

B-1-39

ブラインド等化器を用いたスーパー・レゾリューション 伝搬遅延推定法

Superresolution time-delay analysis using a blind equalizer

山田 寛喜

Hiroyoshi YAMADA

荒木 俊明

Toshiaki ARAKI

山口 芳雄

Yoshio YAMAGUCHI

新潟大学 工学部

Faculty of Engineering, Niigata University

1. まえがき 近年、モバイル、マルチメディア通信の進展に伴い、市街地、屋内でのマルチパス伝搬環境の把握、計測が重要となっている。近年では、近接した遅延波を分離する手法として、スーパー・レゾリューション法(MUSIC, ESPRIT, etc.)の適用が注目されている[1][2]。そこでは主にネットワークアナライザ等で計測された掃引(複素)周波数データに対する適用が検討されている。この場合、送受信点が離れている場合の計測が困難となる。また、受信点で観測された時系列信号に対して直接適用する手法も検討[3]されている。本稿では、簡易な高分解能手法として、等化器のタップ係数を利用したスーパー・レゾリューション伝搬遅延時間推定法を提案する。

2. ブラインド等化と伝搬関数 受信アンテナに到来する数多くの多重波は、一般に、ある程度のタップ数を有する等化器の場合、エラー訂正なしにある程度の品質の送信信号が復元可能となる。この等化器のシステム関数($B(\omega)$)は等化器のタップ係数を b_0, b_1, \dots, b_Q から容易に導出される。送信信号が復元された場合、このシステム関数の逆数が、伝搬路を表す伝搬関数($H(\omega)$)の良好な推定値となる。

$$H(\omega) = 1/B(\omega) \quad (1)$$

従って、式(1)からネットワークアナライザ等で計測される周波数応答に相当する周波数データが得られる。本稿では、等化アルゴリズムとして、参照信号なしに2値信号の等化を可能とするブラインド等化アルゴリズム[4]を用いた。

この等化器の係数から推定された周波数データに対してスーパー・レゾリューション法を適用する。本手法の分解能は、式(1)で得られる推定周波数データの精度に依存し、タップ数が多いほど、その精度は向上する。また、最大分解可能信号数は Q 個となる。

3. 数値計算結果 ここでは2波が到来するモデルの数値計算結果を示す。すなわち、受信信号 $y(t)$ は、

$$y(t) = \sum_{j=1}^2 h_j x(t - t_j)$$

となる。ここで送信信号 $x(t)$ は M 系列信号(サンプリング時間間隔 ΔT)とした。受信側では $Q = 31$ とし、4次統計量のキュムラントを最小化するブラインド等化を施した。以下では、スーパー・レゾリューション法の一例として SSP を施した MUSIC 法での推定結果を示す。

図 2(a), (b) に $h_2/h_1 = 0.1$ の場合の遅延波推定結果を示す。図の横軸は第1波波の到来時刻を基準としている。図 2(a) は、 $t_2 - t_1 = \Delta T$ の場合の推定結果である。MUSIC-SSP では、データを 2 つのサブアレーに分割した前処理を施している。一般に、この FFT では ΔT 未満の遅延波の分離是不可能となる。ここではサイドローブのため 2 波目の信号が分離検出されていない。一方、MUSIC では正確に 2 波の位置が推定されている。図 2(b) は、 $t_2 - t_1 = \Delta T/2$

の推定結果である。FFT では全く 2 波の存在を確認できないが MUSIC により、位置検出が可能となっている。

4. むすび 本稿では、等化器の係数から推定された周波数応答による簡易的な高分解能遅延時間推定法の可能性について検討した。数値計算により、FFT 法より優れた分解能特性を実現できることを明らかにした。

文献 [1] H.Yamada et al., IEEE Trans Antennas and Propagat., vol.39, no.2, Feb.1991. [2] 阪口ほか, 1998 年信学総大, B-1-15, 1998. [3] A.J.Paulraj et al., IEEE SP Magazine, vol.14, no.6, Nov.1997. [4] J.A.Cadzow, IEEE SP Magazine, vol.13, no.3, May 1996.

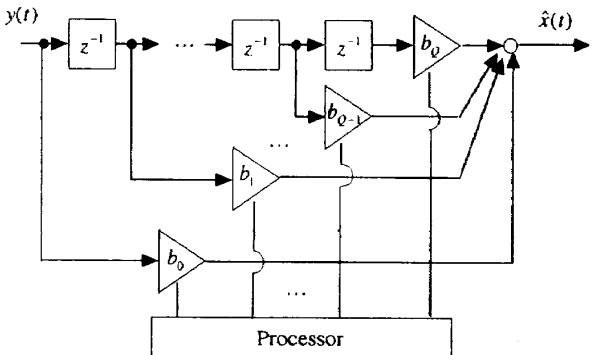
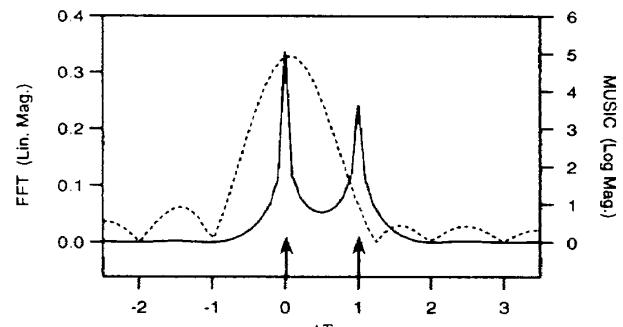
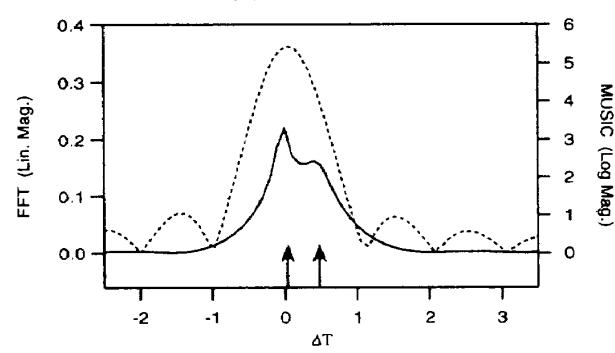


図 1. ブラインド等化器。



(a) $t_2 - t_1 = \Delta T$



(b) $t_2 - t_1 = \Delta T/2$

図 2. 等化器を利用した伝搬遅延時間推定結果。