

氏名(本籍)	おの の かず のり 大野和則(福島県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第3545号		
学位授与年月日	平成16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	工学研究科		
学位論文題目	GPSを利用した自律移動ロボットの屋外ナビゲーションのための測位手法に関する研究		
主査	筑波大学教授	工学博士	油田 信一
副査	筑波大学教授	工学博士	安信 誠二
副査	筑波大学助教授	農学博士	瀧川 具弘
副査	筑波大学助教授	工学博士	坪内 孝司
副査	大阪大学助教授	工学博士	三浦 純

論文の内容の要旨

本論文は、GPSを搭載した自律型移動ロボットが屋外を移動する際の測位技術に関するものである。

この移動ロボットは、屋外の舗装された通路、特に歩道環境において自律的に走行することが想定されている。まず、走行すべき経路を地球上に固定された座標系に関する位置座標を線分で結んで与え、その後、時々刻々その経路上にあるかどうかを確認しながらこの経路に沿った走行を行なうことで屋外の歩道環境でナビゲーションを実現する。本論文ではまず、移動ロボットが走行すべき経路の経由地点の測量、および、ロボットが経路上を移動しながらその位置を確認すること、の二つの点でそれぞれに対する測位技術が必要であることを指摘した。

その上で、その測位にはGPS装置を用いることを提案しており、RTK方式のGPS(RTK-GPS)とディファレンシャル方式のGPS(DGPS)の性能比較を行なった。その結果、RTK-GPS装置は、ロボットが走行すべき経路の経由地点の測量に適切であることが、その測位精度の高さゆえに指摘され、また、DGPS装置は、ロボットの走行中の測位に適切であることが、走行中の連続的な測位と実時間性のゆえに指摘された。

次に本論文では、移動中の測位に移動ロボットの車輪の回転数の累積によるオドメトリによる測位と、DGPS装置による測位を併用・融合する測位方式を提案した。オドメトリによる測位値は累積誤差が溜まるので、これをDGPS装置の測位値により修正することを拡張カルマンフィルタの枠組みを用いて行なう。ただし、DGPSによる測位値も、建物や樹木付近ではGPS電波の多重反射等に起因すると考えられる影響により、測位誤差が大きくなる場合があることを指摘し、オドメトリによる測位値と矛盾のないDGPS測位値のみをオドメトリによる測位値の修正に反映するよう、その弁別法を提案した。この結果、屋外環境においてナビゲーションをある程度実現できることを示した。しかし、建物の間でGPS電波の状態が悪いところでは、ナビゲーションの成功率が低いことも同時に指摘した。

この成功率を上げるため、GPS装置およびオドメトリに加え、レーザ距離計も用いる測位手法を提案した。RTK-GPS装置をとレーザ距離計を搭載したロボットを、移動するべき経路上を走らせ、走行中に計測され

た距離情報と走行中のオドメトリ測位値を連続的に記録する。一方数十メートルおきに停止して RTK - GPS 装置で測位を行い、事後にオドメトリ測位値を RTK - GPS 測位値によりスムージングを行なってより確からしいロボットの通過位置を復元する。これに記録したレーザ距離計からの環境に存在する物体までの情報を重ねることでその形状を 3 次元的に復元し、これから建物の壁面などをランドマークとして取り出す手法を開発した。このランドマークを、移動ロボットの走行時にその走行位置確認用にもちい、GPS 電波の環境が悪いところでも移動ロボットの測位を可能とし、結果として全体的なナビゲーションの成功率を高めることができた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

屋外を走行する自律移動ロボットに GPS 装置を用いた測位手法を適用する際に生じる様々な問題点をていねいに指摘し、またそれに対する対処法を的確に与えおり、移動ロボットが屋外においてナビゲーションをする問題に対して大きな貢献を与えていることは高く評価できる。

よって、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られる。