

令和 5 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 O4401

研究開発課題名 次世代公衆無線 LAN ローミングを用いたオープンかつセキュアな Beyond 5G
モバイルデータオフローディング

(1) 研究開発の目的

次世代公衆無線 LAN ローミングである OpenRoaming によりモバイルキャリアのユーザが SIM によるセキュアな認証で Wi-Fi に接続する際の、モバイルデータ通信とのシームレスな切り替えと効率的なデータオフローディングを行うための、ユーザの所属機関等での認証と SIM 認証の連携、ローカルのネットワーク資源へのアクセス、ならびにモバイルデータ通信と無線 LAN 通信の同時利用と特性に応じた使い分けを実現する機構を開発する。

(2) 研究開発期間

令和 3 年度から令和 5 年度 (3 年間)

(3) 受託者

国立大学法人京都大学 <代表研究者>
株式会社 Local 24
国立大学法人東北大学
大学共同利用機関法人情報・システム研究機構

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 3 年度から令和 5 年度までの総額 129 百万円 (令和 5 年度 30 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 オープンでセキュアな Wi-Fi ローミングメカニズム

- 1-a) 所属機関等での認証と Passpoint SIM 認証の連携
(国立大学法人京都大学, 国立大学法人東北大学)
- 1-b) ローカルのネットワーク資源への低遅延アクセス機構
(株式会社 Local 24)
- 1-c) eduroam JP における OpenRoaming 実装方式
(大学共同利用機関法人情報・システム研究機構)

研究開発項目 2 QUIC multipath 拡張における動的経路選択機構

- 2-a) ポリシーベースのアドレス追加・選択機構 (国立大学法人京都大学)
- 2-b) 帯域・遅延に応じた動的経路選択 (国立大学法人京都大学)

(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	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	2	2
	その他研究発表	33	10
	標準化提案・採択	1	0
	プレスリリース・報道	33	15
	展示会	5	3
	受賞・表彰	4	1

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目1：オープンでセキュアなWi-Fi ローミングメカニズム

1-a) 所属機関等での認証とPasspoint SIM 認証の連携

モバイルキャリアの契約ユーザが学術認証フェデレーション「GakuNin」を介して所属機関のIdP (Identity Provider)に登録されている属性をデータベースに登録するためのWeb インターフェースならびにHSS (Home Subscriber Server) /UDC (User Data Convergence) から参照できるようにする機構とそのためプロトコルをプロトタイプ実装するとともに、複数のモバイル端末とAPの組み合わせで動作検証と評価を行った。

OpenRoamingにおけるSIM認証で認証が成功した場合に、登録された情報がIEEE802.1X認証においてAAAサーバを介してローミングプロバイダに伝わる機構として、RadiusのCUI (Chargeable User Identity) (RFC4372)に暗号化されたユーザ情報を載せる方式を設計し実装した。利用者のロケーションプライバシーを保護するため、WBAで検討されている“IMSI Privacy Protection for Wi-Fi” Technical Specification version 1.0に基づき、端末のIMSIがOpenRoamingの基地局に対して秘匿されることを前提とした設計とした。

SIM認証については、フルMVNO (Mobile Virtual Network Operator)である**研究実施協力者 ((株) インターネットイニシアティブ, IJ)**と協力して、Cityroamの基盤上に可用性の高いテストベッドを実現した。また、Local24との協働によりローカル5Gの実験局を開局して、5G SA方式による評価を行った。5Gコアとしてfree5GCを用い、無線LANにおけるSIM認証を実現するために必要となるUDMにおけるRADIUSプロトコルの実装を検討した。

1-b) ローカルのネットワーク資源への低遅延アクセス機構

AAAサーバから伝えられるユーザが登録したデバイスの資格情報に応じて異なるVLANを割り当てる認証VLANの機構の検証と評価を行った。さらにローカルのネットワーク資源としてローカル5G網を用いるユースケースで、SIM認証をローカル5Gと組み合わせて行えることを確認した。

社会実装協力者 ((株) アイ・オー・データ機器)が製品化した法人向けPasspoint対応アクセスポイント(WHG-DAX1800A)を用いて、eduroam/OpenRoamingでデバイスの資格情報に応じて異なるVLANを割り当てる認証VLAN機構の実証実験を行った。

1-c) eduroam JPにおけるOpenRoaming実装方式

欧州側共同研究者であるGÉANTと協力して、eduroam JPとしてOpenRoaming対応のproxyを提供するためのプロキシー機能について機能・性能評価を行い、詳細設計の洗練・拡張と、実用システムの構築を行った。またGÉANTのWi-Fi設定プロファイル作成ツールであるeduroam CATを通じてOpenRoamingの設定を容易にし、eduroam認証連携IDサービスをOpenRoamingに対応させた。

