

＜基本計画書＞

電波環境適応レーダーの研究開発

1. 目的

マイクロ波帯における移動通信システム等の需要の増大や通信の高速化に伴い、周波数の需要が増大しており、現在よりも広い周波数帯域を確保することが、求められている。そのための対応の一つとして、既存の電波利用システムの周波数利用効率を高める必要がある。レーダーの周波数利用については、現状ではマイクロ波帯において、広帯域を占めていることから、狭帯域化が求められていたため、近年、マグネトロン代わりに半導体を使用した固体化レーダーが開発された。固体化レーダーは、狭帯域化の他に、小型化、メンテナンスフリー等の利点があることから、今後、普及することが想定される。

しかしながら、レーダーの送信波は、マグネトロンによる大電力・短パルス波形から、半導体による小電力・長パルス波形となり、船舶等に搭載された個々の固体化レーダーが利用する周波数帯域の時間占有率は増加する傾向にあるため、干渉が増大し、同一エリアにおけるレーダーの同時利用数の減少が生じることが想定されることから、電波環境改善の必要性が求められる。

こうした問題を解決するため、固体化レーダーにおいて、周囲の電波環境を自律的に検知し、電波環境に最適化するように時間的・空間的・周波数的に制御を行うことにより、長パルスによるレーダー波の干渉を除去・抑止することを可能とする電波環境適応レーダー技術を実現することを目的とする。

本研究開発により、電波の高度有効利用に資するとともに、将来の民生普及のため、低コスト化を視野に入れ開発を行う。

2. 政策的位置付け

電波新産業創出戦略（電波政策懇談会報告（平成 21 年 7 月 13 日））において、推進すべき重要研究課題の一分野のうちのネットワーク技術の一つとして、干渉低減・除去技術を挙げている。こうした分野への一つの課題として、今後、普及が予想される固体素子による船舶レーダーにおける周波数共用のための電波環境適応レーダー技術を開発することにより、安全・安心な海上分野の電波利用実現を目指す。

3. 目標

9 GHz 帯の周波数で使用されている船舶レーダーについて、今後半導体を使用した固体化レーダーが進展した状況において、周囲の電波環境を自律的に検知し、時間・空間・周波数を最適に制御することにより、長パルスによるレーダー波の干渉を除去する性能を可能とし、浦賀水道航路や中ノ瀬航路等を想定した過密海域において、海域内にレーダー干渉源となる船舶が 300 隻存在する環境においても、干渉波の除去を可能とする電波環境適応レーダーを開発することを目標とする。

4. 研究開発内容

(1) 概要

固体化レーダーが普及することによって深刻な電波環境の劣化が生じることが想定される。電波環境改善を目的とし、自律的に電波環境に適応し干渉除去・抑止を実現するために、周囲の電波環境を検知し、その環境を定量的に判断する

ために特徴をパラメータ化する。そのパラメータから時間・空間・周波数を最適に制御することにより、長パルスによるレーダー波の干渉を除去・抑止することが可能な電波環境適応レーダー技術の研究開発を行う。

(2) 技術課題及び到達目標

技術課題

ア 環境適応レーダー制御技術

今後固体化レーダーが普及することにより、送信波は小電力、長パルス波形となりレーダーが利用する周波数帯域の個々の船舶による時間占有率が増加する。その結果、時間的に干渉波の出現が多くなり、相関性が強い映像として表現されてしまう。このような相関性の強い干渉の検出、除去は現在の干渉除去方法では難しいため、検出するための新しい技術が必要となる。新しい技術とは、相関性の強い干渉波の特徴量（例として、干渉の発生頻度（時間）等）を数値化し、周囲の電波環境に最適な干渉低減方式（時間、空間、周波数制御等）を決定する（例えば、干渉の発生方位（空間）にはヌルとする等）アルゴリズムを実装した信号処理モデルを決定する技術を意味する。この技術により、人的操作を支援し最適な与／被干渉回避を可能とする制御技術が実現できる。

イ 電子走査アンテナ技術

上記アの干渉低減のための制御技術の実現のためには、任意の時間、空間において希望波にメインビームを向け、干渉波方向にヌル点（指向性パターンの落ち込んだ点）を向け、高速かつ任意の電子走査を可能とするアンテナが不可欠となる。そこで、今までは主に軍用で研究開発が行われていた DBF (DBF: Digital Beam Forming・デジタルビームフォーミング) アンテナのような素子アンテナの振幅、位相を容易に可変できるアレイアンテナを用い、アダプティブ・アンテナ処理等により、空間的な干渉抑圧を行うアレイアンテナの開発が必要となる。

