

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Utilization of Environmental and Robotic Characteristics for Environment Mapping towards Fukushima Daiichi Decommissioning
著者(和文)	WangZhenyu
Author(English)	Zhenyu Wang
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12356号, 授与年月日:2023年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:遠藤 玄,鈴森 康一,松永 三郎,木倉 宏成,高山 俊男
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12356号, Conferred date:2023/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	汪 振宇	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	遠藤 玄	教授	審査員	高山 俊男	准教授
	審査員	鈴森 康一	教授			
		松永 三郎	教授			
		木倉 宏成	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Utilization of Environmental and Robotic Characteristics for Environment Mapping towards Fukushima Daiichi Decommissioning（福島第一原子力発電所廃炉に向けた環境地図作成のための環境とロボットの特徴利用）」と題し、以下の6章から構成されている。

第1章「Introduction(序論)」では、本論文の研究背景と目的を述べている。すなわち、東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所の廃炉作業においてロボットに装備したカメラ画像による原子炉格納容器内部の環境地図作成が必須であるが、従来の移動ロボットおよび重厚な長尺マニピュレータでは、ロボットの自己位置同定精度が低く濁水中で計測が出来ない、設置性が低く障害物との干渉に対して脆弱であるという課題があると述べている。そして本研究の目的は、これらを解決する2つのロボットシステムを提案するとともに、調査環境と、これらのロボットの動作の特徴を先験情報として用いることにより、画像による環境地図作成の性能を向上する手法を確立し、試作機による実験からその有効性を明らかにすることであると述べている。

第2章「Proposal of a Mobile Robotic System with Ultrasonic Sensors（超音波センサを有する移動ロボットシステムの提案）」では、格納容器内部のグレーチングを足場として移動し、ロボットの俯瞰カメラにより環境地図作成と位置同定を行いながら、目標位置でグレーチングの隙間から超音波センサを降下させて、濁った冷却水内の物体の形状と、水の漏洩個所を計測可能なロボットシステムを提案している。そして、これを構成する各要素について試作と実験を行い、基本的な機能が実現できることを明らかにしている。

第3章「Utilization of Grating Texture and Motion Patterns of a Mobile Robot for 2D Map Building（二次元地図作成のためのグレーチングテクスチャと移動ロボット動作パターンの利用）」では、グレーチングが規格化された格子模様を持つことに着目し、ロボットの俯瞰カメラから取得した画像を、第三角法における平面図へ投影変換し複数枚合成することで、ロボットの位置同定を容易にする地図作成法を提案している。さらに改良法として移動ロボットの運動を並進、旋回、これらの複合動作に分類し、これらを先験情報としてそれぞれの動作毎に適切なフィルタ処理を施すことで、グレーチング格子模様の再現率を1.5倍程度高められることを試作機による実験から明らかにしている。

第4章「Proposal of a Light-weighted and Flexible Wire Drive Manipulator（軽量かつ柔軟なワイヤ駆動マニピュレータの提案）」では、足場が確保できない格納容器内部を調査するために、格納容器外の基部にアクチュエータを配置し化学繊維ロープにより駆動することで、障害物との干渉に堅牢な軽量かつ柔軟なワイヤ駆動マニピュレータを用いることを提案している。試作機の概要を述べたのち、マニピュレータの手先カメラから周囲環境の三次元構造を高精度に再構成するためには、低い手先位置制御性と関節剛性の下でも環境地図作成を行う手法が必要であると指摘している。

第5章「Utilization of Motion Patterns of a Flexible Wire Drive Manipulator for 3D Reconstruction（三次元再構成のための柔軟ワイヤ駆動マニピュレータの動作パターンの利用）」では、前章のマニピュレータにおいて手先位置制御誤差の小さい動作パターンを導出した上で、これを用いて取得した手先カメラの画像から、さらに低関節剛性に起因する加減即時のぶれた画像を取り除くことで、画像データセットを生成する手法を提案している。そして試作機による実験から、提案手法を適用した画像データセットにより周囲環境の三次元構造を点群として再構成した結果、従来法に比して真値との誤差が数%減少し、なおかつ、より明確な輪郭の三次元構造が得られることを明らかにしている。

第6章「Conclusions（結論）」では、本研究で得られた結果を総括している。

以上を要するに、本論文は、福島第一原子力発電所の廃炉に向けて、超音波センサを有する移動ロボットならびに柔軟なワイヤ駆動マニピュレータを用いたロボットシステムを提案し、調査環境とこれらのロボットの動作の特徴を先験情報として用いることにより、環境地図作成の性能を向上する手法を確立し、試作機による実験からその有効性を明らかにしたものであり、工学上、工業上、貢献するところが大きい。よって本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があると認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。