

システムチック符号のみを判定帰還して繰り返しチャンネル推定を行うターボ復号の特性評価

Performance Evaluation of Turbo Decoding Using Iterative Channel Estimation with Systematic Bit Sequence Feedback

木村 良平
Ryohei Kimura

ガーク・ディープシカ
Garg Deepshikha

安達文幸
Fumiyuki Adachi

東北大学大学院 工学研究科

Graduate School of Engineering, Tohoku University, Sendai

1. はじめに

ターボ復号を忠実に実行するためには高精度なチャンネル推定が必要である。本論文では、ターボ符号の繰り返し復号過程にチャンネル推定を組み込んだ Inner-Turbo Channel Estimation(ITCE)[1]について検討している。繰り返し復号毎の仮判定系列を再符号化することにより送信符号化系列を生成し再チャンネル推定を行う ITCE(SP)と、再符号化せずにシステムチック符号系列のみを用いて再チャンネル推定を行う ITCE(S)とについて、高速フェージング環境下における平均ビット誤り率(BER)特性を計算機シミュレーションによって求め、比較している。

2. ITCE

ITCE(SP)とITCE(S)の構成を図1に示す。繰り返し q 回目($q>1$)のチャンネル推定では、 $(q-1)$ 回目の繰り返し復号後の仮判定系列を帰還する。これをパイロットシンボルとみなして

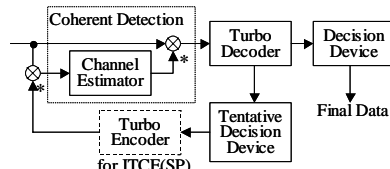


図1 ITCE(SP)とITCE(S)の構成

受信系列を逆変調することによってデータ変調成分を取り除いた後、移動平均(MA: Moving Average)によりチャンネル推定する[2]。こうして得られたチャンネル推定値を用いて受信系列を同期検波し、繰り返し q 回目のターボ復号を行う。

3. 計算機シミュレーション

表1にシミュレーション諸元を示す。伝播路は周波数非選択性のレイリーフェージングであるものとする。ITCE(S)では、チャンネル推定精度が時間的に均質となるようシステムチック符号が周期的に現れる必要がある。そこで、行及び列とも奇数から成るブロックチャンネルインターリーブを用いている。シミュレーションによれば、最適な移動平均シンボル数は低速フェージング(正規化最大ドップラー周波数 $f_D T_{slot}=0.05$)ではおよそ201シンボルであったが、他の移動平均シンボル数を用いてもほぼ同様な平均BERとなった。一方、高速フェージング($f_D T_{slot}=0.2$)ではおよそ61シンボルであり、移動平均シンボル数を大きくすると平均BERが急激に増加した。そのため、シミュレーションでは移動平均シンボル数を61シンボルとした。

図2に繰り返し復号回数対平均BER特性を示す。復号回数が少ない領域ではITCE(S)の方がわずかに優れている。ITCE(SP)では判定誤りのあるシステムチック符号系列を再符号化することによって誤り伝播が生じる。平均BERが高い領域ではこの影響が無視できないからである。しかし、復号回数が増すにつれてその影響が無視できるようになるため、ITCE(SP)とITCE(S)の特性差はほとんどなくなる。また、ほぼ繰り返し復号12回目で十分な特性改善が得られている。アンテナ数 M をパラメータとしてプロットした受信 E_b/N_0 対平均BER特性を図3に示す。アンテナ数に依らずITCE(SP)とITCE(S)はほぼ同様な平均BER特性を示している。

4. まとめ

高速フェージング環境下におけるITCE(SP)とITCE(S)の平均BER特性を計算機シミュレーションにより求め、システムチック符号系列のみを帰還して繰り返しチャンネル推定することで十分な特性改善効果が得られることを示した。

参考文献

- [1] M.C.Valenti, et al, IEEE Commun, vol.19, No.9, pp.1694-1705. [2] F.Adachi, IEEE Trans. Veh. Technol., vol.48, pp.1563-1572.

表1 シミュレーション諸元

Transmitter	Turbo Encoder	(7,5)RSC Encoder Rate 1/2 S-random interleaver
	Channel Interleaver	Block(33x33)
	Modulation	BPSK
	Slot Structure	Pilot symbols:4 Data symbols:32
Receiver	Antenna Diversity	MRC
	Channel Estimation	WMSA($q=1$) MA($q \geq 2$)
	Turbo Decoder	Log-MAP

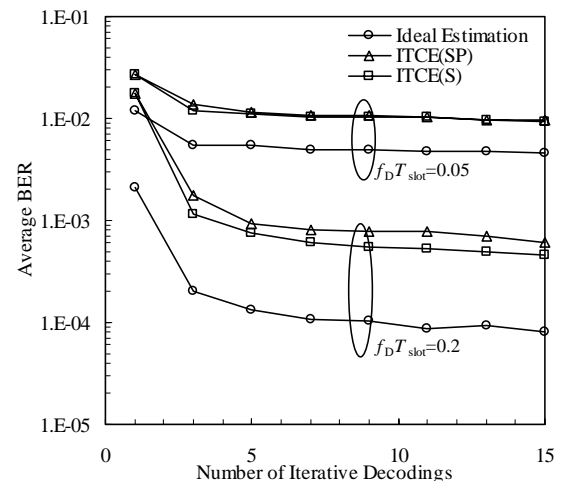


図2 繰り返し復号回数対平均BER, 受信 $E_b/N_0=7$ dB

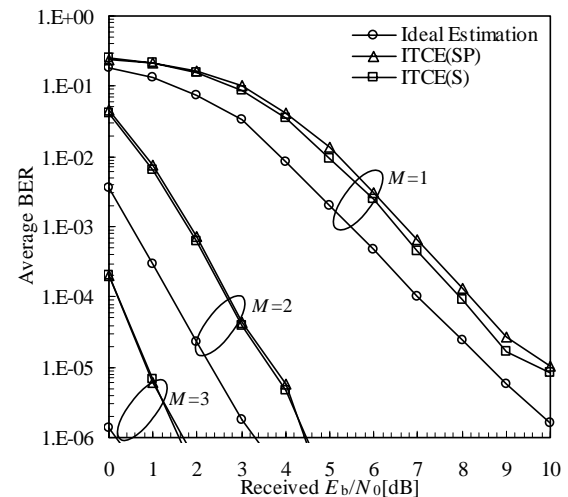


図3 受信 E_b/N_0 対平均BER, $f_D T_{slot}=0.2$