4W-04

姿勢推定と測距情報を用いた屋内位置推定システムの推定精度向上に関する一検討

青木凌太† 瀧郁弥† 藤井雅弘†

宇都宮大学大学院 地域創生科学研究科 工農総合科学専攻†

1 はじめに

近年，屋内での位置推定需要が増加しており，GNSS に依存しない様々な屋内位置推定手法が検討されている．その中に，測域センサを用いた位置推定手法がある．我々はこれまでに，測域センサを用いて計測した周囲の壁や物体等に対する測距情報，姿勢センサによって得られた端末の姿勢情報，および部屋構造情報を整合させることにより，測域センサの測距空間を 2 次元平面から 3 次元空間に拡張可能とする新しい屋内位置推定手法を提案した[1]．そして，実環境での実装実験を行い，提案手法による位置推定の実現可能性を示した．しかしながら，その際に発生した誤推定の原因について，実験回数の少なさから，詳細な考察が不十分であった．そこで本稿では，実装実験を複数パターンで行い，結果を比較することにより，どのような場合に誤推定が生じるのかを考察する．また，本提案手法で用いる位置推定アルゴリズムについて，数値計算実験によって 2 種類のアルゴリズムの評価を行い，それぞれの有効性を評価するとともに，実験結果の考察を行う．本稿では，実装と数値計算の両実験を通して本提案手法による位置推定の特徴を調査し，推定精度向上のために必要な要件についての検討を行う．

2 実装実験

実環境での実装実験を行い，得られたデータを基に，推定精度の評価を行う．実験を行う部屋の構造を模したモデルを図 1 に示す．本稿での実験では，$[x, y] = [1.0, 1.0]$[m] の地点で直立しながら計測を行った．その際，y 軸正方向，x 軸正方向，および x 軸正方向と y 軸正方向の間の斜め 45° 方向の 3 方向を向きながらそれぞれ約 3 秒間計測を行った．また，位置推定アルゴリズムとして，グリッド探索アルゴリズム[1]を使用した．実験結果を図 2 に示す．なお，一度でも推定値として選択された候補点は全て推定値としてプロットしている．結果から，y 軸正方向を向いた場合，x 座標の推定にブレが生じることが確認された．この原因について，本実験では実験者の向きに対し，後方から鉛直上方向を経由し，前方に向かって測距を行っている．よってこの場合，測距平面に机などの構造物が存在しないと考えられる．そのため，x 座標が異なっても同

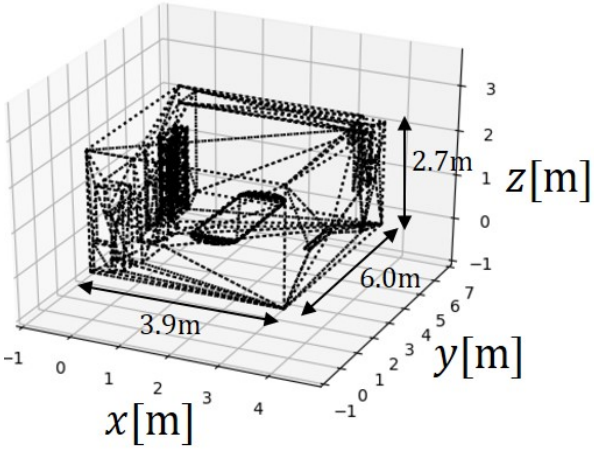

図 1 部屋構造情報

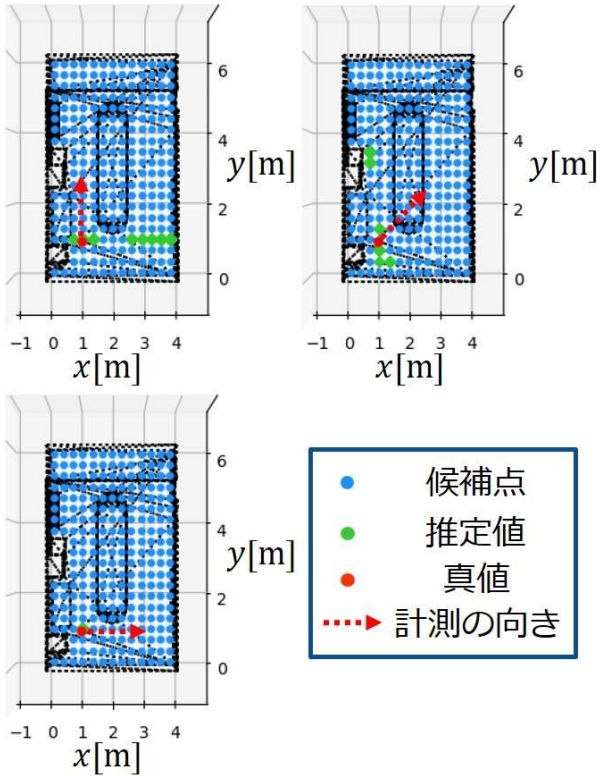

図 2 実装実験結果

A study on accuracy improvement of indoor positioning based on attitude and distance estimations
†Ryota Aoki, Fumiya Taki, Masahiro Fujii
†Division of Engineering and Agriculture, Graduate School of Regional Development and Creativity, Utsunomiya University

