

電気・電子情報工学専攻	学籍番号	M143229
申請者氏名	小松 和暉	

指導教員氏名	上原 秀幸 宮路 祐一
--------	----------------

## 論文要旨(修士)

論文題目	帯域内全二重通信のための周波数領域非線形デジタル自己干渉キャンセラ
------	-----------------------------------

周波数利用効率の増加が期待できる通信方式として、同一周波数で同時に送受信を行う全二重通信が注目されている。しかし、自端末と相手端末間の距離よりも自端末の送受信アンテナ間の距離が近いため、相手端末からの所望信号に対して自端末からの送信信号が強く干渉し、全二重通信を行うことができない自己干渉の問題がある。本論文ではデジタルベースバンド領域で自己干渉信号の除去を行うデジタル自己干渉除去に着目する。送信信号は送信機のアナログ素子により非線形な歪みを受けるため、この非線形性を考慮したハマーシュタイン型のデジタル自己干渉キャンセラが時間領域において開発されてきた。従来までの時間領域ハマーシュタイン型キャンセラは高い自己干渉除去性能を有するが、学習時の計算量が高いことや学習収束特性が悪いという欠点がある。また、従来までの周波数領域での自己干渉キャンセラは自己干渉除去性能が十分でなく、非線形歪みを受けた自己干渉の除去が行えない問題がある。

本論文では高い自己干渉除去性能を有し、同時に低計算量性と高速な学習収束性能を有する周波数領域での非線形自己干渉キャンセラを二つ提案する。まず、従来までの周波数領域自己干渉キャンセラの除去性能の劣化が送信信号である直交周波数分割多重 (OFDM: Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) シンボルの間にある非連続点に起因することを明らかにする。また、二つの提案キャンセラではOFDMシンボルの前半を他のシンボルと入れ替えた信号を学習時に利用することでこの問題に対処する。さらに、パラメータ学習を周波数領域で行う一方で自己干渉信号の再現及び除去を時間領域で行うことにより、自己干渉信号と所望信号でシンボルタイミングにずれが生じていても高い自己干渉除去性能を発揮できる。一つ目の提案キャンセラである周波数領域ハマーシュタインキャンセラは従来まで時間領域で学習を行っていたハマーシュタイン型キャンセラを周波数領域に拡張した手法である。この手法では、自己干渉信号の電力スペクトルの推定値と雑音電力を比較することで学習に使用する非線形基底関数を削減し、学習時計算量及び学習収束性能を改善することができる。二つ目の提案手法である周波数領域繰り返し推定キャンセラでは、送受信機の非線形パラメータを繰り返し推定する。この手法では従来手法に比べてパラメータ数を著しく削減ことができ、高い学習収束性能と低計算量性を同時に達成できる。

送受信機の非線形特性をモデル化したベースバンド信号シミュレーションを用いて二つの提案手法の自己干渉除去性能と学習収束特性を従来手法である時間領域並列ハマーシュタインキャンセラと比較する。シミュレーション結果より、二つの提案手法は従来手法と同じく非線形歪みを受けた自己干渉信号を除去可能であり、従来手法と同等以上の除去性能を有していることがわかった。さらに、自己干渉電力が雑音電力よりも50 dB大きいときに信号対雑音比の劣化を5 dB以下にするために必要となる学習シンボル数を比較すると、従来手法が10シンボル以上必要であったのに対して、周波数領域ハマーシュタインキャンセラでは5シンボルで、周波数領域繰り返し推定キャンセラでは2シンボルで達成した。また、このときの複素積の演算回数を比較すると、周波数領域ハマーシュタインキャンセラ及び周波数領域繰り返し推定キャンセラの演算回数は、それぞれ従来手法の約 $2.92 \times 10^4$ 分の1及び約 $5.16 \times 10^4$ 分の1となった。