

補助事業番号 2024M-495

補助事業名 2024年度 異種無線連携・併用型移動通信制御における環境適応性の高度化に関する研究開発 補助事業

補助事業者名 東京海洋大学 海洋工学部 海洋電子機械工学科 大島浩太

1 研究の概要

2022年度に開発した異種無線連携型通信制御装置の機能性や利便性の向上のために、(1)FPGAの正確な周期処理特性を利用したパケットの固定長・定周期処理伝送を用いた無線通信回線品質の高度推定機能、(2)クラウドサーバ中継機能を用いたセットアップ作業低減による利用シーンの大幅な拡大、(3)IEEE802.11ah, 802.11mcを用いた周囲のネットワーク環境配信機能を開発した。本機能により、移動中にアプリケーション間通信を安定化し、周囲のネットワーク環境の変化への適応性を向上した。

2 研究の目的と背景

無線通信は社会生活において必要不可欠なものであり、車の自動運転や船の遠隔操船等の先端技術を支える重要な要素の1つである。しかし、万能な無線通信網は存在せず、例えば4G/5G等のモバイルデータ通信は伝搬距離に優れ、Wi-Fiは高速、低遅延通信が可能に優れるが伝搬距離が短い等の特徴がある。本研究は、日常的に利用できる無線通信方式が様々な長所、短所を有している点に着目し、1種類の無線通信でアプリケーションが求める性能を達成するのではなく、複数の無線通信手段の連携・併用により、1種類の回線では実現が難しい通信品質の実現を目的としている。本補助事業では、移動体通信で不可避なハンドオーバーや接続回線の品質変動に対して適応的な通信制御方式を提案し、実機を用いて実現可能性を示している。

3 研究内容

(1)FPGAを用いたパケットの固定長・周期伝送処理機能の開発

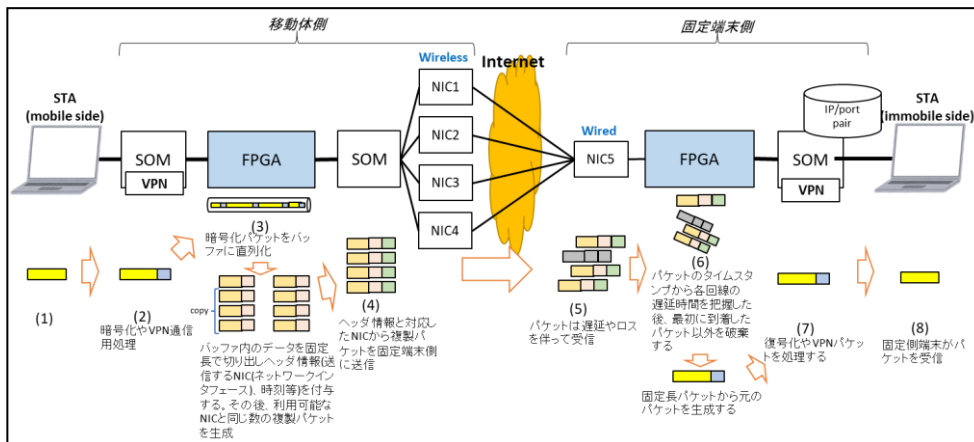
(<https://www2.kaiyodai.ac.jp/~kohshi1/research/jka.html>)

複数の無線通信回線を同時に用いる通信制御方式における、FPGAの特徴の1つである正確な定周期処理性能を活用した、パケットを固定長・定周期送信と、受信側での高精度な回線遅延の推定機能を開発した。

(2)IEEE802.11mcを用いたアクセスポイントの配置状況把握機能の開発

(<https://www2.kaiyodai.ac.jp/~kohshi1/research/jka.html>)

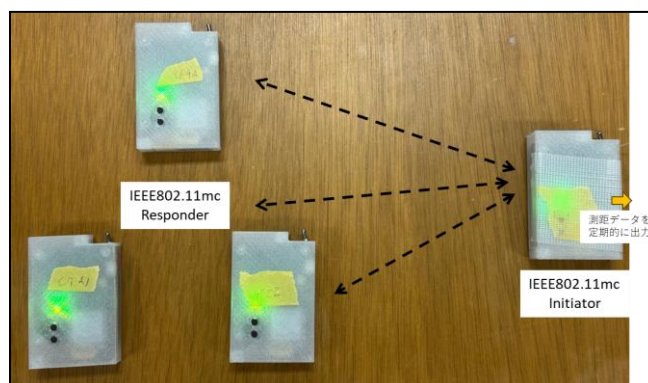
無線通信の往復に要した時間から、端末間の距離を計測する技術であるIEEE802.11mcを用いた、移動端末とWi-Fiアクセスポイント間の距離を計測する装置と、計測値を利用するためのインタフェースソフトウェアを開発した。既存環境に後付けで機能追加できるよう、単独稼働性を重視して開発した。



