

移動体における RTK 測位のシミュレーションに関する研究

フィールドテック	正会員	○福森	秀晃
日本大学	正会員	佐田	達典
タクモ	非会員	清水	哲也
フィールドテック	正会員	村山	盛行
日本大学	正会員	石坂	哲広

1. はじめに

現在、測位用の人工衛星は GPS、GLONASS が運用されており、今後も欧州の Galileo、日本の準天頂衛星など、打ち上げが進む予定となっている。図-1のように上空を飛来する測位衛星の数は将来的に増加することが見込まれ、安定して高精度測位を行うことができる環境が整い、カーナビゲーションの高度化、情報化施工の技術発展など、交通や建設分野への応用が期待される。しかし、測量作業等においては衛星測位を用いた技術があまり普及していないのが現状である。TS（トータルステーション）では、観測位置から観測点までの視通が確保できれば作業が可能となるが、GPS では衛星と観測者が時間とともに動くことに加え、建物や樹木等の周辺地物による電波遮蔽の影響を受けるため、事前計画では利用可能性を完全に把握できない。そのため、利用者は作業の確実性を考えて TS を使う傾向にあり、GPS 測量の普及が遅れている。したがって、衛星測位技術を有効活用するためには、事前に安定した測位が可能かをシミュレーションできる技術が必要であると考えられる。

そこで本研究では、高精度の測位が可能な日時と場所を予測できる手法について検討した。また、交通や建設分野への適用を視野に入れ、移動体における RTK 測位状況を想定し、時間軸を考慮したシミュレーションが可能となる手法を考えた。本研究の目的は、移動体における高精度測位の利用可能性を事前にシミュレーションする手法を構築することである。

2. RTK 測位のシミュレーション手法

(1) 手法の概要

本研究では、時間軸を考慮した移動体での RTK 測位をシミュレーションする方法として天空図を用いる。天空図とは、天空を同心円状に展開して周辺地物を表現するものである。移動体の速度に合わせて取得間隔を設定

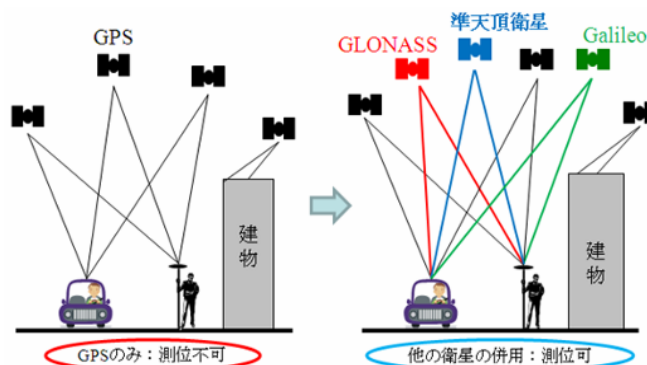


図-1 将来的に上空を飛来する測位衛星

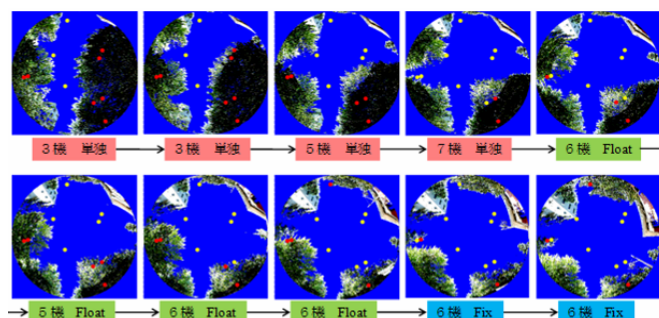


図-2 移動と時間経過による測位解の変化例

して天空図を作成し、図-2のように1枚ずつスライドさせることで、移動かつ時間軸を含めたシミュレーションを想定する。スライドさせることで可視衛星数と可視継続時間を抽出し、初期化時間のパラメータを取りこむことにより経路中の測位解をシミュレーションできると考えられる。初期化時間のパラメータについては、衛星測位に関する既存研究¹⁾で示されている衛星数と初期化時間の関係を利用する。

シミュレーションは、上記のように天空図を利用して衛星、観測点、周辺地物の3者の位置関係を表すことで実装する。そのため、シミュレーションしたい日付と時刻、移動する方向と速度、衛星の軌道情報が必要な情報となる。これらより移動体の経路中における測位解の種類をシミュレーションし、高精度測位の可否を事前に予測することが可能となる。

キーワード GPS RTK 移動体 3次元レーザースキャナー 天空図

連絡先 〒110-0016 東京都台東区台東 2-24-10 STビル1F 株式会社フィールドテック TEL03-6303-2662

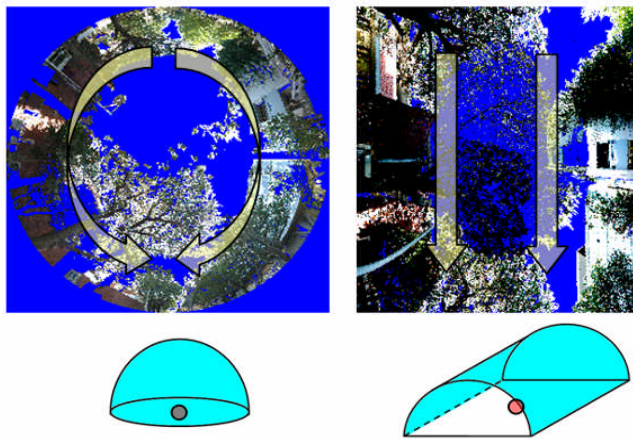


図-3 半球型天空図(左)と半円筒型天空図(右)