Copyright ©2021 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

一の測距平面が得られる地点が存在するため，推定値を決定するための誤差関数の値も同一のものとなってしまい，それらの地点に誤推定していると考えられる．一方で，x 軸正方向を向いた場合，後方にシンクが存在し，同一の測距平面が得られる地点が他に無いため，常に真値付近を推定できたと考えられる．これらの結果から，部屋構造の複雑さが推定精度に大きく影響することがわかった．また，斜め 45° 方向を向いた場合については，可動式の机に対して測距を行っており，モデルと実環境の間で机の位置に差異が生じていたため，誤推定が生じたと考えられる．

3　数値計算実験

これまで用いてきたグリッド探索アルゴリズムは部屋全体を探索するため，計算量が多いという問題がある．そこで，比較対象として最急降下法アルゴリズムを使用し，数値計算実験によって評価を行う．グリッド探索について，グリッド幅 $d_{gw} = 0.5, 0.7, 0.8\mathrm{m}$ の 3 パターンで実験を行った．また，推定精度の評価指標として各試行の真値と推定値の距離誤差の平均値[m]を，計算量の評価指標として位置推定アルゴリズム内で用いられる誤差関数の計算回数を採用する．距離誤差平均を表 1 に，誤差関数の計算回数を表 2 に，数値計算実験結果を図 3 に示す．結果より，推定成功時については，グリッド探索よりも最急降下法の推定性能が良好であることが確認できた．これは，最急降下法が真値の傍まで探索を進めるのに対し，グリッド探索は各候補点の中間に真値が存在する場合，グリッド幅の半分程度の誤差が生じてしまうためであると考えられる．一方で，最急降下法では 4m 以内の誤推定が多いことも確認でき，距離誤差平均は $d_{gw} = 0.5$ の時の約 2 倍となった．また，計算量の近い $d_{gw} = 0.7, 0.8$ の結果と比較しても大きな誤差となった．この結果について，誤推定が発生した試行について各候補点の誤差関数の値から分布を検証したところ，誤差関数の分布が多峰性を持つことが確認された．この場合，大域的最適解である真値とは別に局所解が存在することになる．よって，最急降下法では，探索の初期位置によっては局所解に向かって探索を進めてしまい，真値から大きく離れた局所解に収束してしまうことが誤推定の最も大きな原因であると考えられる．一方で，グリッド探索は部屋全体を探索するため，局所解に陥りづらい事から，大きな誤差の少ない結果が得られたと考えられる．

表 1　距離誤差平均

グリッド探索			最急降下法
$d_{gw} = 0.5$	$d_{gw} = 0.7$	$d_{gw} = 0.8$	
0.449	0.633	0.705	0.867

表 2　誤差関数の計算回数

グリッド探索			最急降下法
$d_{gw} = 0.5$	$d_{gw} = 0.7$	$d_{gw} = 0.8$	
46500	18500	16500	17790

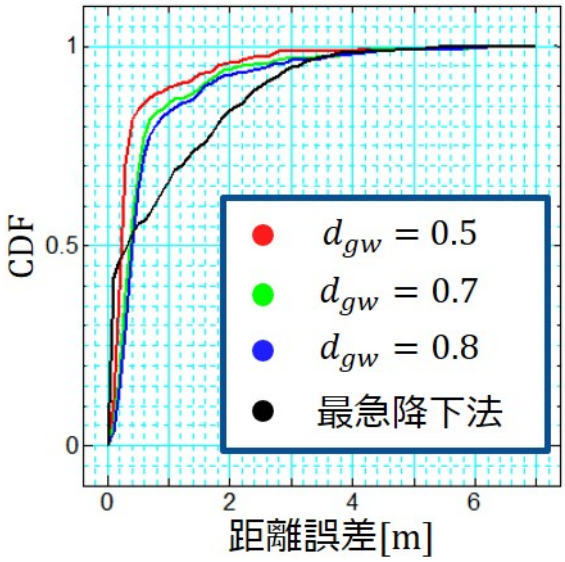

図 3　数値計算実験結果

4　まとめと今後の予定

本稿では，測域センサによる測距情報，姿勢センサによる姿勢情報，および部屋構造情報を整合させた屋内位置推定手法を提案し，提案手法による位置推定がどのような場合に誤推定を起こすのかを調査した．実装実験の結果から，部屋構造の複雑さや，モデリングの再現度が推定結果に大きな影響を及ぼすことが確認された．また，数値計算実験の結果から，端末の位置や姿勢によっては誤差関数の分布が多峰性を持つ場合があり，それに伴って局所解が生じることが確認された．今後の予定として，局所解を避けることが可能なアルゴリズムを実装し，実験を行う予定である．また，更なる実装実験を行い，推定の特徴について調査する予定である．

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] 青木凌太，藤井雅弘，“姿勢推定と測距情報を用いた屋内位置推定に関する一検討，” 第 82 回全国大会講演論文集，pp. 271-272，2020

Copyright ©2021 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.