

補助事業番号 2022M-247

補助事業名 2022年度 複数の無線規格の連携・併用による次世代無線通信装置の開発
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

利用可能な無線通信方式の種類が増加し、つながった1本の無線接続を主に用いて通信するという使い方から、無線通信方式の特徴や、利用場所の通信環境を考慮したより良い通信品質を利用可能な社会が到来している。異なる種類の無線通信を連携・併用することで1本の回線では実現が難しい通信品質を達成することを目的として、ゲートウェイ型の通信制御装置を開発した。通信制御装置はFPGAを用いたハードウェアアクセラレーションを可能とし、パケット処理の高速化によるスループットの向上も実現した。開発した通信制御装置により、移動による無線接続の変化に対する移動透過性と、冗長通信による通信の安定化を可能としている。

2 研究の目的と背景

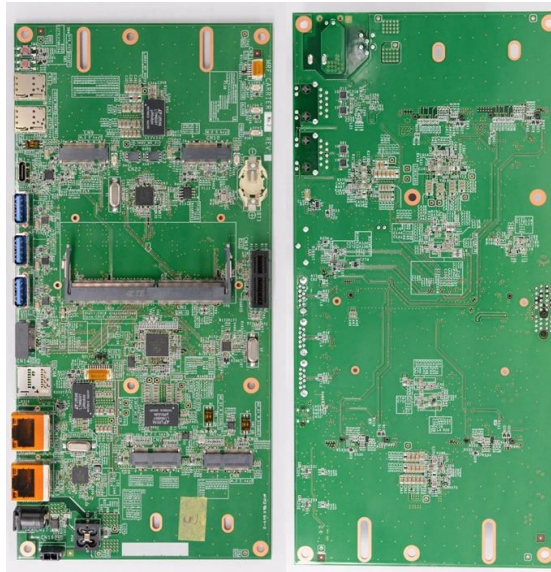
安全性や性能を気にせずに、誰もが安心して利用できる高性能・高機能な無線通信環境の実現を目指して、特徴の異なる無線通信(例えば4G/5GとWi-Fi)の短所を最小化し、長所を最大化できる回線間の連携・併用を特徴とする次世代型異種無線連携型通信制御装置を開発した。従来は、“とりあえずつながった1本の回線”を利用するという使い方が大半であり、通信方式や接続回線の備える様々な特徴を生かした通信が十分に活用できていなかった。本研究は、複数の無線通信インタフェースを搭載した端末が同時に異なる無線接続を行い、それらを連携しつつ、安全性の担保や、通信品質を向上することを目的とする。

3 研究内容

(1) 複数の異種無線通信インタフェースを備えた通信装置の開発に関する研究

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

異なる無線通信手段を同時に利用できるハードウェアを開発した。開発ハードウェアは可搬性のためにバッテリー駆動できることが望ましく、またPC等の汎用機に比べて多くの無線通信インタフェースを搭載できることが望ましい。そこで、M.2接続可能な無線通信インタフェースを4つ、有線LANインタフェースを2つ、USB接続による拡張を可能とする、SOM: System on Module用のキャリアボードを開発した。

