

令和 6 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 08701

研究開発課題名 Integrated Sensing and Communication における
エッジモバイルコア統合型制御方式の研究開発

(1) 研究開発の目的

ISAC の実用化において課題となる、人や車両を対象としたセンシング方式の開発、周波数・計算資源割り当て制御方式を開発するとともに、エッジモバイルコアでの ISAC ストリームデータ計算基盤の設計および制御方式の開発を行う。また、大阪大学に整備されている NICT B5G テストベッドなどを利用して ISAC アプリケーションを開発し、実証実験ならびにシミュレーションによる効果検証を行う。

学術的成果として、本研究開発の主要技術である、①ISAC によるセンシング方式、ならびに②ISAC 制御方式の開発(研究開発項目 1)、の 2 つの技術を開発し、学術誌での発表を目指す。また、研究開発項目 3) の ISAC アプリケーションの開発と、それをういた実証実験は、数少ない ISAC の実証実験の事例として、学術的にも重要である。のみならず、B5G の社会実装という観点から、社会に与えるインパクトも大きい。従って、プレスリリースなどにより、実証実験の成果を広く発信することに努める。これらの領域において、これまで大阪大学が行ってきた様々な分散最適制御・センシングに関する技術・知見を集成し、主要な学術論文誌あるいは国際会議での発表を目指す。

実践的成果として、③ISAC を実現するためのエッジモバイルコアのアーキテクチャ検討、および④インターフェイス及び制御手法の開発(研究開発項目 2))、の 2 つのエッジモバイルコア関連技術を開発し、O-RAN や 3GPP などの国際標準化団体への提案を目指す。委託研究終了後の社会実装に向けては、KDDI 総合研究所が主導する。ISAC の実現に向けた標準化活動を推進し、本研究で開発した制御方式、アーキテクチャ、インターフェイスが ISAC 向けエッジモバイルコアに採用されることを目指す。

(2) 研究開発期間

令和 6 年度から令和 8 年度 (3 年間)

(3) 受託者

国立大学法人大阪大学<代表研究者>
株式会社 KDDI 総合研究所

(4) 研究開発予算(契約額)

令和 6 年度の総額 100 百万円 ※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 通信およびセンシング制御方式の開発

研究開発項目 1-a) 通信・センシング性能モデル開発(国立大学法人大阪大学)

研究開発項目 1-b) 適応制御方式の開発(国立大学法人大阪大学)

研究開発項目 2 エッジモバイルコアのアーキテクチャ検討、インターフェイス及び制御手法の開発

研究開発項目 2-a) エッジ計算基盤の開発(株式会社 KDDI 総合研究所)

研究開発項目 2-b) RAN-CN インターフェイスの開発(株式会社 KDDI 総合研究所)

研究開発項目 2-c) 計算機資源と通信資源の結合最適化機能の開発(株式会社 KDDI 総合研究所)

研究開発項目 3 ISAC 向け実証環境の構築と検証

研究開発項目 3-a) ISAC シミュレーションモジュール開発（株式会社 KDDI 総合研究所）

研究開発項目 3-b) ISAC アプリケーションおよびその通信/センシング制御方式の開発（国立大学法人大阪大学）

研究開発項目 3-c) 実証実験による制御方式の効果検証（国立大学法人大阪大学）

（6）特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	2	2
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	5	5
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	1	1
	受賞・表彰	1	1

（7）具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1：通信およびセンシング制御方式の開発

交通支援サービスをユースケースとして、センシング方式の設計を行うとともに、センシング性能予測モデルの開発、および適応制御方式の検討を実施した。

研究開発項目 1-a) 通信・センシング性能モデル開発

シミュレーションを用いて生成したデータセットにより、ミリ波 User Equipment (UE) の方向推定モデルを訓練し、実データに適用可能なことを確認した。また、車両位置を入力として、ミリ波レーダーによるセンシング結果を予測するモデルの開発を行った。上記について、論文発表 2 件を実施した。

研究開発項目 1-b) 適応制御方式の開発

通信とセンシングの間で資源競合が発生しうる交通支援サービスをユースケースとして、制御アルゴリズムの検討を行った。

研究開発項目 2：ISAC に向けたエッジモバイルコアのアーキテクチャ検討、インターフェイス及び制御手法の開発

5G モバイルコアアーキテクチャに ISAC 機能を実装し、ISAC のためのエッジ型 Full-SBA コアアーキテクチャを試作・開発し、センシング処理時間と通信プロシージャへの影響の評価を行った。

