

令和元年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 19101
 研究開発課題名 : 未来を創る新たなネットワーク基盤技術に関する研究開発
 副 題 : IoT インタネットを支えるプライバシー保護ルーティング・輻輳制御技術

(1) 研究開発の目的

本研究開発の目的は、プライバシー、IoT デバイスへのルーティング、輻輳制御などの問題を解決して、センサデータのプライバシーを保護しつつ、収集者が実時間でセンサデータを収集する事を可能とするクラウドソーシングに適したアーキテクチャを開発することである。本アーキテクチャの基盤技術は、プライバシー保護可能な属性ルーティング技術、及びキャッシュを利用したネットワーク主導のマルチパス輻輳制御技術である。これらを組み合わせて、5G 以降の多様な無線ネットワークから構成されるインタネットにおいて、あまねく設置された IoT デバイスから取得したセンサデータを、プライバシー情報を保護しつつ、オープンにアクセスできる IoT 時代のインタネットを実現することを目指す。

(2) 研究開発期間

平成 28 年度から令和 2 年度 (5 年間)

(3) 実施機関

国立大学法人大阪大学 <代表研究者>
 パナソニック株式会社

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 100 百万円 (令和元年度 20 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 : プライバシーを保護する属性ルーティング

1. 属性ルーティング (パナソニック株式会社)
2. プライバシ保護ルーティング (大阪大学)

研究開発項目 2 : 実時間クラウドソーシングアプリケーション

1. アプリケーション設計 (パナソニック株式会社)
2. マルチパス輻輳制御 (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	6	2
	外国出願	4	2
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	33	7
	標準化提案	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	1	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目1： プライバシーを保護する属性ルーティング

1. 属性ルーティング（パナソニック株式会社）

平成 30 年度までの要求者、すなわちコンシューマのプライバシー保護に加えて、情報を提供するプロデューサのプライバシー、すなわちプロデューサ匿名性を、Named Data Networking (NDN) 網で提供する匿名ルーティングを設計した。IP で同様な匿名性を提供する Hidden Service を基にして、NDN 網に適した匿名性を定義し、匿名ルーティングを設計した。プロデューサ匿名性を提供することを理論的に証明するとともに、攻撃への耐性ならびに通信時間の観点で、IP の Hidden Service と比較して優位であること検証した。

平成 30 年度までに設計した遠隔で顔画像認識を実行するアプリケーションに対して、分類器を要求者と遠隔で実行するカメラなどのデバイスで分割して実行することで、撮影された人物、ならびに教師データの人物のプライバシーの漏洩を保護する機能を設計した。さらに遠隔オブジェクト認識のプロトタイプを実装して、基本的な機能を実証した。

2. プライバシー保護ルーティング（大阪大学）

平成 30 年度までに開発した、位置データの収集に際して位置プライバシーを第三者から秘匿するセミアノニマイザを用いたプライバシー保護ルーティングについて、以下の2点について拡張した。第一に、平成 30 年度に開発した手法では、位置データを要求したコンシューマに、位置プライバシーを提供するために複数の目的位置の位置データを送信することが必要であった。これに対して、Private Information Retrieval (PIR) を用いて、アノニマイザから目的位置を隠蔽しながら、目的位置に対応する位置データのみを受け取ることで、通信量を削減する手法を設計した。これにより 400 万台規模のデバイスからネットワークを輻輳させることなく、位置データを収集する見通しを得た。

第二に、目的位置を匿名化する匿名位置集合をアノニマイザが作成するため、全目的位置の人気度をアノニマイザが知っており、アノニマイザにコンシューマが指定した匿名位置集合から目的位置が漏洩する可能性がある。これに対して、Local Differential Privacy (LDP) を活用して、コンシューマが指定する目的位置にノイズを加えてアノニマイザに個々の目的位置の人気度を知らせずに、目的位置集合を求める手法を設計した。

研究開発項目2： 実時間クラウドソーシングアプリケーション

1. アプリケーション設計（パナソニック株式会社）

平成 30 年度に、多数の移動する IoT デバイスに対して、LPWA (Low Power Wide Area)、セルラー網、インターネットを協調させるシナリオとして、宅配ソリューションの設計と、犯人追跡アルゴリズムの評価を実施したが、今年度はそれらを発展させ、宅配ソリューションについては小規模テストベッドの完成、犯人追跡アルゴリズムについては追跡のために必要な画像データの効率的収集方式を考案した。以下にそれらの具体的内容を示す。

宅配ソリューションについては、LPWA を活用したリクエストの同報によるリクエスト配信を効率化するとともに、個々のデバイスからの応答の遅延制御によって LPWA 無線回線の輻輳回避ができる小規模テストベッドを完成した。また、このテストベッドを用いて、限定地域内のユーザの在否情報を効率的に収集できること、および任意のダミーリクエストの設定により収集するユーザに関する匿名性が向上できること、をそれぞれ検証した。

画像データの効率的収集方法については、LPWA の同報リクエストによる効率化のメリットを活かしつつ、ファイルサイズの大きい参照用画像データを別ルートで配信 (パターン A)、あるいは候補画像データを別ルートで収集 (パターン B) する経路複線化方法を考案し、それを実現するためのネットワーク構成やプロトコルについても検討を行った。なお、本考案に関して国内特許を 2 件出願済である。

2. マルチパス輻輳制御（大阪大学）

平成 30 年度に明らかにした、可変符号化レートコンテンツ Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH)のネットワーク内キャッシュ存在下でダウンロードする時に発生するビットレート振動の課題に対して、解決手法を明らかにした。具体的には、キャッシュヒット発生時、キャッシュとサーバ間で余剰となる帯域を活用することで、キャッシュヒット発生時に、通常のリクエストと同時に、将来要求するセグメントで、ビットレートが高いセグメントを先読みすることで、平均レートの向上とビットレートの振動抑制を両立する。この実現のため、キャッシュ内のセグメントおよび余剰帯域の帯域幅を推定する手法を設計した。DASHコンテンツを要求するプロバイダが、ネットワーク内キャッシュに蓄積されたセグメントを知っている条件で、シミュレーション評価を行い、設計した手法が平均ビットレートを向上することを検証した。