

卒業論文題目 無線 LAN 規格によるアンダーサンプリングに関する研究
学籍番号 1864044 氏名 宇都宮賢太郎
指導教官 新井宏之 教授
論文提出日 令和4年3月9日

近年頻繁に使用される無線 LAN や移動体通信システムなどの高速無線通信規格では RF 信号という高周波を用いて通信を行う。そこで、高速 ADC を用いた RF サンプリングが必要になる。しかし、ナイキスト周波数を用いた RF サンプリングは、高いサンプリング周波数が要求され、ADC のコストと消費電力の面で実用が難しい問題点がある。また無線通信において Massive MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) による通信技術が使用されるようになり、アンテナ素子ごとに設置しなくてはならない送受信器の小型化が課題となっている。そこで、無線通信のような狭帯域な信号の場合、アンダーサンプリングにより大幅にサンプリング周波数を下げることが可能であるため、小型化に有効であると考えられる。

アンダーサンプリングとは搬送波の折り返し周波数成分を用いた方法であるため、従来のナイキストサンプリングに比べてクロックタイミングの揺らぎ(クロックジッタ)による雑音や位相変動の影響が大きいと考えられる。そこで本論文は無線 LAN 規格を用いた場合の RF 信号におけるアンダーサンプリング時のクロックジッタが与える影響について検討を行う。

はじめに、クロックジッタの定義とサンプリングにおいてジッタが与える影響を理論的に示す。高周波数帯においてはジッタ雑音は量子化雑音比べて強く影響する。ジッタの影響は式で表すことができ、コンステレーションパターンではジッタ雑音とガウスノイズの影響を受けたシンボルを確認できる。また無線 LAN の規格について今までに開発されたものを説明し、それぞれの規格の特長を説明した後に近年に使用される規格の変調方式や利用周波数帯の説明を行う。

次に、256QAM,1024QAM の変調方式におけるクロックの影響を MATLAB を用いたシミュレーションにて検討し、受信シンボルを示したコンステレーションパターン、EVM 特性、BER 特性を確認した。256QAM 変調方式では 2.4GHz 帯であれば 15ps、5GHz 帯であれば 5ps、1024QAM 変調方式では 2.4GHz 帯であれば 24ps、5GHz 帯であれば 6ps 以下のジッタであればアンダーサンプリングが可能であることが分かった。最後に規格ごとに比較を行ったところ、ジッタ値、周波数帯が大きくなると復調が不可能になる範囲を確認できた。