

京都大学工学部地球工学科 学生会員 ○前田 直也
京都大学大学院工学研究科 正会員 須崎 純一

1. はじめに

現在、道路管理、経路案内サービス、防災分野等において、デジタル道路地図(Digital Road Map: DRM)が活用されている。DRM では、交差点の中心や道路網の結節点はノード、ノード間の道路区間はリンクとして表現され、両者を組み合わせることで道路ネットワークが記述されている。一旦整備された DRM は多様な使い方を可能にする半面、その修正すべき位置の検出と修正作業には多大な労力を要する。例えば、東日本大震災で地盤変動により最大 5.3 m の水平変位が生じた後、車両の GPS データから得られる軌跡と DRM の間には大きなずれが生じていることが報告されている。このように災害で発生した DRM と実際の道路のずれを検出し、迅速かつ正確に DRM を補正・更新する手法が必要とされている。そこで本研究では、普及が進むスマートフォン等から得られる大量の車両位置データを用いて DRM のノードとリンクによって構成される内側にリンクがない最小の閉路ネットワーク(以後道路ネットワークと呼ぶ)ごとにノード座標の補正・更新を行う。

2. 対象地域及び使用データ

大阪市西南部(港区、大正区、住之江区)を中心とした 2 次メッシュ(513573)に含まれている DRM の全道路リンクによる道路ネットワークを対象としている。本研究では、株式会社ナビタイムジャパンにより提供された車両位置データを用いる。このデータは、平成 25 年 12 月 1 日から平成 25 年 12 月 31 日までの 1 か月間に 2 次メッシュ(513573)において得られたものである。

3. デジタル道路ネットワークデータの補正・更新手法

車両位置データを用いた道路ネットワークの補正・更新手順を図 1 に示す。まず DRM のノード座標を初期値として設定する。次に DRM を構成する各リンクに GPS 点を振り分ける。そしてひとつの道路ネットワークを抽出して、経度、緯度を座標軸に設定した座標系において非線形最小二乗法によるノード座標の最確値の推定を行う。道路ネットワークを構成するリンクとそのリンクに属する GPS 点の距離の二乗和が最小となるノード座標を準ニュートン法により求める。この数値解析を DRM 内のすべての道路ネットワークに対して行う。数値解析によってノード座標の変化した場合、解析後のノード座標を初期値として設定して再び GPS 点の振り分け、準ニュートン法による数値解析を行う。これを最大 50 回繰り返し処理する。

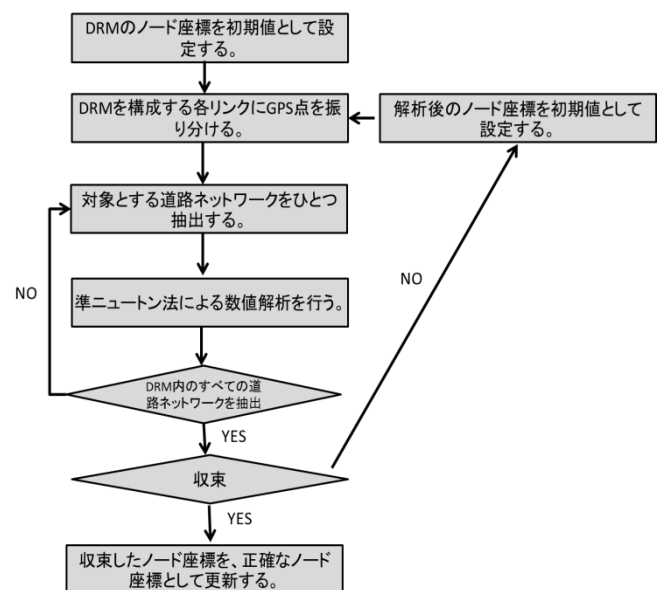


図 1: 道路ネットワークの補正・更新手順

提案手法は、大量の位置データを用いて GPS の測

位誤差を打ち消すことを前提としているので、GPS 点が極端に少ないと 1 点あたりの測位誤差の影響が大きくなり、測位誤差が大きい場合には補正精度が下がる可能性がある。またリンクが合流するノード周辺では GPS 点の振り分けが困難である。さらに 2 つの接続するリンクがほぼ同一直線状にあるノードが存在するとき、そのノードの補正精度が低下すると考えられる。よって以下の条件を設定した。

