

ワイヤレス64値多値変調システムの低消費電力化の検討

日大生産工 (学部) ○山口 大貴
日大生産工 田中 将義

1. はじめに

ワイヤレス多値変調は1シンボル当りの情報量が多く1度には多くの情報が伝送可能となり、周波数の有効利用が可能であり、次世代衛星放送の方式として注目されている⁽¹⁾。筆者等は、多値変調波を高効率に電力増幅可能な空間重畳型システムを提案し⁽¹⁻¹²⁾、さらにシステムの低コスト化を検討している^(13,14)。

本研究では、64値多値変調波である64振幅位相変調(PSK)⁽¹⁾と64振幅直交変調(QAM)の電力増幅器(HPA)の非線形特性に対する耐性、HPAの消費電力の性能評価を行い、64値多値変調の信号空間配置の検討を行った。

2. 多値変調通信システムの概要

2.1 通信システムの概要

Fig.1にワイヤレス通信のシステム構成を示す。まず、デジタル信号を変調(Mod)し、その後フィルタ(Filter)によって送信波形を整形し、電力増幅器(HPA)によって増幅し、受信側のフィルタで再度フィルタリングを行い復調(Demod)してデジタル信号を受信する。

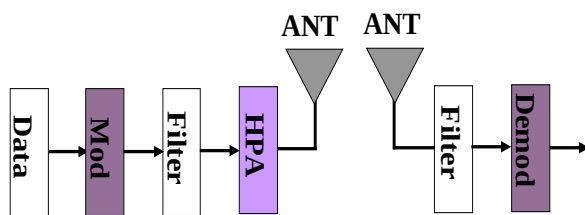


Fig.1 Conventional satellite communications system.

2.2 電力増幅器の入出力特性と効率

ワイヤレス通信では、送信機の最終段に位置するHPAでレベルを高め、アンテナから送信する(Fig.1参照)。送信機器の中でHPA消費電力の占める割合が大きく、HPAの効率が全体の消費電力を決定している。

Fig.2に電力増幅器の入出力特性と効率を示す。効率は非線形領域に近づくにつれて高くなり、線形領域では効率は低下する。HPAに高い線形性が要求される場合、出力バックオフ(OBO)

をする結果、電力増幅効率が低下する。

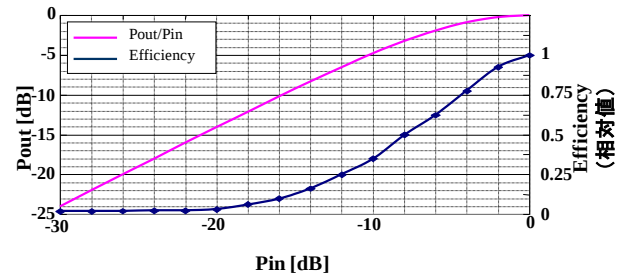
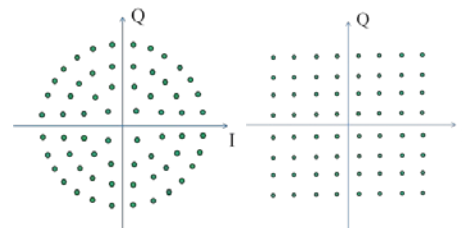


Fig.2 HPA characteristics and power efficiency.

2.3 64値多値変調システムの課題

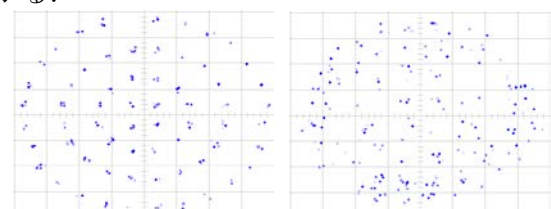
64PSK変調と64QAM変調の信号空間配置をFig.3に示す。



(a) 64PSK (4, 12, 20, 28) (b) 64QAM

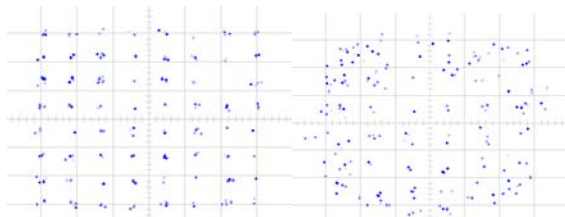
Fig.3 Signal constellation of 32PSK and 64QAM system.

本検討では64値多値変調波信号は、一括電力増幅後に送信される。Fig.4 (a)(b)に64PSK変調とFig.5(a)(b)に64QAM変調の線形動作(出力バックオフOBO=9dB)と非線形動作(OBO=1.5dB)の電力増幅後の信号空間配置図を示す。電力増幅効率の良い非線形領域で増幅すると、各信号点が大きく変動し伝送特性が劣化することが分かる。



(a) Linear (OBO=9.0dB) (b) Nonlinear (OBO=1.5dB)

Fig.4 Influence of non-linear effect on 64PSK signal constellation.



