

## 測域センサと姿勢センサを融合した屋内位置推定システムに関する一検討

## A-14 A Study on Indoor Positioning System by Using Attitude Sensor and SOKUIKI Sensor

瀧 郁弥<sup>†</sup> 藤井 雅弘<sup>†</sup>  
 Fumiya TAKI<sup>†</sup> Masahiro FUJII<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 宇都宮大学工学部情報工学科

<sup>†</sup> Department of Information Science, School of Engineering, Utsunomiya University

## 1. はじめに

近年、スマートフォンやスマートウォッチ等の個人用情報端末の普及にともない、ナビゲーションや商業施設での動線分析といった位置情報を用いた情報サービスの需要が増加している。このようなサービスを実現するために、屋内での位置推定手法として測域センサと呼ばれるデバイスを用いた研究が注目を集めている。本研究では建造物の構造情報、姿勢センサを用いた姿勢情報、測域センサから得られる測距情報を融合した新しい位置推定システムの検討を行う。

## 2. 提案手法

本研究で用いる測域センサとは、周囲にレーザ光を照射し、壁面や構造物等で反射した反射光の到達時間をもとに反射点までの距離を算出することのできるセンサである。提案手法では、この測域センサを歩行者の腕部に装着して歩行することを想定しており、センサは歩行動作に応じてその姿勢が激しく変化すると考えられる。そこで、IMU(Inertial Measurement Unit)フィルタ[1]を用いて端末の姿勢推定を測距と同時に行うことで、測距情報と姿勢情報の統合を行う。位置推定の対象となる部屋の構造情報は、事前の測定によってレーザを反射する反射面の三角形集合として得られているものと仮定する。この際、部屋の構造内の任意の三次元空間上の点から反射面との交点の距離は Tomas Moller の交差判定により得ることができる。位置推定の目的は、測域センサと姿勢センサを搭載した端末の位置を表す原点  $o = [x_o, y_o, z_o]$  を推定することである。これは  $o$  の仮説から得られた反射面までの距離  $d(o)$  と測域センサから得られた計測距離  $\hat{d}$  の二乗誤差を  $f(o) = \|\hat{d} - d(o)\|^2$  とするとき、これを最小化する  $\hat{o} = [\hat{x}_o, \hat{y}_o, \hat{z}_o]$  を求めることで得ることができる。本研究では探索アルゴリズムによって  $\hat{o}$  を決定する。本アルゴリズムは、まず推定対象範囲の部屋を一定幅のグリッドで分割し、グリッド中心に候補点  $\hat{o}$  を置く。次に、候補点ごとに  $f(\hat{o})$  を計算する。最後に、最も  $f(\hat{o})$  が小さくなる  $\hat{o}$  を推定点  $\hat{o}$  とする。本研究では、次の推定点を推定する手順において 2 つの手法を比較する。まず一つは、各時系列においてすべての候補点に対して誤差関数の計算を行うものである。これを手法 1 とする。もう一つは、ある時刻で推定された推定点の上下左右を含む 5 つの候補点を次の探索対象とするものである。これを手法 2 と呼ぶ。

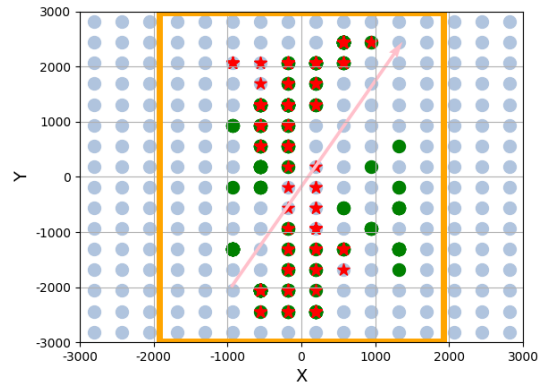


図 1. 実装実験結果

## 3. 実装実験

提案手法の有効性を検証するため、実装実験を行った。実験では縦 6m、横 3.82m、高さ 2.7m の部屋において、センサを右腕に装着した歩行者の歩行経路の推定精度の評価を行った。実験結果を図 1 に示す。橙線は推定対象の部屋を、桃色矢印は歩行者の実際の歩行経路を、緑丸は手法 1 の推定点を、赤星は手法 2 の推定点を示している。歩行者が等速直線運動をしたと仮定した場合の位置と同時刻の推定点との距離を誤差とし、その平均を求めたところ、手法 1 は約 989mm、手法 2 は約 896mm となった。手法 1、2 とともに計測時間の途中で特に推定に乱れがみられた。この原因については歩行動作にともなう姿勢変化に姿勢推定が追従できていない可能性があげられる。計算量は手法 1 のものを 256 とすると、手法 2 は 5 となる。手法 1 と手法 2 を比較すると、推定精度の違いは 9% 程度と大きくはないが、手法 2 ではその計算量を大きく抑えることができる。

## 4. まとめと今後の予定

本稿では、新しい屋内位置推定システムの提案とその実装実験を行い、その推定誤差と計算量の評価を行った。今後、探索アルゴリズムの変更や様々な歩行ルートでの検証を予定している。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 19K12037 の助成を受けたものです。

## 参考文献

[1] S. Madgwick, "An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays," Technical report, Department of Mechanical Engineering, University of Bristol, 2010.