

SH3 マイコンボードを用いる CDMA 無線伝送シミュレータの製作

岡 宏次郎 工藤 栄亮
東北工業大学大学院工学研究科

1. はじめに

超高速な無線ネットワークを実現させるために様々な技術が検討されている.無線伝送技術を検証するためには,計算機シミュレーションばかりでなくハードウェアによる検証が不可欠である.市販されている信号発生器等を用いて汎用的な無線機を実現できるが高価である.我々はこれまでに H8 マイコンボード[1]を用いて CDMA 無線伝送シミュレータを製作した[2].ところで,H8 マイコンよりも処理能力が優れるマイコンとして SH3 マイコンがある.本論文では SH3 マイコンボード[3]を用いて CDMA 無線伝送シミュレータを製作し,H8 マイコンボードを用いた場合と比較して高速化できることを示す.

2. 装置構成

本論文ではトリニティ社製の SH3 マイコンボード(T-SH7706LSR rev3)と,H8 マイコンボード(H8/3069F)を使用する.マイコンボードに OS として MES(Micro Embedded System)をインストールし,PC 上で C 言語を用いてプログラムを作成,コンパイルし,LAN 接続でマイコンボードに転送し,実行する. 図 1 に無線伝送シミュレータの構成を示す.無線周波数帯へ周波数変換することなく,等価低域信号を用いて1つのマイコンボードに希望局,干渉局,周波数選択性フェージングシミュレータ,雑音発生器,RAKE 受信機を適用した受信局を搭載する.

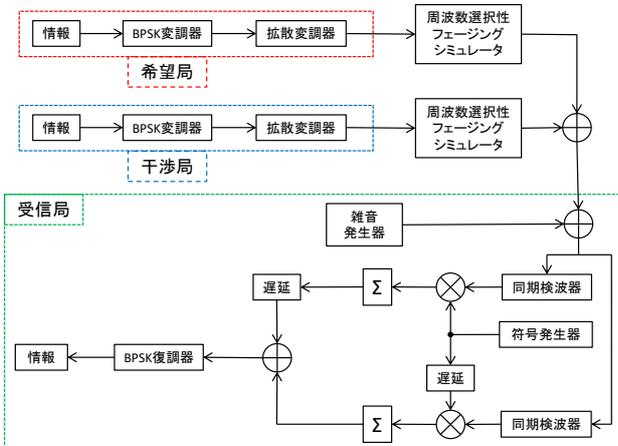
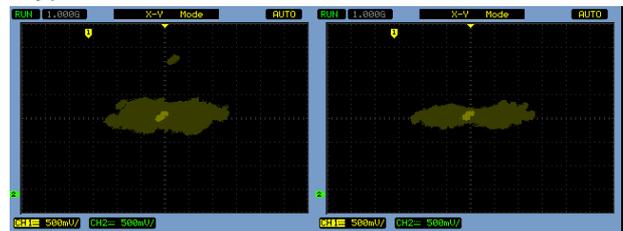


図 1 CDMA 無線伝送シミュレータの構成

3. 特性評価

図 2 に拡散率 $N=16$ のときの受信信号の信号点配置の例を示す.雑音電力を十分小さくし(逆拡散後の 1 情報ビットあたりのエネルギー対雑音電力密度比 $E_b/N_0=20\text{dB}$), 希望信号電力対干渉信号電力比(SIR)をパラメータとしている.SIR が大きくなるほど信号点のばらつきが小さくなることが分かる.



(a)SIR=0[dB] (b)SIR=20[dB]

図 2 逆拡散後の受信信号点配置の例

図 3 に拡散率 $N=8$ のときの逆拡散後の受信信号波形の例を示す.図 3(a)は SH3 マイコン,図 3(b)は H8 マイコンの場合である.黄色の波形が受信信号波形であり,1 情報シンボル長ごとに緑のパルスが発生させている.



(a)SH3 マイコン (b)H8 マイコン

図 3 逆拡散後の受信信号波形の例

1 情報シンボル長の逆数から伝送速度を求める.表 1 に SH3,H8 マイコンボードを用いたシミュレータの伝送速度を示す.表 1 より SH3 マイコンボードの方が 140 倍以上高速化していることが分かる.

