

GPSを使った堺市低床式車両位置情報通知サービスの開発

谷口 哲也* 高橋 徹** 吉川 耕司*** 塚本 直幸*** 能勢 和夫**

* 大阪産業大学 工学部 情報システム工学科 ** 大阪産業大学 デザイン工学部 情報システム学科

*** 大阪産業大学 人間環境学部 生活環境学科

1 はじめに

低床式車両の位置情報をリアルタイム配信するシステムの開発について述べる。大阪府堺市および阪堺電気軌道の協力を得て、実際の車両に試験的にシステムを搭載し開発を行っている。本システムの設計思想・実装上の問題点を述べ、我々の解決法を紹介する。

本システムの構成は、位置情報を車載クライアントシステムに接続されたGPSで取得し、情報をデータサーバに集約後、配信サーバでユーザに情報を提供する。路面電車は鉄道と異なり、軌道と一般道の重複区間があり、渋滞が発生し得る。渋滞による運行時刻の変更を利用者に通知する必要がある。多くの公共交通車両(例:バス、タクシー)の位置情報を同時に扱えるように、車載クライアントシステムを増やすことで、乗り継ぎに関する情報を提供できると考えられる。

2 設計思想

- 位置・時間の高精度化: GPSによる測位には、誤差が含まれる。路面電車は、軌道上を走ることを考慮して、位置を補正する。
- 安定した情報提供: 情報が安定して継続的に提供可能な仕組みが必要である。サーバ/クライアント間は、無線回線を経由することから、安定したデータ転送が困難である。無線回線の中継基地局遷移、回線の断続的な切断が起こる。通信障害の発生を前提にシステムを構成する必要がある。
- 汎用的な機材によるシステム構成: 多くの車両にクライアントシステムを搭載するためには、汎用的な機材構成にすることで、入手の容易化と導入コストの低価格化をめざす。
- ユーザフレンドリーなインターフェース: 複数の情報表示方法および複数のデバイスを用いた情報表示方法について考える。

3 問題点

開発に当たり直面した多くの問題の中から、主要な2点について紹介する。設計思想1に関する問題は、測位

誤差に、設計思想2に関する問題は、ネットワークの回線に関する問題である。

- 測位誤差: GPSの計測値には計測誤差が含まれる。計測位置が、軌道外を示すことが多い。マップマッチング法を用いて、軌道上にマップングする必要がある。上り下り軌道のどちらにGPS測定値を補正すべきか選択する必要がある。路面電車は、交通状況の影響を受けやすく、運行予定から、方向の自動判断は困難である。
- ネットワーク回線の途切れ: 車両の移動により、無線回線の中継基地局の遷移が起きる。電波の弱い場所(高架下など)も走行するため、回線の断続的な切断も起こる。これら通信障害から自動復旧する必要がある。

データ転送中に通信障害が起こる可能性を低下させるためには、可能な限り転送すべきデータを削減することが望ましい。

4 解決方法

本章では、我々の用いたマップマッチング法について述べた後、転送データ削減方法について述べる。

4.1 マップマッチング

マップマッチング法[1]は、測定値を予め与えた点に補正する方法である。我々は、阪堺電気軌道阪堺線、我孫子道～浜寺駅前間の上り下り各軌道上に、5[m]間隔で、事前に位置を記録する。記録位置の総数は、上り下り各1700点ほどである。運行方向は、運転士が、システムに情報を与えることとした。

最も単純なマップマッチングは、測定値に最も近い記録位置を車両の現在位置とみなす。この手法は、与える位置情報数の増加に伴い、精度が向上するが、手間がかかる。そこで、最も近い補正点とその点に隣接する点が成す直線上に、測定値を射影する方法を用いる。路面電車の巡回半径が大きいことから、5[m]区間を直線で近似できる特性を利用する。

図1に、GPSによる測位値(GPSデータ)を補正する手法の概要を示す。GPSデータに最も近い位置情報は、事前に記録した位置情報2である。次に近い位置情報は、事前に記録した位置情報1であり、位置情報1,2の成す直線上にGPSデータを射影し、補正点を得る。

Developing a location service for Sakai-City Light Rail Transit
* Tetsuya TANIGUCHI ** Toru TAKAHASHI *** Koji YOSHIKAWA *** Naoyuki TSUKAMOTO ** Kazuo NOSE
* Dept. of Information Systems Engineering, Osaka-Sangyo University
** Dept. of Information Systems Engineering, Osaka-Sangyo University
*** Dept. of Human Life and Environment, Osaka-Sangyo University

