

論文内容の要旨

博士論文題目

Radio over Fiber based Wireless Access Technology for Flexible Channel
Resource Allocation

(光ファイバ無線アクセスによる適応チャネルリソース制御)

氏 名

Withawat Tangtrongpaioj

(論文内容の要旨)

Radio over Fiber (RoF) with the centralized radio access network (C-RAN) is a promising solution for providing wireless access services. Heterogeneous radio signals are transferred via an optical fiber link using the digital or analog transmission techniques. Since the analog RoF has many advantages such as the link bandwidth utilization and low complexity, this thesis comprises multiple studies to conclude the performance of analog RoF not only for the network-level but also the link-level. We could successfully introduce a very simple and easy-to-use solution adaptation technique, whose performance was shown to be outstanding. Firstly, we have considered the performance of network-level improvement using the C-RAN with analog RoF. The mobile backhaul and fronthaul are capable of deploying the cells at the indoor location. However, since its link topology is based on the point-to-point, the handover process must be activated whenever the mobile user moves across the cell. As for the indoor system, the number of handover is further increased than outdoor location because of the limitation of transmitting power of the indoor equipment. In this research, C-RAN incorporated with optical matrix switch is introduced instead of the point-to-point link. Simulation results show that the proposal reduces a huge number of handover compared to the conventional point-to-point configuration. Then, as a continuation study for the link-level, when the analog RoF and the radio frequency (RF) devices have a nonlinear characteristic, these will create the intermodulation products (IMPs) in the system and generate the intermodulation distortion (IMD). In this research, the IMD interference in the uplink RF signals from the coupling effect between the

downlink and the uplink antennas has been addressed. We propose a method using the dynamic channel allocation (DCA) algorithm with the predistortion (PD) technique to improve the throughput performance of the multi-channel RoF system. The carrier to distortion plus noise power ratio (CDNR) is evaluated for all channel allocation combinations; then the best channel combination is assigned as a set of active channels to minimize the effect of IMD. The results show that the DCA with PD has the lowest IMD and obtains a better throughput performance.

(論文審査結果の要旨)

RoF (Radio-over-Fiber、光ファイバ無線)を用いた C-RAN (Centralized Radio Access Network、集中制御無線アクセス網)は、今後、信頼性が高く、かつ、リーズナブルなコストでブロードバンド無線アクセスサービスを提供するための鍵となる技術である。RoF は、様々な種類の無線信号を直接、光ファイバリンクを通じて伝送すること技術であり、C-RAN を構成する要素技術である。特に、無線信号波形で光を直接アナログ変調するアナログ RoF は、構成が簡単であり、複雑なデジタル信号処理や変復調回路を用いずに無線アクセス網の構築が可能であることから、次世代移動通信システムの要素技術の一つとして注目されている。

本論文では、アナログ RoF を用いた C-RAN についてネットワークレベルおよびリンクレベルでの検討を行っている。

まず、アナログ RoF を用いた C-RAN のネットワーク構成について検討している。従来のアナログ RoF は、基本的にアクセスポイントと制御局と 1 対 1 接続で接続されている。この構成では、RoF の適用に拘わらず、セル構成は同一であり、端末の移動や分布の偏りに応じて柔軟な無線リソースを用いることができない。そこで、本論文では、制御局側に光スイッチを配置し、複数のセルに同一の無線リソースを割り当てることを可能にし、さらに、そのリソース割り当てを端末の状況に応じて柔軟に切り替える方式を提案している。一般に、セルサイズを小さくすると周波数利用効率が向上すると言われているが、一方で、セルサイズを小さくすることで、ハンドオーバー制御に要する通信のオーバーヘッドが増大するため、端末分布によってはセルサイズの縮小することで周波数利用効率が低下することがある。本論文では、この問題を光スイッチを用いてセル構成を柔軟に制御することで解決している。

次に、本論文では、リンクレベルの検討として、アナログ RoF で問題となる光変復調器の非線形歪み対策について検討している。非線形歪みは、無線変調信号の品質に直接影響を与える。特に、奇数次非線形歪みが存在する状況で、複数周波数の変調信号を伝送すると、IMD (Intermodulation Distortion: 相互変調

歪み)と呼ばれる歪みにより、元の周波数とは異なる周波数チャネルに干渉波が発生し、他局の通信に影響を与えるため、大きな問題となる。本論文では、従来から用いられている非線形波形等化手法と、IMD がシステムに大きな影響を与えないように周波数配置を適応制御する方式を組み合わせる手法を提案している。この手法により、非線形歪みが C-RAN に与える影響を最小化することができることを明らかにしている。

このように、本論文では、アナログ RoF を用いた C-RAN の問題点をネットワークレベルおよびリンクレベルにおいて解決する手法を提案しており、本提案は、次世代移動通信システムの構築に向けて社会的にも大きな意義のある研究成果であると認められる。よって、本論文は、博士(工学)の学位に能いするものと認められる。