

氏名(本籍)	イヴゲニ・マギッド (イスラエル)			
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博甲第5934号			
学位授与年月日	平成23年11月30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	<b>Optimal Path Selection for a Pilot System of Rescue Robot Navigation in Random Step Environment</b> (ランダムステップ環境におけるレスキューロボット用先案内システムのための最適経路選択)			
主査	筑波大学教授	工学博士	坪内孝司	
副査	筑波大学教授	工学博士	油田信一	
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	相山康道	
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	大矢晃久	
副査	筑波大学教授(連携大学院)	博士(工学)	野田五十樹 (産業技術総合研究所)	

### 論文の内容の要旨

本研究は、クローラにより走行する移動ロボットのための経路計画に関する研究である。特にこの移動ロボットは、レスキュー探査に用いられるものであり、倒壊した家屋や瓦礫の上を走行することを想定している。さらにこの走行は遠隔操縦でおこなわれることが一般的である。ロボット上に搭載されたビデオカメラや3次元スキャナの情報をもとに操作者が遠隔操縦をおこなうが、走行路面が瓦礫による凹凸があるため、転倒させずに踏破させるための走行経路の選択には熟練を要することが分かっている。そこで本研究では、このロボットの近傍の走行路面の3次元形状がセンサにより得られることを前提に、より安全な走行経路の候補を提示するための、経路計画手法を提案している。

本論文の主要部分は3つからなる。

その第1は、凹凸のある走行路面を米国NISTが提案している標準化法であるランダムステップ環境に近似し、その環境にロボットを置いたときに取りうる姿勢を評価する手法を考案した。任意の凹凸環境にロボットが置かれた時の姿勢が推定でき、さらにその姿勢が安定か不安定かなどを評価できる指針を明らかにした。さらにその姿勢状態をいくつかのグループに分類し、経路計画を木探索でおこなえるように定式化した。

第2は、ある位置からあるステップ分だけ平行移動または回転移動をすることができるかどうかを、その移動による姿勢変化で評価し、その移動に要する危険度合いをコストとして評価し、これを与えたことである。特に、そのステップの移動によってロボットが危険な姿勢になる場合は、その先の木を探索するのは無意味であるので、このような事例を数え上げて探索の枝分かれの場合の数を著しく低減した。

第3は、さらにその探索に際し、その木の構造に着目して、深さ優先探索をおこないながらヒューリスティックなアイデアをいれることで、探索の高速性が期待できる工夫をおこなっていることである。

## 審査の結果の要旨

本研究は、不定形な路面をランダムステップ環境で定式化し、さらに種々の考察からロボットの走行による姿勢変化を評価して、経路計画を木探索の形でおこなえるようにした点に特徴がある。また、ロボットの姿勢の安定不安定、あるいは転倒危険などを、多数の実機実験をおこなって評価し、これによって得られたパラメタによって、姿勢類別を量子化しグループ化しており、単なるシミュレーション実験ではない点も評価できる。水先案内システムとしての、人間とシステムの間インターフェースはまだ未構築ではあるものの、公表論文数も多くこの種の問題がアルゴリズムとして実装可能であることを示した点は高く評価できる。

平成 23 年 10 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。

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。