開発したパケットの固定長化、定周期送信処理フロー



パケット固定長化・定周期送信処理を組み込んだ装置の外観

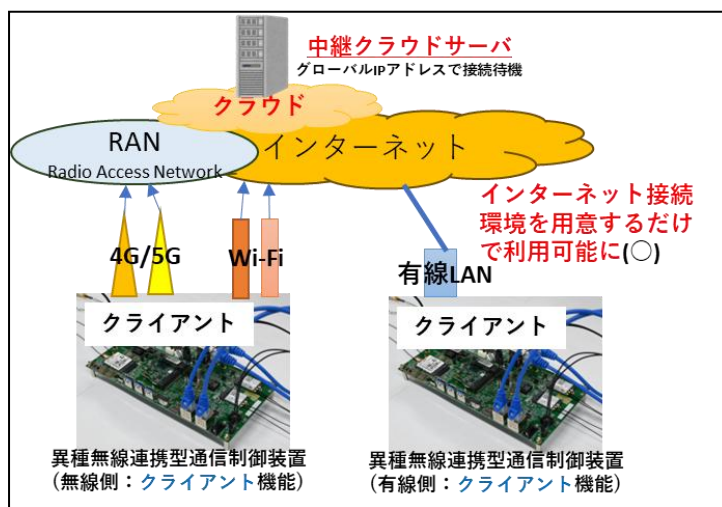


IEEE802.11mcを用いた距離計測装置

(3) クラウド連携機能の開発(<https://www2.kaiyodai.ac.jp/~kohshi1/research/jka.html>)

異なる無線通信手段を連携・併用する場合、それぞれの無線通信が用いるアドレスの違いを意識する必要があり、グローバルIPアドレスを利用する必要がある。このことはシステムの容易な利用を妨げる要因でもある。そこで、異種無線連携型通信制御装置にインターネット接続環境だけ

用意すれば、複数の無線通信を連携・併用する通信制御技術による、通信の安定性とシームレスハンドオーバーを利用できる、VRFとVLANを用いた機能を開発した。

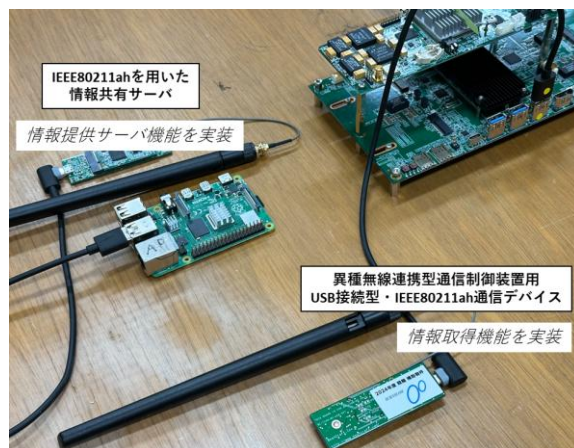


中継クラウドサーバの効果

(4) IEEE802.11ahを用いた周囲のネットワーク環境マップのセキュアな配信の開発

(<https://www2.kaiyodai.ac.jp/~kohshi1/research/jka.html>)

低消費電力で長距離通信が可能なIEEE802.11ah(Wi-Fi HaLow)を用いて、周囲の通信環境を共有するシステムを開発した。



IEEE802.11ahを用いたネットワーク環境共有システム

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

アプリケーション間の通信を途切れさせない通信制御技術が本補助事業で実現した技術の本質的な価値であり、自動車や船舶、ロボットなどの遠隔制御において特に求められる技術であると考えている。無線通信方式は数年に1回程度のサイクルで新しいものが登場する技術進歩の早い分野であり、その特徴も様々に変化する。本研究は、特定の無線通信技術に依存したのではなく、異なる無線通信技術を連携・併用することが本質であり、将来新しい無線通信技術が登場し

た場合でも、開発した技術を利用することができる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまでアプリケーションが求める通信品質を提供可能な通信制御やネットワークアーキテクチャに関する研究を実施しており、今回の研究はその流れに即したものとなっている。特に実現可能性や実機を用いた実際の振る舞いに興味を持っていたが、実用性を有する機器開発が難しいのが現状であった。今回、公益財団法人JKAの本補助事業により高性能な実機開発ができたことで、今後、多くの研究成果を生み出していくことができると考えている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- [1] “Design of Network Quality Estimable Multipath Transmission Control System for Mobility Support”, Workshop on Internet Architecture and Applications 2024(IA2024), 2024/10/26(IA Workshop Research Award受賞)
- [2] “Design of Network Environment Advertisable Multipath Transmission Control System for Mobile Device Support”, 2025 5th Asia Conference on Information Engineering (ACIE2025), 2025/1/11
- [3] “周波数特性の違いがIEEE802.11mcの測距精度に与える影響調査”, 電子情報通信学会・ネットワークシステム研究会(NS), 2025/3
- [4] “IEEE802.11ahを用いた船陸間通信の特性調査”, 電子情報通信学会・ネットワークシステム研究会(NS), 2025/3

7 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東京海洋大学 海洋工学部
(トウキョウカイヨウダイガク カイヨウコウガクブ)
住 所： 〒135-8533
東京都江東区越中島2-1-6
担 当 者： 教授・大島浩太(オオシマコウタ)
担 当 部 署： 海洋工学部(カイヨウコウガクブ)
E - m a i l: kxoh@kaiyodai.ac.jp
U R L: <http://www2.kaiyodai.ac.jp/~kohshi1/>