The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Radio over Fiber技術の無線アクセスネットワークへの統合に関する研究
Author(s)	宮本, 健司
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61790
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　　宮　本　健　司　　）	
論文題名	Radio over Fiber技術の無線アクセスネットワークへの統合に関する研究

論文内容の要旨

本論文は，筆者がNTTアクセスサービスシステム研究所在職中，ならびに大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻在学中に行った，RoF（Radio over Fiber）技術の無線アクセスネットワークへの統合に関する研究成果をまとめたものであり，以下の6章で構成した．

第1章は序論であり，本研究の背景として移動通信サービスの現状と将来に向けた移動通信ネットワークの変化について説明した．そして，本論文における研究対象となる無線アクセスネットワーク（RAN: Radio Access Network），ならびに無線アクセスネットワークを構成する基地局の親局と子局の間に適用される伝送技術であるRoF技術について概説した上で，本研究の目的を述べた．

第2章では，将来に向けた無線アクセスネットワークの技術課題として，光エントランス回線の拡張性向上および基地局間連携の性能向上について説明した．その上で，RoF技術の2つのアプローチであるアナログRoFとデジタルRoFについて述べ，アナログRoFをベースとしたアナログ型無線アクセスネットワークとデジタルRoFをベースとしたデジタル型無線アクセスネットワークについて，RoF技術の無線アクセスネットワークへの統合に向けた両者の特徴と位置付けを示した．さらに，アナログ型無線アクセスネットワークとデジタル型無線アクセスネットワークに関する先行研究動向について述べ，本研究の位置付けを明らかにした．

第3章は，アナログ型無線アクセスネットワークの伝送性能評価に関する章であり，光エントランス回線の拡張性向上および基地局間連携の性能向上という2つの技術課題を解決するため，波長分割多重（WDM: Wavelength Division Multiplexing）を用いたRoF分散アンテナシステムを提案した．まず，提案システムの構成および動作原理について説明した上で，その実現可能性を評価するために行った実証実験について述べ，提案システムの実用化に向けた課題を明らかにした．さらに，本提案システムにおいて伝送される無線信号の伝送特性を劣化させる要因を分析し，その主たる原因と考えられる光伝送における非線形性と光ビート雑音の影響，ならびにそれらの対策方法について述べた．

第4章は，デジタル型無線アクセスネットワークの光伝送性能評価に関する章であり，デジタルRoFで問題となる光伝送データ量を大幅に削減するために，PHY（Physical）層機能を全て親局に設置する従来の親局-子局間の機能分割を再定義し，PHY層内の符号化/復号機能と変調/復調機能の間で機能分割を行うSPP（Split-PHY Processing）を提案した．まず，提案するSPPの機能分割点と光伝送データ量および基地局間連携における提案JT（Joint Transmission）手法と提案JR（Joint Reception)手法について説明した．次に，SPPの有用性と実現可能性を確認するために，PHY層機能の一部を実装して10GbE（Gigabit Ethernet）で接続した親局と子局の試作装置による上下リンクの実験評価について述べた．

第5章は，デジタル型無線アクセスネットワークの無線伝送性能評価に関する章であり，LLR（Log Likelihood Ratio）の合成を行うSPPにおけるJR手法の基地局間連携性能について，セル間干渉を考慮した条件下でのシミュレーションによる従来機能分割点のJR手法との比較評価を行った．さらに，ガウス分布で表されるLLRの確率密度分布を用いてSPPのJRにおけるビット検出の誤り率を最小化するように量子化閾値を設定することで，LLR量子化ビット数を削減しつつ高い基地局間連携性能を維持できるLLR量子化とJRの統合設計手法を提案し，その無線伝送特性を評価した．

第6章では，以上の研究によって得られた成果を総括し，本論文の結論を述べた．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（宮　本　健　司）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	三瓶　政一
	副 査	教授	丸田　章博
	副 査	准教授	衣斐　信介
	副 査	教授	馬場口　登
	副 査	教授	滝根　哲哉
	副 査	教授	井上　恭
	副 査	教授	宮地　充子
	副査	教授	鷲尾　隆

論文審査の結果の要旨

本論文は、Radio over Fiber（RoF）技術の無線アクセスネットワークへの統合に関する研究成果をまとめたものであり、以下に示す６章より構成されている。

第1章では、本研究の背景となる研究分野に関する現状と問題点を述べ、本研究の位置づけを明らかにしている。

第2章では、Radio over Fiber技術を無線アクセスネットワークに統合するにあたっての技術的課題を、光エントランス回線の拡張性の向上と基地局間連携の性能向上の観点から議論し、本研究の位置づけを明らかにしている。

第3章では、アナログ型無線アクセスネットワークの形態として、WDMを用いたRoF分散アンテナシステムを提案し、その伝送特性を評価している。提案手法は、光ファイバに、異なる信号波形の無線信号を自由に多重することができる点が特徴であり、その実現性について室内実験も含めて評価している。また、光ファイバにアナログ型の無線信号を伝送する際には、光強度変調に起因する非線形歪み、信号光同士の光ビート雑音、信号光とASEの光ビート雑音などの影響で伝送特性が劣化することを明らかにし、その対策として、OTDMにおける光パルス変調器の消光比を高めることと、EDFA利得の最適制御が有効であることを明確化している。

第4章では、第3章で説明したアナログ型無線アクセスネットワークに対して、そこで問題となっていた非線形ひずみそのものの影響が抑制できるディジタル型無線アクセスネットワークを提案している。従来のディジタル型無線アクセスネットワークにRoFを適用する場合、IQデータをサンプリングし、量子化して伝送しているため、光ファイバ内で伝送される際の伝送速度が、単位時間当たりで伝送される情報量より非常に大きくなってしまうことが課題であった。そこで、無線リンクの物理層の構成を2つに分割し、分割点での情報をRoF伝送する方式を提案している。結果として、情報ビット系列をチャネル符号化した直後にRoF伝送する方式が、RoFで伝送される情報量を削減するとともに、次章で説明する技術との整合性もよいことを明確化している。

第５章では、第４章で提案したディジタル型無線アクセスネットワークを上り回線の基地局連携受信に拡張する技術として、各基地局での受信信号を２ビットで量子化されたLLRとしてRoF伝送した後合成する、LLR量子化と基地局間連携の統合設計手法を提案している。またその伝送性能を解析し、提案手法が伝送性能の特性改善に有効であることを明確化している。

第６章は本論文の結論であり、本研究で得られた結果を総括している。

以上のように、本論文はRoF技術の無線アクセスネットワークへの統合に関して数多くの有用な知見を与えており、情報通信工学の発展に寄与するところが多い。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。