

第IV部門 プローブデータを用いたデジタル道路地図データ更新手法の開発

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○久保田誠也

正会員 須崎 純一

正会員 栗木 周

1. 研究目的

デジタル道路地図(Digital Road Map : DRM)の位置精度の更新は公共測量成果やオルソ画像を用いて更新された電子地図を基に行われている。一般的に公共測量成果は計測対象箇所ではGNSS測量を行って得られるものであり、広範囲の位置精度を更新するにはコストが大きいという課題があったが、近年では移動計測車両による測量システムが整備・運用され始めコスト削減が大きく期待されている。

上記の方法以外でも、簡便かつ安価に DRM を更新する手法としてスマートフォンなどの携帯端末から得られたプローブデータを利用した手法が提案されている。一般的な携帯端末から得られたプローブデータ中の位置データは数メートルの誤差が含まれているが、大量のデータを使用することによってランダム誤差の影響を軽減することができ、DRM 補正への応用が期待されている。

本研究では、一般ドライバーの携帯端末から得られた大量のプローブデータを用いて DRM を補正する手法の開発を行う。

2. 研究方針

DRM は道路ネットワークを表すノードとリンクから成り、複数の車線が 1 本のリンクで表されている場合が多い。まずはプローブデータを用いた DRM 更新に関する先行研究を 2 つ紹介する。前田ら[1]は、プローブデータを構成する位置データを DRM 上のリンクにマッチングし、マッチングされた位置データとリンクの距離の二乗和が最小となるようにノード座標を更新する手法を提案した。この方法は、位置データがリンクを構成する道路の中央線に対して対称に分布することを前提としているが、右左折待ちなどの影響により車線毎に位置データの数に偏りがある場合は正しい位置に更新できない。

また、Chen ら[2]は、プローブデータと道路中央線との距離の分布が混合正規分布モデル (Gaussian mixture model : GMM) で表すことができるとし、車線単位の DRM に更新する手法を提案した。この手法を用いることで、GMM のパラメータ決定後に道路中央線の位置も求めることができる。しかし、この手法ではリンクの方位角を更新することができないので、リンクの初期の方位角が実際の方位角と大きく異なる場合には、正しい位置に更新されない。

そこで、本研究ではリンクの方位角を更新したのちに、GMM を用いて道路中央位置を決定する手法を提案する。

3. 提案手法

まず、リンクの方位角を決定するために、手法[1]を用いてノード座標を更新する。

次に、[2]と同様に位置データからリンクまでの距離の分布を GMM で表し、EM アルゴリズムを用いて MAP 推定解を求める。GMM のコンポーネント数（リンクに含まれる車線数）を k 、各コンポーネントの平均値（道路中央線から各車線の中央までの距離）を μ_j 、標準偏差（各車線での位置データのばらつき）を σ_j 、混合係数を w_j とすると、GMM の確率密度関数を次式で表す。

$$p(x) = \sum_{j=1}^k w_j \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_j^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu_j)^2}{2\sigma_j^2}\right) \quad (1)$$

本研究では[2]と同様に、各コンポーネントの平均値の差（各車線の幅員： $\Delta\mu$ ）および標準偏差が共通という制約条件を設ける。各コンポーネントの平均値を次式で表す。

$$\mu_j = \mu_0 + \left(j - \frac{k+1}{2}\right)\Delta\mu \quad (j = 1, \dots, k) \quad (2)$$

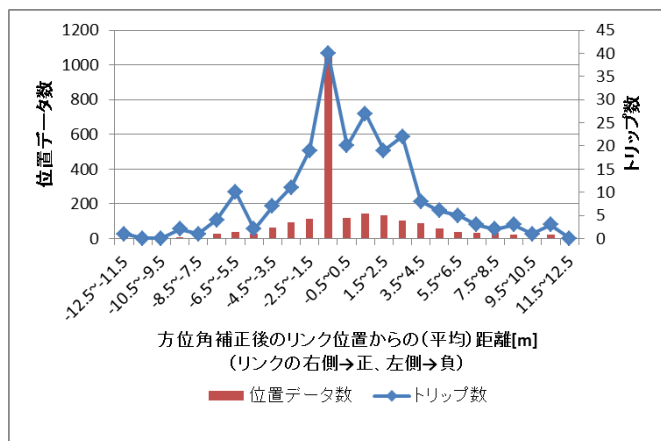


図1 リンクからの距離別の位置データ数およびトリップ数の分布例

μ_0 は更新前のリンク位置から道路中央線までの距離である。

ただし、図1のように車線毎の位置データの数や特定の位置に集中するリンクに対しても正しく更新できるように、各トリップの位置データの距離の平均値をEMアルゴリズムの入力値として用いる。