表 1 伝送速度[bit/s]

拡散率 N	8	16	32	64
SH3	581.4	312.5	198.4	102.0
H8	3.91	2.27	1.25	0.65

Construction of CDMA transmission simulator using SH3 microcomputer board

†Kojiro Oka ‡Eisuke Kudoh
†Graduate School of Engineering, Tohoku Institute of Technology
‡Tohoku Institute of Technology

図4に拡散率 N をパラメータとしたBER特性を示す。参考のため干渉局のないときの RAKE 受信の理論値も示す[4]。

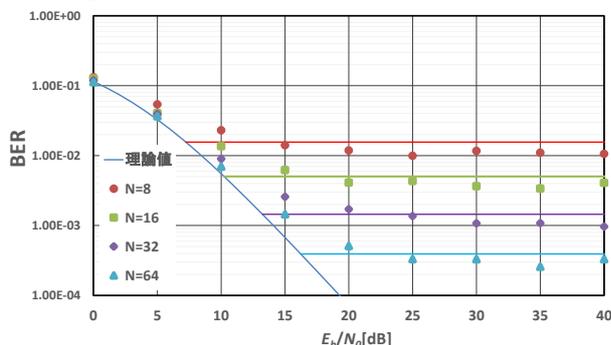


図4 拡散率 N をパラメータとしたBER特性

実験値のフロア誤り率がパス間干渉も考慮した SIR に拡散利得を加えた値[dB]と等しい E_b/N_0 [dB]の時の理論値の BER(図4の実線)とほぼ一致した特性を得られていることが分かる。このことから本シミュレータが SH3 マイコンボード上でも良好に動作していることが推定される。

4. 伝送速度についての考察

表2と表3にマイコンボードの諸元を示す。

表2 T-SH7706LSR rev3の諸元

CPU	ルネサス製 SH3/SH7706 133MHz (120MHz動作) キャッシュ 16KB
メモリ	・フラッシュROM 512KB ・SDRAMメモリ 32MB
D/A	8ビット, 2チャンネル

表3 H8/3069Fの諸元

CPU	ルネサス製 HD64F3069RF25V(20MHz動作) キャッシュ 16KB
メモリ	・フラッシュROM 512KB ・DRAMメモリ 2MB
D/A	8ビット, 2チャンネル

表2と表3から SH3 マイコンボードは H8 マイコンボードと比較して CPU 速度が6倍速い。ところで表1から SH3 マイコンボードを用いた場合の伝送速度は H8 マイコンボードを用いた場合に比べ140倍以上速い。

単純な四則演算プログラムの命令実行サイクル数とサンプルプログラムの計算時間を表4から表7に示す。

表4 加算プログラム

	SH3	H8	比率
サイクル数	2	22	11.0
計算時間[μ s]	0.08	8.7	113.8

表5 減算プログラム

	SH3	H8	比率
サイクル数	2	12	6.0
計算時間[μ s]	0.08	4.35	57.2

表6 乗算プログラム

	SH3	H8	比率
サイクル数	5	203	40.6
計算時間[μ s]	0.19	73.8	398.9

表7 除算プログラム

	SH3	H8	比率
サイクル数	14	233	16.6
計算時間[μ s]	0.42	108	255.6

表4から表7より、H8 マイコンと比較して SH3 マイコンの命令実行サイクル数が少なくなることが分かる。SH3 マイコンではパイプライン処理を行うことができ、さらにコンパイラの性能も向上しているためである。

SH3 マイコンボードと H8 マイコンボードの処理能力差は、CPU 速度差6倍、命令実行サイクル数の短縮により6倍から40倍になるので CDMA 無線伝送シミュレータの伝送速度は、SH3 マイコンボードは H8 マイコンボードよりもおよそ140倍以上高速化出来ると推定される。

5. まとめ

本論文では、SH3 マイコンボードを用いる CDMA 無線伝送シミュレータを製作し、送受信信号を確認し、BER 特性を求め、理論値とほぼ一致した特性を得られることを示し、H8 マイコンボードを用いた場合と比較し、140倍以上高速化できることを示した。

謝辞

本研究をすすめるにあたり、東北工業大学鈴木健一准教授には有益なご議論を頂いた。ここに深く感謝する。

参考文献

- [1] http://itrinity.jp/products/poe_board/h83069_spec.html
- [2] 岡宏次朗, 工藤栄亮, "H8 マイコンによる RAKE 受信機を搭載した CDMA 無線伝送シミュレータの製作", 東北若手研究者研究発表会, YS-13-E8, 2015年2月。
- [3] http://www.itrinity.jp/products/tac_board/sh7706lsr/sh7706lsr_spec.html
- [4] 齊藤, デジタル無線通信の変復調, p.194, 電子情報通信学会, 1996年。