研究開発項目 2-a) ISAC に向けたエッジ計算基盤の開発

エッジ基盤でのセンシング処理を実施することによって、エッジ基盤でセンシング処理を実施しない場合と、比較し、センシング処理遅延が短くなったことを確認した。Full-SBA エッジ構成では、エッジを利用しない場合と比較し、センシング遅延時間が短縮することを観測し、エッジ処理の有効性を確認した。

エッジリソース上で処理されたセンシングデータをセントラルに迂回させることなく AF に通知するためのインターフェイスに関する特許を 1 件出願した。

研究開発項目 2-b) ISAC に向けた RAN-CN インターフェースの開発

5G モバイルアーキテクチャにおいて、AMF への負荷集中が通信プロシージャとセンシング処理の完了時間の増加を引き起こし、AMF がボトルネックとなることを確認した。

コアネットワークの SBA(Service-Based-Architecture)を RAN (Radio Access Network) に拡張することで、AMF がボトルネックになることを解消し、センシング処理遅延が短縮したことを確認した。

本検討に基づいて、gNB (next generation Node B) のセンシング機能をモバイルコアにおいて適切に管理するためのインターフェース特許を 1 件出願した。

研究開発項目 2-c) 計算機資源と通信資源の結合最適化機能の開発

研究開発項目 2-a) および 2-b) の機能を融合したシステムを設計・開発するための検討に計画を前倒して、着手した。

研究開発項目 3：ISAC 向け実証環境の構築と検証

研究開発項目 1、および研究開発項目 2 の効果を実証実験とシミュレーションの双方から検証するため、ISAC アプリケーションの設計を行った。また、次年度以降の実験準備として、5G/Beyond 5G 無線通信環境の利用の調整を行った。

研究開発項目 3-a) ISAC シミュレーションモジュール開発

複数送受信機ペア間の干渉によるフェージングを考慮するため、ミリ波レーダー解析ツール WaveFarer のシミュレーション結果に基づき複数送受信機間の干渉を考慮した合成波を算出可能なモジュールを開発した。

研究開発項目 3-b) ISAC アプリケーションおよびその通信/センシング制御方式の開発

交通状況のセンシングによる安全運転の支援を ISAC のアプリケーションとして選定した。本アプリケーションでは、電波を用いたセンシングと、センシング・情報を共有可能な車両からの情報を統合して、各地点の状況を把握する。本年度はシミュレーションにより、電波を用いた広域のセンシングによる交通状況マップの精度向上の可能性を確認した。また、各車両からの情報共有のため、各地点における車両からの通信品質についてもモニタリングを行う場合についても検討を行い、通信品質の測定を行う車両を選択する手法を提案し、シミュレーションによりその有効性を確認した。

研究開発項目 3-c) 実証実験による制御方式の効果検証

実証環境として、大阪大学内で整備した 5G 無線通信環境を活用するための調整を行った。

(8) 今後の研究開発計画

研究開発項目 1：通信およびセンシング制御方式の開発

研究開発項目 1-a)「通信・センシング性能モデル」の改良を行うとともに、研究開発項目 1-b)「適応制御方式」の開発を進める。また、安全運転支援を対象とした ISAC ユースケースでの高精度なセンシングを実現するため、研究開発項目 1-c)「センシング方式の開発」を進め、論文発表を行う。

研究開発項目 2：ISAC に向けたエッジモバイルコアのアーキテクチャ検討、インターフェース及び制御手法の開発

研究開発項目 2-a)「ISAC に向けたエッジ計算基盤」および 2-b)「ISAC に向けた RAN-CN インターフェース」の検証・評価を行い、得られた知見を特許出願や標準化寄書提案として発表する。さらに、研究開発項目 2-c)「計算機資源と通信資源の結合最適化機能」の検討・設計・試作・開発を進める。

研究開発項目3： ISAC 向け実証環境の構築と検証

研究開発項目 3-b)「ISAC アプリケーションおよびその通信/センシング制御方式の開発」では、交通状況のセンシングによる安全運転の支援を行うアプリケーションとして、電波を用いたセンシング、車両におけるセンシングを統合するアプリケーションを実装し、研究開発項目 3-c)の実証実験に用いる。また、シミュレーションにより、ISAC によるセンシングが有効となる状況を明らかにし、論文発表を行う。さらに、研究開発項目 3-c)「実証実験による制御方式の効果検証」において、実機を用いた実験とシミュレーションを組合せ、制御方式の効果を検証する。