

自律航行における屋内外測位方式有効性判別法の検討

Consideration of indoor - outdoor positioning method validity discrimination method for autonomous navigation

長野優¹⁾

指導教員 吉田将司¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 情報通信工学研究室

機械を対象としたシームレスな屋内外自律航法として、屋内測位と屋外測位を切り替えるシステムがある。本研究では屋外測位方式として GPS 測位、屋内測位方式としてビーコンを用いた PDR 法を使用する。各測位方式から得られた衛星情報や信号強度といった情報から、現在の測位環境における屋内測位と屋外測位の有効性の数値化を行う。その後、切替システムにおいて重要な測位の切替判断基準の算出を行う。

キーワード：GPS, シームレス測位, 自律航法

1. はじめに

近年、日本ではスマートフォンの普及率の増加に伴い、GPS を中心とした GNSS（衛星測位システム[1]）や、各種センサを用いた PDR（歩行者自律航法[2]）といった、屋内・屋外における測位技術が様々なサービスに利用されている。これら測位技術を用いたサービスは、人間が取得した情報を判断する前提である。人間は膨大な周囲環境情報の把握や、思考によって得られる予測など、高度な処理を実時間的に行うことができる。一方で、無人の自律航行システムでも人間のような高度な処理が可能となり、技術開発が進められている。その高度な処理の一つとして「屋内外を連続的(シームレス)に判別」することが挙げられる。しかし、センサや信号処理に高額なコストが掛かってしまうのが現状である。そこで本研究では、まず測位方式を切り替える簡易的なシステムを提案する。次にシステム内切替基準の算出に用いる数値化手法を実験的に行う。

2. 測位切替システムについて

シームレス測位による自律航行を実現するためには、切替基準点となる出入口付近での挙動が重要となる。そこで簡易に実現可能な方式として、図1の切替方式を提案する。これは屋内測位と屋外測位によって得た情報より、測位方式の切替基準を算出するシステムとなる。測位方式は屋外で

はGPS測位、屋内ではBLEビーコンを用いたPDR法とした。切替基準の算出は各測位情報（電界強度や座標の分散）から有効性を数値化し、比較することでより大きい値の方を採用する。

3. 屋外切替基準範囲の確認実験

GPSを用いた屋外測位では、建物付近でマルチパスなど取得座標に誤差が発生する。そこで測位方式の切替を行う屋内外の境界における、GPSで誘導可能な範囲を確認するために2DRMSを用いた精度評価実験を行った。実験は建物付近から直線距離0m~6mの範囲で壁から1m刻みで各30分ずつ単独測位を行い、各測位点における2DRMSによる測位精度の評価を行った。図2に実験結果を示す。建物周辺1m以内では2DRMSが大幅に増大し、また3m~4mの区間において約5mほどの変化を確認した。この結果からGPSの単独測位によって安定した測位を行うためには5m以上の距離が必要となることが分かった。

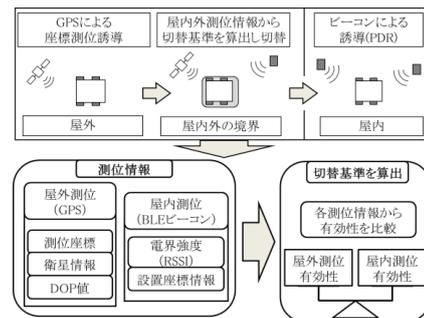


図1 測位方式切替システム

4. 衛星情報からの障害物判断実験

GPS 測位の有効性数値化の方法として、単独測位による GPS 衛星の取得情報から、簡易的に周囲環境を把握する実験を行った。実験方法は、まず取得した全ての衛星情報(方位角、仰角、C/N 値)をプログラム内でリスト化する。リストは方位角 360° を 8 分割、仰角 90° を 3 分割、計 24 のエリアに分け、C/N 値からそれぞれのエリアを有効と無効の 2 つに分ける。実験は本校(サレジオ工業高等専門学校)の中庭で行った。図 3 に実験結果を示す。図中左は実験環境の概要図であり、丸印が測位点である。図中右は測位点における環境把握結果である。把握結果は、有効衛星のエリアは見通し範囲、無効衛星のエリアは障害物の位置と合致し、障害物と衛星測位結果に関連性を確認することができた。また取得した衛星数と範囲から、障害物による座標分散や衛星の取得比率という形で屋外測位環境の数値化が期待できる。

