

【技術分類】 5－4 全体システム構成／到来方向推定

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@Z, H01Q21/00

【技術名称】 5－4－1 MUSIC

【技術内容】

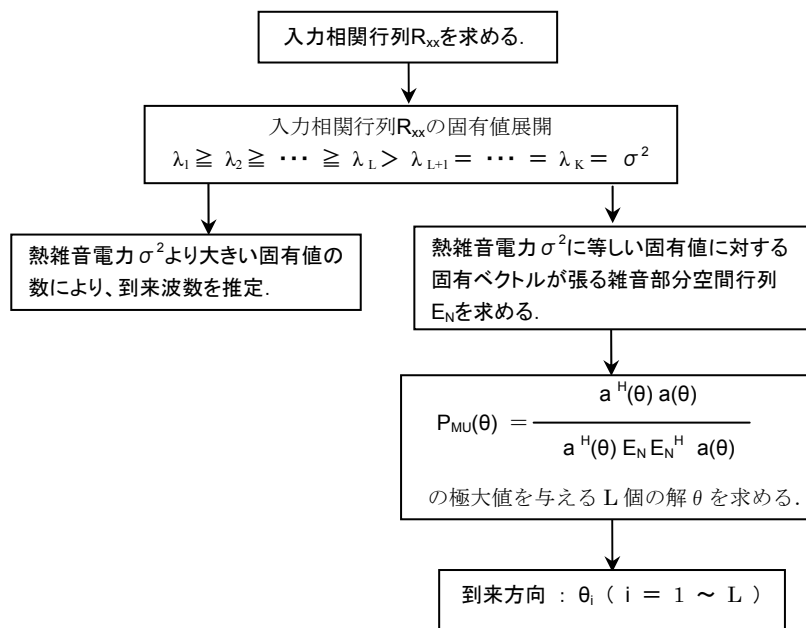
MUSIC (Multiple Signal Classification) は、アレー入力的相关行列の固有値・固有ベクトルにより到来方向を推定するものである。アレー入力相关行列の固有値のうち、熱雑音電力よりも大きいものの数により到来波数が推定される。また、熱雑音電力に等しい固有値に対応する固有ベクトルからなる雑音部分空間行列を用いてスペクトル関数を構築するとき、その極大値を与える角度が到来方向の推定値となる。

MUSIC による推定の概略の手順は、図 1 の通りである。ただし、アレーアンテナは K 素子で、到来波数が L の場合を想定している。

なお、通常の MUSIC は角度スペクトラムを描くことから、Spectral－MUSIC と呼ばれる。これに対し、スペクトル関数の解を極大値から得るのではなく数値計算により求めるものが Root－MUSIC である。また、MUSIC は原理的に任意の素子配列のアレーアンテナに適用できるが、Root－MUSIC は等間隔直線アレーに限定される。

【図】

図 1 MUSIC による到来方向推定の手順



下記資料を参考に本標準技術集のために作成

【参考資料】

- ・菊間 信良：「アダプティブアレー部分空間追跡法を用いた DOA 逐次推定とアダプティブビームフォーミング技術」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J87-B，No.9，pp.1149-1161，2004 年 9 月
- ・菊間 信良 著：「アダプティブアンテナ技術」，オーム社，平成 15 年 10 月 10 日 第 1 版
- ・菊間 信良 著：「アレーアンテナによる適応信号処理」，科学技術出版，1998 年 11 月 25 日 初版
- ・R. O. Schmidt：「Multiple emitter location and signal parameter estimation」，IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 34，pp. 276-280,, Mar. 1986.

【技術分類】 5－4 全体システム構成／到来方向推定

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@Z, H01Q21/00

【技術名称】 5－4－2 ESPRIT

【技術内容】

ESPRIT (Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques) は、回転不変式 (rotational invariance) : $J_1 A \Phi = J_2 A$ を基に、アレー全体の平行移動によって生ずる各波の位相回転を推定するものである。

