

すれ違い通信を用いた GPS の精度向上手法に関する一考察

荻野 正[†] 北上 眞二[‡] 宮西 洋太郎^{*} 浦野 義頼[‡] 白鳥 則郎[‡]

明星大学情報学部[†] 早稲田大学国際情報通信研究センター[‡] 株式会社アイエスイーエム^{*}

1. はじめに

現在、多くの携帯電話、携帯端末には GPS センサーが搭載されており、位置情報が地図アプリケーションを含む多くのアプリケーションに利用されている。GPS センサーは、条件の良い場合は数 m 以下の精度を実現可能であるが、街中など電波条件が良くない場合には、数十 m 以上の誤差が発生する場合がある。本論文では、携帯端末間の近距離通信を利用して、端末間で誤差情報を共有することで、より精度の高い位置情報を得るための手法について提案する。

2. GPS の精度向上

GPS チップ単体の精度は例えば u-blox 社の UBX-G7020 では、2m から 2.5m 程度である[1]。しかし、街中等電波条件の良くない場合には、10m 以上の誤差が発生することもある。簡単に GPS 情報を測定した結果を図 1 に示す。

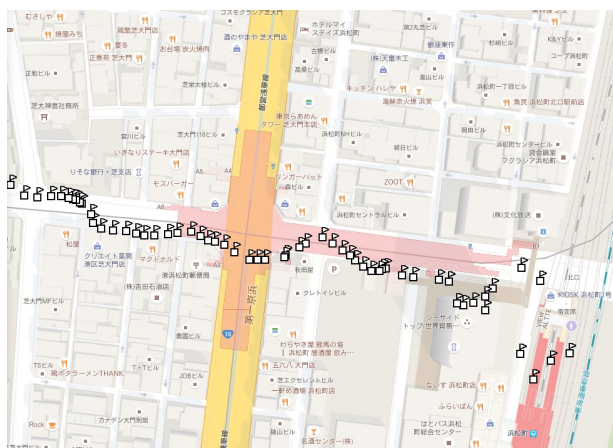


図 1. 街中での GPS 情報の測定結果

本データは、図の右側から左方向へ、真ん中の広い道路の左側（図では下側）を歩きながら、アンドロイド端末の GPS 装置の返す位置情報をプロットしたものである。アンドロイド端末は、wifi やキャリアとの通信機能はオフにして、GPS

センサーのみからの位置情報を記録した。

図で分かるように、本来道路の左側を歩いていたものが、GPS 情報からは道路の右側に近い位置を返してくる場所もある。この誤差が、この近辺の GPS 装置で共有できる補正量であれば、その値を共有することでより正確な位置情報を得ることができる（図 2）。



図 2. GPS 誤差の補正例

神谷、荻野の実験によれば[2]、2 台の GPS センサーの情報を使って、センサーからの位置情報を補正することで、より正確な位置情報が得られることが分かっている（図 3）。[2]では、位置情報の補正方式に関する基本的な検討結果のみの報告であり、位置情報の共有方式については検討していなかった。

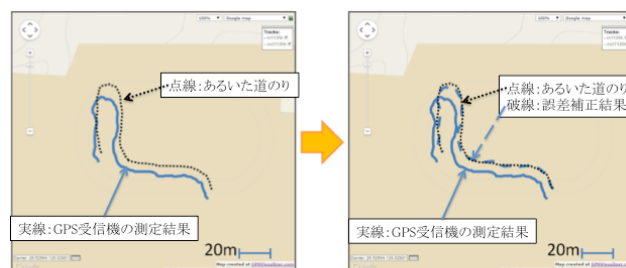


図 3. 2 台の GPS を用いた誤差補正 ([2])

