

## 3次元環境地図と3次元距離センサを用いた移動ロボットの位置推定に関する研究

鄭, 龍振

<https://doi.org/10.15017/1866318>

---

出版情報：九州大学, 2017, 博士(工学), 課程博士  
バージョン：  
権利関係：

氏 名 : 鄭 龍振

論 文 名 : 3次元環境地図と3次元距離センサを用いた移動ロボットの位置推定に関する研究

区 分 : 甲

### 論 文 内 容 の 要 旨

従来、二次元レーザレンジファインダや超音波センサなどの距離センサをロボットに搭載し、計測された距離データとあらかじめ与えられた二次元地図との比較から位置を同定する手法が多く提案されている。しかし、近年、3次元レーザスキャナの普及により、高精度な3次元環境地図がロボット用途としても利用可能になりつつある。一方、Kinect (Microsoft) やXtion (ASUSTek), SR4000 (Swiss Ranger) などRGB-Dカメラと呼ばれる低価格の距離センサが相次いで発売され、リアルタイムで3次元距離データが手軽に得られるようになった。従来、このような3次元環境地図や3次元距離データを用いた位置同定は、環境地図と観測データに含まれる点群を用いたICP (Iterative Closest Point) 法や、観測データ内の点群やボクセルと環境地図内の面やボクセルの分布を比較する手法などが用いられる。しかしこれらの手法は一般に計算量が多く、特に位置に関する事前知識が利用できない大域的位置同定においては、大規模な地図に直接適用するには問題がある。この問題に対し、本論文で提案する手法では、まず点群データで表された3次元環境地図にNDT (Normal Distributions Transformation) を適用し、点の分布を3次元正規分布で表現したNDボクセル (Normal Distributions Voxels) を生成する。次に各ボクセルにおいて、計算された3次元正規分布から最小固有値方向を法線とする代表平面 (Eigen planes) を抽出し、これらを地図データとして登録する。また位置同定時には、RGB-Dカメラにより得られる点群から同様にNDボクセルを生成し各ボクセルで代表的な7点および代表平面を抽出して、これを計測データとする。その後、点-平面間距離や平面法線方向の比較により地図データと計測データの一貫度を計算し、パーティクルフィルタにより移動ロボットの自己位置を同定する。これらの処理により、提案手法はICP法などの従来手法に比べて高速な大域的な位置同定および局所的な位置追跡を実現している。

本論文は6章から構成される。第1章は序論であり、本研究の背景と目的について述べ、関連研究を紹介する。第2章では、新たに構築した3次元環境地図計測のための群ロボットシステムについて述べる。第3章では、提案するNDボクセルを用いた大域的な位置同定および局所的な位置追跡手法の詳細を述べる。第4章では、 $70 \times 35 \times 3$  [m]の屋内環境に対し、群ロボットシステムによって構築された詳細な環境地図とRGB-Dカメラ (Kinect, Microsoft) を用いて、提案手法の評価を行った結果を示す。第5章では結論として本論文で得られた結果を総括している。