

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名: スマートコミュニティを支える高信頼ネットワーク構成技術の研究開発
- ◆副題: STEAM: スマートコミュニティを支えるエネルギーとモビリティを対象としたセキュアな高信頼フレームワーク
- ◆実施機関: 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学、学校法人早稲田大学、国立大学法人大阪大学
- ◆研究開発期間: 平成30年度から令和3年度(36ヶ月)
- ◆研究開発予算: 総額45百万円 (令和元年度15百万円)

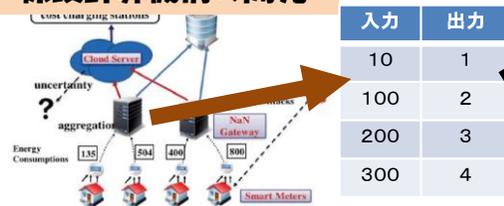
2. 研究開発の目標

本研究開発では、将来のスマートコミュニティ実現に不可欠な高度交通システムとスマートエネルギーシステムを対象に、安全性と信頼性を担保しながら、エッジコンピューティングでそれらのアプリケーションを実現する高信頼ネットワーク基盤の研究開発を行う。様々な脅威モデルのもとでも、アプリケーション意思決定プロセスの安全性・信頼性保証、および個々のデータプライバシー保護を実現する新しい計算スキームを提唱し、実用性の観点からセキュリティレベルと計算資源のトレードオフ問題を追求する。それらの機能を有するエッジコンピューティングミドルウェア基盤を開発し、アプリケーション実データを利用した都市スケールの有効性評価を行う。

3. 研究開発の成果

① プライバシー保護計算機構の開発

スマートコミュニティから生成される各種データのプライバシー保護のため、異常検知等の各種計算を暗号化されたデータのままで行う技術



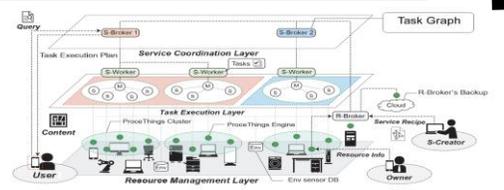
研究開発成果: 表探索によるプライバシー保護計算技術

完全準同型暗号で様々な計算を実現する上では、表探索(Lookup Table)による近似計算結果の探索を効率よく実現することが不可欠。

- 2入力までの関数について計算結果を表探索で実現する手法を実現。約6700万個のエントリを持つ2入力関数に対して3分での高速処理を実現。
- 暗号化された数値の大小関係を暗号化したままで得る仕組みを実現するプログラムを構築。さらに、表を用いずに異常検知を行う手法についてもプロトタイプングを実施し、実現可能性を確認。

② 統合ミドルウェア基盤の設計開発研究開発

スマートコミュニティから生成される各種データの様々な処理をエッジコンピューティング環境でQoSを考慮しながら行うための分散処理技術



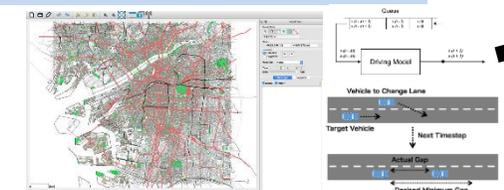
研究開発成果: エッジ環境でのタスク割当とデータ集約・匿名化

スマートコミュニティから生成される各種データを、様々なQoSを保証しながら処理するためには、エッジノードの資源管理、タスクの適切な分割と適切なノードへの割当が不可欠。

- 遅延を抑制しながらデータ集約を実現する機構、計算リソースや推定実行時間に基づいて分散エッジノードにサブタスクを割当てる機構を開発。
- データのk-匿名性を基にデータ送信におけるユーザの意思決定を支援する手法、エッジでの匿名化処理を適用するデータを一定の予算内に収まるよう取捨選択することでリスクの最小化と利益の最大化をバランス良く行う手法を開発。

③ スマートコミュニティ応用事例による評価

スマートコミュニティ向けのスマートモビリティサービスやアプリケーションの評価のためのモビリティモデル設計と広域モビリティ再現技術



研究開発成果: スマートモビリティ評価のためのモデル開発

スマートコミュニティ向けの広域スマートモビリティサービスやアプリケーションを評価するためには、現実的な車両や人のモビリティモデルと実際の交通状況データセットに基づき再現した広域モビリティの再現技術の開発が不可欠。

- マルチモーダル経路計画などのサービスをシミュレータ内で実現可能とするための経路推定アルゴリズムを開発。
- 現実的な移動モデルを組み込んだ交通シミュレータを用い、大阪市の主要部分からなる実地域の地図を用いた経路推定が可能であることを確認。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	1 (0)	12 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

本研究開発における基幹技術である表探索によるプライバシー保護計算技術に関する研究成果をIEEEの国際ワークショップBITS2019、データ工学と情報マネジメントに関するフォーラムDEIM2020で発表した。また、スマートコミュニティアプリケーションを実行するエッジ分散処理技術の研究成果をIEEE BITS2019(米国側共同研究者との共著)、マルチメディア通信と分散処理ワークショップDPSWS2019で発表した。さらに、スマートモビリティ評価のためのモデル開発技術に関する研究成果を情報処理学会ITS研究会、IEEEの国際ワークショップPerAwareCity2020で発表した。これらの成果発表を通じ、具体的なスマートコミュニティアプリケーションを想定した評価モデルを構築するための要素技術を実現できたと考えている。

5. 今後の研究開発計画

令和元年度は、表探索によるプライバシー保護計算技術(研究開発項目2)、エッジ分散処理ミドルウェアアーキテクチャ(項目4)、スマートモビリティ評価のためのモデル開発(項目5)を昨年度に引き続き実施した。すべての項目において研究開発は順調に進んでおり、それぞれの項目で研究成果を挙げる事ができた。令和2年度は、それぞれの項目における技術を進展させるとともに、全ての機能をミドルウェアに統合する予定である。また、外国の実施機関との連携も順調に進んでいる。具体的には、スマートモビリティアプリケーションを実行するミドルウェアの実装と評価(項目4、NAIST)をヴァンダービルト大と実施し、令和元年度に共著論文を発表した。また、表探索によるFHE計算(項目2、早稲田大)を用いた異常検知技術(項目1、ミズーリ工科大)の実装と評価、トレードオフ機構(項目3、ヴァンダービルト大)のミドルウェア(項目4、NAIST、阪大)上への実装と評価、評価環境(項目5、阪大、ヴァンダービルト大)の構築と評価について、関連機関で議論を進めており、令和2年度に共同研究成果発表を見込んでいる。

6. 外国の実施機関

- ミズーリ工科大学(アメリカ) <代表研究者>
- ヴァンダービルト大学(アメリカ)