

移動通信環境におけるアダプティブアレー連続制御時の特性改善 ~ SINR による評価 ~

藤元 美俊 ・ 堀 俊和 (福井大学 工学部)

1. まえがき

移動通信における通信品質改善技術としてアダプティブアレーの適用が検討されており、既に MMSE アルゴリズムにより干渉抑圧およびダイバーシティ効果などが得られることが明らかにされている[1]. ただし、移動通信環境において長期間連続的に制御を行うと通信品質改善効果が低下するという問題があることから、その対策として「リセット法」、「収縮法」などを提案した[2]. 本報告では、提案手法を用いた場合の、電波環境と SINR 改善効果について検証した結果を示す.

2. 移動通信環境における連続制御時の問題点

所望波と不要波の伝搬ベクトルが接近する場合は、アレーアンテナにより片方の到来波のみを選択的に受信することは原理的に困難となる. 一例として、4 素子の信号が独立にレイリー変動する場合の所望波と不要波のアレー伝搬ベクトルの角度差の余弦 ($\cos \theta$) と LMS アダプティブアレーの出力の自乗誤差 (MSE) の変化を図 1 に示す. 図 1 より以下のことが言える.

- ① 伝搬ベクトルが接近すると、すなわち $\cos \theta$ が 1 に近づくと自乗誤差が大きくなる (4000IT 付近).
- ② その後、方向が離れても MSE は小さくならない. 上記①はノルムが肥大化してしまう状態であり、アダプティブアレーにとって、原理上避けられない問題と言える. 一方、上記②はノルムが大きいまま所望波方向の利得を下げた結果、雑音が増加してしまう状態である.

3. ノルムの肥大化を回避する手法

上記②の状態に陥ることを回避する手法として以下の 2 つの手法を提案している[2].

提案 1: リセット法

2 組の重み係数を用意し、交互に定期的リセットすることにより、上記②の状態から脱出させる.

提案 2: 収縮法

イタレーション毎に、重み係数が若干小さくなるように修正を加える. すなわち、次式の β (収縮率と呼ぶ) を 1.0 よりわずかに小さい値に設定することで、ノルムの肥大化を防止する.

$$\mathbf{W}_{(n)} = \beta \cdot \mathbf{W}_{(n-1)} + \Delta \mathbf{W}_{(n)}$$

ここで $\mathbf{W}_{(n)}$ は n イタレーション後の重み係数、 $\Delta \mathbf{W}_{(n)}$ は、従来の MMSE による修正量である.

4. 計算機シミュレーション

上記 2 つの手法による SINR 改善効果について、シミュレーションにより検討した. シミュレーションの条件を表 1 に、結果を図 2 に示す. 図 2 は到来波の伝搬ベクトルの角度差の余弦 ($\cos \theta$) と、それぞれの手法を用いた場合の出力信号の SINR の関係を示している. 図より、以下のことがわかる.

- 1) 従来法では、ノルムの肥大化によって SINR の飽和が生じている.
- 2) 伝搬ベクトルの角度差が小さい ($\cos \theta$ が大きい) 場合は、収縮法よりリセット法のほうが、大きな SINR 改善効果が得られる.

3) 伝搬ベクトルの角度差が大きい場合は、収縮法のほうが、大きな SINR 改善効果が得られる.

5. むすび

移動通信環境における追従性を改善する手法としてリセット法と収縮法の 2 つの手法を検討した結果、伝播ベクトルの角度差により SINR 改善効果が異なることがわかった. 到来波の角度差が比較的大きい移動局では収縮法が、角度差が小さい基地局ではリセット法が有利と考えられる. 今後、さらに多様な電波環境での評価を進める.

参考文献

- [1] 菊間信良, “アレーアンテナによる適応信号処理,” 科学技術出版社, 1998.
- [2] 藤元, 堀, 2003 信学ソ大会, B-1B-??.

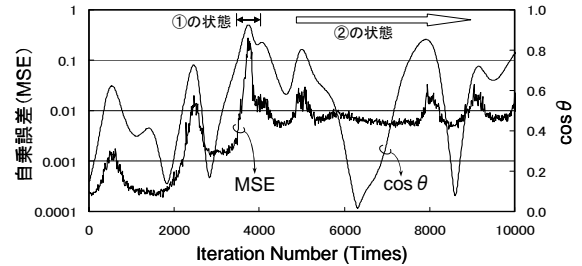


図 1 伝搬ベクトルの角度差と自乗誤差 (MSE) の変化

表 1 シミュレーション条件

到来波数	2波 (無相関)
フェージング	一様 (素子毎に独立)
最大ドップラー周波数	fdT=0.00195 (1/512)
アンテナ素子数	4 素子
最適化アルゴリズム	Normalized-LMS
リセット法のリセット周期	200IT 毎
収縮法 B の収縮率 β	0.995

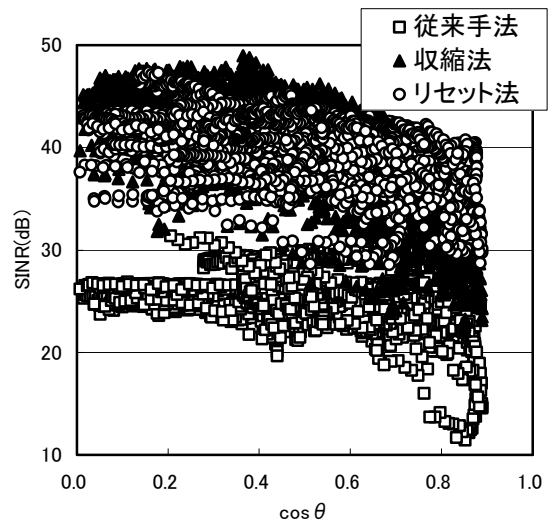


図 2 提案手法の効果