

学位論文 博士（工学）

地上デジタル放送のための  
適応アレー信号処理に関する研究

2012 年度

慶應義塾大学大学院理工学研究科

竹 内 知 明

## 主 論 文 要 旨

報告番号	乙 第 号	氏 名	竹内 知明
主 論 文 題 目 :			
地上デジタル放送のための適応アレー信号処理に関する研究			
(内容の要旨)			
<p>地上放送のデジタル化において、地上デジタル放送の電波を日本全国あまねく受信できるようにすることが重要である。我が国の逼迫した周波数事情や山地の多い複雑な地形、さらには電波の異常伝搬などに起因する同一チャネル干渉は解決すべき大きな課題の一つである。この問題を解決するために、本論文では送信および受信技術へ適応アレー信号処理技術を適用する。従来地上デジタル放送信号に含まれるスキッタードパイロットを利用した <b>OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)</b> アダプティブアレーが提案されているが、この方式では希望波と干渉波で、スキッタードパイロットの受信タイミングが一致する場合に干渉波を抑圧できない、という問題がある。そこで本論文では地上デジタル放送に適用可能なアダプティブアレーを提案し、計算機シミュレーションおよび野外実験の結果からその有効性を示す。</p> <p>第一章では本研究の背景と目的、および本論文の構成を示す。第二章では本論文に用いられる基礎事項および関連研究について述べる。</p> <p>第三章においては、<b>MFN (Multi Frequency Network)</b> 放送波中継局用アダプティブアレーを提案する。提案手法は合成、比較、選択に基づく最尤シンボル判定およびチャネル推定値を用いた <b>QAM (Quadrature Amplitude Modulation)</b> 信号の位相識別を用いることにより判定指向型アルゴリズムを適用する際に問題となる軽減困難誤りを克服するものであり、スキッタードパイロットの受信タイミングが一致する場合でも干渉波を抑圧することができる。</p> <p>第四章では、同一チャネル干渉環境にある <b>SFN (Single Frequency Network)</b> 放送波中継局において送受アンテナ間回り込みと同一チャネル干渉の両方を同時にキャンセルする干渉キャンセラを提案する。</p> <p>第五章では、固定受信環境の受信機に応用することを想定し、簡易な構成で実現できるチャネル歪みを含む再変調時間領域信号を参照信号とするアダプティブアレーを提案する。時間領域のアダプティブアレーと周波数領域のチャネル等化器を併用することで低計算量で劣悪な受信環境に対する耐性を有することを示す。</p> <p>第六章では、<b>Post-FFT</b> アダプティブアレーに関して、重み係数の逆数を利用した係数最適化手法を提案する。一般に <b>Post-FFT</b> 型アダプティブアレーは、<b>Pre-FFT</b> 型と比較すると、特に干渉波の到来角度広がりが多い場合に干渉除去特性が良好であるが、<b>SFN</b> 環境など低 <b>D/U</b> のマルチパスに対する耐性に問題があった。提案手法による計算機シミュレーションや室内、野外実験を行い、提案法の有効性を確認した。</p> <p>最後に第七章で結論を述べ、本論文の成果を要約する。</p>			

## SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Integrated Design Engineering	Student Identification Number	SURNAME, First name TAKEUCHI, Tomoaki
<p>Title</p> <p>Research of Adaptive Array Signal Processing for Digital Terrestrial Broadcasting</p>		
<p>Abstract</p> <p>The aim of this paper is to expand digital terrestrial broadcasting coverage to all over the nation. In the process of digitization of terrestrial broadcasting, co-channel interference caused by complex mountainous terrain circumstances, tight frequency use and unusual propagation of radio waves is one of the serious problems. To overcome this problem, this paper considers the application of adaptive array signal processing to both transmission and reception side. So far, an adaptive array for scattered pilot OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) system that can be applied to ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial) had already proposed in the literature. However, a conventional system which use scattered pilot as a reference signal has a fatal problem to miss-capture the ISDB-T interference wave synchronized the scattered pilot reception timing with desired wave. This paper proposes an adaptive array that can be applied to ISDB-T signal reception.</p> <p>Chapter 1 describes the background, object and construction of this paper. In chapter 2, basic theories of ISDB-T systems, array signal processing and previous works are reviewed. In chapter 3, post-FFT adaptive array is proposed which can be applied to MFN (Multi Frequency Network) broadcast wave relay stations. The proposed system use a combine, compare and select operation based maximum likelihood symbol decision and the phase identification of QAM signals to overcome the irreducible symbol errors. Chapter 4 proposes an interference canceller for SFN (Single Frequency Network) broadcast wave relay stations utilizing an adaptive array and a feedback filter to cancel co-channel interference and coupling loop interference between re-transmitting and receiving antennas simultaneously. The proposed algorithm in chapter 5 uses time domain pre-FFT combiner and the frequency domain one-tap equalizer. To optimize the weights for time domain combiner, the re-modulated time domain signals with channel distortion are used as a reference signal. Furthermore, to improve the robustness of post-FFT adaptive array against low D/U multipath interference, chapter 6 propose the weight coefficients optimization algorithm for post-FFT adaptive array using the reciprocal numbers. Effectiveness of the proposed methods is confirmed through a computer simulation and or a laboratory and field experiments performed using prototype equipment. Finally, this paper is concluded in chapter 7.</p>		