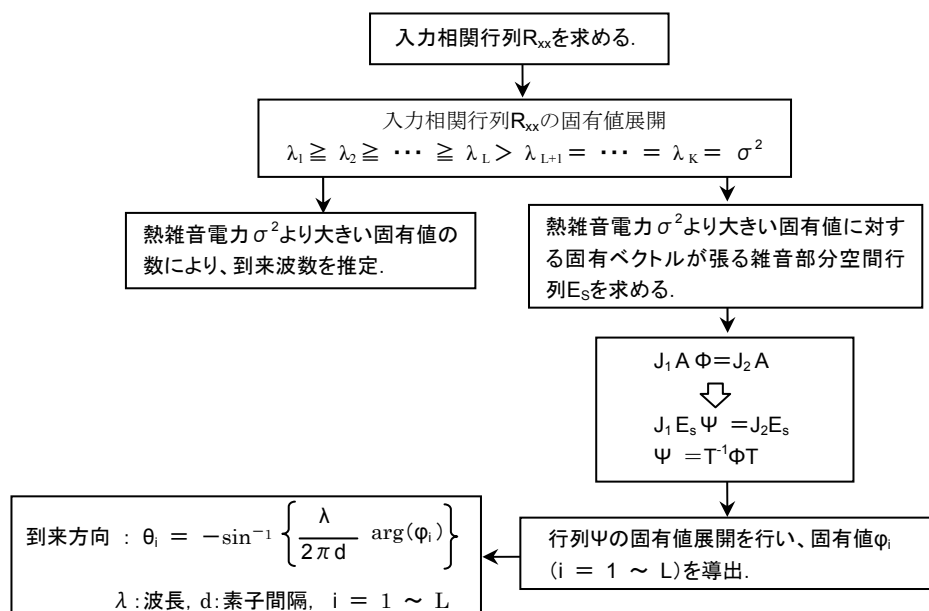
ここで K 素子直線アレーアンテナを想定すると、行列 A はそれぞれアレー応答ベクトルからなる方向行列、行列 J_1 及び J_2 は $(K-1) \times K$ の行列で、 A の 1 行目から $K-1$ 行目を抽出する操作、2 行目から K 行目を抽出する操作を意味する。すなわち、 J_1 は (i, i) 要素のみ 1 ($i = 1 \sim K-1$)、 J_2 は $(i+1, i)$ 要素のみ 1 ($i = 1 \sim K-1$) の行列であり、 $J_1 A$ と $J_2 A$ は異なる 2 つのサブアレーの方向行列を表すことになる。また、 Φ は到来波の到来方向情報を含む対角行列である。

しかしながら、方向行列 A は未知であるため、直接 Φ を求めることができない。そこで、アレー入力相関行列の固有値展開により得られる固有値のうち、熱雑音電力よりも大きい固有値に対応する固有ベクトルからなる信号部分空間行列 E_s が用いられる。

到来波数を L とすると、信号部分空間行列 E_s と行列 A は、両者の間に唯一存在する L 次の正則行列 T を用いて $A = E_s T^{-1}$ と表されることから、 E_s を用いた $J_1 E_s \Psi = J_2 E_s$ を Ψ について解く。行列 Ψ は、 $\Psi = T^{-1} \Phi T$ であり、 Ψ の固有値展開を行うとその固有値が Φ の対角成分となる。したがって、その固有値から到来角を求めることができる。なお、 Ψ の求め方により、LS (Least - Squares) - ESPRIT、TLS (Total - Least - Squares) - ESPRIT 等に分類される。

【図】

図 1 ESPRIT による到来方向推定の手順



下記資料を参考に本標準技術集のために作成

【参考資料】

- ・菊間 信良：「アダプティブアレー部分空間追跡法を用いた DOA 逐次推定とアダプティブビームフォーミング技術」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J87-B，No.9，pp.1149-1161，2004 年 9 月
- ・菊間 信良 著：「アダプティブアンテナ技術」，オーム社，平成 15 年 10 月 10 日 第 1 版
- ・菊間 信良 著：「アレーアンテナによる適応信号処理」，科学技術出版，1998 年 11 月 25 日 初版
- ・R. Roy, T. Kailath：「ESPRIT-Estimation of signal parameters via rotational invariance techniques」，IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. 37, pp. 984-995,, July 1989.

