

アナログ処理による多値変調波の高効率電力増幅に関する研究

日大生産工(院) ○根本彪瑠 元日大生産工 田中将義 日大生産工 関智弘

1. はじめに

近年衛星通信では高速大容量化の実現のため多値変調波が使用されている。しかし電力増幅器(High-Power Amplifiers:HPA)でバックオフを大きくとる必要があり、高効率化が困難という課題がある。筆者らは、ベースバンドレベルのデジタル信号処理で振幅変動の小さい波に分割、高効率電力増幅後に空間重畳送信する方法が提案した⁽¹⁾。しかしアナログ処理のみのベントパイプ型中継系では適用できない。

そこで、本研究では、アナログ処理による多値変調波の高効率送信を実現する空間重畳合成方式について検討した。

2. 従来システムの構成

図1に従来のワイヤレス通信送信システム構成を示す。多値変調波を一括増幅する方法であり、振幅変動が大きく、電力増幅器(HPA)の非線形領域を避けて、線形領域で動作させるため、電力効率が低くなる欠点がある。

3. 先行研究と本研究の構成図

ベースバンド領域で変形8値位相変調(8PSK)波と4値位相変調(QPSK)波に分割し、空間重畳合成する32APSK空間重畳型多値変調システム(先行研究)の構成と信号空間配置を図2に示す。これに対して、本研究のシステム構成を図3示す。多値変調波をアナログ処理により振幅変動の小さい二つの波に分割し、個別に高効率電力増幅する。その後空間重畳を行い、元の多値変調波を生成するシステム構成となっている。

本研究では、多値変調波として図2に示す32APSK変調波の信号空間配置を使用した。

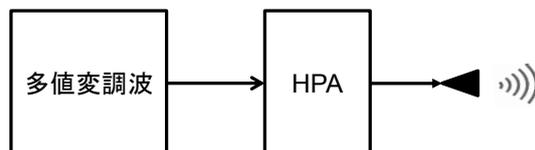


図1 従来システム(一括増幅システム)

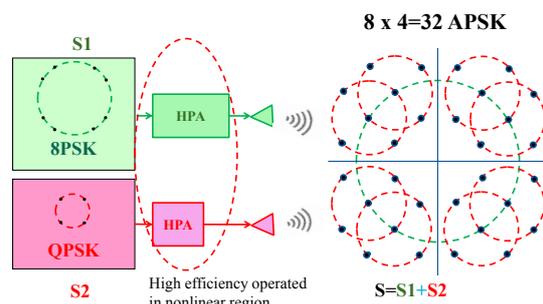


図2 デジタル処理による高効率増幅システム(先行研究)

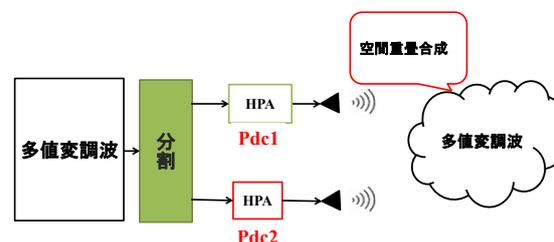


図3 本研究のシステム構成

4. 最適分割値の選定

32APSKを効率よく増幅させることのできる分割最適値を検討した。図4に分割値に対するHPA消費電力の関係を示す。-11dB近傍でHPAの全消費電力が最小になることが明らかとなった。表1には従来システムの消費電力Pdcと本システムの消費電力Pdc1, Pdc2の比較を示す。消費電力比率は(1)式のように示す。一括増幅システムと比べ約60%の低消費電力化を示すことができた。

$$\text{消費電力比率} = \frac{P_{dc1} + P_{dc2}}{P_{dc}} \times 100 [\%] \quad (1)$$

5. 伝送特性の評価

5.1 分割による特性変化

図5に本システムと一括増幅システムとのBER特性を示す。分割による伝送劣化はないことが確認できた。

5.2 空間重畳合成時の振幅・位相誤差による特性変化

0.5, 1.0, 1.5 dBの振幅誤差と5, 10, 15 degの位相誤差に対する伝送特性の劣化をTable 2に示す。許容劣化を-1 dB以内とすると、振幅、位相の許容誤差はそれぞれ、1 dB, 10°であることが分かった。

