

無線基地局向け複素ベースバンド信号圧縮方式の検討

A Study on the Complex Baseband Signal Compression Scheme for Cellular Base Stations

周東 雅之 雨澤 泰治
Masayuki Sutoh Yasuharu Amezawa

株式会社モバイルテクノ
Mobile Techno Corp.

1. はじめに

LTE 基地局は BBU(Base Band Unit)と RRH(Remote Radio Head)で構成され、BBU と RRH 間は CPRI(Common Public Radio Interface)などの標準規格に準拠したインタフェースで接続される。今後も増大し続けるモバイルトラフィックに対応するため、HetNet による小セル化、MIMO アンテナ数の増加、マルチバンド化等が必須であり BBU-RRH 間の伝送帯域が増大することが予想される。このため、CPRI 上を流れる情報量を圧縮する技術が求められている[1]。本稿では、複素ベースバンド信号の圧縮方式を提案し、LTE の下りリンク信号において、LTE の要求品質を満たしつつ 20%以下に圧縮可能であることを計算機シミュレーションにより示す。

2. 複素ベースバンド信号圧縮方式

CPRI 上を流れる複素ベースバンド信号を x とすると、 x は下記の通り 2 つの位相成分 θ と φ で表現することができる。このことから、任意の定数である y を送受で既知とすれば、 θ と φ を伝送することで受信側で x を再生することが可能となる。

$$x = \frac{y}{2} (\exp(j(\theta + \varphi)) + \exp(j(\theta - \varphi)))$$

$$\theta = \tan^{-1}(x)$$

$$\varphi = \cos^{-1}(|x|/y)$$

LTE 信号の様に、複素ベースバンド信号 x が実数成分、虚数成分とも独立なガウス分布で近似できる場合、 θ は一様分布となり、 φ はある分布を持つ。このため、 θ を線形量子化、 φ を非線形量子化し、圧縮率に応じて最適な量子化ビット数の組合せを選択する。 φ の非線形量子化手法としては Lloyd-Max 法[2]を用いる。なお、 φ の分布は既知であるため予め測定することでテーブル化が可能である。

3. 検討結果

CPRI 上を流れる複素ベースバンド信号として LTE の下りリンク信号を用いた。圧縮前の量子化ビットは実数成分、虚数成分とも 15 ビットとした。LTE 信号の帯域占有率は約 60%であるため、3/4 のダウンサンプリングを実施後、2 章で提案した方式を適用した。

表 1 に θ と φ の量子化ビット数と EVM の関係を示す。結果より同じ圧縮率(表の右上から左下への斜め方向)で比較すると、 θ の量子化ビット数に対して φ の量子化ビット数を 1~2 ビット少なくする場合が最適な量子化ビット数の組み合わせであることが分かる。

図 1 に最適な量子化ビット数の組み合わせを選択した場合の EVM[%]を示す。LTE の QPSK, 16QAM, 64QAM の要

求品質である EVM=17.5%,12.5%,8%において、それぞれ 13.5%,16%,19.5%まで圧縮可能であることがわかる。

4. まとめ

本稿では、CPRI 上を流れる複素ベースバンド信号を圧縮する方法を示した。LTE の下りリンク信号において、LTE の要求品質を満たしつつ 20%以下に圧縮可能であることを示した。

参考文献

- [1] 縣 亮, 難波 忍, “無線基地局向け光アクセス線路の伝送効率向上のためのベースバンド信号圧縮技術の検討,” 2013 信学総大, B-8-9, 2013-03.
- [2] S.P. Lloyd, “Least squares quantization in PCM,” IEEE Trans. Information Theory, vol. IT-28, pp. 129-137, March 1982.

表 1 θ と φ の量子化ビット数と EVM の関係

		EVM[%]									
		線形									
φ 量子化	θ 量子化	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	θ ビット数										
非線形	2	37.26	20.84	14.50	12.43	11.83	11.67	11.65	11.64	11.64	
	3	36.13	18.41	10.61	7.51	6.50	6.23	6.15	6.13	6.13	
	4	35.76	17.64	9.22	5.37	3.83	3.35	3.22	3.17	3.17	
	5	35.61	17.45	8.83	4.63	2.70	1.95	1.70	1.64	1.62	
	6	35.63	17.40	8.71	4.40	2.32	1.36	0.98	0.86	0.83	
	7	35.64	17.38	8.68	4.36	2.21	1.16	0.68	0.49	0.43	

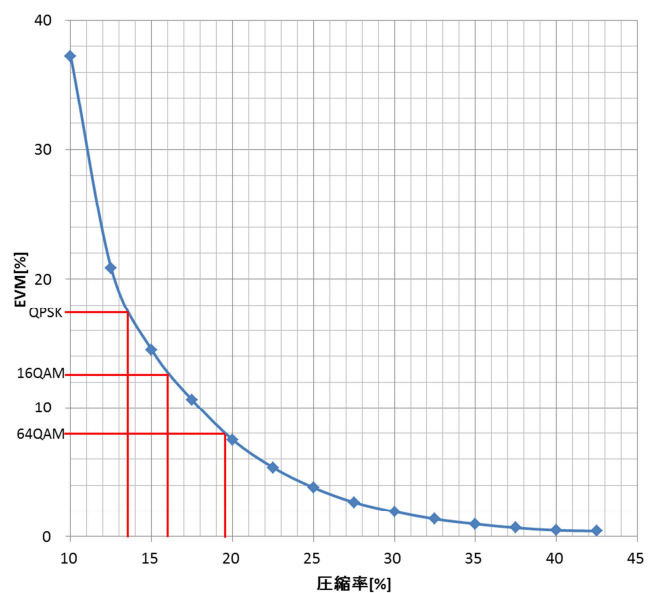


図 1 最適な量子化ビット数を選択した場合の EVM