【技術分類】 5-4 全体システム構成／到来方向推定

【 F I 】 H01Q3/26, H01Q3/26@Z, H01Q21/00

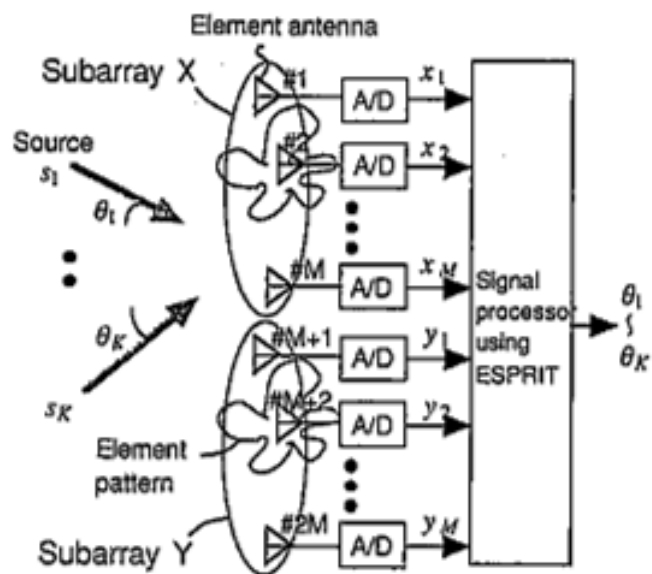
【技術名称】 5-4-3 ESPRIT による測角系の基本構成

【技術内容】

ESPRIT による測角では、素子アンテナ配列と素子指向性とは互いに等価的な 2 組のサブアレーが用いられる。それぞれの受信信号は、A/D 変換の後、信号処理によって到来角が推定される。

【図】

図 1 ESPRIT 測角系の基本構成



出典：岡村 敦，藤坂 貴彦，桐本 哲郎，真野 清司：「ESPRIT アルゴリズムにおけるサブアレー特性の補償法」，図 1，電子情報通信学会論文誌，Vol.J83-B，No.4，pp.501-509，2000 年 4 月

【出典／参考資料】

- ・岡村 敦，藤坂 貴彦，桐本 哲郎，真野 清司：「ESPRIT アルゴリズムにおけるサブアレー特性の補償法」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J83-B，No.4，pp.501-509，2000 年 4 月

【技術分類】 5-4 全体システム構成／到来方向推定

【 F I 】 H01Q3/24, H01Q3/26@Z, H01Q21/00

【技術名称】 5-4-4 電子走査導波器アレーアンテナと周波数スムージング法による発信源探索

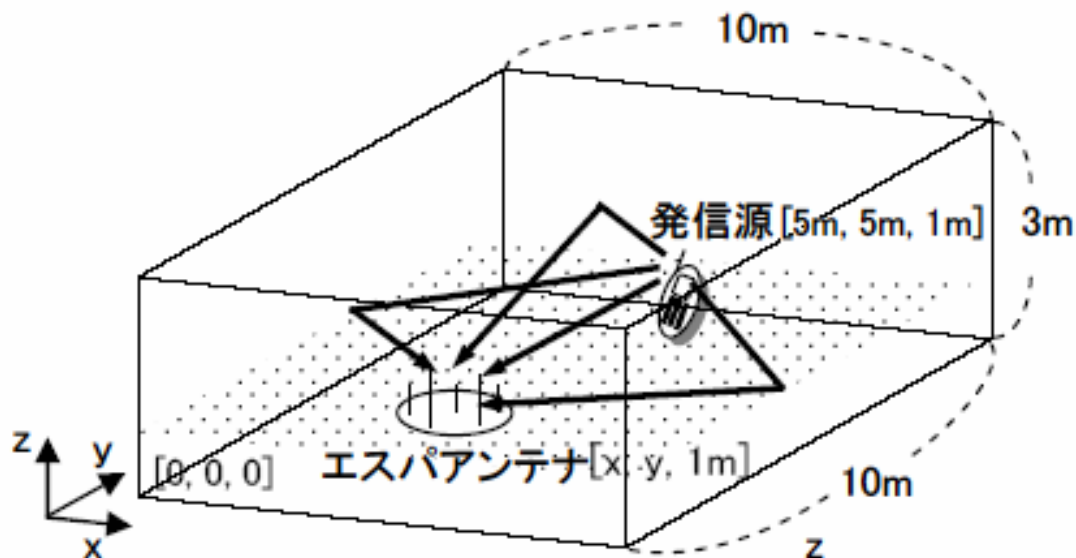
【技術内容】

低コスト・低消費電力化を可能とするアダプティブアレーアンテナである電子走査導波器アレーアンテナの応用分野として、到来方向推定が考えられる。しかし、マルチパス環境化では、複数の反射波が到来して重畳されるため、見通しがある場合でも正対するレベルが落ち込み、最大電力法による方向推定精度は大きく劣化する。