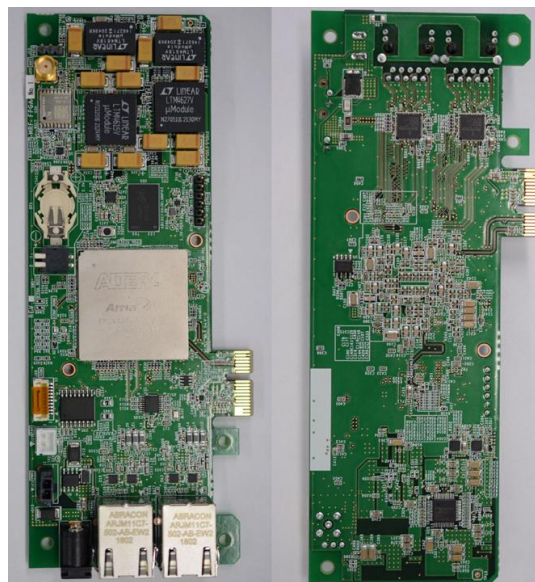


開発したSOMキャリアボードの外観

(2)FPGAを用いた処理高速化装置の開発に関する研究

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

通信制御装置では大量のパケットを処理できることが望ましいが、パケットのコピーやヘッダの付与という処理をソフトウェアで行う際に性能が十分に出ない恐れがある。本研究では、FPGAを用いたハードウェアアクセラレーションを可能とするためのFPGAボードを開発した。SOMキャリアボードと連携しての使用を想定したもので、有線LAN経由で送信されたパケットを、FPGA上に実装した回路に基づいて処理できる構成にしている。

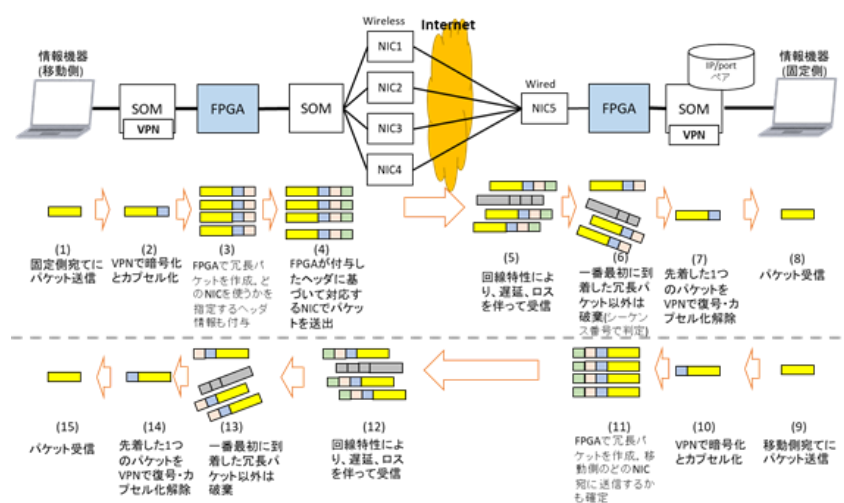


開発したFPGAボードの外観

(3)通信装置・処理高速化装置用ソフトウェアの開発に関する研究

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

開発したSOMキャリアボードとFPGAボードを用いて、移動透過性と通信安定性を実現するための通信方式を開発した。移動透過性は、図に示す情報機器同士で無線接続の変化に伴う接続ネットワークや通信経路、アドレス変化の影響を受けないようにすることで達成できる。本研究では、VPNを用いて、セッションの同一性確認を行い、FPGAでコピーした packets を複数の無線通信インタフェースを用いて送信する冗長通信による通信の安定化を図る方式を開発した。図に示すように、SOMで稼働するVPNで暗号化や情報機器のアドレスを隠蔽した packets をFPGAで冗長通信処理と制御用ヘッダの付与を行い、冗長 packets をSOMに搭載された複数の無線通信インタフェースでそれぞれ送信する。受信側では先着した冗長 packets を採用し、ヘッダ解除等を行いながら情報機器に packets を送信する。



開発したハードウェアを用いたパケット処理の流れ

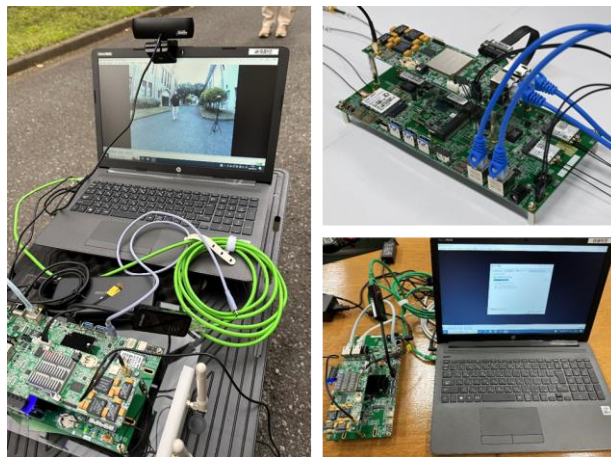
本研究開発では、上記のパケット処理を可能とするシステム設計と関連ソフトウェアを開発した。SOMにはUbuntu Linuxを導入しており、SOMとFPGA間で packets をやり取りするルーティング設定用ソフトウェア、無線通信インタフェースの登録用ソフトウェア、GPS/GNSSを用いた位置情報取得と時刻同期ソフトウェア、システム起動時の一括動作設定用ソフトウェアを開発している。

