

軌道検測車を用いた位置情報取得システムの実用性の評価

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○永尾 健祐 正会員 曾我 寿孝 正会員 高山 宜久
 ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 非会員 中山 忠雅 非会員 向井 雅俊
 株式会社インフォマティクス 非会員 加藤 昌史

1. はじめに

西日本旅客鉄道株式会社（以下、当社という）では、目視等の人力による地上検査を車両に搭載した画像処理・センシング技術等を活用することで人力によらない検査体系の構築（以下、地上検査の車上化という）に取り組んでいる。地上検査の車上化では、軌道検測車に限らず車両が走行している正確な位置を適切に把握することが必要となる。

現在、当社で運用している軌道検測車は、車速信号と一定間隔毎の地上子を活用した補正処理等により、線路長手方向の位置情報を概ね適切に把握することが出来る。一方で、駅構内等の多くの線路が存在する場合、線別・番線情報の把握には、人力に頼っている現状である。人力によらない手法として、RFID タグ等を活用した技術¹⁾があるが、全線に設置することとなり、管理面とコスト面に課題がある。

本稿では、地上設備が不要であり、コストを最小限に抑える手法として、位置情報取得システム（以下、本システムという）を軌道検測車に仮設し、その実用性を検証したので、概要をとりまとめて報告する。

2. 本システムの構成

図-1 に軌道検測車に搭載した本システムの構成を示す。

本システムでは、GNSS 測位と加速度・角速度センサー（以下、6 軸センサーという）の計測に加え、車速信号を車両から取得し、これらのデータと車上に搭載した電子線路平面図等から作成した線形・分岐器情報等の地上設備データを用いて走行しながらリアルタイムにマップマッチング処理を行い、線別・番線の識別を行う仕組みとなっている。なお、「マップマッチング処理」とは、位置情報を取得する方法には、GNSS を用いる方法（衛星航法）と車速信号・6 軸センサーを用いる方法（自律航法）等があるが、これらの情報を元に算出した位置情報には多少の誤差が含まれており実際の位置とはズレていることがあるため、地図データを用いてこのズレを最適と思われる場所に補正することをいう。一般的に知られている技術として、自動車に搭載されているカーナビゲーションシステムにおいてもマップマッチング処理が使用されている。

3. アルゴリズムの概要

本システムについても、マップマッチング処理の技術を活用し、軌道検測車の走行位置情報を把握するアルゴリズムを検討したので以下に示す。

(1) 一般区間（分岐器区間以外）走行時のアルゴリズム

本システムが起動すると、GNSS の緯度経度が示す地点から最寄の線路に対して垂線を下ろした位置（以下、GNSS 位置という）を取得する。この位置が始点の位置情報となる。その後の軌道検測車の走行位置の判定には、車速信号の移動距離による走行位置（以下、車速位置という）と GNSS 位置のどちらの位置情報を使用するのか、GNSS の測位精度の状況に応じて、1 秒毎に判定をしながら走行位置の判定を行う。（図-2）なお、GNSS の測位精度の判定では、以下の 3 つの条件を全て満たす場合を GNSS の測位精度が良い時と判定することとした。

キーワード GNSS, 車速信号, 角速度センサー, 加速度センサー, マップマッチング

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目 4 番 24 号 西日本旅客鉄道（株） 鉄道本部 技術開発部 TEL 06-6376-8136

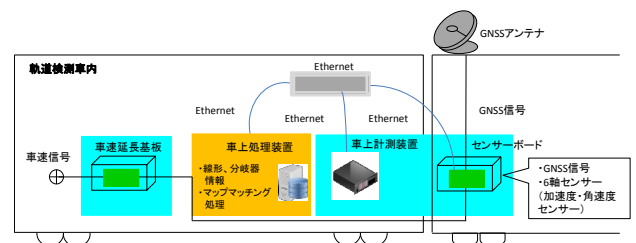


図-1 本システムの構成

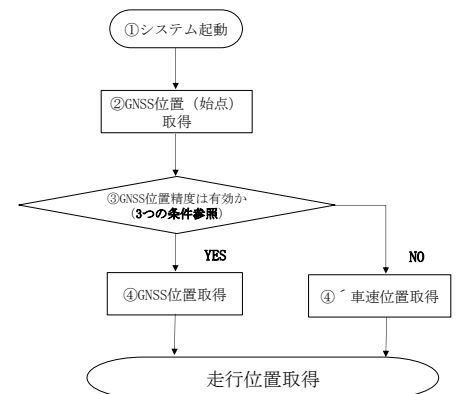


図-2 一般区間走行時の処理フロー

- ①DOP 値（GNSS の測位精度の劣化の程度を表す数値）が、閾値よりも小さい値である時
- ②GNSS 速度（GNSS の緯度経度の変化量による速度）と車速（車速信号による速度）がほぼ同じ値を示す時
- ③GNSS 位置から最も近い線路に対して垂線を下ろした場合、その垂線の長さが閾値よりも小さい（線路中心に近い）時

