

センサデータを活用したトンネル内走行軌跡推定手法の提案

三井共同建設コンサルタント株式会社 正会員 ○吉武 俊章 木下 義博
 福島工業高等専門学校 特命准教授 正会員 江本 久雄

スイス連邦工科大学ローザンヌ校(EPFL)客員教授 (山口大学名誉教授) フェロー会員 宮本 文穂

1. はじめに

地方公共団体の道路管理者にとって、近年の公共事業費や職員数の削減、組織統合による現場までの距離の遠隔化および管理すべき施設の増加という社会環境の中で、効率的な道路施設の維持管理が求められている。筆者らはこれまで、車載可能な汎用性のあるビデオカメラ、マイクおよびGPS付3次元モーションセンサ(以下、センサ)により取得できるデータを活用して、舗装路面の客観的評価、要対策箇所の抽出を安価で簡易に実施できる手法を提案している¹⁾。本稿では、GPS信号の捕捉が困難なために、正確な測位情報が得られないトンネル内での走行軌跡を、実際の道路の測定(センサ)データに基づいて推定する手法を提案・考察する。

2. 走行軌跡推定手法の概要

今回使用した測定車両とセンサ設置状況を図-1に、センサスペックを表-1に示す。このセンサで取得されるデータは、3軸加速度および角速度(100Hz)とGPSによる緯度経度情報(4Hz)である。また、ハイビジョンカメラにより走行映像(30コマ/秒)を記録する。データ解析により、トンネル内ではGPSでの正確な測位は困難であり、トンネルを出て約6秒後に正確な測位が可能となることが分かっている。このため、カーナビゲーションで導入されている自律航法のうち、進行方向と走行速度で逐次自車位置を計算する推測航法を活用して軌跡推定を行った。ここで進行方向を表すYaw角と世界測地系座標の関係を図-2に示す。次にYaw角と座標計算の関係を図-3に示す。図中の ΔN_1 が走行速度(秒速)、 ΔX_1 、 ΔY_1 がセンサ座標での速度成分で

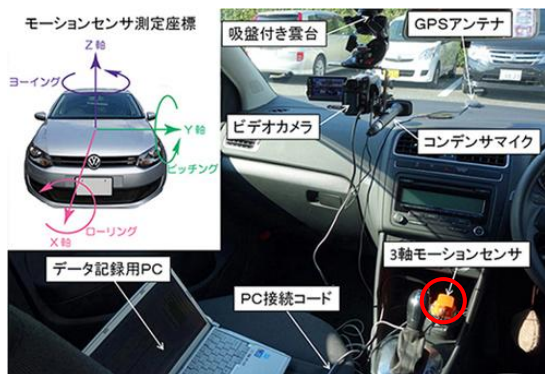


図-1 測定車両とセンサ(赤丸)設置状況

表-1 センサスペック

項目	表示単位	加速度
単位;unit		m/sec ²
最大尺度;FS	units	+/- 50
直線性	% of FS	0.2
ノイズ密度	units/√Hz	0.002
帯域幅	Hz	30
A/D解像度	bits	16
項目	性能	
GPS信号	4Hz, 2.5mCEP	
信号取得周波数	120Hz(max)	
最大入力加速度	4g	

