

A-16 雑音と1bit ADCを用いた2×2 SFBC-MIMO-OFDM 信号受信実験

坂山秀明*1, 齋藤将人*2, 山里敬也*3

(*1 琉球大学大学院理工学研究科, *2 琉球大学工学部, *3 名古屋大学教養教育院)

1. まえがき

通信システムにおける低消費電力化の方法として、受信機のAnalog-to-Digital Converter (ADC)を量子化ビット数1ビットの1bit ADCを用いる方法がある[1]. 1bit ADCは信号の振幅が区別できないが、オーバーサンプリングと平均化処理により、振幅変動を伴う信号を受信可能であることが示されている[1, 2].

一方で、マルチキャリア信号の多重を伴うMultiple-Input Multiple-Output Orthogonal Frequency Division Multiplexing (MIMO-OFDM)信号については、まだ十分な検討がなされていない。本研究では、Binary Phase Shift Keying (BPSK)を用いた2×2 MIMO-OFDM信号の受信実験を行い、ビット誤り率特性を求めた。1bit ADC受信であっても、雑音減衰量が一定以上となると、エラーフリーとなる良好な特性が得られた。

2. システムモデル

本研究で用いた実験系を図1に示す。図において背景色が灰色の部分にはソフトウェア処理を行ったことを表す。送信信号は、IEEE 802.11a規格に準拠したOFDM信号とこれをSpace-Frequency Block Code (SFBC)で符号化した信号を用いて、2系統のOFDM信号とした。各複素ベースバンド信号に搬送波を乗算して周波数変換と実数化を行った。更に、チャンネル係数の乗算と空間多重を行い、2種類の2×2MIMO-OFDM受信信号を生成した。各受信信号データを任意信号発生器に保存した後、Ch1とCh2から出力し、同軸ケーブルで2chの高速ADC (サンプリングレート3.2GSps, 量子化ビット数12ビット) にそれぞれ入力した。入力信号には、チャンネル毎に雑音発生器で生成した雑音を減衰させて印加した。ADC出力はデータキャプチャボードで保存した。この受信信号データに対して、ソフトウェア上で、搬送波の乗算、1bit ADC (実部・虚部で正負に応じて+1, -1を出力) の適用、平均化処理を行った後、送信信号に対応するMIMO-OFDM復調器に入力し、同期捕捉やモード推定、データの復号までを行い、Bit Error Rate (BER)を求めた。

3. 数値例

変調方式はBPSK, 伝送レートは6Mbps, 送信ビット数128ビット, 符号化率1/2の畳み込み符号を使用, データサブキャリア数48の2×2MIMO-OFDM信号を伝送する実験を行った。80MSpsの信号を任意信号発生器で400MSpsにアップサンプルした。受信機では3.2GSpsの受信サンプルを8サンプル毎に平均値を求め400MSpsにした後、ソフトウェア上で80MSpsのMIMO-OFDM信号にしてから復調した。

印加雑音の減衰量(ATT)に対するBER特性を図2に示す。ATTが0dBから4dBまでは、信号の同期が取れずBERが求められなかったため、図では×と表している。青丸はBERを表す。赤い米印は、そのATTにおいて、ビット誤りが生じなかったことを表す。

ATTが5dB以上で同期捕捉が可能となり、11dB以下ではビット誤りが生じる場合もある。一方、ATTが12dB以上の領域

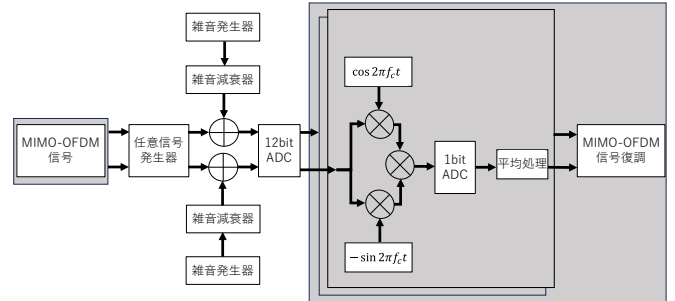
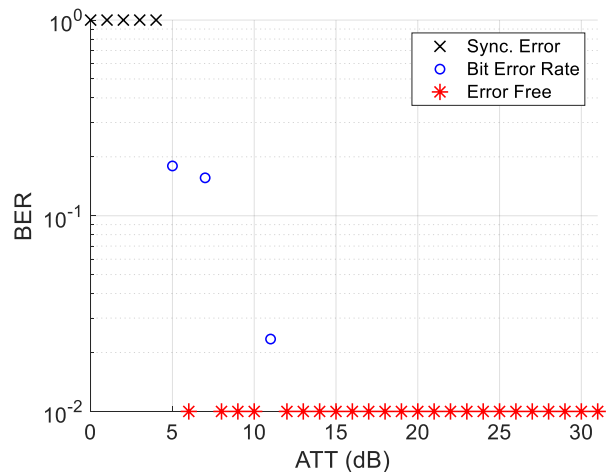


図1 実験系

図2 雑音減衰量に対するビット誤り率特性
では、全てエラーフリーを達成した。

4. まとめ

本研究では、BPSK変調による2×2 SFBC-MIMO-OFDM信号を1bit ADCで受信する実験を行いBER特性を求めた。マルチキャリア信号を多重するMIMO-OFDM信号受信において、1bit ADCを用いて受信した場合でも、雑音とオーバーサンプリングや平均化処理により、良好なBER特性が得られることを実験により明らかにした。

謝辞

本研究は、JSPS科研費JP24K00886の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 太田黒拓斗, 齋藤将人, 山里敬也, “広帯域雑音と1bit ADCを用いた16QAM-OFDM信号受信実験”, 信学技報, vol. 122, no. 399, pp. 1-8, 2023年3月.
- [2] 齋藤将人, 山里敬也, “1bit ADCを用いたOFDM信号受信実験”, 信学技報, vol. 122, no. 73, pp. 236-241, 2022年6月.