

<基本計画書>

狭帯域・遠近両用高分解能小型レーダー技術の研究開発

1. 目的

ミリ波レーダーは、自動車の衝突回避等を目的とする ITS（高度道路交通システム）用途での実用化に加え、踏切安全監視・交差点周辺監視や車両前方および周辺監視による衝突被害回避を目的とした次世代車載レーダー、更には、物流検査や建設機器等の産業分野における様々な用途への導入検討が加速している。

ミリ波レーダーは、車の衝突回避等を目的とする ITS（高度道路交通システム）用途で実用化されているのみならず、物流や検査、建設機器、災害対応等の産業分野への応用の期待が高い。

特に、踏切安全監視・交差点周辺監視や車両前方および周辺監視による現在よりも高度な衝突被害回避等の用途への導入にあたっては、人物の分離検知を可能とする高分解能性が求められるため、広帯域を利用したレーダー技術の研究開発が活発に行われている。しかしながら、広帯域を利用すれば内部雑音が増加し、その状況で検知距離性能を高めるためには高い送信ピーク電力が必要となり、対応するハードウェアの高コスト化や干渉の問題を招く恐れがある。また、既存の方式では、複雑な電波環境での多目標対処能力や遠近を両立可能とする能力に課題があり、新しい変復調方式に基づくミリ波レーダーシステム（79GHz等）の開発が必要となっている。さらに、道路交通や鉄道の安全監視システム等の実シーンにレーダーを適用する場合、多数の不要反射波環境の中で多数の人や車を検知する必要がある。

このため、本研究開発では、電波の往復時間のみでなく送信周波数間の位相差計測と複合した新たな変復調技術や時空間信号処理技術を開発することで、狭帯域・遠近両用高分解能小型レーダーを確立し、周波数資源のより一層の有効活用に資することを目的とする。

2. 政策的位置付け

- ・世界最先端 IT 国家創造宣言（平成 25 年 6 月 14 日 閣議決定）

「IV. 利活用の裾野拡大を推進するための基盤の強化 4. 研究開発の推進・研究開発成果との連携」において「世界最高水準の IT 社会を実現し、維持・発展させるために、情報通信社会の今後の動向を見据えた研究開発を推進する」旨の記載あり。

- ・電波有効利用の促進に関する検討会報告書（平成 24 年 12 月）

「第 1 章 電波利用環境の変化に応じた規律の柔軟な見直し 1. 電波有効利用を促進する柔軟な無線局の運用（3）周波数再編の加速 ②電波有効利用技術の活用」において、電波の有効利用を一層推進する観点から、新たなニーズに対応した無線技術をタイムリーに実現することが必要である旨の記載あり。

3. 目標

レーダーでは、狭帯域化することで分解能が反比例して悪化する。一方で最大検知距離は電波の往復伝搬損失から比例して延伸するわけではなく微小な遠距離化にとどまる。したがって狭帯域にて最大検知距離と距離分解能の比を向上させることは難しい技術課題である。本研究開発では、従来手法（パルス圧縮レーダー）に比べ半分以下の占有帯域幅で、送信ピーク電力と観測時間を同等にした従来の手法と同等の最大検知距離と距離分解能の比を得ることが可能で、1 m～数十mの距離の物体を検知可能な狭帯域・遠近両用高分解用レーダーシステムを実現し、さらにその小型化技術を開発する。

4. 研究開発内容

(1) 概要

狭帯域・遠近両用高分解能小型レーダーシステムの実現に向け、ア. 狭帯域・遠近両用高分解能レーダー変復調技術、イ. 時空間信号処理技術、ウ. 小型レーダーモジュール技術の開発を行う。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア 狭帯域・遠近両用高分解能レーダー変復調技術の開発

高分解能を得るためには広帯域信号の送受信が必要であるが、広帯域化することで受信機雑音が増加し検知距離が減少してしまうという課題がある。このため、人物の分離検知を可能とする高い分解能と遠距離性の両立を狭帯域にて実現する新たな変復調方式を開発する必要がある。

イ 時空間信号処理技術の開発

高分解能レーダーでは、人や車といった検知対象目標のみならず地面や側方構造物からの反射による静止不要反射波であるクラッタ（Clutter）や他レーダーからの直接波である干渉波などの各種不要波が多数計測される。このような複雑な電波環境に対応するため、不要波抑圧性能をより強固なものとする必要がある。

また、検知対象の目標をより高信頼性にて検知可能とするためには、多数の検知目標が発生した状況でも対応可能な目標追尾技術の開発が必要となる。

さらに、レーダーを車載センサや踏切内の監視センサに適用する場合、自動で目標を検知できることに加え、検知される目標（自動車、人物、自転車、小動物等）を識別できるようにする必要がある。