- ・属する GPS 点が 10 点以下のリンクは両端のノードを固定する。
- ・ノードを中心とした半径 0.0001 度の円の内側にある GPS 点を除外する。
- ・ノードに接続する 2 つのリンクの成す角度が 175~185 度のときそのノードを一度除外し、ネットワークを再構築し補正後にノード追加する。

4. 結果と考察

ノード番号(4152,4152,4154,4155,4149,12054,2420,2419,2418)で構成される道路ネットワーク①に対してノード座標を補正した結果が図 2 である。①を構成するノード 4152 について国土地理院の地図を用いて補正前後のノード座標を比較した結果、4.035m 移動して図 3 のように正確なノード座標に補正ができた。

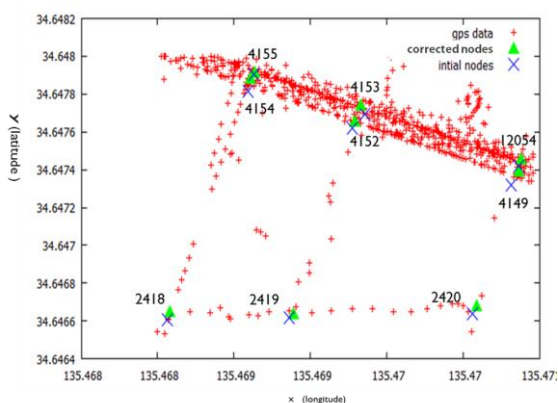
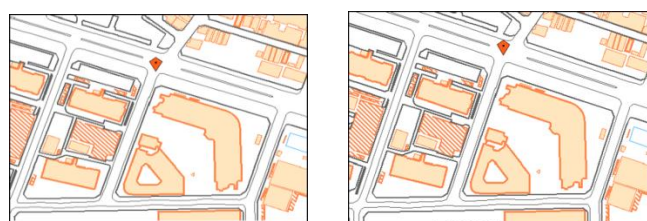


図 2: 道路ネットワーク①の補正結果



補正前

補正後

図 3: ノード 4152 の補正結果

次に GPS 測量による精度検証を行った。干渉測位により計測を行い、FKP 方式により補正值計算を行った。ノード番号(251,248,227,230)のノードで構成される四角形の道路ネットワーク②を対象とする。計測値をノード座標の真値とする。真値と DRM のノード座標の距離、真値と補正後のノード座標の距離を比較した。

図 4: 道路ネットワーク②の補正結果

ノード番号	DRM(m)	補正後(m)
251	2.469	1.170
248	0.005	1.138
227	0.671	1.310
230	1.060	1.060

この結果より誤差の大きなノードを検出し、それを補正・更新して、全体として RMSE が小さい高精度な DRM に整備が可能であることがわかった。さらに災害時を想定して、事前に DRM のノード座標を数 m 移動させた後に補正した場合についても同様に比較した結果、すべてのノード座標が真値に近づいた。これより災害時に発生する DRM の大きなずれにも対応可能と考えられる。

今回は 1 ヶ月分の GPS データしか使用していないが、提案手法は GPS 点の分布に大きく影響を受けるため、より多くの GPS データを用いれば、高精度な DRM への補正が可能になると考えられる。また将来的に準天頂衛星などの利用で GPS 点の測位誤差が小さくなれば、それに伴う提案手法のさらなる精度向上が期待できる。

参考文献

- [1] 安東直紀,須崎純一,西田純二,土井勉: GPS ビッグデータを用いた DRM 座標の補正・更新技術に関する研究,平成 25 年度一般財団法人日本デジタル道路地図協会研究報告書。
<http://www.drm.jp/research/pdf/H25/2502kyoto1.pdf>
- [2] 日本デジタル道路地図協会ホームページ
<http://www.drm.jp/database/expression.html>