

氏名(本籍)	阪東 茂 (静岡県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第6882号		
学位授与年月日	平成26年 3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	環境の形状情報を用いた移動ロボットの自己位置認識に関する研究		
主査	筑波大学 教授	工学博士	坪内 孝司
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	中内 靖
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	北原 格
副査	筑波大学 教授(コンピュータサイエンス専攻)	博士(工学)	大矢 晃久
副査	芝浦工業大学 特任教授	工学博士	油田 信一

論文の要旨

本学位請求論文は、移動ロボットの自己位置認識に関するものである。本論文では、大きく分けて二つの独立した問題を扱っているが、そのどちらも、平面上を移動する移動ロボットを仮定し、走行路面に平行な水平面内の環境形状を測域センサ(回転走査型レーザ距離計)で環境形状を把握し、これを移動ロボットの自己位置認識に利用する点が共通する。

その第一は、逐次型の自己位置推定において、ある位置から微小距離走行したときの、 x, y 直交方向の変位および鉛直軸周りの回転変位 θ を計測する問題である。走行環境を室内や廊下などを主に考えると、直角・平行な面で構成される壁面が強く観測される。本研究では、それらの面に平行な方向をその環境の特徴的方位として注目した。移動ロボットに取り付けられた水平面内を走査する測域センサで環境形状を取得したのち、この形状からこの特徴的方位を極めて精度よく抽出する方法を提案した。また、この方法では、移動ロボットの平行移動成分も抽出しやすいものとなっているので、所望の x, y, θ の各方向の変位も前後2地点の形状比較からのスキャンマッチングが精度よく求まることが示された。これらを連続して行う、筑波大学第三エリア内の建物廊下での実験では、移動ロボットの自己位置が正確に求められ、また、これに伴って壁面の連続形状も正しく求められることが示された。

その第二は、待機的な自己位置推定問題を扱った。すなわち、移動ロボット学における、いわゆる Kidnapped problem を扱い、これを従来手法よりも高速に求める手法を提案した。移動ロボットは、あらかじめ対象環境を走行し、0.4m おき、あるいは方位の変位が 30 度程度になるごとに、水平面内の環境形状を取得してこれを蓄積しておく。この対象環境のある場所 A にロボットが置かれたとき、その場所 A で取得された環境形状と最も似ている環境形状を、あらかじめ蓄積した多数の環境形状か

ら探し出し、さらにその探しだした環境形状の取得位置 B と、場所 A での環境形状取得位置との相対位置を求めようとするものである。画像処理における画像中の断片発見問題を空間周波数空間で論じた先行研究に着想を得て、本論文では、取得された環境形状を画像に見立て、これらに FFT を適用した周波数空間における解析で、この問題を解決した。移動ロボット学においてこれまで提案されてきた Kidnapped problem に関する従来手法に比較して計算量が低減され、高速な検索が可能となったことが示された。本学の第三エリア周辺の屋外・屋内の両環境を継ぎ目なしにすべて扱い、本提案手法が有効に働く場所と有効に働かない場所を明示した。さらに、幾つかの評価実験を行い、本手法の有効性と限界を示した。

審 査 の 要 旨

【批評】

本学位請求論文は、実機による豊富な実験を行っており、多数の実験データをもとに提案手法の有効性と限界を論じている点が高く評価できる。逐次的自己位置推定を行った問題では、従来手法に比べても、スキャンマッチングの累積誤差が極めて小さい手法が提案されている点を高く評価できる。大域的自己位置推定を行った問題では、周波数空間を用いた手法が改めて有効であることを示している点が高く評価でき、この手法の応用範囲も広いことが期待される。ただし、環境形状が、隠ぺいなどの理由で正しく取得できない場合の対処についてはさらに議論を要する。

【最終試験の結果】

平成 26 年 2 月 4 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。