

令和元年5月24日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K18171

研究課題名（和文）三次元地図と衛星測位技術の融合による新たな都市部での高精度測位手法の開発

研究課題名（英文）Integration of GNSS and 3D Map for Precise Positioning in Urban Environments

研究代表者

鈴木 太郎 (Suzuki, Taro)

早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・主任研究員（研究院准教授）

研究者番号：80710368

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：都市部における衛星測位ではマルチパスと呼ばれる大きな測位誤差が発生し、現在までにこの有効な解決手段は示されていない。本研究では、GNSSと事前に得られた三次元地図を統合することで、建物の陰に隠れた衛星のマルチパス誤差を低減し、これまで不可能であった都市部における高精度測位を実現する。

Particle Filterを用いることで位置の仮説を生成し、それぞれの位置の仮説において、三次元地図を用いた衛星選択手法から、その仮説の尤もらしさを計算する手法を開発した。衛星測位において大きな誤差が発生する環境でデータを取得し、提案手法により従来の手法と比較して測位精度が向上することを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

都市部における衛星測位ではマルチパスと呼ばれる大きな測位誤差が発生し、現在までにこの有効な解決手段は示されていない。本研究では、三次元地図とGNSSを組み合わせるといった新たな測位手法を開発し、これまで困難であった都市環境における位置推定精度を向上させた。本手法は様々なアプリケーションに適用可能であり、新たな高精度位置情報を用いた応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：We have developed a precision positioning technique that can be applied to vehicles or mobile robots in urban environments where there can be large GNSS multipath errors due to the obstruction of satellites by buildings. We proposed a technique to realize multipath mitigation based on a satellite selection method that uses a 3D map to exclude invisible satellites. In the proposed method, the position is estimated through the particle filter. We propose the method to compute the likelihood of the particle using the GNSS positioning based on the only visible satellites that are determined by the 3D map. The evaluation results confirm the effectiveness of the proposed technique and the feasibility of its highly accurate positioning.

研究分野：ロボット

キーワード：GNSS GPS 衛星測位 位置推定 移動ロボット

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

GPS に代表される測位衛星、GNSS (Global Navigation Satellite System) は、測量分野、ITS 分野などで、地球上での正確な位置を計測する手段として広く利用されている。しかしながら都市環境では、マルチパスと呼ばれる衛星からの信号が建物や障害物などによって反射し、受信してしまうことにより、大きな位置誤差が発生するという課題がある。GNSS においてこのマルチパスは最も大きな問題として認識されており、特にビルが立ち並ぶ都市部では衛星測位が実用化できない大きな原因となっている。このマルチパスの中でも、可視衛星から直接波とマルチパス波を同時に受信する場合には多くの有効な方法が提案されているが、建物の陰に隠れた不可視衛星からマルチパス波 (NLOS マルチパス) のみを受信する場合には、現在のところ有効な方法が存在しない。このマルチパスによる誤差は突発的に発生する誤差であり、正規分布をとらない誤差である。このため、マルチパスが存在した場合、GNSS による計測精度を正規分布で見積もることが不可能であり、計測精度の信頼性を保証することができない。

2. 研究の目的

本研究では、建物の形状などを含めた三次元地図のデータベースと、GNSS 測位を複合した新しい衛星測位技術の開発を行う。三次元地図は現在航空レーザ測量の発展により、多くの都市部で整備が進んでいる。本研究では、三次元地図と GNSS 測位技術を統合することにより、これまでマルチパスの問題により衛星測位が利用できなかった都市部において、数十 cm 精度の測位精度を実現することを目標とする。

3. 研究の方法

本研究では、三次元地図と GNSS の複合により、都市環境で高精度に位置を推定する新たな測位技術を開発する。ここで、三次元地図と GNSS を複合して位置を推定する問題は、chicken and egg 問題であり、位置を推定するためにマルチパスを三次元地図から認識するためには、正確な位置情報が事前に必要となるという根本的な課題があった。本研究の核となるアイデアは、この問題に対し、Particle Filter を用いることでこの問題を解決する。図 1 に Particle Filter の概要を示す。Particle Filter はベイズ推定の実装の 1 つであり、Particle と呼ばれる位置の仮説を生成し、その仮説の検証を行う手法である。位置の仮説を複数生成することで、それぞれの位置の仮説に対して三次元地図からその仮説を評価することが可能になり、chicken and egg 問題を解決することができる。

