

GPS を用いた列車の連続的な速度・位置検知の高度化に関する検討

○ [電] 近藤 城司 [電] 中村 英夫 (日本大学)

[電] 工藤 希 [電] 水間 毅 (交通安全環境研究所)

A study of upgrading the detection continuous position and speed using GPS

○Joji Kondo, Hideo Nakamura, (Nihon University)

Nozomi Kudo, Takeshi Mizuma, (National Traffic Safety and Environment Laboratory)

For cost reduction, we are now developing the train detection systems by GPS. However, there are several problems to detect the train continuously. Therefore, to solve them we developed some hybrid train detection system for example the combination of GPS and speed encoder on board or GPS and Doppler radar. Nevertheless, system has a weak point that is less-accurate detection at low speed. Therefore we are developing new continuous train detection system with combination of GPS, accelerator and gradient sensor for improving the accuracy of low speed. This paper describes the outline of this system and the result of running test.

キーワード：鉄道, GPS, 加速度センサ

Key Words : Railway, GPS, Acceleration sensor

1. はじめに

現在、列車の位置検知には、軌道回路等の地上側設備を用いているが、設備のメンテナンスコストがかかるという課題がある。そこで我々は、GPS を用いて列車位置検知を行うことにより、より安価な列車検知や鉄道運行管理システム構築をめざした研究を進めている¹⁾²⁾。

GPS を用いた列車の連続的な位置検知にはいくつかの問題点があり、それらの問題を解決する方法の一つとして、GPS と速度発電機やドップラーレーダを組み合わせたシステムが考えられているが、低速走行時において、両者共に構造上の理由により誤差が大きくなる。

そこで、加速度センサと傾斜角センサによる情報を加え、低速域における車両の位置・速度検知の向上策を図ったので、その概要と試験結果を報告する。

2. 試験概要

GPS による位置検知の精度を向上させるため、GPS と加速度・傾斜角センサを試験車両の車内に設置し、GPS 速度と加速度・傾斜角センサによって求めた速度・位置検知の精度の比較を行った。図 1 に試験装置を示す。



図 1 試験装置

3. 試験結果

3.1 GPS 速度と加速度・傾斜角センサによる速度の比較

実線路で試験走行を行い、GPS 速度と加速度・傾斜角センサのデータから求めた速度の比較を行った。

加速度・傾斜角センサから得た加速度は、車体の振動などの影響による誤差を取り除くため、列車が発進してから停止するまでの加速度の合計が 0 になるようにドリフト補正を行った。GPS 速度と加速度・傾斜角センサによって求めた速度の比較を図 2 に示す。

図 2 より発進・減速等の速度変化の急峻な場合において、ほぼ GPS による速度と同傾向となった。しかし、停止時等の加速度が小さい場合においては誤差が大きくなった。

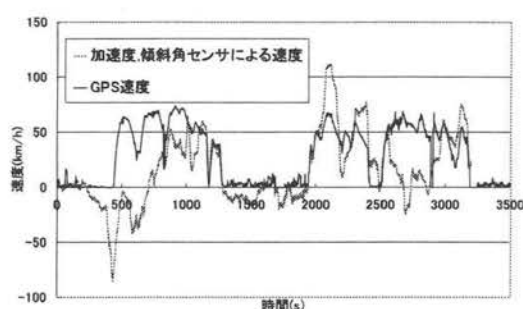


図 2 GPS 速度と加速度・傾斜角センサによる速度の比較

3.2 低速域における加速度・傾斜角センサによる速度

次に、速度発電機やドップラーレーダでは精度の低い低速域に限り加速度・傾斜角センサを用いた速度の取得が有効であるか検証を行うため、GPS 速度の非低速域を GPS

からの切替速度として低速域を加速度・傾斜角センサによる速度情報に切り替える。その際、測位精度の劣化したGPS速度を切替速度として速度を求めることを防ぐため、非低速域の中でDOP (GPS衛星の配置による測位精度劣化率) の低い速度を切替速度として同様に低速域の速度を求めた。