4. 結果

今回は各リンクの車線数を既知とした上で提案手法を適用し、更新結果をGPS計測による実測値を真値として精度評価を行った。図1で示したリンクに対するリンク位置更新結果およびGMMパラメータ推定結果を図2, 3に示す。このリンクでは図2で示すように[1], [2]の手法をそれぞれ単独で用いるよりも1m以上誤差が小さくなった。ただし、位置データ数が少なくリンクの方位角の更新結果が悪いリンクや、トリップの平均距離の分布の系統的な偏りが大きいリンクなど1m以上誤差が大きくなったリンクも見られた。また、トリップの平均距離を入力データとしたことで、GMMに適用するにはデータ数が少なく更新結果が悪化したリンクも存在した。

5. 結論

本研究では、最小二乗法を用いた更新手法と混合正規分布のEMアルゴリズムを用いた更新手法を併せた更新手法を提案した。それぞれの手法単体で更新する場合に比べて、位置精度が改善されるリンクが確認された。ただし、リンクごとにリンク位置精

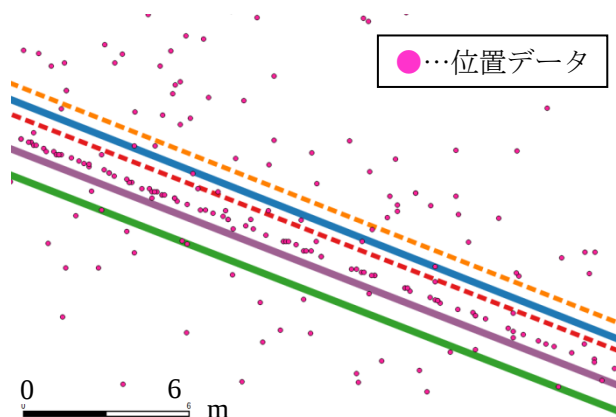


図2 手法別リンク位置更新結果例
提案手法（紫）、手法[1]（方位角補正後のリンク位置）（赤）、手法[2]（橙）、
初期位置（青）、実測値に基づく真の位置（緑）

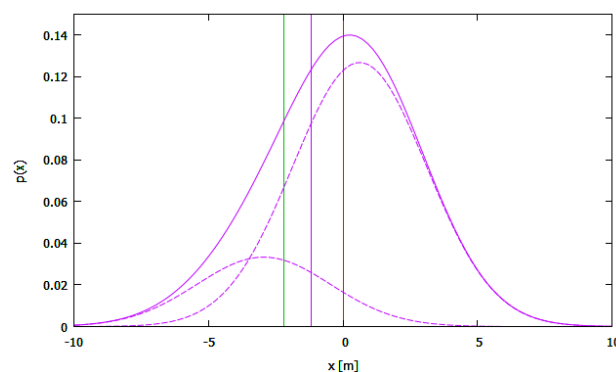


図3 GMMパラメータ推定結果例
図中の縦線は提案手法で求めたリンク位置（紫）、
方位角補正後のリンク位置（赤）、
実測値に基づく真の位置（緑）。

度、マッチングされた位置データ（トリップ）の数や分布の違いは大きく、提案手法では更新精度を改善することができなかったリンクも多く存在した。今後は車線数の自動推定なども組み込んだ汎用性の高いモデルへの改良に取り組む予定である。

参考文献

- [1] 前田直也, 須崎純一: “車両位置データを用いたデジタル道路ネットワークデータの補正・更新手法の開発”, 平成27年度土木学会関西支部年次学術講演会, IV-12, 2015.
- [2] Y. Chen, J. Krumm: “Probabilistic modeling for traffic lanes from GPS traces”, Proceedings of the 18th SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems. vol 10, pp. 81- 88, 2010.