

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Landmine Detection Rate and Metal Fragment Discrimination Performance Improvement Based on Robotic Arm Scanning and Spatially Represented Metal Mine Detector Signal Characterization
著者(和文)	加藤アレックス Masuo
Author(English)	ALEX MASUO KANEKO
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9454号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:福島 E 文彦,大熊 政明,小田 光茂,松永 三郎,塚越 秀行
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9454号, Conferred date:2014/3/26, 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

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	Alex Masuo Kaneko		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	福島 E. 文彦	准教授	審査員	塚越 秀行	准教授
	審査員	大熊 政明	教授			
		小田 光茂	教授			
松永 三郎		連携教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Landmine Detection Rate and Metal Fragment Discrimination Performance Improvement Based on Robotic Arm Scanning and Spatially Represented Metal Mine Detector Signal Characterization (ロボットアーム走査と地雷用金属探知機の空間信号特徴抽出に基づいた地雷探知率と金属片判別性能の向上)」と題し、英文全7章から構成されている。

第1章「Introduction (序論)」では、本論文の背景と目的を述べている。すなわち、紛争や戦時中に軍事目的で埋設された地雷は爆発するまで効力は半永久的に残るため、現在でも多くの国の復興・開発上の大きな障害となっており、現在の地雷探査除去技術では全ての地雷を除去するまで長い年月がかかると述べている。そして、通常の電磁誘導方式地雷探知機(いわゆる金属探知機)は地雷と金属片の判別ができないため、全ての金属反応に対して時間のかかる慎重な地雷除去作業を行う必要があり作業効率が低いこと、また作業員による地雷探知作業では誤探知の発生率も高いことを指摘し、本論文ではロボットアームを用いた走査で得られた精密な位置情報を含んだ金属探知機の空間信号を用いて新しい信号処理法を提案し、地雷探知率と金属片判別性能の向上を実現することが目的であると述べている。

第2章「Description of the Robotic Demining System Gryphon (地雷探知除去ロボット Gryphon (グリフォン)の説明)」では、これまで東京工業大学で開発されてきた人道的地雷探知除去ロボット Gryphon について紹介している。Gryphon は地雷原での応用を目的として開発され、遠隔操作用に改造された市販の4輪バギー車の荷台に重力補償型5自由度パンタグラフロボットアームを搭載した、堅牢でエネルギー効率の高いロボットシステムであることを説明している。そして、ステレオビジョンカメラによって地雷原の3次元地形情報を計測し、ロボットアームの先端部に装備した地雷探知機を一度に2m×1m程度の範囲を自動走査し、精密な走査空間座標に対してセンサ信号を取得できることを述べている。

第3章「Targets Detection Method Enhancements (標的探知法の拡張)」では、従来はGryphonの金属探知機走査から得られた空間信号の強度に比例したカラーマップを2次元平面上に表示していたが、地雷原の土壌の影響により空間信号には変動するオフセットやノイズが含まれているため目視では誤探知が発生しやすいことを指摘している。そして、本論文では空間信号に対して、中央値や移動平均法等のフィルターを導入して従来探知法を拡張し、実験によって標的探知率向上を実現することを確認している。

第4章「Targets Marking Method Enhancements (標的位置指定法の拡張)」では、従来はコンピュータのタッチパネルに2次元平面表示された空間信号のカラーマップの目視検査から標的的位置をマウスやタッチパネル用ペンで指定した後、Gryphonは標的位置をロボットアーム先端に装備されたノズルから直接地雷原上にペイントを噴射してマーキングしていたことを説明している。そして、本論文では空間信号を画像データとして扱い、画像内を探索して特徴的な範囲を特定し、その周囲長から標的の存在を、そして中心から標的座標を自動的に推定するアルゴリズムを提案し、判別時間を大幅に低減しながらも従来の方法と同程度以上の判別性能を発揮できることを実験によって検証している。

第5章「Proposed Curve Characterization Method (空間信号特徴抽出法の提案)」では、空間信号の中心軸を通る任意の方向からの信号曲線の正負のピークや変曲点の数が多信号曲線を多項式として記述し、地雷種別、金属片の材質と形状、金属探知機からの距離(深さ情報)と関連付けてデータベース化する手法を提案している。そして、地雷原で走査して得られた未知の空間信号を予め構築しておいたデータベースで検索し、金属片か地雷であるかを効率的に判定するために、データベースのデータ数が限られた場合でも適用できる深さ情報を用いた補間法を提案し、さらに地雷を金属片として誤判別しないために安全率を導入し、実験により地雷と金属片の判別が可能であることを示している。

第6章「Further Enhancements in the System (システムのさらなる拡張)」では、走査時間をさらに低減するために地雷探知機の走査間隔と空間信号の関係の調査、GPS信号を用いた走査範囲の確認、ステレオカメラの画像に多段階露出合成を行い地雷原の光と影による輝度差が大きい場所での正確な3次元測定を実現している。

第7章「Conclusions (結論)」では、本研究で得られた結果を総括し、今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文はロボットアームに走査された精密な位置情報を含んだ金属探知機の空間信号を用いた新しい信号処理法を提案し、標的探知法と位置指定法の拡張と自動化による探知率向上と作業時間低減を実現したものであり、さらに空間信号の特徴抽出による高速なデータベース検索法を可能にして地雷と金属片判別性能を向上する方法を提案し、実験でその妥当性を検証したものであり、工学上、国際社会に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。