

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

都市部におけるGNSSを用いた高精度測位解の利用可能性に関する研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 公開日: 2024-05-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小林, 海斗 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/2000164

博士学位論文内容要旨
Abstract of Dissertation

専攻 Major	応用環境システム学専攻	氏名 Name	小林海斗
論文題目 Title	都市部における GNSS を用いた高精度測位解の利用可能性に関する研究		

本研究では、Global Navigation Satellite System (GNSS)の高精度測位手法に焦点を当て、衛星可視環境が悪い都市部の環境で cm レベルの高精度測位解を利用できるかどうかの予測と推定を行った。対象とした高精度測位手法は Real-Time Kinematic (RTK) 測位と RTK と (Internal Measurement Unit) IMU、車速センサーを利用した統合測位、Quzai-Zenith Satellite System (QZSS)のサービスの一つである Centimeter-Level Augmentation Service (CLAS) の 3 つである。これらの高精度測位手法は Intelligent Transportation System (ITS) における走行レーンの判別や建設現場における測量や重機の操縦ガイダンスでの使用が期待されている。しかし、これらの高精度測位手法で cm レベルの測位が可能であるのは最適な衛星観測環境がある場合であり、都市部など GNSS 信号を適切に受信できない環境では cm レベルの解を常に担保することはできない。そのため都市部のどの区間で cm レベルの解を得ることができ、どの区間で cm レベルの解が得られないかを予測・推定した。予測・推定には国土交通省の公開している無料の 3D マップを使用した衛星可視環境のシミュレーション結果と実際の走行データを教師データとした機械学習を使用した。

まず RTK では衛星可視環境のみを使用して走行中に cm レベルの精度を持つ RTK Fix 解が得られる場所を 3 つの機械学習手法、K 近傍法・ロジスティック回帰、ニューラルネットワークによる深層学習で予測した。評価には 7 つの走行データを使用し、予測正答率の平均は 3 つの手法で 72.2%、72.9%、73.4%であった。予測性能を示す Receiver Operating Characteristic (ROC) カーブの面積(範囲 0~1)は 3 つの手法で 0.77、0.76、0.78 であった。各手法でほぼ同じ結果が得られたことで予測手法の方向性がある程度正しいことが確認できた。

次に RTK に加えて IMU と車速センサーを使用した統合測位解の水平誤差が車のレーン判別に必要とされる 30cm を超えているかどうかの推定を行った。近年懸念されるジャミングやスプーフィングを念頭に RTK Fix 解が得られない場合の誤差に注目して推定を行った。こちらは衛星可視環境に加えて GNSS の観測データを推定に使用した。評価には 3 つの走行実験のデータを使用した。推定はニューラルネットワークによる深層学習で行い、入力説明変数の組み合わせや重み付けを調整することで正答率が 78.6%、ROC カーブの面積が 0.80 であった

CLAS の利用可能性調査では都内 7 箇所衛星可視環境を 24 時間分シミュレートし、それらの環境が CLAS のパフォーマンススタンダードを満たすかどうかの評価を行った。さらに現行の QZSS4 機体制に加えて 7 機体制、11 機体制におけるシミュレーションも行い、QZSS の増加により CLAS のアベイラビリティが改善されることを示した。

また、RTK における RTK Fix 区間の予測手法を応用して地球上の測位衛星数が増加したときに RTK Fix 率がどの程度向上するかのシミュレーションを行った。シミュレーションは QZSS が 7 機及び 11 機体制になった場合と測位信号を提供する低軌道衛星が現れた場合の 2 種類で行った。QZSS の増加による RTK Fix 率の向上は 2 つの走行経路で評価し、どちらのルートでも 7 機体制、11 機体制と衛星が増えるにつれ RTK Fix 率が向上することを確認できた。低軌道衛星から測位信号が提供された場合のシミュレーションでは Starlink 衛星の軌道情報を使用して 7 つの走行ルートで衛星可視シミュレーションとそれを用いた RTK Fix 率の予測を行った。全ての走行ルートで RTK Fix 率が向上し、最大で 41%向上した。しかし低軌道衛星は GNSS に比べて速度が速いためビルの谷間では可視状態が継続す

る時間が短く、高層ビル街では効果が低いことも確認できた。

本研究では 3D マップを使用した衛星可視シミュレーションソフトを使用することで、観測現場に行かずに高精度測位の利用可能性を調査できるという利点を大きく示すことができたと考える。社会的な側面では建設現場で高精度測位を利用すべきか悩んでいるユーザーに RTK 導入すべきかどうかの判断目安になるとと思われる。自動運転バスなどを設計する際にはどこで RTK ができなくなり道路側の補助インフラ(カメラ用マーカールなど)が必要かどうかを知ることができると思われる。