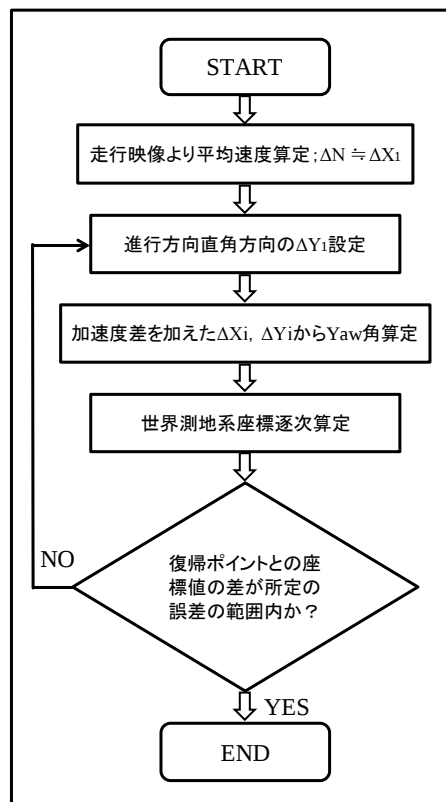


図-4 走行軌跡推定フロー

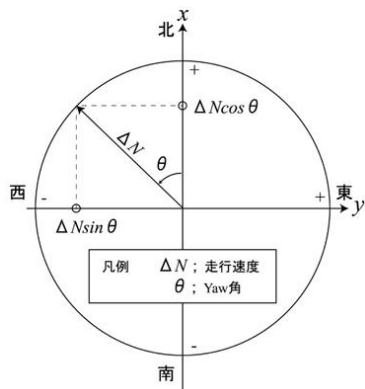


図-2 Yaw角と世界測地系座標

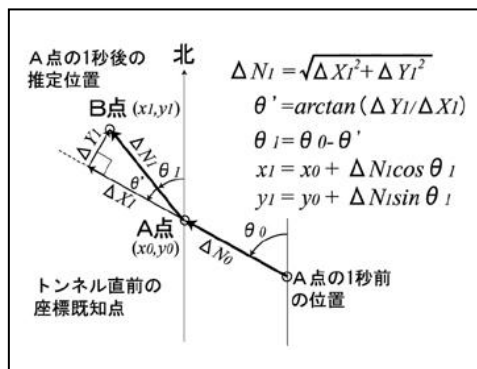


図-3 Yaw角算定と座標計算

キーワード トンネル内軌跡, 自律航法, ジャイロ, GPS, モーションセンサ

連絡先 山口県山口市大内小京都 4 番 3 号 (083)934-3822 yossy21@c-able.ne.jp

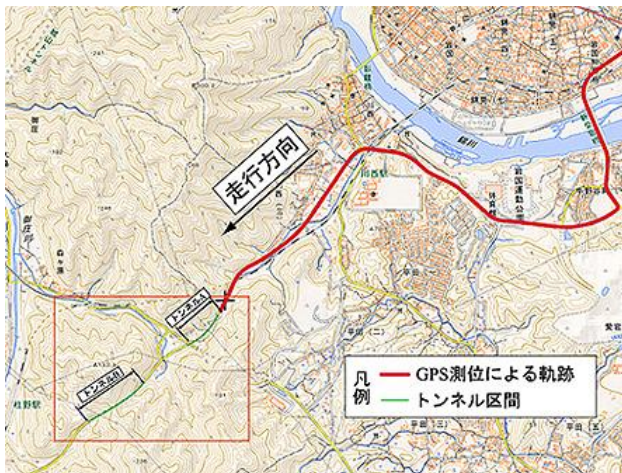


図-5 検証路線地形図と GPS 測位による軌跡



図-6 検証路線拡大図(図-5 中の赤枠範囲)



図-7 GPS 測位による元軌跡



図-8 走行軌跡推算後の軌跡

ある．これらの速度成分から θ' を求め、1秒前の θ_0 との差をとり θ_1 を求める．この θ_1 と $\Delta N1$ から世界測地系座標の移動距離を計算し、既知点 A の座標値に加算することで B 点の座標値を求める．この手順で図-4 に示すフローで、初期値の速度成分 $\Delta X1$ を推算区間内の平均速度、 $\Delta Y1$ をパラメータとし、1秒毎に X および Y 軸加速度の差を加えて、速度成分を復帰ポイントまで逐次計算を行い、所定の誤差内に計算結果の座標値が収まれば計算終了とする．次に、この計算結果をプロットすることで走行軌跡を推算・描画する手順となる．

3. 推算結果

今回検証対象とした路線の地形図を図-5 に示す．検証区間には 2 つのトンネル A, B が有り、測定車走行方向を図中に示す．図中赤太線は GPS 測位による軌跡であり、障害物もなく GPS 信号を十分に捕捉し、地図上の道路を正確にトレースしていることが分かる．図-6 は、図-5 の赤枠範囲を拡大したもので、トンネルを緑太線で示す．GPS 測位による軌跡（元軌跡）を図-7 の赤太線で示すが、トンネル入坑後に GPS 信号を捕捉できないため、道路を大きく外れた軌跡となり、トンネルを出て概ね 6 秒後に道路上に復帰し正確にプロットしていることが分かる．そこで、今回提案した手法によりトンネル入坑直前ポイントから GPS 信号復帰ポイントまでの区間について、走行軌跡推算後の軌跡を図-8 の赤太線で示す．その結果、走行軌跡推算後の軌跡が道路線形に重なることで、トンネル内の走行軌跡を正確に推算しており、本手法が有効であることが分かる．

4. おわりに

本稿では、センサデータを活用したトンネル内での車両走行軌跡の推算手法を提案し、その結果を検証したものである．今後は検証対象を増やして、精度の向上と補正逐次計算の簡易化を目ざしてゆく予定である．

参考文献

- 1) 吉武俊章, 溝部和広, 安村成史, 宮本文穂: 走行映像と車内走行音および車両振動を用いた舗装路面簡易評価システムの開発, 土木学会論文集 F4, Vol. 69, No. 1, pp. 12 - 31, 2013. 2.