また、アンテナの性能向上と共にコストの増大が想定されるが、高価となる要因は、素子数（チャンネル数）の増加に伴う回路規模の増大にある。そのため、少ない素子による構成、複数チャンネルの一体化や RF 多層平面化(高密度化)による回路規模の縮小等を図り、電子走査アンテナの低コスト化設計を実現する必要がある。

到達目標

電波環境適応レーダーの研究開発における目標は以下のとおりである。

ア 環境適応レーダー制御技術

固体化レーダーが普及することによって、時間相関性の強い干渉波の出現が多くなることが想定される。レーダー干渉源が多数存在する過密海域においても、電波環境適応レーダーにより干渉を除去し、従来性能以上の干渉除去性能を実現する。干渉除去性能は、同一エリア内の許容レーダー干渉源数に対応する干渉混在率によって評価を行う。過密海域で想定されるレーダーの干渉源数 300 隻とした干渉状況での干渉混在率を 22%（送信電力 100W、パルス幅 20 μ s、パルス繰り返し周波数 1kHz に相当）とし、その環境における干渉除去を可能とする技術を実現する。なお、干渉除去に関わる信号処理モデルの決定は周囲の環境変化に支障なく追従可能な時間で実行されるものとし、おおむね数分以内とする。

イ 電子走査アンテナ技術

アダプティブ・アンテナ処理等を利用し、空間的な干渉抑圧比を一般的なフェーズドアレイアンテナのシミュレーションから導かれた値である抑圧比 20dB 以上を実際に可能とする電子走査アンテナを実現する。また、将来の民生用普及を視野に入れ、RF 多層平面化により回路規模を縮小や素子数の低減等を行い低コストでの実現を行う。

低コスト化の目標としては、MIMO 技術等を利用し、一般的な 9 GHz 帯船舶用レーダーのビーム幅を実現するための素子数で比較を行い、8 分の 1 以下での実現を目標とする。

なお、上記の目標を達成するに当たっての年度毎の目標については、以下の例を想定している

(例)

<平成 23 年度>

ア 環境適応レーダー制御技術の研究開発

- ・電波環境認識技術において、時間相関性が強いレーダー干渉波の幾何学的性質等に基づく特徴量を利用し、パラメータ化する手法の確立
- ・適応処理構造決定技術において、時間相関性が強いレーダー干渉波のパラメータより適応構造（信号処理モデル）の構築と制御内容の確立

イ 電子走査アンテナ技術の研究開発

- ・アダプティブ・アンテナや MIMO 信号処理による干渉抑圧制御の基本検討
- ・送受信部を組み込んだ DBF を可能とする小規模電子走査アンテナの試作

<平成 24 年度>

ア 環境適応レーダー制御技術の研究開発

- ・平成 23 年度の電波環境認識技術と信号処理モデル決定技術の検討を踏まえた電波環境適応レーダーのシステム設計
- ・電波環境適応レーダー信号処理部の試作
- ・試作した電波適応レーダーにおいて、受信したターゲットデータ、干渉波データの定量的解析と、干渉低減技術の評価を可能とするデータ収録再生装置の製作

イ 電子走査アンテナ技術の研究開発

- ・電子走査アンテナの主要回路であるアレイアンテナ部、送受信部の試作

<平成 25 年度>

ア 環境適応レーダー制御技術の研究開発

- ・平成 24 年度に試作した信号処理部及びアレイアンテナ部、送受信部を組み合わせて、電波環境適応レーダーを試作
- ・試作した電波環境適応レーダーの干渉除去機能を評価するため、複数の干渉源を発生することが可能な疑似干渉発生装置の製作
- ・試作した電波環境適応レーダーの性能について、仕様を満足しているか確認をし、干渉除去性能について評価

- イ 電子走査アンテナ技術の研究開発
 - ・電子走査アンテナの干渉抑圧性能の評価

5. 実施期間

平成 23 年度から平成 25 年度までの 3 年間

6. その他

(1) 提案及び研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して数値目標及びその根拠を提案書に記載すると共に、電波環境適応レーダー技術の実用化について将来見込みを記載し、提案すること。なお、提案に当たっては目標を達成するための具体的な研究方法及び年度目標について明記すること。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

また、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。

(2) その他

本研究開発で確立した技術の普及啓発活動を実施するとともに、平成 27 年までの実用化に向けて必要と思われる研究開発課題への取組も実施し、その活動計画・方策については具体的に提案書に記載すること。