

# 連続した屋内外の自律航行における測位方式切替手法の検討

## Consideration of Switching Method of Positioning Method in Continuous Autonomous navigation for Indoor-Outdoor

サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 情報通信工学研究室

長野優

指導教員 吉田将司

キーワード：GPS, シームレス測位, 自律航法

### 1. はじめに

近年、GPSなどの衛星測位システム（GNSS）における衛星の数が世界中で増加傾向にあり、複数のセンサを内蔵したスマートフォンの普及が進んでいる[1][2]。それに伴い測位技術を利用した自律航法の需要が高まってきている。例としては、スマートフォンに内蔵されたGPS測位やセンサを用いた座標測位によるPDR（歩行者自律航法）が開発され、実用化されている[3]。しかし現在の自律航法は屋内測位と屋外測位を別々のシステムとして扱える人間を対象としている。そのため、人間向けのナビゲーションサービスが基準となっており、機械を対象とした屋内外における自律航法は確立されていない。そこで本研究ではまず実験用の自律航行車を開発し、その後屋内外の測位方式を適宜切り替える手法を検討した。

### 2. 屋内外における自律航法システムの現状

現状の自律航法システムは屋内と屋外の両環境で使用する場合に、測位システムの使用可能な範囲を制限し、補正範囲を絞り込むことで自律航行を確立している。これらの例としてGPSを用いた屋外方式とビーコンを利用した屋内方式を図1と図2に示す。GPS方式は複数の衛星から電波が届く範囲では安定した測位ができるが、屋内や障害物などの電波が遮られる環境では安定した測位ができない。そこで道路上にいる等の条件を付加し、センサから得た移動情報などを組み合わせた実座標とのズレを補正するデットレコニング法を用いている[4]。これにより衛星から測位できない

環境でも自律航行を可能としている。ビーコンを用いた方式は三軸センサなどによって得た移動情報とビーコンからの情報で実座標との誤差を補正している。このようなセンサを用いた自律航行では屋外環境においても範囲を拡張することで自律航行が可能である[5]。しかし、これでは限定的な環境内でのみ使用できないため、屋内外環境における汎用的な自律航法はまだ確立されていない。そこで本研究では屋外測位と屋内測位を適宜切り替えることにより、屋内外の境界において動作が妨げられないシームレスな自律航法の実現を目指す。

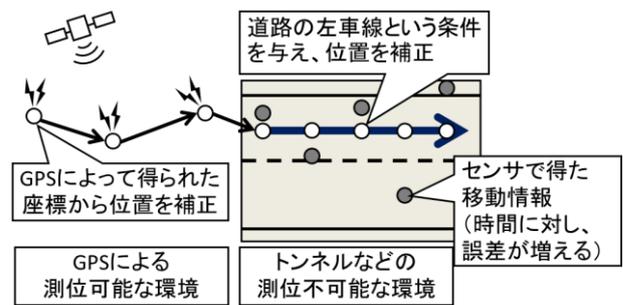


図1 GPSを用いた屋外自律航法

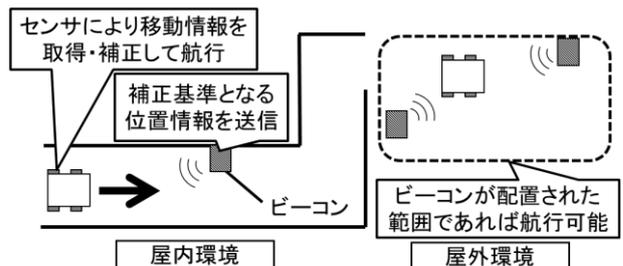


図2 ビーコンを用いた屋内自律航法

表 1 各測位方式の屋内外適性比較

測位方式	屋外	屋内	屋内外	備考
GPS測位	○	×(※1)	×(※1)	※1 屋内にIMES等で拡張すれば△
ビーコンを用いた測位	△	○	△(※2)	※2 小規模な範囲であれば○
マッピングによる測位	△(※3)	○	△(※3)	※3 特徴的な基準がある範囲は○
センサのみによる測位	(※4)	(※4)	(※4)	※4 短距離なら○遠距離なら×(補正がかけられないため)

