

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	Radio-over-Fiber伝送技術を活用した光無線融合ネットワークに関する研究
Title(English)	Study of Optical and Radio Integrated Network Utilizing Radio-over-Fiber Transmission Technique
著者(和文)	大石将之
Author(English)	Masayuki Oishi
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10317号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:安藤 真,廣川 二郎,阪口 啓,西山 伸彦,庄司 雄哉,渡辺 文夫
Citation(English)	Degree; Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10317号, Conferred date:2016/9/20, 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	電気電子工学	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 (工学) Doctor of
学生氏名： Student's Name	大石 将之		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	安藤 真
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	広川 二郎

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「Study of Optical and Radio Integrated Network Utilizing Radio-over-Fiber Transmission Technique (和訳：Radio-over-Fiber 伝送技術を活用した光無線融合ネットワークに関する研究)」と題し、英文 6 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、モバイルトラヒックの急増に伴い新たな基地局バックホール技術が求められている背景を説明し、従来および他の関連技術と比較して、本研究で検討する Radio-over-Fiber (RoF) 伝送を用いたバックホール技術の位置づけを明確にしている。本研究の目的を、RoF 伝送技術を活用した光無線融合ネットワークの実現するための各種要素技術の提案および実験的検討であることを示している。

第 2 章「Radio-over-Fiber Transmission Technique」では、RoF 伝送技術について概説し、従来の基地局バックホール技術に適用されていたデジタルベースバンド伝送と比較した際の優位点を述べている。また、RoF 伝送において問題となる波長分散の影響について述べ、60 GHz 帯等のミリ波帯では、波長分散による RF パワーフェージングが顕著となり、km オーダでの伝送が困難になることを解析的に示している。

第 3 章「Seamless Optical and Radio Transmission System」では、光ファイバ断線区間を無線回線でバックアップする光無線シームレス伝送システムを実現するために必須となる要素技術として、Fabry-Perot Laser の自己注入同期現象を利用した自律型光ファイバ断線復旧技術を提案している。提案技術を用いた光無線切替実験により、光ファイバ断線検知までにかかる時間が 0.13 ms、無線回線への切替動作が完了するまでの時間が 2.4 ms であり、ネットワークライフライン (緊急呼や安否確認等) に求められる復旧時間内に、光ファイバ断線区間を無線回線へ信頼性高く自律的に切替可能であることを示している。さらに、提案技術を組み込んだ RoF による 10 Gbit/s QPSK 信号伝送実験により、切替制御による信号品質 (SNR) の劣化量が 1.1 dB であることを確認し、光ファイバ伝送距離が 100 km であった場合にも、10 区間以上の光ファイバ断線区間を無線回線でバックアップ可能であることを定量的に示している。

第 4 章「Optical Beam Forming Scheme for Phased Array-Antenna」では、RoF 伝送と光ファイバ波長分散の効果を活用した、アレーアンテナビームの遠隔制御技術に適用可能な、RoF 上り伝送によるユーザ端末位置の推定技術を提案している。提案技術を適用した 2 GHz 帯の双方向光無線伝送実験により、ユーザ端末位置を精度良く推定可能で、下りアンテナビームを当該推定結果に基づいて正確に制御可能であることを示している。また、将来の Gbit/s 級無線アクセスシステムをターゲットに、ミリ波 (37 GHz) 帯 2×3 素子アレーアンテナを用いた二次元ビーム制御実験を行い、マイクロ波帯と同じコンセプトでミリ波帯アレーアンテナのビームを遠隔制御できることを示している。さらに、波長分散による RF パワーフェージングの影響を定量的に解析し、RoF によるアンテナビーム制御システムを構築するためのパラメータ設計指針を示している。

第 5 章「Integrated Photonic Array-Antenna Beam Forming」では、第 4 章の検討内容をベースに、uni-travelling carrier photodiode とアレーアンテナ素子とを同一基盤上に集積した Integrated photonic array-antenna (IPA) を用いた 60 GHz 帯アレーアンテナの遠隔ビーム制御技術を提案している。実際のモバイルデータを想定した 3.5 Gbit/s QPSK 信号を用いた IPA ビーム制御実験により、IPA ビーム制御動作と受信 SNR との関係を明らかにし、ビーム制御動作時にも、Forward error correction リミットとなる 9.8 dB 以上の SNR でデータ受信できることを示している。さらに、60 GHz 帯 RoF 伝送時の波長分散の影響を考慮に入れて、60 GHz 帯 RoF によるアンテナビーム制御システムを実現するための設計パラメータを解析的に示している。

第 6 章「Conclusion」では、本研究で得られた結果を総括し、今後の課題と展望を述べている。

以上を要するに、本研究は RoF 伝送を活用した光無線ネットワークを実現するための新たな要素技術確立するとともに、当該ネットワークを構築するためのパラメータ設計指針を実験的に示した。

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 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	電気電子工学	専攻	申請学位(専攻分野)：	博士	(工学)
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of	
学生氏名：	大石 将之		指導教員(主)：	安藤 真	
Student's Name			Academic Advisor(main)		
			指導教員(副)：	広川 二郎	
			Academic Advisor(sub)		

要旨(英文 800 語程度)

Thesis Summary (approx.800 English Words)

The work presented in this thesis treats “study of seamless optical and radio network utilizing radio-over-fiber transmission technique.” The thesis is organized as follows.

Chapter 1 is an introduction of the thesis where the background and purpose of this study are presented. The organization of the thesis is also described with the main topics of each chapter.

Chapter 2 describes the overview of RoF transmission technique. The technical problem to be solved for practically designing seamless optical and radio network is also shown.

Chapter 3 studies RoF-based seamless optical and radio communication systems with the capability of rapid disaster recovery, and proposes an autonomous self-healing technique utilizing a self-injection-locked Fabry-Perot laser. It is experimentally confirmed that the operation of switching from a failed fiber link to a backup radio link can be completed within the required restoration time for network lifelines. In addition, the degradation of signal quality caused by switching operation is evaluated throughout RoF transmission experiments employing the proposed technique. Finally, the required parameters for designing the RoF-based seamless optical and radio communication system with plural backup radio links are discussed.

Chapter 4 studies beam forming of phased array-antennas using RoF transmission technique, and proposes a simple and practical scheme to decide the direction of antenna beam. The feasibility of the proposed scheme is confirmed by bidirectional RoF transmission experiments in 2-GHz band. Moreover, two-dimensional beam forming in 37-GHz band is experimentally demonstrated for targeting future high-speed radio communication systems. The required system parameters for practical use are finally provided by investigating the induced transmission penalty.

Chapter 5 studies the beam forming of an integrated photonic array-antenna (IPA), where the photodiodes are integrated with 60-GHz patch array-antenna elements into a single package, for targeting further simplification of the antenna site. The beam forming operation for the fabricated IPA is experimentally demonstrated by using a QPSK signal, and the QPSK signal quality during beam forming operation for the IPA is quantitatively evaluated. The system parameters for practical 60 GHz-band RoF-based array-antenna system are also discussed.

Chapter 6 summarizes the obtained results of this study.

From the above-described results in this study, it is confirmed that the RoF transmission is a promising technique for designing future optical and radio converged network because of its seamless connection capability of optical and radio transmission links. The application fields of the RoF transmission is not necessarily limited to rapid disaster recovery and beam forming of the phased array-antenna. When we design the seamless optical and radio network based on the RoF technique, the system parameters should be properly selected in order to avoid the RF transmission penalty due to the effect of fiber chromatic dispersion. The author believes that the RoF transmission is a promising solution for designing the next generation seamless optical and radio network.

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).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).