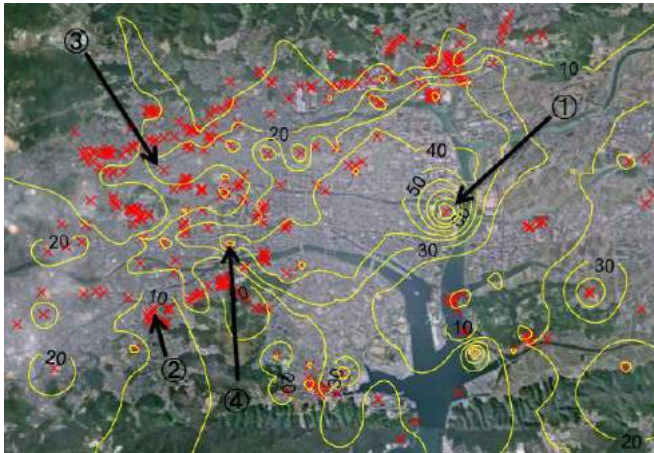


図-1 IDW($p=2, N=15$)による補間結果

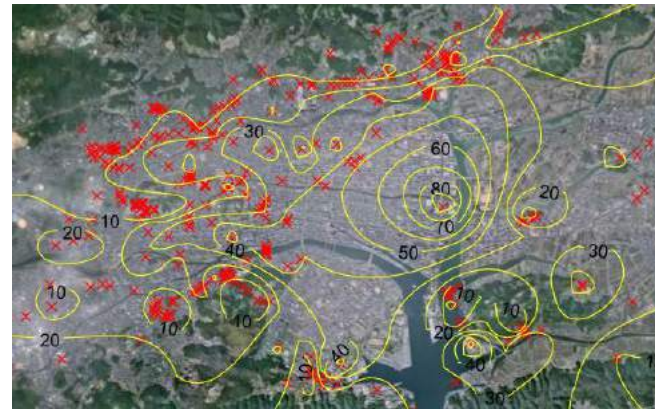


図-2 曲率最小化法($T=0.25$)による補間結果



図-3 クリギングによる補間結果

表-1 補間手法の精度の比較

	地点 1 (99.75m)	地点 2 (3.5m)	地点 3 (27.5m)	地点 4 (55.45m)
IDW	15.76(m) 84.20(%)	4.42(m) 26.19(%)	20.85(m) 24.18(%)	31.02(m) 44.05(%)
曲率最小化法	16.90(m) 83.06(%)	6.40(m) 82.86(%)	27.56(m) 0.23(%)	29.53(m) 46.75(%)
クリギング	25.67(m) 74.27(%)	3.67(m) 4.97(%)	20.69(m) 24.77(%)	30.18(m) 45.57(%)

表-1 に結果をまとめた。各行の上段が補間による推定値、下段が正解値との誤差を%で表したものである。地点 1、地点 4 はあまり精度がよくないため、やはり特異な値を推定することは難しいといえる。今回の検証では、IDW は他と比べやや精度が低い。曲率最小化法は、データ点が過度に密であるとその精度が落ちる可能性がある。これは、データ点を通るように曲面を描くため、密に点があるとその曲面が複雑になることが原因であると思われる。クリギングは平均的な結果を与えた。

4. まとめ

高知市中心部のボーリングデータを用いて、IDW、曲率最小化法、クリギングの 3 つの補間手法の比較を行った。今回の検証では、クリギングが最も良い補間結果を与えた。曲率最小化法は、過度にデータが密な所は、データの量のある程度減らすことで曲面がシンプルな形になり、より良い補間結果を与える可能性がある。

参考文献

- 1) Wessel, P. and Smith, W. H. F.: New improved version of the Generic Mapping Tools released, EOS Trans. AGU, 79,579, 1998.
- 2) Wessel, P. and Smith, W. H. F.: Free software helps map and display data, EOS Trans. AGU, 72, 441, 1991.
- 3) 高知地盤情報利用会：こうち地盤情報公開サイト, <http://www.geonews.jp/kochi/> (2014 年 2 月 4 日閲覧)
- 4) RIBEIRO JR., P.J. and DIGGLE, P.J. (2001) geoR: A package for geostatistical analysis. R-NEWS Vol 1, No 2. ISSN 1609-3631.