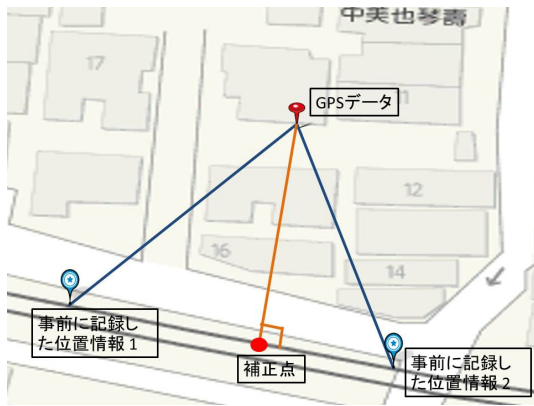


図 1: 最近傍点探索法による位置補正

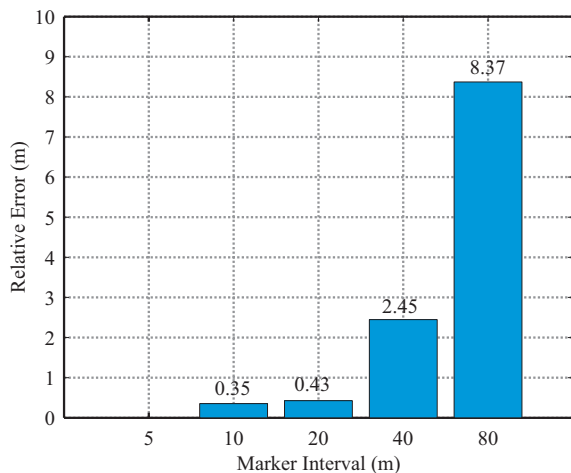


図 2: 記録間隔と相対誤差の関係

4.2 転送データ削減方法

測位頻度が高ければ高精度が得られる。一方で、測位頻度に比例して転送データが増加する。使用する GPS モジュール (GlobalSat: BU-353S4, [3]) は、1 [s] 周期での測位が可能であるが、 T [s] ごとに測位結果をサーバに送ることで転送データ量を $1/T$ に削減できる。

5 位置精度の評価

本章では補正の精度と、転送データ削減による誤差の増加を評価する。評価には、阪堺電気軌道阪堺線、我孫子道～浜寺駅前間の 10 往復分の運行記録を用いる。

5.1 実験 1: 事前記録位置の間隔による影響

マップマッチングに用いるための事前に記録する位置情報の間隔を変えることによる補正点の誤差を比較する。図 2 に記録間隔 5, 10, 20, 40, 80 [m] の評価結果を示す。車両の真の位置が、得られないため、5 [m] 間隔で得た補正点からの相対誤差で評価する。2 点間の緯度経度差をヒュベニの公式 [2] で距離への変換する。20 [m] と 40 [m] 間隔の間にギャップを確認でき、20 [m] 以下で十分な精度が得られることを確認できる。これは GPS の計測精度に関連していると考えられる。

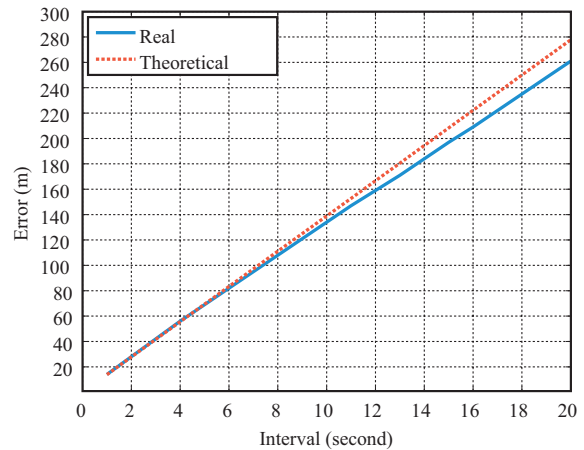


図 3: 測位頻度と最大誤差の関係

5.2 実験 2: 測位頻度による影響

1 ~ 20 [s] ごとに測定値をサーバに送る場合の、誤差を比較する。車両の真の位置が得られないため、1 [s] ごとに測定 / 補正した位置からの誤差を比較する。補正は、5 [m] 間隔で位置情報を記録した方法を用いている。

図 3 に測位頻度と最大誤差の関係を示す。路面電車の最高速度は 50 [km/h] (≈ 13.9 [m/s]) である。仮に最高速度で n [s] 経過すると、 $13.9n$ [m] 変位する (図 3 点線)。しかし、路面電車は、停留場間が短く、加速減速の他、停留場での停車、信号待ちによる停車があり、最高速度が長時間継続することがない。そのため、 n の増加に対して、低速状態や停車状態の頻度が増加し、図 3 実線は、単調増加しながら、傾斜が緩やかになる傾向を示す。

1 ~ 8 [s] 区間に注目すると理論値と一致している。これは、実際に約 8 秒間 13.9 [m/s] で運行されていることのためである。許容誤差 20 [m] で設計すれば、測位周期を 1 [s] にする必要がある。しかし、路面電車は、減 / 加速、停車が多く、速度分布は 80 % 以上が 10 [m/s] 以下である。測位周期を 2 [s] に設計しても、20 [m] 以内の誤差に入る可能性を 80 % 以上にできる。

6 まとめ

汎用的な機材で高精度の位置情報通知システムの開発を行った。マップマッチング法を用い測定値を補正する方法を紹介した。補正に用いる事前に記録する位置情報の間隔は、20 [m] 以下、また、測位周期は、1 ~ 2 [s] 程度必要であることが示唆された。

参考文献

- [1] J. Yang, et al., "The Map Matching Algorithm of GPS Data With Relatively Long Polling Time Intervals", Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.6, pp.2561-2573, 2005.
- [2] "測量計算", 国土地理院, <http://surveycalc.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/algorithm/bl2st/bl2st.htm>
- [3] www.globalsat.com.tw