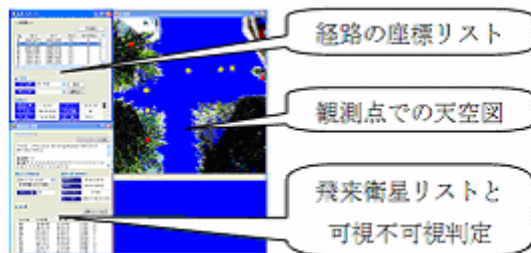


図-4 シミュレーションの起動画面

(2) 点群による地物表現と半円筒型天空図の適用

本研究では、周辺地物のデータとして地上型3次元レーザースキャナーで取得した3次元の点群データを利用する。実際に現地で計測したデータであるため、GISデータ等に比べて詳細な表現ができる。この点群データをメッシュ状に展開して天空図として表現する。天空図は、一般的には図-3(左)のような観測点周りの半球空間を展開した形状で表現されることが多いが、本研究では移動体でのシミュレーションを検討するため、図-3(右)のような観測点周りの半円筒空間を展開する形状について考案した。四角形で表現できることにより、天空図を連続させたときの移動方向に対する横断方向の歪み(図-3中の矢印)が小さくなり、移動体として評価しやすい点が優れている。

(3) シミュレーションの構築

シミュレーション起動時の例を図-4に示す。3つのウィンドウで構成し、左上にシミュレーション経路の座標リスト、左下に上空を飛来する衛星リストとその衛星の可視不可視判定を示す。右には衛星をプロットした観測点ごとの天空図を表示し、経路の座標リストを選択することでスライドさせることができる。

3. 予測手法の検証

構築した予測手法と実際のRTK測位状況を比較検証するため、実験を実施した。実験は2009年11月29日

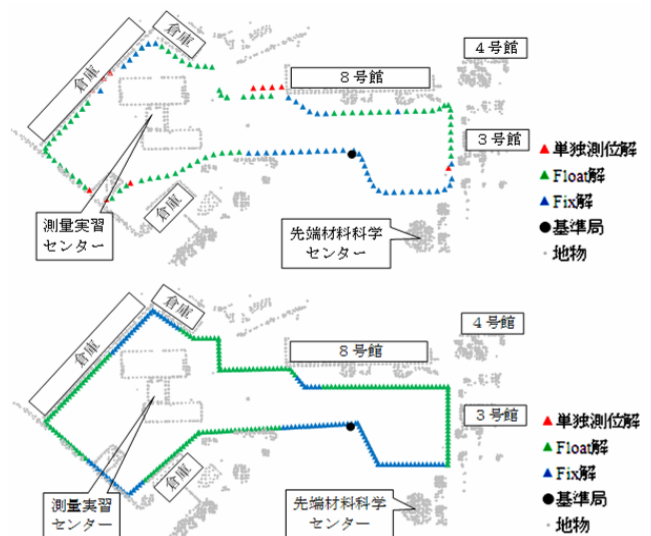


図-5 実測(上)とシミュレーション(下)の比較に日本大学理工学部船橋キャンパスで、一定箇所を周回する経路を選定して6週分のデータを取得した。移動体には経路を不自由なく走行できるセグウェイを用いた。

図-5は、ある1週の実測結果とシミュレーション結果の測位解プロット図の比較である。周辺地物と基準局の位置についても凡例の通りプロットして示す。上下の図を比較すると、出力される測位解の流れは同じであるが、実測ではFix解を得られなかった箇所でもシミュレーションではFix解となるケースが生じた。別の周回ではこの逆のパターンも散見された。

一部で測位解に違いが生じたのは、無線の受信状況や周辺地物によるマルチパス、衛星配置、初期化時間パラメータなどの受信機特性が影響したと考えられる。これらの項目を考慮したシミュレーションが可能となるよう改良することが今後の課題となる。

4. まとめと今後の展望

本研究では、RTK測位の利用可能性を事前に予測する手法を構築することができた。また、実際の測位状況と比較検証したことで、本手法で出力される測位解の流れが、実測値と大差ない結果となることを確認した。

本研究により構築されたシミュレーション手法がより高度なものとなれば、いつどこで高精度にRTK測位が可能かを予測できるため、事前計画に基づきRTK測位を実施できることが見込まれる。これにより測量作業をはじめ、多くの分野で利用が期待される。

謝辞

本研究は平成21年度科学研究費補助金基盤研究C(20560495)の助成を受けた。ここに記して謝意を申し上げる。

参考文献

1) 佐田達典他: RTK-GPSの初期化時間の決定要因に関する研究、土木情報利用技術論文集 Vol.18、pp.125-136、2009年