

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	需要家向け高速マルチホップ無線通信ネットワークに関する研究
Title(English)	A Study on High-speed Multi-hop Wireless Communications System for Demand Side Area Network
著者(和文)	宮下充史
Author(English)	Michifumi Miyashita
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9465号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高田 潤一,高橋 邦夫,山下 幸彦,荒木 純道,府川 和彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9465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	宮下 充史	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	高田 潤一	教授	府川 和彦	准教授
	審査員	高橋 邦夫	教授		
		山下 幸彦	准教授		
荒木 純道		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「需要家向け高速マルチホップ無線通信ネットワークに関する研究」と題し、6章からなる。

第1章「序論」では、電力やガス等の自動検針を主目的としたスマートメータの本格導入が検討され、需要家側への通信ネットワーク構築が進みつつある現状を述べ、将来の電力システムにおいてはデータ集約の短時間化やシステム制御用データ伝送のために高速な通信ネットワークが必要になると指摘し、本論文の目的をマルチホップ無線 LAN を用いた需要家向け高速通信ネットワークの構築にあるとしている。

第2章「スマートメータと将来の電力システム」では、現在想定されているスマートメータシステムと、需要家側への太陽光発電等の大量導入が想定されている将来の電力システムについて述べ、想定される課題を整理するとともに、ここに適用される通信ネットワークには特に高速性が重要な条件として求められることを明らかにしている。

第3章「需要家向け通信ネットワーク」では、膨大な数の需要家を収容するための通信ネットワークを構築する技術の得失をまとめ、高速性と通信ネットワークの柔軟性・拡張性を同時に達成可能である無線 LAN によるマルチホップ無線通信ネットワークが有望であることを述べている。また、マルチホップ無線通信ネットワークにおける中継経路を決定するルーティング方式としてエンドツーエンドのパスメトリックを利用する L3 (layer 3) ルーティング方式では、メトリック算出用の通信が通常データ通信帯域を圧迫する恐れがあるため、隣接する端末間におけるリンクメトリックのみを利用する L2 (layer 2) ルーティングを評価の対象としている。

第4章「高速マルチホップ無線の伝送特性評価」では、マルチホップ無線 LAN 機器による伝送特性に関する実験結果をまとめている。まず、基礎的な伝送特性として、エンドツーエンドの TCP (transmission control protocol) スループットはホップ数に反比例し、応答時間はホップ数に比例することを示している。次に、需要家向け無線通信ネットワークにおいて電波伝搬に対する主要な影響物である家屋について、その遮蔽量が平均的に1戸当り 15 dB であることを実験的に示すと同時に、この値を基にレイトレースシミュレーションを用いて伝搬損失を簡易に推定する手法を示している。また、他の無線システムからの同一周波数干渉の影響を実験的に評価し、劣悪な干渉下において応答時間が約 1.7 倍に増加することを示している。さらに、無線 LAN のマルチレート制御機能によりパケット損失が発生し、これにより応答時間が増加していることを実験的に示し、その原因が通信可能な送信レートの上限の使用にあることを明らかにして、これより低い送信レートを積極的に用いるだけで、スループットを低下することなく、応答時間を大幅に短縮可能であることを示している。

第5章「大規模マルチホップ無線通信ネットワークの伝送特性評価」では、数 100 台の端末からなる大規模なマルチホップ無線通信ネットワークの伝送特性を計算機シミュレーションにより評価した結果をまとめている。L2 ルーティングにおける接続先決定手法として、閾値以上の受信電力となる端末のうちアクセスポイント (AP) からのホップカウントが最小となるものを選択する方式を提案し、マルチホップ無線通信ネットワーク内の最大ホップカウント、および最低受信電力を算出している。この際、AP に近いものから接続先を決定することで、端末数や端末密度によらず全ての端末に対してリンクを確保でき、効率的にマルチホップ無線通信ネットワークを構築可能であることを示している。また、ランダムな順番に接続先を決定する場合においても、受信電力に対する閾値を変更するタイミングを工夫することで、AP に近いものから接続先を決定する場合と同等の特性となるマルチホップ無線通信ネットワークを構築可能であるとしている。計算機シミュレーションおよび第4章の実験結果を用いてマルチホップ無線通信ネットワークにおける伝送特性の評価が可能となり、例えば端末数が 624 台の場合、エンドツーエンドの最低スループットは 1.5 Mbps、最大応答時間は 4.6 ms となることを示している。さらに、需要家向け高速マルチホップ無線通信ネットワークの設計における課題を、電波伝搬、無線 LAN の機能、ルーティング、アプリケーションの観点から抽出し、まとめている。

最後に、第6章「結論」では、本論文を総括すると共に、今後の学術的課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、将来の電力システム構築に必要となる需要家向け高速マルチホップ無線通信ネットワークの構築に必要な技術的条件を明らかにしたもので、工学上並びに工業上貢献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。