

論文内容の要旨

博士論文題目

Channel Estimation and Detection Schemes for ESPAR Antenna-Based OFDM Receivers

(ESPAR アンテナを用いた OFDM 受信機における伝搬路推定および復調法)

氏名 Reinoso Chisaguano Diego Javier

Most of the latest standards of wireless communications use orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) due to its high spectral efficiency. In wireless links, the multipath fading of the transmitted signal can severely degrade the bit error rate (BER) in the receiver. Antenna diversity is a technique commonly utilized to counteract the effect of multipath fading, however it has several limitations due to the additional radio frequency (RF) chains that it requires. To overcome this problem, an OFDM receiver using an electronically steerable passive array radiator (ESPAR) antenna was previously proposed to improve the BER without requiring additional RF chains. This dissertation presents the design and evaluation of ESPAR antenna-based receivers for the IEEE 802.11n wireless local area network (WLAN) and Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial (ISDB-T) standards.

In the first part of this study, a multiple input multiple output – orthogonal frequency-division multiplexing (MIMO-OFDM) receiver using a 3-element ESPAR antenna is proposed. This diversity receiver, which only has two RF chains in the receiver side, obtains a BER close to a conventional 2x4 MIMO-OFDM system that has four RF chains. The simulation results show that the receiver can obtain a diversity gain of about 14 dB for a BER of 10^{-3} and using perfect channel state information (CSI).

In on-vehicle ISDB-T receivers, the received signal can be severely affected by multipath fading and the movement of the car. The usual solution to overcome these problems is to use an ISDB-T receiver with antenna diversity, but the additional antennas and cabling are important drawbacks in terms of installation time. The second part of this study proposes ESPAR antenna-assisted ISDB-T receivers that only require one antenna, thus its installation in a car can be simplified.

氏名	Reinoso Chisaguano Diego Javier
----	------------------------------------

(論文審査結果の要旨)

ブロードバンドワイヤレス通信では、マルチパスフェージングによる伝送特性の劣化の問題が問題として残っており、対策が不可欠である。アンテナダイバーシチがフェージング対策技術として用いられているが、近年のブロードバンドワイヤレス通信の基盤伝送方式として用いられている直交周波数分割多重 (OFDM) にアンテナダイバーシチを適用すると RF アナログ回路規模の増加が問題となる。この対策として、ESPAR (Electrically Steerable Passive Array Radiator) アンテナが提案されている。ESPAR アンテナにより RF アナログ回路の削減は可能であるが、一方、受信信号の歪みを補償するデジタル回路を付加する必要がある。

本論文では、ESPAR アンテナを用いた MIMO-OFDM 空間ダイバーシチ受信機の RF アナログ回路とベースバンド信号処理部のデジタル回路の両方の規模を削減する手法を検討している。ここでは、圧縮センシングを用いた伝搬路推定方式を提案し、高精度伝搬路推定を小規模なデジタル回路で実現可能であることを示している。次に、歪み補償に用いられる逆行列演算を複数の小行列に分割し、小行列毎に QR 分解を行うことで大幅にハードウェア規模の実現が可能であることを明らかにしている。

本技術をさらに日本の地上デジタルテレビ放送規格である ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting for Terrestrial) に適用することを検討している。特に車載受信機では、アンテナや RF ケーブルの設置が厳しく制限されており、ESPAR アンテナによるダイバーシチ受信機の利用が有効である。本論文では、ESPAR アンテナを用いた ISDB-T ダイバーシチ受信機を構成し、その性能評価を行っている。その結果、単一 RF アナログ回路でダイバーシチ効果が得られることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、限られたハードウェアの条件でブロードバンドワイヤレス通信の信頼性を向上させる技術を明らかにしたものであり、今後の情報通信技術の発展に大いに資すると考えられる。よって、博士(工学)の学位に能いするものと認められる。