

審査の結果の要旨

氏 名 岩瀬 竜也

ナビゲーションから見守りサービスまでリアルタイム測位サービスは、多くのアプリケーションにとって不可欠な基盤的情報サービスとして認知されている。また近年は自動走行や屋外での機械作業の自動化を目標として一層高精度な測位サービスに対する需要が急速に拡大しつつある。しかしながら、基盤的なサービスに必要な「どこでも使える」「安価に使える」「いつでも信頼できる」という条件はまだ十分満たされているとは言えない。たとえば、人間の活動時間の中で大半を占める屋内空間においては、自律航法的な手法 (PDR: Pedestrian Dead Reckoning) や電波を発信するタグや Wifi 基地局などを利用する方法等が提案・実装されているが、電子タグや Wifi などが十分でない空間では非常に精度が低いこと、インフラなし測位を可能とする PDR による方法では時間とともに急激に精度が低下すること、精度の低下の少ないセンサ (ジャイロセンサ等) を利用しようとする機器が高価になることなどの重大な欠点がある。屋外においては衛星測位が一般的に利用されているが、利用頻度の高い都市部においては建物などによる反射シグナルの影響 (マルチパス問題) を受けやすく、精度が時として大幅に低下するなど信頼性に大きな問題がある。特にマルチパスの影響を受けた衛星が多数混在する都市部においては大きな課題となる。また、搬送波の位相を利用することで高精度測位が実現することはよく知られているが、電離層遅延の影響を除去するために高価な 2 周波受信機が必要になり、一般的な用途にはなかなか普及しないなどの課題がある。こうした課題を克服する一連の手法・システムの研究開発が強く望まれている。

本論文は、比較的短期間で普及させることのでき、かつ屋外・屋内をカバーできる測位システムの実現を念頭に、屋外空間においてマルチパスの影響を軽減できる測位方法、さらに安価な受信機で 2 周波受信機並みの精度を達成できる測位方法を開発すること、さらに屋内空間を対象に Wifi や電子タグ等のインフラが整備されていない状況下でも測位精度の大幅な低下を軽減する測位方法を開発し、上記の課題を解決することを目的としている。

論文は 9 章からなっている。第 1 章は序論であり研究の背景や先行研究の状況、残された課題を整理した上で研究目標を述べている。第 2 章は GPS による測位原理をまとめており、これまでの手法とその利点や課題を整理している。第 3 章はマルチパスによる疑似距離誤差の推定方法であり、車載の GPS 受信機

を念頭にマルチパスがどの衛星からの信号に含まれているのかを推定方法を開発している。具体的には各衛星の疑似距離に含まれている誤差ベクトル（マルチパスによる誤差を含む）と測位結果の誤差ベクトルとの関係を導出した上で、マルチパスの影響を受けていない基準衛星が存在し、かつ車両は常に道路面を移動することから高さ情報はすでに比較的高い精度で事前に与えられていると想定できることに着目し、高さ方向の誤差から衛星の疑似距離誤差を推定する方法である。実証実験を通じてその有効性を検証している。

第 4 章は搬送波位相を用いた高精度測位原理であり、現行手法の課題を整理している。

第 5 章は 1 周波高精度測位手法の提案であり、安価な 1 周波受信機を利用して搬送波測位による高精度化を実現する方法を提案している。具体的には車載環境を想定し、その際には安価な慣性航法装置（INS）も併せて装備されていることに着目し、INS から得られる車両の相対的な移動ベクトルを利用して複数エポック間で Fix 解を探索する方法である。実証実験の結果、1 周波受信機を用いても 2 周波受信機と同等の測位精度を達成できることが示された。

第 6 章は屋内測位手法と原理であり、既存の屋内測位手法を整理し、課題をまとめている。

第 7 章はインフラを使わない協調型屋内測位手法の提案であり、電子タグや Wifi などが存在しない環境下でも、PDR による測位精度低下を軽減する方法を提案している。具体的には、複数の利用者がすれ違うたびに位置情報を交換し、互いの位置推定精度を向上させるものであり、歩行経路をグラフ表現することで誤差調整の自由度を減らし、推定精度を向上させている。

第 8 章は、位置の信頼度推定手法の提案であり、マルチパスを排除して解のガウス性を保ちながら、マルチパス排除による分布の変化も考慮して信頼度を掲載できる手法を提案している。

第 9 章は結論と今後の課題をまとめている。

以上をまとめると、本論文は普及可能な安価な 1 周波受信機や INS センサの利用を前提に、屋外でのマルチパス排除や高精度搬送波測位手法を開発し、併せて屋内空間での位置情報交換による協調的な測位方法を提案して、インフラの不十分な空間でも誤差の拡大を軽減する方法を提案・実証している。空間情報科学に多大の貢献をしていると考えられることから、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。