

論文内容の要旨

博士論文題目

Channel Estimation and Detection for Advanced Digital Terrestrial Television System

(次世代地上デジタルテレビシステムのための伝搬路推定と復調法)

氏 名

Ryan Paderna

(論文内容の要旨)

The research contributions are to improve both capacity and reliability for next generation broadcasting systems. Due to spectrum-scarcity, the capacity improvement for new services, e.g., 4K television, requires radio broadcasting signals using the same frequency band as the existing Integrated Services Digital Terrestrial Broadcasting - Terrestrial (ISDB-T). To fulfill this task, we employ Layered Division Multiplexing (LDM) to simultaneously transmit: (1) primary data stream for ISDB-T and (2) an additional secondary data stream, from which 4K receiver can combine with the primary stream to obtain 4K signal. In doing so, an interference problem between two data streams arises which may result in a severe reliability deterioration for both layers. Therefore, we only multiplex the secondary stream in a partial manner so that the interference between layers can be reduced. Partial LDM is possible since the transmission capacity of the secondary layer exceeded the minimum requirement due to reuse of primary layer. We can reduce the error-rate using partial LDM because there will be less interference between two layers of LDM. Improving the reliability for broadcasting systems requires accurate knowledge of the radio channel, which can be acquired by channel estimation (CE) process. Since the impulse response of the radio channel is sparse, we adopt compressed sensing (CS) to efficiently perform the CE. The CS-based CE generates the channel impulse response by initially determining the delay time for each path and then calculating the associated attenuation

coefficients. Therefore, CS-based CE is vulnerable to fractional delay where the delay time cannot be correctly recovered due to long sampling period and/or imperfect synchronization in broadcasting systems. Therefore, we have proposed a “virtual oversampling” technique for CS which uses an oversized Discrete Fourier Transform (DFT) matrix to detect the fractional delay at the receiver-side without increasing the signal bandwidth. As a result, accuracy of the CE and the reliability of the transmission are significantly improved.

氏 名	Ryan Paderna
-----	--------------

(論文審査結果の要旨)

本論文は、次世代地上デジタルテレビ放送システムの信頼性と伝送速度を向上させるための技術に関するものである。現在、地上デジタルテレビ放送に使われている UHF 帯の電波は携帯電話をはじめとする多数の通信システムが利用しており、帯域がひっ迫している。一方、テレビ放送は、より高精細で臨場感のある超高解像度映像が要求されており、限られた周波数帯域を効率的に利用する技術が求められている。

この問題を解決するために、本論文では、階層分割多重(LDM: Layered Division Multiplex)技術の適用を検討している。その中で、従来の LDM では、所要伝送速度と信頼性の両方を満足することができないことを示し、時空間ブロック符号化(STBC: Space-Time Block Code)を組み合わせる部分的に LDM を行う Partial LDM 方式を新たに提案している。数値計算評価を行い、提案方式が信頼性と伝送速度の所要条件を満たし、現在の地上デジタル放送サービスと超高解像度テレビ放送サービスを同時に行うことが可能であることを明らかにしている。

また、信頼性をより高めるためには、伝搬路のインパルス応答をさらに高い精度で推定する必要がある。高精度インパルス応答推定手法として圧縮センシングを用いた手法が提案されているが、インパルス位置がサンプリング点上にならない場合、大幅に推定精度が劣化するという問題があった。この問題を解決するため、本論文では、「仮想オーバーサンプリング」という概念を新たに提案した。この手法では仮想的にサンプリング周期を高めてインパルス位置が実際のサンプリング点にないときにも圧縮センシングによるインパルス応答の推定を可能にしたもので、従来手法から大幅なインパルス応答推定精度の向上が可能となる。計算機シミュレーションにより、本提案手法の有効性をあきらかにしている。

以上のように、本論文で提案されている Partial LDM および仮想オーバーサンプリングの手法は次世代地上デジタルテレビ放送の実現に不可欠な技術である。さらに、本技術は、ブロードバンドワイヤレス通信に広く応用可能であり、今後の情報通信技術の発展に大いに資するものであると判断される。よって、博士(工学)の学位を有するものと認められる。