本論文では、多数の携帯端末間で近距離通信を用いることで GPS の誤差情報を共有する手法について提案する。

A study for GPS accuracy improvement using street pass

[†] Tadashi OGINO, Meisei University

[‡] Shinji KITAGAMI, Yoshinori URANO,

Norio SHIRATORI, Waseda University

^{*} Yohtarō MIYANISHI, ISEM, Inc

3. 提案方式

3.1 基本的な考え方

提案方式では、携帯端末間で、近距離通信を使ってお互いが保持している誤差情報を交換し、交換した誤差情報に基づいて誤差情報を更新する。携帯端末間の情報交換のみでは、絶対位置の情報がわからないため、基準となる地点には、同様の機能を持つ装置（位置タグと呼ぶ）を配置、その場所でも更新を行う（図4）。



図4. 提案方式

3.2 誤差情報の信頼度

誤差情報は、絶対位置や時刻によって変化するため、どの程度信頼できるかの情報を、交換情報に含めるものとする。位置タグは、絶対位置が分かっている場所に設置され、その場所でのGPS情報の誤差情報を、近距離通信を用いて近隣の携帯端末に伝える。従って、携帯端末側の誤差情報は、情報交換時には信頼度が高いが、携帯端末がその位置タグから離れて移動するにつれ、また、情報交換後に時間が経過するに連れ信頼度が低くなることが予想される。

提案方式では、各携帯端末が誤差情報 E と信頼度 R を保持し、情報交換しながらそれらの値を更新していくモデルとする。

それぞれの値の更新方法は、情報交換の相手が位置タグの場合（信頼度最大）と別の携帯端末の場合（信頼度が最大値より小さい）で異なる。

相手が位置タグの場合は、その情報をそのまま信頼して自分の情報を更新する。相手が携帯端末の場合は、相手と自分の信頼度に応じてその中間的な値に更新する。なお、信頼度 R とは、GPS センサーが返す値を計測値と考えた時の分散に相当する値を仮定している。

3.3 信頼度 R と誤差 E の計算

携帯端末の保持する誤差情報の信頼度 R は以下の式で表す。

- (1) 情報タグと情報交換した後の信頼度 R

$$R = ke^{-\alpha t} e^{-\beta l} + \varepsilon \quad \text{式(1)}$$

$k, \alpha, \beta, \varepsilon$: 定数

t : 最終更新時刻からの時刻

l : 最終更新地点からの距離

ε : R の値が0にならないような小さい定数

- (2) 携帯端末0と携帯端末1の間に情報交換した後の信頼度 R

$$R = \frac{R_0 R_1}{R_0 + R_1} e^{-\alpha t} e^{-\beta l} + \varepsilon \quad \text{式(2)}$$

R_0, R_1 : 端末0、端末1の情報交換前の信頼度

誤差情報 E は以下の式で表す。（誤差情報は緯度、経度の2次元ベクトルとする。）

- (1) 情報タグと情報交換した後の誤差情報 E

情報タグの位置情報とGPS情報の誤差 E

- (2) 携帯端末0と携帯端末1の間に情報交換した後の誤差情報 E

$$\vec{E} = \frac{R_0 \vec{E}_0 + R_1 \vec{E}_1}{R_0 + R_1} \quad \text{式(3)}$$

4. 考察

式(2)より、情報交換直後 ($t=0, l=0$) の信頼度 R は、仮に $\varepsilon=0$ としても R_0, R_1 のいずれよりも大きいことが分かる。従って、高い頻度で情報交換を行うことで、本方式により位置精度を高めることができる。

5. おわりに

本論文では、多数の携帯端末間でGPSの誤差情報を共有することで、より精度の高い位置情報を得る方式について提案した。今後、実際の携帯端末において本方式の妥当性を検証する。謝辞) 本研究の一部は、株式会社 KDDI 研究所との共同研究による。

6. 参考文献

- [1] ublox 社ホームページ, <http://www2.u-blox.com>
 [2] 神谷, 荻野, "M2M システムでの位置情報検出手法に関する研究", 信学技報, vol. 114, no. 468, SWIM2014-31, pp. 25-29, 2015 年 2 月。