

Dynamic SMD における適応パケット長決定法

Decision Criteria of Packet Length for Dynamic SMD

森 慎太郎
Shintaro Mori

石井 光治
Koji Ishii

生越 重章
Shigeaki Ogoe

香川大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Kagawa University

1. はじめに

我々は、フェージングチャネルの特性改善を図ることを目的とし、クロスレイヤ設計に基づく Dynamic SMD (symbol mapping diversity) を提案した[1]。SMD[2]は、再送時にマッピングパターンを変更することで誤り率特性を改善する。Dynamic SMD は、チャネル情報に応じた適応的フレーム長の切り替えにより、仮想的にパケット長変更を行うことで、スループット特性の改善を図っている。本稿では、Dynamic SMD において重要であるチャネル情報推定法、および、推定したチャネル情報からパケット長を決定する方法について述べる。

2. Dynamic SMD

Dynamic SMD は、IP パケットをフレーム長が大きい long frame、または小さい short frame に分割して送信する。チャネル状況が悪い場合、フレーム到達率が高い short frame を使用することで、再送しなければならないデータ量を減すことができる。しかし、short frame は long frame と比べてヘッダ情報付加に伴うオーバーヘッドの比率が大きいため、チャネル状況が良い場合、long frame に切り替える必要がある。本稿では、過去の再送回数をを用いたパケット長の決定法に関して提案する。

Dynamic SMD におけるチャネル情報の値 C は、過去 N フレームの再送回数に基づき、次式から計算する。

$$C = w_{-1}r_{-1} + w_{-2}r_{-2} + \dots + w_{-N}r_{-N} = \mathbf{w}^T \mathbf{r}$$

ただし、現時点を t_0 としたときの時刻 $t = t_0 - i$ における再送回数を r_i ($i = 1, 2, \dots, N$)、重み付け係数を w_i 、各々のベクトル表示を \mathbf{r} 、 \mathbf{w} とした。重み付け係数 \mathbf{w} の最適化には、確率勾配アルゴリズム[3]を用い、最終的にチャネル情報の値 C は、次式から計算できる。

$$C = \mathbf{w} + \mu \mathbf{r} (r_0 - \mathbf{w}^T \mathbf{r})$$

ただし、係数 μ は次式で与えられる。

$$\mu = 1 / \mathbf{r}^T \mathbf{r}$$

送信側は、このチャネル情報の値 C に基づき、次に送信するフレーム長を決定する。ここでは、規格化最大ドプラ周波数 $f_d T_s = 2.44 \times 10^{-4}$ において long frame と short frame を切り替える閾値を求め、 $C > 0.14$ のとき long frame、 $C \leq 0.14$ のとき short frame を使用して送信する。様々なフレーム長における伝送効率特性を評価した計算機シミュレーション結果から、long frame を 4096 bit、short frame を 2048 bit、ヘッダを 128 bit とした。推定で使用するフレーム数 N は、 $N = 5 - 50$ においてフレーム伝送効率を評価した結果から、 $N = 15$ とした。

表 1 シミュレーション諸元

| | |
|--------------------------------------|--|
| Modulation scheme | 16-QAM/ SMD ($L_{max} = 3$) |
| Transmission data rate | 456 kbaud (1.82 Mbit/s) |
| Channel model | Rayleigh fading |
| Normalized maximum Doppler frequency | $f_d T_s = 2.44 \times 10^{-4}$ (60 km/h) |
| Channel coding | Regular LDPC coding ($N=1024, R=1/2$) Sum-product decoding |
| Hybrid ARQ | Type-I (selective repeat) |

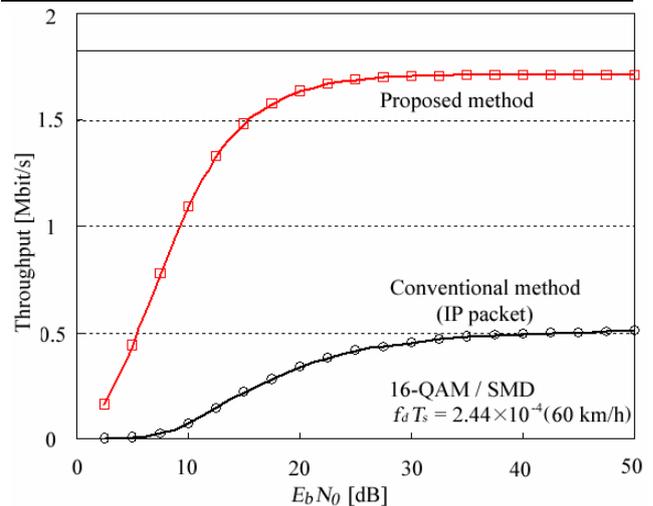


図 1 提案方式のスループット特性

3. シミュレーション結果

提案方式の有効性を示すために、表 1 に示す諸元に従い、計算機シミュレーションを行った。図 1 に、シミュレーション結果を示す。1600 byte の IP パケットをフレームに分割しないで送信する従来方式と比較したところ、 $E_b/N_0 = 50$ dB におけるスループットは、従来方式が 0.506 Mbit/s であったのに対し、提案方式は 1.71 Mbit/s となった。

4. おわりに

本稿では、Dynamic SMD におけるチャネル情報推定法とパケット長の決定手法を提案した。今後の課題は、様々な移動通信環境に対応する必要がある。

参考文献

- [1] S. Mori, et al., IEEE VTS APWCS'08, T09-2, Aug. 2008.
- [2] H. Samra, et al., IEEE ICASSP'03, pp.181-184, Apr. 2003.
- [3] T. Yahagi, Corona Publishing, Dec. 2005.