

2006年電子情報通信学会総合大会

B-1-200

円形アレーによるコヒーレント波の到来方向推定

DOA Estimation for the Coherent Signals by the Circular Array

松本拓洋 桑原義彦
Matsumoto Takumi Kuwahara Yoshihiko

静岡大学大学院
Graduate School of Science and Technologies, Shizuoka University

1. はじめに

円形アレーで複数のコヒーレント波を推定する場合、移動平均が用いられない。受信信号ベクトルを空間周波数領域に変換して移動平均する方法が提案されているが、構成する素子数が多くないと推定誤差が増す[1]。比較的少ない素子で構成された円形アレーでコヒーレント波を推定する方法としてマルステアリングに基づく CSC 法があるが演算負荷が高い[2]。本項では CSC 法に用いるウェイトベクトルを遺伝的アルゴリズムで探索する手法を提案する。

2. CSC 法

任意形状アレーのウェイトベクトル W 、アレーマニホールドを A とすれば $A^*W=0$ を満たす W は MUSIC における雑音部分空間 E_N と等価である。コヒーレント波も A が線形独立である限り、 $A^*W=0$ をみたす W を連立方程式で解き、次の評価関数を求めることによって到来方向が推定できる。

$$P(\Theta) = \frac{1}{\|y\|^2 - \sigma^2 \|W\|^2} \quad (1)$$

ここで $\Theta = [\theta_1 \dots \theta_D]$ 、 $y = W^H X$ 、 X は受信信号ベクトル、 σ^2 は雑音電力である。CSC 法では $\Theta = [\theta_1 \dots \theta_D]$ に相当するアレーマニホールドを計算し $A^*W=0$ を満足する W を求めて(1)に代入する。(1)を最大とする W に対応する $\Theta = [\theta_1 \dots \theta_D]$ が求める到来方向である。図 1 は半径 0.2λ の 4 素子円形アレーに等電力(SNR=40 dB)で $(30^\circ, 120^\circ)$ 方向から入射する完全コヒーレント波に対する評価関数の計算結果である。ここで、サーチステップは 5° で、対応する方向 $(6, 24)$ にピークが立っている。比較のため MUSIC 法と MVDR 法のスペクトラムも合わせて示した。CSC 法では完全コヒーレント波でも到来方向推定が可能である。CSC 法では到来波数 D が不明であるので、1 波、2 波、...について必要な分解能の組み合わせだけ W を求め(1)を計算するので、入射波数が増すと演算負荷が高くなる。たとえば 1 度の分解能で推定するには、到来波が 1 波で 360、2 波で 64620、3 波で 7711320 とおりの W を求め(1)を計算する必要がある。

3. 提案アルゴリズム

CSC 法の演算負荷を軽減するため遺伝的アルゴリズムにより(1)を最大とする W を求める。母集団の数を 10、世代を 200 として遺伝的アルゴリズムを適用すると波数ごとに 2000 回の演算で済むので入射到来が 2 以上のとき演算負荷

が大幅に減る。図 2 に提案アルゴリズムの処理フローを示す。

4. シミュレーション

図 1 と同じ条件で提案アルゴリズムを用いて到来方向を推定し、 $(27^\circ, 120^\circ)$ の結果を得た。

文献

[1]菊間他、屋内無線通信のための MUSIC 法による多重波の到来方向と伝播遅延時間の推定、信学論(B2)J73B2, No.11, pp.786-795, 1990.

[2]Y. Kuwahara et al." Experimental DF System for Coherent Signal Classification," Proc of APMC96, pp.974-977, 1996.

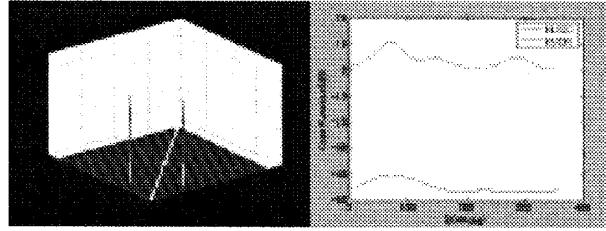


図 1 CSC 法による完全コヒーレント波の到来方向推定

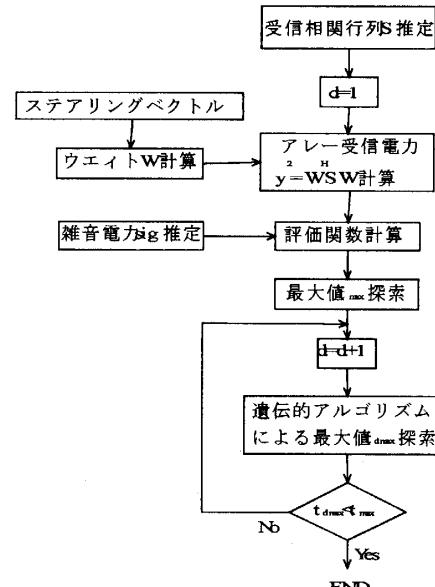


図 2 提案アルゴリズム