今回は、低速域をGPS速度が10km/h以下の場合とし、高DOP域をDOPが5以上の場合とした。

GPS速度と低速・高DOP域を加速度・傾斜角センサに切り替えて求めた速度を図3に示す。

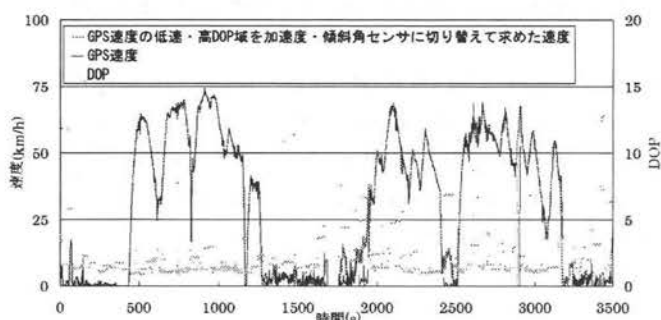


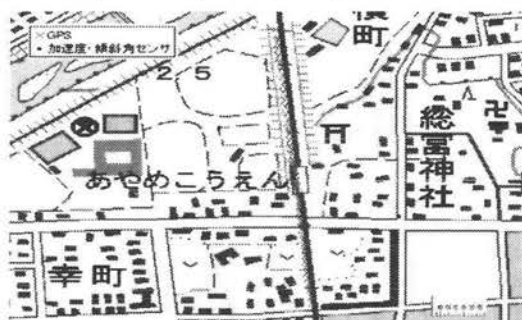
図3 GPS速度の低速・高DOP域を加速度・傾斜角センサに切り替えて求めた速度

図3よりGPS速度と低速・高DOP域を加速度・傾斜角センサに切り替えて求めた速度は概ね一致した。

3.3 加速度・傾斜角センサを用いた位置検知

GPS速度と低速・高DOP域を加速度・傾斜角センサに切り替えた速度から求めた位置とマップマッチングを行ったGPS単独の位置検知の比較について図3に示す。

図4より加速度・傾斜角センサを用いる時間が短い場合については、GPSによって得た位置と加速度・傾斜角センサを用いた位置検知は概ね一致した。



「国土地理院数値地図 25000 (地図画像)『長井』」

図4 GPS位置検知と加速度・傾斜角センサを用いた低速・高DOP域における位置検知 (停止時間: 12s)

4. 考察

加速度・傾斜角センサを用いた速度は、低速域において、GPSのDOP値との関係をうまく整理すれば、ほぼGPSによる速度と同傾向となった。

GPS速度をDOPの低い低速域の直前の速度を切替速度として、加速度・傾斜角センサを用いて求めた低速域の速

度はGPS速度とほぼ一致したため、低速域において、GPSによる速度検知が不能になった場合の補完として加速度・傾斜角センサを用いる方法も有効であると考えられる。

位置検知については、長時間停止した場合において、加速度・傾斜角センサに加わる車体の振動等による誤差が蓄積し精度が得られなかった。しかし、短時間の切り替えについては可能であると考えられる。

一方、GPSによる測位は信頼性や精度に課題がある。したがって、これらの課題を解決するため、車両の前後にGPSを設置し、2つのGPSやその他の速度計とそれぞれ比較し合いながら信頼性や精度を保つシステムが考えられる。

図5に列車の前後に設置したGPSを用いて測位を行うアルゴリズムの1例を示す。

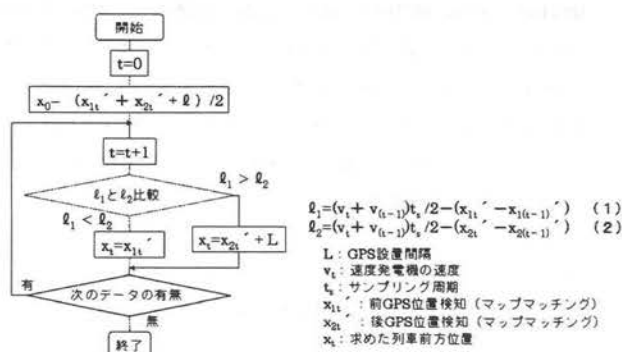


図5 GPSを2つ用いて列車位置検知を行うアルゴリズム

5. おわりに

より安価な列車位置検知手法としてGPSを用いた列車の連続的な位置検知手法を開発しているが、いくつかの問題点があり、今回、それらを解決する方法の一つとして、加速度センサと傾斜角センサを用いて求めた低速域における車両の位置・速度検知の試験を行った。

加速度・傾斜角センサから得られた速度は、低速域において、GPSのDOP値との関係をうまく整理すれば、ほぼGPSによる速度と同傾向となった。

また、GPS速度を低速域の直前かつDOPの低い時刻の速度を切替速度として、加速度・傾斜角センサを用いて求めた低速域の速度は、一部を除きGPS速度と一致し、加速度・傾斜角センサによる停止判定の可能性が示された。しかし、加速度・傾斜角センサを用いた位置検知については精度が十分とはいえないので、位置検知精度向上のためのアルゴリズムや他のセンサについても検証を行い精度の向上を図る。

参考文献

- 1) 伊藤他, : GPSと通信を利用した踏切衝突防止機能の検討, 電気学会研究会資料, 交通・電気鉄道リニアドライブ合同研究会, TER-07-23, pp.1-6, July.2007.
- 2) 水間他, : LRT高機能運行支援システムの開発(第一報), 電気学会研究会資料, 交通・電気鉄道研究会, TER-07-40, pp.23-26, Sept.2007.