5.3 時間遅延による特性変化

シンボル時間に対する時間遅延を与えた時のBER特性を図6に示す。シンボル時間に対し1/2, 1/4, 1/8, 1/16の遅延を与えた。1/8の遅延時間までであれば伝送劣化がないことが確認できた。

6. まとめ

本研究では多値変調波をアナログ処理により分割、空間重畳合成する高効率電力増幅送信システムを提案した。32APSK波では、ピーク値から-11dBが分割最適値であること、分割による伝送特性への影響が小さいことを明らかにした。

さらに振幅変化1 dBで位相変化10deg、シンボル時間遅延1/8以内であれば、消費電力が従来方式に比べ約60%の低消費電力化を実現できる見通しを得たことを示した。

「参考文献」

- [1] 田中将義, 信学, ソ大, B-3-2, 9月 2016.
- [2] Masayoshi Tanaka and Takahiro Ohkubo, AIAA-2015-4334, Oct. 2015.

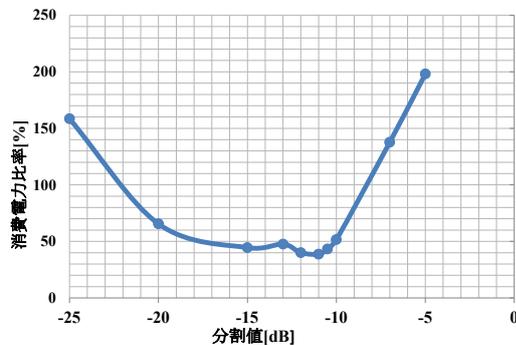


図4 分割値に対する消費電力の比較

表1 分割による消費電力比率の比較

	Pdc1	Pdc2	Pdc (Pdc1+Pdc2)
Conventional			1
Proposed	0.21	0.18	0.39

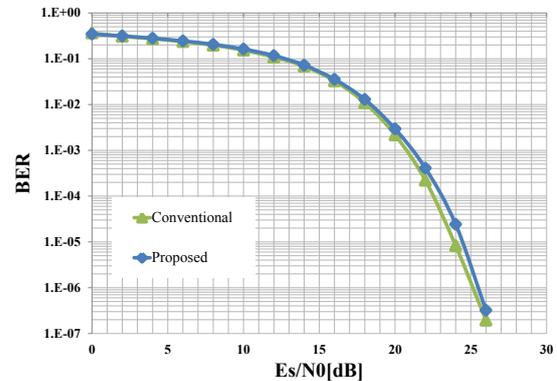


図5 一括増幅システムと本システムのBER特性

表2 合成時の振幅位相誤差による伝送特性劣化

		Phase change [deg.]		
		5	10	15
Amplitude change [dB]	0.5	-0.8dB	-0.8dB	-2.9dB
	1	-0.8dB	-2.8dB	-2.8dB
	1.5	-1.2dB	-2.9dB	-4.9dB

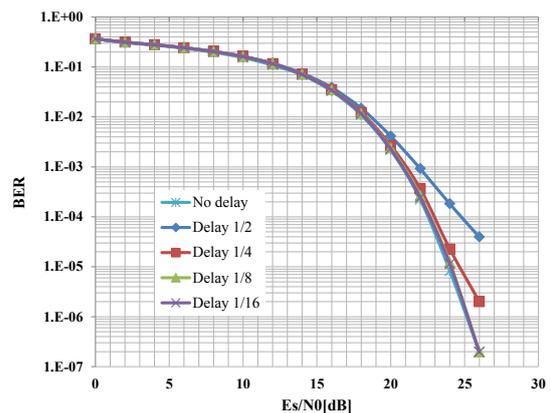


図6 時間遅延によるBER特性