(a) Linear (OBO=9.0dB) (b) Nonlinear(OBO=1.5dB)
Fig.5 Influence of non-linear effect on 64QAM signal constellation.

3. 64APSKと64QAMの特性

3.1 BER特性

HPAの線形動作(OBO=9.0dB,6.0dB)と非線形動作(OBO=1.5dB)時における, 64APSKと64QAMのBER特性をFig.6に示す.

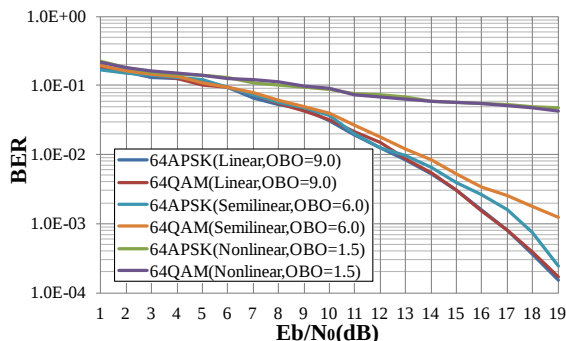


Fig.6 BER performance of 64APSK system and 64QAM system (OBO=9.0dB, 6.0dB, 1.5dB).

この結果から, 両者ともHPAの非線形領域では伝送特性が大きく劣化すること, HPAの線形動作(OBO=9dB)と非線形動作(OBO=1.5dB)におけるBER特性では64APSKと64QAMには大きな性能差は無い. Table 1に両者のピーク電力と平均電力の比であるPAPRを示す. 64APSKの方がPAPRが小さく, 準線形領域(OBO=6dB)では64APSKの方が優れた伝送特性を示している.

3.2 HPA消費電力比較

64APSKと64QAMについて, 変調システムのHPAの電力効率 η から消費電力性能を比較する. 電力効率 η は以下の式で与えられる.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{dc}} \quad (1)$$

ここで P_{out} は出力, P_{dc} はHPAの消費電力である.

Table 1に64APSKと64QAMの消費電力の比較を示す. 64APSKをOBO=9[dB]で動作させた時の電力効率を1とすると, OBO=6[dB]で動作させた時の電力効率は1.76倍であり, 64QAMをOBO=9[dB]で動作させた時の電力効率は0.98倍, OBO=6[dB]で動作させた時の電力効率は

1.73倍となる.

Table 1 Comparison of PAPR and power consumption

OBO [dB]	64APSK		64QAM	
	電力効率 η (相対値)	PAPR [dB]	電力効率 η (相対値)	PAPR [dB]
6.0	1.76	6.45	1.73	7.45
9.0	1		0.98	

この結果から, 64APSKと64QAMの消費電力に大きな性能差は無く, 準線形領域(OBO=6dB)では, 線形動作(OBO=9dB)時に比べて電力効率は1.5倍以上になることが分かった.

4. まとめ

本研究では, 周波数の有効利用に効果のある多値変調として, 64APSKと64QAMについて各特性の比較検討を行った.

その結果, 64APSKと64QAMともHPAの非線形領域で大きく伝送特性が劣化すること, 線形動作(OBO=9dB)において, BER特性と消費電力に有意な差がないこと, 準線形領域(OBO=6dB)では64APSKの方が伝送特性が優れていることを確認した. 今後はこの検討を踏まえて低消費電力化が期待できる空間重畳型64値変調システムの検討を進める.

謝辞

本研究はJSPS科研費24560480の助成を受けたものです.

参考文献

- (1) European Telecommunications Standards Institute EN 302 307 v1.1.1.
- (2) M.Tanaka, AIAA ICSSC2003, AIAA-2003-2288, 2003, April.
- (3) 田中, シミュレーション, 第24巻, 1号, pp75-82, 2005.
- (4) M.Tanaka, AIAA, ICSSC2005, I000249, 2005, Sept.
- (5) M.Tanaka, H.Madate, AIAA, ICSSC-2010-8681, 2010, August.
- (6) 間舘, 田中, 信学技報, SAT2010-85, 2011-2.
- (7) 間舘, 田中, 信学総全大, B-3-30, 2011.
- (8) M.Tanaka, H.Madate, AIAA, ICSSC2011, AIAA-2011-8026, 2011, Nov.
- (9) 渡辺, 田中, 信学会サテティ大, B-3-19, 2011
- (10) 飛内, 田中, 信学会サテティ大, B-3-18, 2011
- (11) 渡辺, 田中, 信学総全大, B-3-17, 2012
- (12) M.Tanaka, T.Watanabe, & M.Tobinai, AIAA ICSSC2012, 6-1, pp1-10, Sept.
- (13) 野口, 田中, 信学会サテティ大, B-3-30, 2013
- (14) 大窪, 田中, 信学会サテティ大, B-3-13, 2013