(2) 分岐器区間走行時のアルゴリズム

一般区間走行時の判定により、軌道検測車が分岐器の位置に到達すると、分岐器区間走行時のアルゴリズムに処理が移行する仕組みとなっている。分岐器区間走行時のアルゴリズムは、図-3 のフローで処理を行う。

基準側及び分岐側走行の判定は、角速度センサーの計測値を使用する。分岐器の番数が大きくなると、クロッシング角度は、小さくなるため、走行時に得られる角速度の計測値も小さくなると推定される。また、分岐器の番数が大きくなると、分岐器の延長は長くなる。これらのことから、分岐器の番数に応じて、角速度の理論値と取得範囲を設定し、処理を行うこととした。

4. フィールド試験概要

当社保有の軌道検測車に本システムを仮設し、線別・番線情報を識別するフィールド試験を行った。なお、データの取得期間は、約 1 週間である。

(1) 評価方法

評価方法は、走行した線路を線路ブロックと呼ばれる分岐器を境界にして分割されている線分単位に分け、実際に走行した線路ブロック数 (N) のうち、正解の線路ブロック数 (n) がどのくらいの割合であるかにより評価した。判定が正解であっても、一部区間で誤って隣接線等を判定結果に出力してしまう場合も想定される。このような場合は、不正解として評価した。

(2) 評価結果

図-4 に処理結果のイメージを、表-1 に走行線区と評価結果を示す。839 の線路ブロックで評価した結果、全ての線路ブロックで軌道検測車の走行位置を正確に把握することが出来た。これは、分岐器の位置に軌道検測車が到達したことを、車速信号による位置検知に加え、GNSS による補正処理を追加することで正確に把握することが出来たこと（図-4 参照）及び分岐器区間走行時において、角速度の計測値による判定を行う際、分岐器の番数に応じて角速度の理論値と取得範囲を設定し、分岐器のクロッシング角度及び分岐器長さに応じた最適な閾値により、判定を行うことが出来たためと考えられる。

5. おわりに

今後は、実用化をふまえ、さらに試験区間を拡大し、現行の分岐器区間走行時の番数に応じた角速度の閾値および取得範囲等のアルゴリズムの妥当性を確認する。また、一度、軌道検測車の走行位置を正しく判定できた区間についても、再現性の確認を行う。

参考文献

1) 葛西亮平, 矢作秀之, 小西俊之: 線路設備モニタリング装置の自動測定ロジック改善, 鉄道工学シンポジウム論文集, 第 20 号, 2016

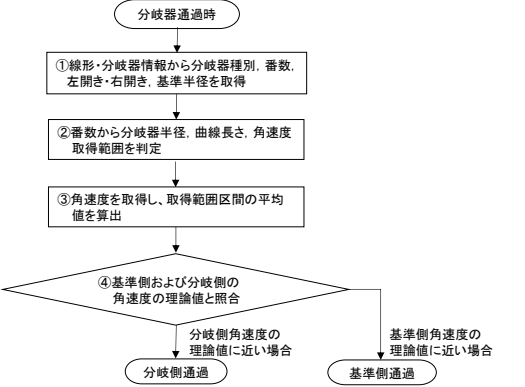


図-3 分岐器区間走行時の処理フロー

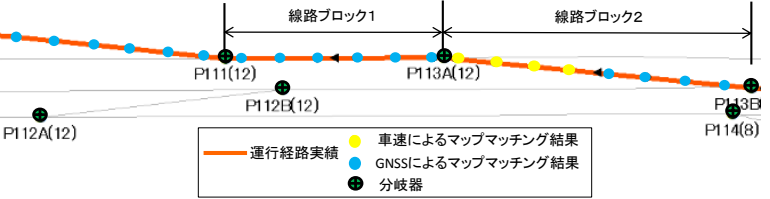


図-4 処理結果イメージ

表-1 走行線区と評価結果

NO	走行線区	走行した線路ブロック数 (N)	正解した線路ブロック数 (n)	分岐側へ進出した回数
1	奈良線・大和路線	142	142	22
2	和歌山線・桜井線	98	98	13
3	紀勢線	279	279	48
4	阪和線・関西空港線・紀勢線	176	176	17
5	東海道線・大和路線・奈良線	144	144	30
—	合計	839	839	130