

CPM-CDMA システムにおけるビタビアルゴリズムの適用

Sequence detection for CPM-CDMA signals using Viterbi Algorithm

森岡 和行¹

Kazuyuki Morioka

アサノ デービッド²

David Asano

信州大学 総合工学系研究科システム開発工学専攻^{1,2}

Shinshu University, Department of Mathematics and System Development

1 はじめに

無線通信においては、できるだけ帯域外輻射を低減することが望まれ、また、非線形増幅器が利用可能な定包絡線変調方式が望まれる。そこで、良好なスペクトル特性を有し、定包絡線振幅を持つ、Continuous Phase Modulation (CPM) を用いた DS-CDMA 方式が検討されている [1][2]。既存研究においては、受信器の構成として相関受信器による 1 シンボルごとの復調を行っている。本研究では、CPM 方式の利点をいかし、記憶を用いた復調による評価を行った。ビタビアルゴリズムを適用することにより、妥当な計算負荷で複数シンボルでの復調が可能となった。

2 CPM-CDMA システム

ユーザ数 K の CPM-CDMA システムを考える。送信データは、データシンボルによって振幅変調され、拡散コードによって位相連続変調される。ユーザ k における送信信号は、 $\text{Re}\{z_k(t)\}$ と表わすことができる。ここで、

$$z_k(t) = \sqrt{2P}b_k(t) \exp[j(\omega_0 t + \phi_k(t))] \quad (1)$$

である。 P は送信信号の電力を表している。また、 ω_0 は搬送波周波数、 $b_k(t)$ は k 番目のユーザにおける送信信号である。さらに、 $e^{j\phi_k}$ は k 番目のユーザにおける拡散信号を表している。ここで、

$$\phi_k(t) = 2\pi h \sum_{i=0}^{\infty} a_i^{(k)} q(t - iT_c) \quad (2)$$

であり、 $\{a_0^{(k)}, a_1^{(k)}, \dots, a_{N-1}^{(k)}\}$, $a_i^{(k)} \in \{-1, +1\}$ は k 番目のユーザにおける拡散系列を示している。 T_c は、拡散符号長であり、拡散率を $N = T/T_c$ と表わす。式 (2) における $q(t)$ は、位相連続関数である。

3 ビタビアルゴリズムの適用

図 1 に状態 1 からはじまり、シンボルが '+1' の場合の状態遷移と、同じく状態 1 からはじまり、シンボルが '-1' の場合の状態遷移の例を示した。このとき、シンボルが '+1' の場合の遷移後の状態が、シンボルが '-1' の場合の遷移後の状態と同じであれば、シンボルの初期状態が受信器側で判別可能なため、復調が簡単になる。CPM における変調指数を $h = 2Q/P$ とすると、状態数が P のトレリス上を Q ずつ状態遷移していくことになるため、遷移後の状態が同じになる条件は、拡散系列中の '+1' の

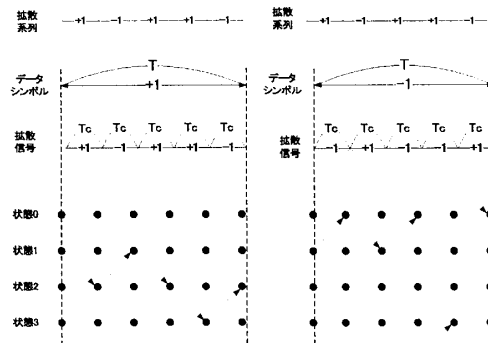


図 1 状態遷移の例

数を M 個とすると ('-1' の数は $N - M$ 個),

$$(QM - Q(N - M) \bmod P = (Q(N - M) - QM) \bmod P) \quad (3)$$

となる。整理すると、

$$2Q(2M - N) \bmod P = 0 \quad (4)$$

である。しかし、このような条件を付与することは、拡散符号の数を大きく制限してしまうことになる。本研究では、上記の条件を満たさない場合について、シンボル区間における参照信号との相関値をパスメトリックとしてビタビアルゴリズムを適用することにより記憶を利用した復調を行った。

4 おわりに

本研究では、CPM-CDMA システムにおいて、CPM 方式の利点をいかし、記憶を用いた複数シンボルでの復調を行った。ビタビアルゴリズムの適用により、妥当な計算負荷で複数シンボルでの復調が可能となった。今後の課題として CPM-CDMA システムにおける適切な符号の構成方法について検討中である。

参考文献

- [1] Hsu, R.T and Lehnert, J.S., "The performance of continuous-phase-coded DS/SSMA communications," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 46, no 4, pp.533-543, 1998.
- [2] David K. Asano, Tatsuji Hayashi, and Ryuji Kohno, "Modulation and Processing Gain Tradeoffs in DS-CDMA Spread Spectrum Systems," *Proc. of the 1998 IEEE International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications, 1998. ISSSTA '98.*, pp.9-13, 1998.