

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Alternate transmission of different coded ultrasound for the extension of measurable distance in the pulse-echo method
著者(和文)	KHANISTHALEETANG
Author(English)	Leetang Khanistha
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12128号, 授与年月日:2021年9月24日, 学位の種別:課程博士, 審査員:蜂屋 弘之,奥富 正敏,中尾 裕也,塚越 秀行,大山 真司,平田 慎之介
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12128号, Conferred date:2021/9/24, 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		Khanistha Leetang	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	蜂屋 弘之	教授	審査員	大山 真司	准教授
	審査員	奥富 正敏	教授		平田 慎之介	特定准教授
		中尾 裕也	教授			
		塚越 秀行	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Alternate transmission of different coded ultrasound for the extension of measurable distance in the pulse-echo method (パルスエコー法の測定範囲を拡張する異なるコード化超音波の交互送信)」と題し、全6章より構成されている。

第1章「Introduction」では、本論文の研究背景および目的について述べている。パルスエコー法は超音波を用いた物体までの距離測定の基本的手法であるが、測定距離を増加させようとすると測定間隔も増大してしまう。本論文では、コード化信号の交互送信により、長距離の物体測定においても、測定頻度が減少しない測定手法を提案し、検討することを述べている。

第2章「Ultrasonic measurements」では、パルスエコー法の原理と、測定距離と測定間隔の関係について述べ、長距離の測定においては、測定間隔が減少する問題があることを指摘している。また、コード化信号を用いた相関手法により、SN比を向上させる方法について、周波数を変化させる LFM (Linear frequency Modulation) と擬似ランダム系列である M 系列を用いた方法について紹介し、パルス圧縮の性質について述べている。

第3章「Alternate transmission of different codes in pulse compressions」では、測定頻度を減少させずにパルスエコー法の測定距離を拡大する新たな方法について提案を行っている。提案手法では、異なるコード化信号を交互に送波することで、測定頻度を変化させずに、測定距離を増大させることができる。検討に用いたコード化信号は、LFM 信号、整数 M 系列信号、送信変調角を変化させた複素 M 系列信号である。異なるコード化信号の交互送信では、測定頻度を低下させることなく測定距離を増大させることができるが、コードの打ち切り雑音とコード間干渉雑音が相関結果に混入し、SN比劣化の原因となる。本章では、それぞれのコード化信号の特徴と、異なるコードの交互送信における雑音の性質について述べている。

第4章「Simulation of noise amplitude evaluations」では、打ち切り雑音とコード間干渉雑音が最も小さくなる組み合わせについて検討し、交互送信に用いるコード化信号に適したコードの組み合わせについて議論している。実際の超音波送受波システムを想定して、LFM 信号は 30kHz から 40kHz の帯域の信号が検討されており、M 系列は 4 次から 9 次までが用いられている。評価は、打ち切り雑音とコード間干渉雑音の最大値と平均値を用いて行われている。LFM 信号を組み合わせ

せて交互送信を行う場合は、帯域の広い送受波器を用いると、コード間干渉を小さくすることができるが、コードの組み合わせが1種類しかないため、測定距離の拡張には限界がある。M系列信号は、次数により信号長が異なり、信号長の長い高次のM系列を用いればコード間干渉を小さくできるが、測定間隔も大きくなる。M系列の初期値や信号変調角も変化させながら、多くのM系列信号の組み合わせを統一的に検討した結果、交互送信に最適な組み合わせが求められている。複素M系列信号より最適な組み合わせを選択すれば、LFM信号、整数M系列よりもコード間干渉を小さくすることが示されている。さらに、M系列信号は、コードの組み合わせが多くあるので、3個以上のコードの組み合わせにより測定距離をさらに増大できる可能性があることが述べられている。

第5章「Experiment of noise amplitude evaluations」では、第4章で検討したコードの組み合わせを送信信号に用いて、実験による検討が行われている。送受信帯域が広い送受波器を用いてLFM信号と9次のM系列信号に関して実験が行われ、実験結果はシミュレーション結果とよく一致しており、コード間干渉雑音が、対象からの反射信号レベルに対して1/10以下に抑制できたことが述べられている。

第6章「Conclusion and future work」では、本論文を総括し、残された課題と今後の展望について述べている。

以上を要するに、本論文は、異なるコード化超音波信号を交互に送波することで、測定間隔を変化させずに、測定範囲を拡大する方法を提案し、コード間の干渉雑音が最も小さくなる組み合わせを検討し、その結果から、新たな超音波パルスエコー法の測定システムを構築し有効性を示したもので、工学的・工業的に貢献するところ大である。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。