5. ビーコンの選定

PDR に使用するビーコンとして、本研究では BLE ビーコンを使用することとした。これは日本が 2020 年のオリンピックに向けて BLE ビーコンを公用屋内空間(駅、工場、オフィス等)に設置する計画を発表しているためである。本研究では Microchip 社の RN-42 を使用した。RN-42 には RSSI を取得する機能があり、設定送信電力(本研究では既定値である $16[\text{dBm}]$)と受信電力の比を MAX255 ~ MIN0 の相対値で得ることができる。

6. RSSI 取得実験

BLE ビーコンによる屋内測位の有効性数値化手法として RSSI の取得実験を行った。実験方法は壁面と出入口付近にビーコンを設置し、各ビーコンから直線で 7m 地点まで各 1m 毎に 30 分間 RSSI を取得し、平均値を評価に用いた。図 4 に実験結果を示す。結果は 5m までは線形的に変化した。また安定した屋外測位に必要な 5m 地点以降では大幅な変化が見られないことから、有効性数値化に使用できるデータを入手できた。

7. まとめ

今回の研究実験から屋外測位における、測位の有効性を数値化するための情報を得ることができた。今後は BLE ビーコンによる電界強度情報の取得実験を行い、屋内・屋外測位の有効性の数値化を行う。その後仮の切替基準点を設定し、試験車両を用いた実験を行うことで妥当性を確認する。

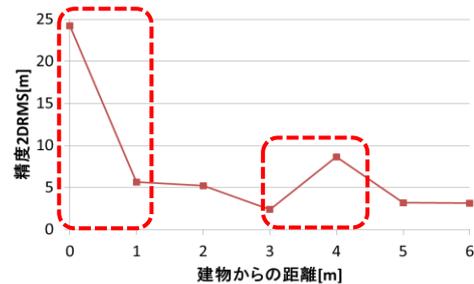


図 2 建物周辺における GPS 精度測定結果

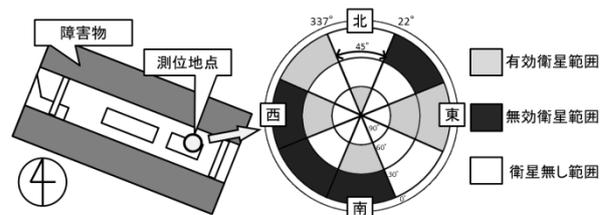


図 3 GPS 周囲環境把握実験結果

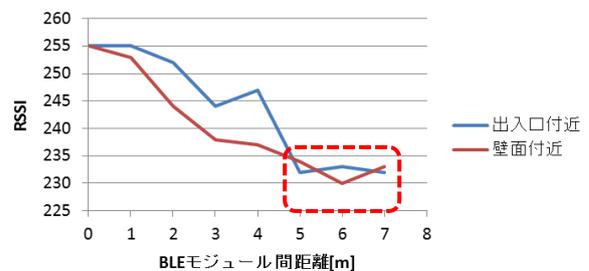


図 4 RSSI 取得実験結果

参考文献

- [1] 岩田昭雄, “次世代測位衛星利用の効果と複数の衛星測位システム(マルチ GNSS)測位に向けて,” 国土地理院, pp.5-8, (Feb.2016)
- [2] 中尾 治一, “屋内測位技術の動向について,” 応用技術株式会社技術レポート, Vol.22, pp.50-51, (Dec.2014)