ウ 小型レーダーモジュール技術の開発

逡倍方式で生成されたローカル信号及びRF信号には多数の不要波が混在し、

目標物の検知が困難となる可能性がある。このことから、デバイスでの不要波抑圧に加え、ミリ波モジュール上で不要波抑圧を図り、外部への不要波放射を抑える必要がある。

また、レーダーシステムの汎用性、普及性を考慮すると 79GHz 帯等での RF/IF 部の集積化技術が必要である。

到達目標

ア 狭帯域高分解能遠近両用レーダー変復調技術の開発

送信ピーク電力を同等にした従来手法（パルス圧縮レーダー）に比べ、半分以下の占有帯域幅で、従来と同等の最大検知距離と距離分解能の比を実現するため、以下の変復調技術を開発する。

① 多周波ステップ CPC 方式

時間差でなく、位相差を使った新しい測距原理による変復調方式であり、送信周波数を時分割で切り替え、かつそれらを繰り返す送信シーケンスを用いることにより、狭い受信機帯域幅にて遠距離性を確保しつつ高距離分解能化する。

② PC-HPRF (Phase Coded High Pulse Repetition frequency) 方式

パルス間周期符号 (PC) 化したインパルスを用いた短い送信間隔 (HPRF) で用いる変復調方式であり、インパルスによる高距離分解能を備え、パルス間のコヒーレントな積分処理により高い積分利得を得ることにより遠距離性を確保する。

イ 時空間信号処理技術の開発

不要波抑圧技術として、アレーアンテナを備えるレーダーにより計測された実データを解析し各種環境でのクラッタの特性を研究・把握した上で、アレーアンテナによる時空間信号処理アルゴリズムを開発する。具体的には、見通しのよい道路や市街地等、各種道路環境にて実時間動作可能な高分解能遠近両用レーダー信号処理装置で計測した時空間不要波信号の基礎特性を評価し、多周波ステップ CPC 方式に適合したアルゴリズムを開発することで、パルストップラフィルタとビームフォーミングを組み合わせた従来法に比べ、信号対不要波比が 5dB 以上改善されることをシミュレーションにより検証する。

また、検知されたデータの時間方向の相関性から、将来位置の予測を行う目標追尾技術を開発する。具体的には、実時間動作可能な高分解能遠近両用レーダー信号処理装置の出力である目標検知データを基に 10 反射物（移動および静止物）以上の同時追尾を実時間の処理で実現可能とする。

また、自動検知前のレーダーの生の波形から目標の有無を自動判断して検知し、目標識別に適した特徴量を判定し、目標が何であるのかを認識する目

標認識技術を開発する。具体的には、レーダーの生波形から特徴量を抽出することで、車、人、自転車を分離する基礎技術を確立し、人と車の分離成功確率 80%以上を目標とする。

ウ 小型レーダーモジュール技術の開発

ミリ波モジュール上で不要波抑圧を図り、外部への不要波放射を抑える狭帯域バンドパスフィルタを実現するとともに、ミリ波レーダーについて、狭帯域バンドパスフィルタ及び上記技術課題ア、イで開発した技術を集積回路に実装する技術を確立し、レーダーモジュールを開発試作する。

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。

<平成26年度>

ア 高分解能遠近両用レーダー変復調技術の開発

レーダー実験装置を用いて、高分解能遠近両用レーダー信号処理装置の基本設計に必要な技術の開発を実施。

イ 時空間信号処理技術の開発

実環境でデータを取得し、車載環境における時空間データの基本特性について解析。

ウ 小型レーダーモジュール技術の開発

アンテナ/RF素子の性能評価、各種定量化ならびに設計手法を確立。

<平成27年度>

ア 高分解能遠近両用レーダー変復調技術の開発

高分解能遠近両用レーダー信号処理装置及び試験装置を製造。

イ 時空間信号処理技術の開発

解析結果に基づき時空間信号処理アルゴリズムを開発。

ウ 小型レーダーモジュール技術の開発

アンテナユニット、RFモジュール、IF回路、およびI/F部からなる、本研究開発の技術を搭載したレーダジュールを開発。

<平成28年度>

ア 高分解能遠近両用レーダー変復調技術の開発

高分解能遠近両用レーダー信号処理装置を用いて、高分解能かつ遠近両用特

性について評価検証し、到達目標を達成していることを確認。

イ 時空間信号処理技術の開発

高分解能遠近両用レーダーでの計測データ、およびシミュレーションにより時空間信号処理の評価検証を行い、到達目標を達成していることを確認。

ウ 小型レーダーモジュール技術の開発

開発した小型レーダーモジュールを、上記ア. の高分解能遠近両用レーダー信号処理装置と接続させ、高分解能かつ遠近両用特性に関する到達目標を達成可能であることを実環境にて評価検証し、到達目標を達成していることを確認。

5. 実施期間

平成26年度から28年度までの3年間

6. その他

(1) 成果の普及展開に向けた取組等

①国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

②実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び平成33年度までの実用化・製品展開等を実現するために必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

(2) 提案およ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可能な限り数値目標を定めること。また、従来技術との差異を明確にした上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、実施計画及び年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

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。

なお、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。