

CDMA-QAM 伝送方式における QAM のシンボル配置に関する検討

菊地 祐貴[†] 望月 寛[†] 高橋 聖[†] 中村 英夫[†]
[†] 日本大学理工学部

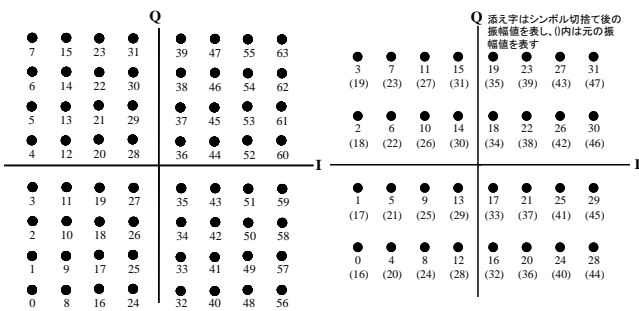
1. はじめに

現在、CDMA (Code Division Multiple Access:符号分割多重接続) と、QAM (Quadrature Amplitude Modulation:直交振幅変調) とを組み合わせた CDMA-QAM 伝送方式を提案している。そして、列車制御を目的とした鉄道信号システムを対象とした計算機シミュレーションなどにより、その有用性を確認している^[1]。

ここで、CDMA-QAM 伝送方式においては CDMA 多重化信号が QAM の各シンボルに配置されているため、QAM におけるシンボル誤りの大きさがシステム全体のビット誤り率(Bit Error Rate: BER)特性に大きく影響を与える。したがって、システム全体の BER 特性が良好となるような QAM のシンボル配置を検討することが重要である。以上のことを踏まえて本研究では、特に CDMA 多重化信号の振幅分布の不均一性に着目したシンボル配置を提案し、鉄道信号システムへの応用を想定した計算機シミュレーションを実施した。

2. CDMA 多重化信号の特性とシンボル配置の提案

CDMA-QAM 伝送方式では、CDMA により多重化された信号を QAM の各シンボルに割り当てて伝送を行う方式を採用した。そのため、64QAM の各シンボルに割り当てられているのは、送信データそのものではなく、拡散変調によって多元化された CDMA 信号であるので、仮に受信部での QAM 復調時にシンボルを誤ったとしても、CDMA 復調によって吸収できる範囲内であれば、送信データは誤りなく受信できる特長を有している^[1]。先行研究より、CDMA 変調により生成された多重化信号の振幅値は 32 を中心とした不均一な分布となることが明らかとなっている。このことから、本検討では、CDMA により生成される多重化信号の出現範囲である 16~47 までの 32 個の信号を QAM シンボルに割り当て、64 個のシンボル数を割り当てる図 1(a)に示す配置と比べ、シンボル数を削減した。この時のシンボル配置を図 1(b)に示す。



(a) 64QAM (b) 32QAM
 図1 提案する QAM のシンボル配置

3. 計算機シミュレーションによるビット誤り率特性評価

今までの検討を含めて、実際に計算機シミュレーションを用いて CDMA-QAM 伝送システムを構築し、図 1(b)に示すシンボル配置に変更した場合の SN 比に対するビット誤り率 (BER) 特性を算出、図 1(a)に示すシンボル配置との比較を実施した。ここで、従来のシンボル配置では Q 軸付近のシンボルに集中するため、Q 相側のシンボル誤りに比して、I 相側のシンボル誤りが与える振幅値の変動分が大きくなるので、I 相は Q 相と比べてシステム全体の BER 特性に与える影響が大きい。そこで I チャネルのシンボル間隔を Q チャネルよりも広く取る 4:1 とし、BER 特性を向上させている。

図 2 に計算機シミュレーションによって得られた各 SN 比における BER 特性を示す。図 2 より、図 1(b)に示す配置にした場合、IQ 相の比を 2:1 とすると、従来手法の BER 特性とほぼ同様の、SN 比が 11[dB]以上のときに鉄道信号の目安である 10^{-5} を満たすという結果が得られた。今回の提案手法である図 4 のシンボル配置は、CDMA 多重化信号が出現する振幅値のみにシンボルを割り当てているため、従来の図 2 の配置と同程度の BER 特性を実現できたならば、CDMA-QAM 伝送方式において効率良く伝送することが可能となる。

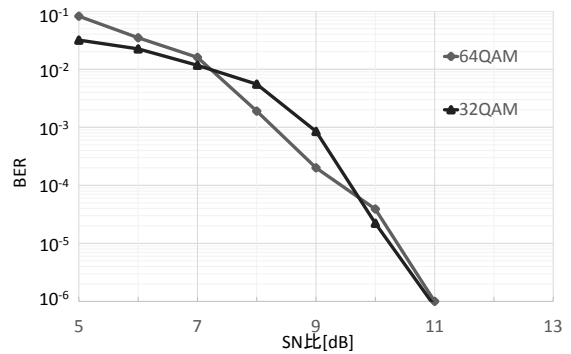


図2 ビット誤り率特性の比較

4. まとめ

本研究では、CDMA 多重化信号の不均一性に対して効率的な CDMA-QAM 伝送方式のシンボル配置を提案、計算機シミュレーションにより BER 特性を評価した。その結果、IQ 比を 2:1 とした場合に従来のシンボル配置の場合と同等の BER 特性が得られた。

今後、FPGA 等によりハードウェア化し、BER 特性等を評価する。

参考文献

[1] 望月他, “CDMA-QAM 方式の鉄道信号システムへの適用に関する一検討”, 電学論 D, Vol.126, No.3, pp.337.344 (2006)