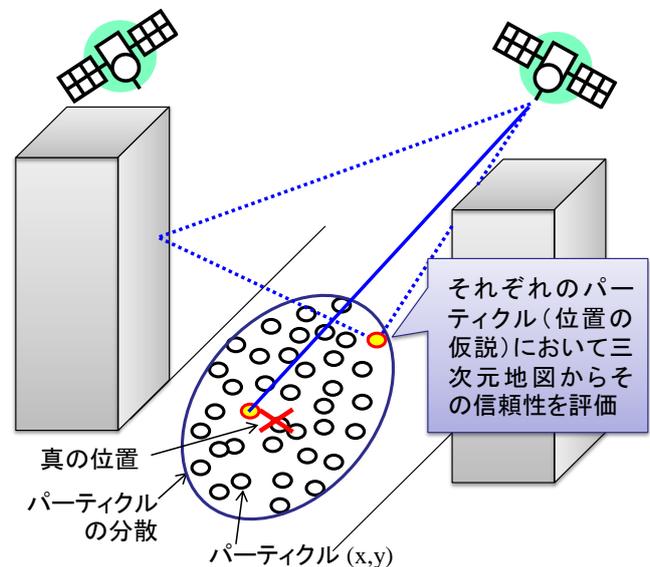


図 1 Particle Filter による GNSS と三次元地図の統合

4. 研究成果

提案手法を評価するため、新宿で移動実験を行った。実験区間は 500 m ほどの直線コースであり、高層ビルが立ち並ぶマルチパスが発生しやすい環境である。この区間で観測した全衛星を用いて測位をした結果、NLOS マルチパスの影響により測位解には水平方向で最大 202 m の誤差が発生した。この環境で提案手法による位置推定を行った。図 2 に、通常の GNSS 測位の結果と提案手法による位置推定結果を示す。通常の GNSS 測位では大きな測位誤差が頻発しているのに対し、提案手法による結果には大きな測位誤差は見られない。また、全区間を通しての水平方向の RMS 誤差は、通常の GNSS 測位の場合 19.4 m であるのに対し、提案手法では位置推定精度 1.6 m と大幅に向上した。

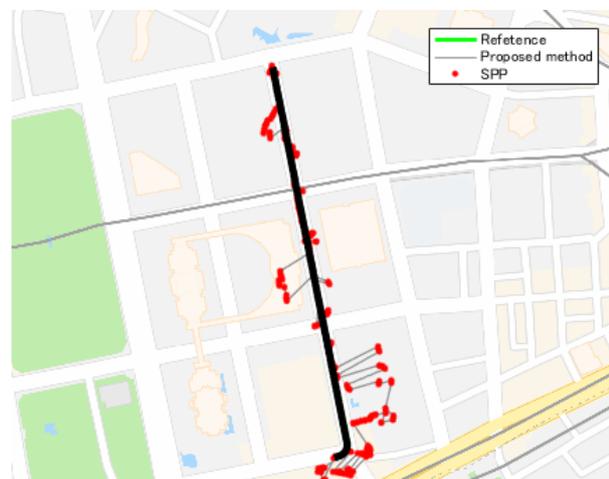


図 2 提案手法による位置推定結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 4 件）

Taro Suzuki, “Integration of GNSS Positioning and 3D Map using Particle Filter,” in The 29th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+ 2016), 2016. 査読付.

鈴木 太郎, “パーティクルフィルタによる GPS と三次元地図の統合に基づく位置推定,” in 第 21 回ロボティクスシンポジウム予稿集第, 2016, pp. 209-214. 査読付.

Taro Suzuki, “Particle Filter-based GNSS Positioning with NLOS Multipath Detection,” in The 29th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+ 2018), 2018. 査読付.

鈴木 太郎, “GNSS コード擬似距離残差を用いたマルチパス検出による移動ロボットの自己位置推定,” in 第 24 回ロボティクスシンポジウム予稿集第, 2019, pp. 209-214. 査読付.

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。