開発したSOMキャリアボードとFPGAを組み合わせた様子と、屋外実験用に情報機器を接続した時の様子を図に示す。移動しながら冗長通信による映像配信が行えることを確認した。また、ハードウェアのパケット処理性能として、Wi-FiとLTE接続をそれぞれ2つずつ利用した場合で約5,000ppsの通信性能を達成している

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

スマートフォンに代表される、複数の無線通信インタフェースを搭載した情報機器は近年では身近なものであり、利用可能なすべての無線通信手段を用いて通信品質を向上させることに対する需要はこれから増加していくものと考えられる。ネットワーク単位でアドレスを管理するIP網は、4G/5G等のモバイルネットワークと異なり、接続先ネットワークの変化によりアドレスが変化しそれ

までの通信セッション継続が難しいという課題があったが、本研究のシステムを用いることで解消することができる。また、パケットの配送方法の工夫により通信品質向上も期待できる。“途切れな
い高速無線通信”はリアルタイム映像配信や船舶の遠隔操船等において重要な通信品質になると考えており、今後はこれらの応用可能性を探っていく。



開発したハードウェアと実験の様子

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者は、情報通信の品質に着目した教育研究や、複数の無線通信の連携・併用の可能性に注目した研究開発を実施してきた。汎用機を用いたハードウェア設計や関連ソフトウェアの開発をこれまでに実施しているが、同時に扱える無線通信インタフェース数の制限などの課題に直面することも多々あった。本事業は、複数の無線通信の連携による通信品質向上効果を示すという目的に加え、これまでの研究開発で直面した様々な課題を払拭可能なプラットフォームの開発という側面もある。実機で動かしてみることで明らかになる研究開発上の課題は実利用面では重要であるため、今後はこのプラットフォームを用いた研究開発を進めていく。

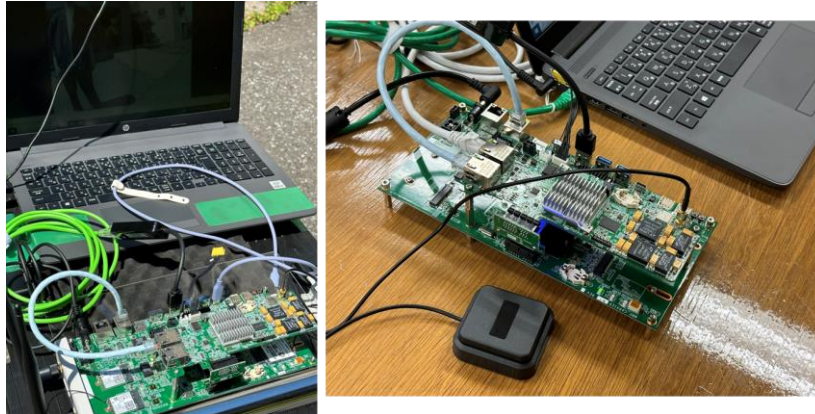
6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- [1] LTE/Wi-Fi間的高速シームレスハンドオーバを可能とする移動透過通信方式の提案, 電子情報通信学会 ネットワークシステム(NS)研究会, 2023.03, <https://ken.ieice.org/ken/paper/20230302GCSi/>
- [2] FPGAを用いた移動透過性を備える異種無線の多重経路通信制御装置の提案, 電子情報通信学会 ネットワークシステム(NS)研究会, 2023.03, <https://ken.ieice.org/ken/paper/202303021CSi/>
- [3] Host Migration Transparency Architecture by Cooperation between Multipath Transmission Control and VPN, The Nineteenth International Conference on Networking and Services ICNS 2023, 2023.03, https://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=icns_2023_1_20_10012

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの 異種無線連携型通信制御装置

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



8 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： 准教授・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/>