

<基本計画書>

140GHz 帯高精度レーダーの研究開発

1. 目的

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でも、比較的近い距離を走査して車両や機械の自動化を実現する「高精度センサ」としての期待が高い。特に、ロボットや無人建機等が安全に自律的に稼働するためには、周囲の状況を高精度に把握する必要がある。具体的には、水蒸気や粉塵の中でも作業者や落下物等を検知可能な分解能 10cm 以下の高精度な 3 次元測位が必要であり、ミリ波帯を利用した従来よりも高解像度なレーダーが望まれている。

しかし、高い分解能と高精度な 3 次元測位を可能とするレーダーシステムを、ロボット等を実装可能な小型なモジュールで実現するためには、数 GHz 超の帯域幅と 100GHz 超のミリ波帯におけるレーダー技術の確立が不可欠である。既に欧州では、高ミリ波レーダーの方式やデバイス技術の開発に取り組む研究開発プロジェクトが実施されており、国際競争力確保のためにも、新たな周波数帯域におけるレーダー技術開発が急務である。

そこで、将来の広帯域活用が期待される高ミリ波の 140GHz 帯を用いた高精度レーダー技術を確立し、社会要請が強まっている安全支援システムにおいて実用化することで、国際競争力の強化に資するとともに、高い周波数の利用を促進する。

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

10m 以下の近距離において人体よりも小さな対象物（10cm 以下の物体）の高精度な 3 次元走査を可能とする 140GHz 帯レーダーシステムを実現する。

4. 研究開発内容

(1) 概要

高精度な 3 次元走査を可能とする 140GHz 帯レーダーシステムの実現に向け、高速 3 次元走査レーダー技術、マルチレーダー統合検知技術の開発及び広帯域レーダー信号処理技術の開発を行う。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア 高速 3 次元走査レーダー技術の開発

現在のミリ波レーダーは、主に、数十 m 以上先の対象物を距離と水平方向の 2 次元走査で検知している。しかし、高精度センサとして 10m 以下の近距離で検知対象物を特定する用途では、垂直方向を加えた 3 次元の走査を実現する必要がある。また、様々な機器の自動化を実現するためには、レーダー走査に係る処理時間への要求が厳しいことから高速な電子走査が必須となる。

イ マルチレーダー統合検知技術の開発

従来のミリ波レーダー技術では、反射波の信号強度より反射物体の大きさを推定する方法を用いて検知対象物を特定することが一般的である。しかし、レーダーの近傍ではアンテナビームが対象物の一部だけにしか照射できないため、反射強度が物体の大きさに依存しなくなる。したがって、近距離において対象物を分離して検知するためには、空間解像度を高めて物体の形状をイメージングする必要がある。例えば、距離 5m 程度の近傍において 10cm 以下の空間解像度を得るためには、縦横それぞれ精度 1 度以下の角度推定が必要となる。

ウ 広帯域レーダー信号処理技術の開発

実用化されているミリ波レーダーユニットは、アンテナと RF 回路の実装基板、信号処理部や電源回路及び筐体のレドムやコネクタ等で構成されている。近距離を検知するセンサデバイスは、高精度な 3 次元走査だけでなく設置の容易性が必須要件であり、デバイスの大きさを既存の車載カメラ以下で超音波センサ等と同等の 10mm 角程度にすることが求められる。

到達目標

ア 高速 3 次元走査レーダー技術の開発

3 次元の空間領域で地物等の強反射を抑圧しつつ対象物を検出するため、距離・水平方向・垂直方向の高速な電子走査を実現する送受信マルチビーム化のための送受信アンテナ走査方式の開発を行う。具体的には、ミリ波帯への適用が難しい MIMO 技術を活用した MIMO レーダー時空間信号処理技術を開発する。また、複数搬送波のレーダー変調波で広帯域チャネルを構成する技術を開発することにより、至近距離から 10m 程度の検知範囲を確保し、10cm 以下の高い距

離分解能を実現する。

イ マルチレーダー統合検知技術の開発

高速走査ではあるが単体では空間解像度が粗い3次元走査レーダーを複数配置し、これらのレーダーからの信号を組み合わせることによる超分解能イメージングによって電波画像の解像度を向上させるマルチレーダー統合化技術と、レーダーが搭載される機械の移動等を利用する合成開口の効果を加えることで角度分解能を高めるドップライメージング処理技術を開発することにより、距離5m程度の近傍において10cm以下の空間解像度を実現する。

ウ 広帯域レーダー信号処理技術の開発

140GHz帯で電子走査を可能にするアレイアンテナとRF回路の一体実装を指向した140GHz帯レーダー送受信回路技術を開発する。具体的には、レーダー変調波を140GHz帯に周波数変換する送信部と対象物からの反射波をベースバンド信号に周波数変換する受信部などを集積化したトランシーバー回路技術を開発する。また、高距離分解能を実現するレーダー方式開発として、圧縮サンプリング等の広帯域なベースバンド信号を効率的に処理する広帯域マルチキャリア信号処理技術を開発する。

(例)

<平成26年度>

ア 高速3次元走査レーダー技術の開発

- ・シミュレーションによる時空間信号処理方式の開発と、試作装置開発によるミリ波MIMOレーダーとしての原理検証

イ マルチレーダー統合検知技術の開発

- ・検知対象物の散乱断面積等に関する実験データの取得と、マルチレーダーの統合により高い空間解像度を実現するためのシステムアーキテクチャ設計

ウ 広帯域レーダー信号処理技術の開発

- ・140GHz帯集積回路設計の設計モデル開発、広帯域信号処理の要素回路設計とチップ試作評価

<平成27年度>

ア 高速3次元走査レーダー技術の開発

- ・広帯域マルチキャリアレーダー方式の開発、ミリ波帯の試作装置開発により10cm以下の距離分解能を達成

イ マルチレーダー統合検知技術の開発

- ・マルチレーダー統合による超分解能イメージングのアルゴリズムを開発し、電波画像の高解像度化を実証

ウ 広帯域レーダー信号処理技術の開発

- ・140GHz 帯の要素回路及び広帯域信号処理回路の開発設計と、チップ試作による技術実証

<平成28年度>

ア 高速3次元走査レーダー技術の開発

- ・時空間信号処理方式と広帯域マルチキャリアレーダー方式を用いた高速3次元走査技術として、140GHz 帯の高精度 MIMO レーダー技術を実証

イ マルチレーダー統合検知技術の開発

- ・ドップライメージング処理を含むマルチレーダー統合化技術を開発し、角度推定精度1度以下の高空間解像度を達成

ウ 広帯域レーダー信号処理技術の開発

- ・MIMO レーダーに対応した140GHz 帯トランシーバー回路及びマルチキャリアレーダーに対応した広帯域信号処理回路の開発設計とチップ試作による回路技術の実証

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化規格・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32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、従来の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。