### 3. 使用する測位方式の選定

切り替え方式を検討する上で、屋外測位は GPS 測位を使用し、屋内測位は PDR を使用することとした。この際に行ったいくつかの測位方式における屋内外適性の比較を表 1 に示す。GPS 測位は屋外において使用できる範囲及び精度に優れ、受信規格が確立されているために簡易な開発が可能である。PDR は他のビーコンを用いた屋内方式と比べ、補正データの受信回数を減らすことができ、適用環境に優れるため汎用性が高い。屋内方式ではエリアマッピング方式を考慮したが、マッピング用のセンサとメモリによる消費電力の多さから、使用範囲が狭まるとして、PDR を選択した。

### 4. 提案する切替方式

本研究における理想的なシステムとしてシームレス測位の概要を図 3 に示す。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。そこで現時点で実現可能な方式として、図 4 の切替方式を提案する。これは GPS 測位を基準とした方式で、主に屋外から屋内へのシームレス測位による自律航行を考慮したものである。この方式は屋外基準範囲に自律航行対象が進入した時に、屋内へ安定して移動できる入口基準座標に移動し、同時に屋内測位方式の起動を行う。続いて入口基準座標から屋内基準座標へ移動しつつ、屋内測位の起動準備を行う。最後に屋内基準座標に到達後、屋内測位へ切り替える。また屋内から屋外に移動する場合も同様な処理によって行うものとする。これにより屋内測位の起動準備時間を用意でき、切替時のタイムラグ減少が見込める。しかしこの方式では切替タイミングの地点で基準となる測位情報が途切れてしまった場合、シームレス測位が達成で

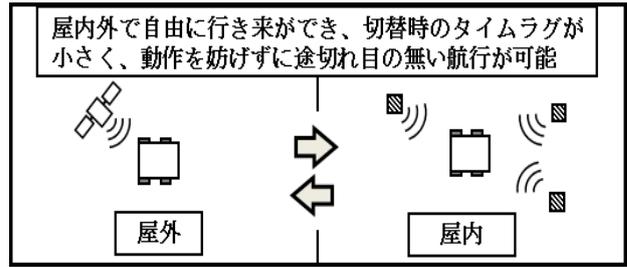


図 3 理想的なシステム (シームレス測位)

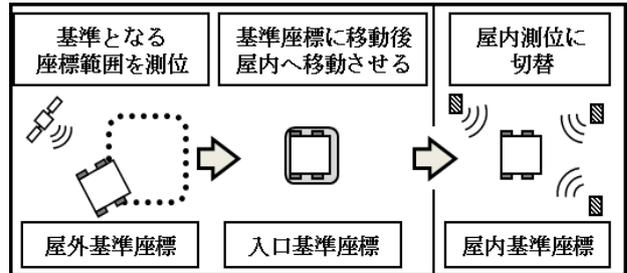


図 4 GPS 基準による切替システム

きない可能性がある。そのため、まず基準座標の誤差範囲と測位切替にかかる時間との関係を調査する。

### 5. まとめ

現在は GPS 測位基準による屋外自律航行試験車の開発を行っている。試験車の完成後に今回提案した方式の実証試験を行い、出入口における切替動作の確認及び、切替タイミング基準の能力の比較を行う。これにより屋内測位と屋外測位のどちらが、切替タイミングの基準判別における有用性があるかを調査する。

### 参考文献

- [1] 国土地理院,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”,pp.5, 平成 28 年 2 月
- [2] (総務省)“平成 29 年度情報通信白書, 第 1 章スマートフォン経済の現在と将来”, (<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/na000000.html>) (平成 29 年 10 月アクセス)
- [3] 応用技術株式会社,中尾治一,“屋内測位技術の動向について”,pp.50, 平成 26 年 12 月
- [4] 奈良先端科学技術大学院大学,樋口宗明,“移動体自己位置推定のための初期状態オブザーバの開発: 理論および二輪車両型ロボットの車庫入れ制御への適用”,pp.3-8, 平成 20 年 3 月
- [5] INTEC 技術情報誌,個別論文,先端技術研究所,吉沢奈津子,遠藤貴裕,永見健一,“屋内位置情報における推定技術の開発と新しいサービスの展開について”,pp.44-47, 平成 25 年 2 月