前年度までに引き続いて、Wireless Broadband Alliance (WBA)を通じて、OpenRoaming接続の調整、及び、技術情報の交換を実施し、WBA及びそのコミュニティへの貢献が認められ、WBA CONTRIBUTORS AWARDを2年連続で受賞した。また、Cityroamのメンバー事業者を通じて、フリーWi-Fiを提供する事業者や自治体にeduroamとOpenRoamingを一体的に提供するローミング基盤の導入を働きかけ、TOKYO FREE Wi-Fiなど国内各地で採用された。

研究開発項目2 QUIC multipath 拡張における動的経路選択機構

2-a) ポリシーベースのアドレス追加・選択機構

QUICにおいてポリシーに基づいてmigrationやmultipath拡張に用いるアドレスを動的に追加・選択する機構について、前年度に開発しOSS (Open Source Software)として公開したPoC実装を用いた評価を行い、拡充してより詳細なポリシーの設定ができるようにした。

2-b) 帯域・遅延に応じた動的経路選択

QUIC multipath 拡張において帯域・遅延を考慮してストリームごとに別の経路を選択できる機構について、前年度に開発しOSSとして公開したPoC実装を拡充、多様な経路特性と状況

変化、帯域と遅延に関する複数次元の優先度を基に動的経路選択を行えるようにした。また、開発した VPN over QUIC システムからこの機構を用いて Web 会議アプリケーションで映像ストリームと音声ストリームを別経路に割り当て、性能を評価した。

これらの開発を通じて、現在の QUIC multipath 拡張の提案ではいずれかのパスに障害が発生した場合に通信が途絶する可能性を指摘し、それを回避するパスフェイルオーバーの機構を開発した OSS の実装に組み込むとともに、Internet Draft として IETF QUIC WG に提案した。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

OpenRoaming の普及に関し、東京都は「TOKYO FREE Wi-Fi」として 2023 年 4 月からサービスを開始し、600 か所以上への拡大を目指しており、函館市や京都市でも同様の取り組みが進行中である。東北大学の後藤英昭教授が率いる Cityroam は自治体や通信事業者への技術支援を提供し、KDDI と Wi2 も OpenRoaming サービスを展開している。これらの活動により、OpenRoaming は新世代の公衆無線 LAN としての安全性と利便性が認知され、普及が進んでいる状況である。これまでも研究開発成果の普及に向けての研究グループ全体での活動として、OpenRoaming を実際に使ってもらえる環境を提供しその安全性と利便性について認知度を高めるための啓発を継続的に行ってきた。具体的には京都スマートシティエキスポや国連の Internet Governance Forum などのイベントで啓発活動を行い、デモ展示を提供した。これらの取り組みは今後も継続する。Local24 は、電気通信事業者として公衆無線 LAN サービスに eduroam と OpenRoaming を組み合わせて提供し、その普及を進めている。2024 年 1 月には京都で OpenRoaming の実証実験を開始し、京都市内の旅館や飲食店でのサービス提供も行っている。Local24 は京都大学と協定を締結し、国立情報学研究所の学術情報ネットワーク SINET を利用した研究開発成果の展開を加速する計画である。

国立情報学研究所 (NII) は、eduroam と OpenRoaming の普及を目指し、eduroam の基地局から OpenRoaming の認証要求を転送するプロキシの運用を、実証実験から本運用へ移行を進める。また、GÉANT の Wi-Fi 設定プロファイル作成ツールである eduroam CAT を通じて OpenRoaming の設定を容易にし、eduroam 認証連携 ID サービスを OpenRoaming に対応させており、さらに、所属機関での認証と Passpoint SIM 認証の連携機能を組み込む計画も進めている。

QUIC multipath 拡張の開発は、これまで Cloudflare の quiche に基づいて進めてきており、今後も改良を続ける予定であるが、これに加え MS QUIC にも対応し、より広範なプラットフォームで利用できるようにする。また、現状 QUIC をサポートするアプリケーションが限られているという課題に対しては、QUIC 対応 VPN サーバを用いることで、DiffServ に対応した Zoom などのビデオ会議アプリケーションで、アプリケーションの変更なしで利用できるようにしたことで、短期的な普及が期待される。

(9) 外国の実施機関

GÉANT* (オランダ)

(*) 欧州各国の NREN (National Research and Education Network) によって構成される組織であり、欧州委員会 (EC) の支援を受け研究・教育のための全欧州・世界的なネットワークとサービスを提供している。