

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	国際開発工学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	宮下 充史		指導教員 (主)： 高田 潤一
			指導教員 (副)：
			Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

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、本研究の背景および動機をまとめた。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ており、需要家側への通信ネットワーク構築が進むと考えられるが、将来の電力系統においては、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考えられるため、本論文では需要家向け高速通信ネットワークを構築する技術として無線 LAN を評価の対象とすることを述べた。第2章「スマートメータと将来の電力系統」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系統について述べた。また、将来の電力系統において想定される課題をまとめるとともに、ここに適用される通信ネットワークに求められる条件として高速性が重要となることを述べた。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た。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は、エンドーエンドのパスメトリックを利用する L3 ルーティング方式ではメトリック算出用の通信が通常の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 ルーティングを評価の対象とすることを述べた。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た。まず、基礎的な伝送特性として、全ての端末が同一の周波数を使用するマルチホップ無線システムにおいては、ホップ数に応じてエンドーエンドの TCP スループットは低下し、応答時間は増加することを示した。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 15 dB であることを実験的に示すとともに、木造家屋の壁材に用いられるラス網の電気的特性を、遮蔽損失の実測値を基にレイトレースシミュレーションを用いて簡易に推定する手法を示した。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た。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すとともに、急激に特性が劣化する送信レート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、応答時間を大幅に改善可能であることを示した。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た。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こととし、ランダムに配置された端末がランダム順番に接続先を決定する場合、ランダムに配置された端末が AP に近いものから接続先を決定する場合、格子状に配置された端末が AP に近いものから接続先を決定する場合について、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た。その結果、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た。また、ランダム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ことを示した。計算機シミュレーション結果、および第4章にて示した実験結果を用いることで、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 となることを示した。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た結果を示した。最後に、第6章「結論」では、本論文を総括した。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 国際開発工学 専攻
Department of
学生氏名： 宮下 充史
Student's Name

申請学位(専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員(主)： 高田 潤一
Academic Advisor(main)
指導教員(副)：
Academic Advisor(sub)

要旨(英文300語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The title of the dissertation is "A Study on High-speed Multi-hop Wireless Communications System for Demand Side Area Network". This dissertation consists of 6 chapters. In chapter 1, backgrounds and objectives are shown as a brief introduction. In chapter 2, smart metering system and future electric power system assuming that a large amount of distributed power generators such as PV (photo-voltaic) system are installed to each customers' house are summarized. In chapter 3, communication systems for demand side area network are introduced, and it is shown that the multi-hop wireless system employing a L2 routing method is a powerful candidate to construct a communication network in demand side area. In chapter 4, some experimental results of fundamental transmission characteristics of multi-hop wireless system using IEEE 802.11 technology are shown. For example, the experimental results show that the end-to-end throughput is decreased and the round trip time is increased according to the number of hops, when all communication node uses same frequency channel. In chapter 5, computer simulation results for large scale multi-hop wireless network that is constructed by several hundred communication nodes are shown. The lowest throughput and the highest round trip time for end-to-end multi-hop path are estimated using the experimental results of fundamental transmission characteristics evaluated in chapter 4, as a maximum number of hop is calculated through the computer simulation. Furthermore, some important issues for designing a high-speed multi-hop wireless communications system for demand side area network are summarized from the view point of radio propagation, high-speed wireless equipment, routing method, application. Finally, the dissertation is concluded in chapter 6.

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).