



Title	Optical Signal Processing for Optical Analog Systems
Author(s)	池田, 研介
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46903
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 いけ だ けん すけ
池 田 研 介

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 20333 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 3 月 24 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

工学研究科電子情報エネルギー工学専攻

学 位 論 文 名 Optical Signal Processing for Optical Analog Systems
(光アナログシステムのための光信号処理に関する研究)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 北山 研一

(副査)

教 授 谷口 研二 教 授 谷野 哲三 教 授 小牧 省三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、筆者が大阪大学大学院工学研究科（電子情報エネルギー工学専攻）在学中に行った光アナログシステムのための光信号処理に関する研究成果をまとめたものであり、以下のように構成されている。

第一章は序論であり、本研究の背景として、高速大容量無線アクセスを支えるための光アナログ信号であるミリ波帯光ファイバ無線（Radio on Fiber : ROF）と既存の光デジタル信号が共存したネットワークについて述べ、そこで求められる周波数ミキシング、マルチバンド変調、アナログ/デジタル（AD）変換の信号処理を明らかにし、本研究の動機付けを行った。

第二章では、ROFの基礎について説明し、ROFネットワークを実現する際に基地局（Base Station : BS）や中央局（Central Cell Station : CCS）において必要となる課題を明らかにし、その解決に必要な光信号処理について議論した。また、ノードで光アナログ信号である ROF 信号と光デジタル信号を接続するために必要な信号処理である AD 変換についての説明を行った。

第三章では、ROF ネットワークにおける BS および CS の簡単化のために、光周波数ミキシングと電界吸収型トランシーバ（Electro-absorption Transceiver : EAT）を用いた双方向光ファイバ無線伝送を取り上げた。無線周波数として広い帯域が確保できるミリ波帯は次世代の有望な周波数帯であり、特に 60 GHz 帯がその帯域として注目されている。60 GHz 帯はセルの半径が数十 m のピコセルを用いるの必要があり、BS の数が膨大になりコストや維持管理の面で問題が生じる。そこで、多数の BS の機能を一つの CCS に集中し、さらに検波と変調を同時に行う新しい光デバイスである EAT を使い、BS の簡単化を進める研究がなされている。また、光領域で無線信号の周波数を変換する周波数ミキシングの技術を用いる事で CS では中間周波数のみの電気信号を扱い、BS ではミリ波無線周波数での入出力を行うことが可能となり、CCS の簡単化を行う事が出来る。これらの 2 つの技術を同時に用いた光ファイバ無線システムの双方向通信の伝送実験を行い、さらに周波数ミキシングによってフェージング問題が緩和できることを理論的に示し、提案方式の有効性について検証した。

第四章では、将来のアクセスネットワークの効率的な構築に向けて、ミリ波、マイクロ波、ベースバンド信号の同時光変調・ファイバ伝送の方法を提案した。マイクロ波・ミリ波無線アクセスおよび有線系アクセスが共存した自由度の高いアクセス網ではそれらの信号の効率的な変調・伝送方法および光ファイバ中の帯域の有効利用が必要となる。

電気信号の段階でそれぞれの信号を合波し、それを光変調器に一括して入力する事により、簡単な構成で単一波長における同時光変調・ファイバ伝送が可能となる。提案方式に基づいて電界吸収型光変調器 (Electro-absorption Modulator: EAM) を用いた実験を成功させ、更にマルチバンド変調によるそれぞれの信号の劣化について理論検討を行い、提案方式の有効性について検証した。

第五章では、非線形光ループミラーを用いた超高速光 AD 変換を提案した。光アナログ信号を伝送する ROF ネットワークと光デジタルネットワークを柔軟に接続するためにはノードにおいて AD 変換が必要であり、電子デバイスの応答速度の制限を受けない高速な光 AD 変換、特に量子化・符号化の操作の光化が必要不可欠である。提案方式での AD 変換は原理的に数百 Gsps で動作することができる。提案方式に基づいて 10-Gsps、3-bit、の全光 AD 変換の原理確認実験を行い、更に多ビットの AD 変換に向けて構成を簡単化するために分岐遅延合波器を用いた方法を提案し、実験を通して提案手法の有効性について検証を行った。

第六章は結論であり、本研究で得られた成果について総括を行った。

論文審査の結果の要旨

本論文は、光アナログシステムのための光信号処理に関する研究であり、光ファイバを用いたアナログ伝送とデジタル伝送が共存する際に必要な信号処理の提案を行っている。得られた結果を要約すると、以下の通りである。

- (1) 光アナログネットワークである ROF ネットワークにおける基地局および中央局の簡単化のために、検波と変調を同時に行う新しい光デバイスである EAT を用い、光領域で無線信号の周波数を変換する周波数ミキシングの技術を用いる事を提案している。これらの2つの技術を同時に用いた光ファイバ無線システムの双方向通信の伝送実験を行い、さらに周波数ミキシングによってフェージング問題が緩和できることを理論的に示し、提案方式の有効性について検証している。
- (2) 将来のアクセスネットワークの効率的な構築に向けて、ミリ波、マイクロ波、ベースバンド信号の同時光変調・ファイバ伝送の方法を提案している。マイクロ波・ミリ波無線アクセスおよび有線系アクセスが共有した自由度の高いアクセス網ではそれらの信号の効率的な変調・伝送方法および光ファイバ中の帯域の有効利用が必要となる。提案方式に基づいて電界吸収型光変調器 (Electroabsorption Modulator: EAM) を用い、簡単な構成で単一波長における同時光変調・ファイバ伝送の実験を成功させ、更にマルチバンド変調によるそれぞれの信号の劣化について理論検討を行い、提案方式の有効性について検証を行っている。
- (3) 非線形光ループミラーを用いた超高速光 AD 変換を提案している。光アナログ信号を伝送する ROF ネットワークと光デジタルネットワークを柔軟に接続するためにはノードにおいて AD 変換が必要であり、電子デバイスの応答速度の制限を受けない高速な光 AD 変換、特に量子化・符号化の操作の光化が必要不可欠である。提案方式での AD 変換は原理的に数百 Gsps で動作することができる。提案方式に基づいて 10-Gsps、3-bit、の全光 AD 変換の原理確認実験を行い、更に多ビットの AD 変換に向けて構成を簡単化するために分岐遅延合波器を用いた方法を提案し、実験を通してこれらの提案手法の有効性について検証を行っている。

以上のように、本論文は、有益な成果を提供するもので、電気通信工学分野の発展に貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。