

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Radio Propagation Channel Analysis and Modeling in Outdoor Agricultural Environments for Wireless Sensor Networks at 2.4 GHz Band
著者(和文)	SrisooksaiTossaporn
Author(English)	Tossaporn Srisooksai
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11098号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高田 潤一,山下 幸彦,AZRIL HANIZ BIN ABDUL,阪口 啓,青柳 貴洋
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11098号, Conferred date:2019/3/26, 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	Srisooksai Tossaporn	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	高田 潤一	教授	青柳 貴洋	准教授
	審査員	山下 幸彦	准教授		
		アズリル ハニズ	特任講師		
	阪口 啓	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は "Radio Propagation Channel Analysis and Modeling in Outdoor Agricultural Environments for Wireless Sensor Networks at 2.4 GHz Band" と題し、英文 7 章よりなる。

第 1 章 "Introduction" では、収量増大を目的としている精密農業において圃場の状態変動を常に計測するため無線センサネットワークが必要とされていることを述べ、安定した伝送特性を確保するために農地における電波伝搬特性を把握することが重要であるとして、本研究の目的をイネ科圃場および果樹園における電波伝搬特性を明らかにし、その予測方法を確立することにあると述べている。

第 2 章 "Radio Propagation in Vegetation Environment" では、植生に対する既存の電波伝搬損失特性の理論および実験モデルについて概観している。理論モデルとしては、ランダム媒質を仮定し放射輸送方程式を用いた方法、個々の植物における電磁界の散乱をマクスウェル方程式の数値解法により直接計算する方法に大別されること、実験モデルとしては、MED (修正指数減衰)、MA (最大減衰量)、NZG (非ゼロ勾配) などの距離減衰モデル、仲上-ライス分布などの短区間変動モデル、遅延分散により表現される広帯域モデルなどが知られていることを述べている。

第 3 章 "Channel Sounding in Outdoor Agriculture Environment" では、低価格の汎用ソフトウェア無線機を使用し、センサネットワークのような準静的環境において、無線機の帯域幅を超える広帯域の伝搬特性を測定する方法を提案し、実験室におけるベクトルネットワークアナライザとの比較測定により、提案法が十分な精度で広帯域の電波伝搬特性を測定できることを明らかにしている。

第 4 章 "Channel Analysis and Modeling in Outdoor Tall Food Grass Field" では、イネ科の植物の一種であるサトウキビを対象として、電波伝搬特性の測定と解析を行っている。圃場という人工的な植生においては、伝搬損失特性が角度依存性を有し、主に見通し線上にある畝の数に支配されるとしている。この性質を用いて、数点での伝搬損失測定結果から圃場全体の伝搬損失特性を予測する手法を提案し、その有効性を実測値との比較により明らかにしている。また、短区間変動特性および遅延分散特性についても考察を行っている。

第 5 章 "Channel Analysis and Modeling in Outdoor Fruit Orchard" では、果樹としてジャックフルーツを対象として、電波伝搬特性の測定と解析を行っている。果樹園という人工的な植生において、第 4 章と同じく伝搬損失特性が角度依存性を有し、主に見通し線上にある果樹の等価本数に支配されるとしている。等価本数は果樹上の見通し線の位置と損失の関係を表すものであり、1 本の果樹の等価本数特性の測定結果から果樹園全体の伝搬損失特性を予測する手法を提案し、その有効性を実測値との比較により明らかにしている。また、短区間変動特性および遅延分散特性についても考察を行っている。

第 6 章 "Relative Angular Vegetation Loss Prediction of A Single Tree" では、第 5 章で提案した果樹の等価本数を計算機シミュレーションにより予測する方法を提案している。果樹の構成要素である葉・枝・幹などの散乱特性を電磁界シミュレータにより求め、球面調和関数の伝送散乱行列 (T 行列) として表現することで、果樹全体の散乱特性がその重ね合わせにより求められることを示し、実測により求めた果樹の等価本数と提案法により予測した等価本数がよく一致することを確認し、提案手法の有効性を明らかにしている。

第 7 章 "Conclusion" では本研究で得られた成果を総括し、今後さらに検討が必要な課題を述べている。以上を要するに、本研究では精密農業に必要な無線センサネットワークを対象として、農地における農作物に応じた電波伝搬特性を解析し、その有効な予測方法を明らかにしたものであり、工学上並びに工業上寄与するところが大きい。よって本論文が博士 (工学) の学位論文として十分価値あるものと認める。

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。