当技術は、電子走査導波器アレーアンテナと周波数スムージング法による到来方向推定法を組み合わせた、マルチパス環境化における到来方向推定法である。発信源にマルチキャリア方式を適用し、受信レベルを周波数平均すると、受信レベルが緩和されて方向推定精度が改善される。

【図】

図1 マルチパス環境における到来方向推定



出典：清水 達也，大平 孝：屋内環境におけるエスパアンテナと周波数スムージング法による発信源探索」，図1，2004 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会 B-1-172

【出典／参考資料】

・清水 達也，大平 孝：「屋内環境におけるエスパアンテナと周波数スムージング法による発信源探索」，2004 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会 B-1-172，通信 pp.172，2004 年 9 月，電子情報通信学会

【技術分類】 5-4 全体システム構成／到来方向推定

【 F I 】 H01Q3/24, H01Q3/26@Z, H01Q21/00

【技術名称】 5-4-5 電子走査導波器アレーアンテナによる到来方向探知

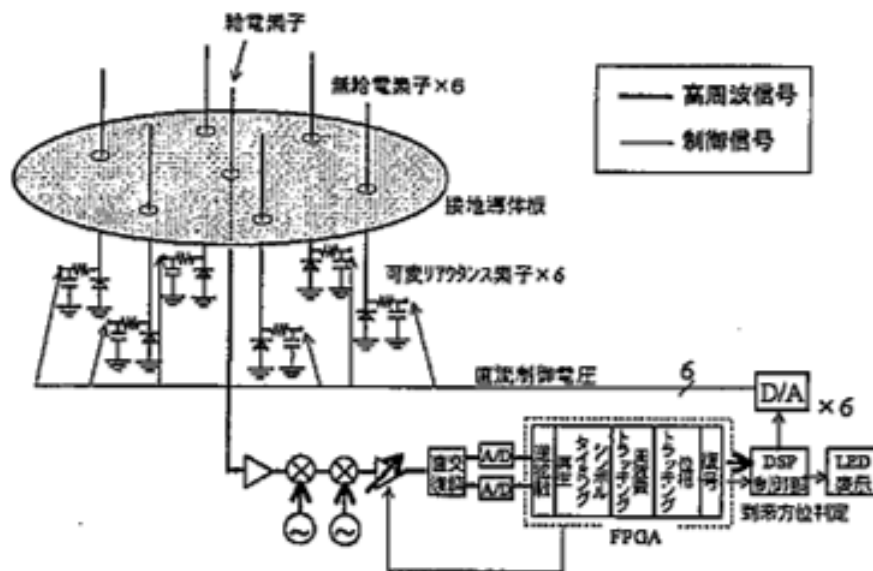
【技術内容】

当技術は、直接拡散方式による逆拡散を行い、AGC 制御電圧及びユニークワード相関値により、到来波方位の測定を行い、到来方向を判定するものである。

到来方向の判定は約 1ms で行われ、30° 毎の 12 方位のいずれかの方向から到来しているのかを探知可能である。図は、この構成を示したものである。

【図】

図1 電波到来方向探知機の構成



出典：古樋 知重，橋口 正哉，大平 孝，浅田 峯夫，岡田 敏美：「腕時計型マイクロ波ビーコンと携帯型電波到来方向探知機の雪中実験」，図4，電子情報通信学会論文誌，Vol.J86-B，No.2，pp.219-225，2003年2月

【出典／参考資料】

- ・古樋 知重，橋口 正哉，大平 孝，浅田 峯夫，岡田 敏美：「腕時計型マイクロ波ビーコンと携帯型電波到来方向探知機の雪中実験」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J86-B，No.2，pp.219-225，2003年2月