

超広帯域レーダーにおける目標位置の高精度推定

High-resolution Locating Algorithm for Ultra-wideband Radar Systems

堀田 誠司
Seiji Horita

佐藤 亨
Toru Sato

京都大学 情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kyoto University

1 研究の背景

アレイアンテナ信号処理をパルスレーダに対して適用するにあたり問題となるのは、送信波形として広帯域のパルスを用いることである(受信波形例 図 1)。既成の信号処理手法の多くは、狭帯域信号を前提としている。

そこで本研究では、アレイアンテナで超広帯域信号を処理するアルゴリズムを提案する。また、信号の到来数および到来時間を推定するためのアルゴリズムについても検討をおこなう。

2 到来方向推定

時間領域でアレイの各素子で得られる受信信号に FFT を施すと、それらを異なる周波数の正弦波に分解することができる。その分解した各々の正弦波に対して狭帯域用の高精度到来方向推定法である MUSIC 法を適用することを考える(周波数分割法 [1])。それぞれの周波数で得られた MUSIC スペクトル $P_{MU_i}(\theta)$ を、MUSIC スペクトルの導出式と同じ

$$P_{MU_{all}}(\theta) = \frac{1}{\frac{1}{P_{MU_1}(\theta)} + \frac{1}{P_{MU_2}(\theta)} + \dots + \frac{1}{P_{MU_L}(\theta)}} \quad (1)$$

という形で足し合わせるにより、超広帯域信号の到来方向推定が可能となる。式中の L は正弦波への分割数をあらわす。

3 到来波数推定

前節で述べた周波数分割法を用いると、通常 MUSIC 法で用いられる固有値分解による到来波数推定ができない。したがって、これを時間領域の波形を処理することにより行う必要が生じる。本研究では、図 2 に示す波形辞書を使って再帰的非直交分解 [2] をそれぞれのアレイアンテナ素子に関して適用した。その結果を、横軸に波形の抽出された時間(縦軸と単位をあわせるために光速

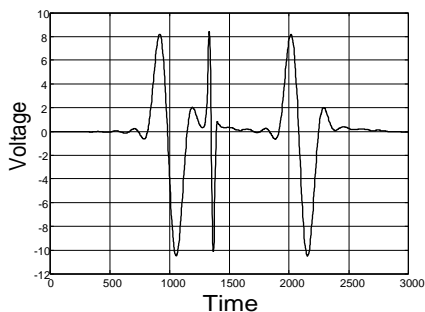


図 1 適用対象波形例

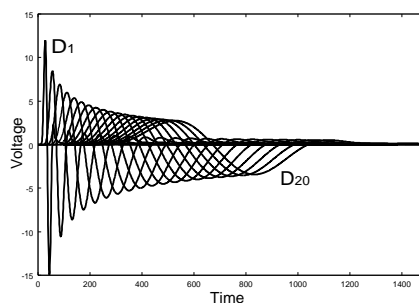


図 2 再帰的非直交分解で用いる波形辞書例

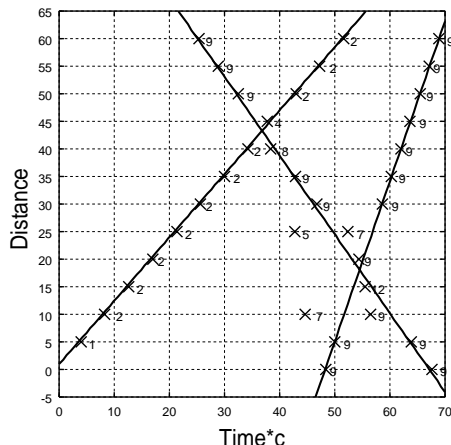


図 3 Hough 変換の結果抽出された直線

c を掛けた)、縦軸に一番端のアンテナ素子からの距離をとった平面にプロットした例を図 3 の \times 印に示す。 \times 印の脇の数字は抽出に用いられた辞書の番号をあらわす。この例での到来波数は 3 である。

この \times 印の集合から直線をいくつか抽出できるかで到来波数推定が可能となる。本研究では Hough 変換 [3] を用いて直線抽出を行い、図 3 に示す直線 3 本を得た。ほぼ目的どおりの直線が抽出できており、到来波数推定が正確におこなえていることがわかる。

参考文献

- [1] 堀田誠司, 佐藤亨, 信学技報, A-P2000-183, pp.75-82, 2000.
- [2] S. Mallet, W. L. Hwang, *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 38, pp.617-643, 1992.
- [3] 臼井支朗, インターユニバーシティ信号解析, オーム社, pp.163-165, 1998.