

令和 2 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 19103  
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 の将来環境を創るセキュアで省電力な網内自己学習型ネットワーキング技術

(1) 研究開発の目的

将来 IoT 環境では超多数の IoT 機器によるデータ爆発とそれに伴う電力消費やプライバシーの社会問題化が懸念される。本研究開発では、エッジ側の個々の IoT 機器が連携動作することで、これまでデータセンターで実行されていた深層学習などのデータ処理・学習機能をエッジ側の端末連携で自律分散的に実現する。これを省電力プロセッシング技術及び軽量セキュア転送技術で動作させ、省電力性・安全性を実現する。1 ビット当たりのデータ処理に必要な電力をクラウド比で 1/100 に削減する省電力 IoT データ処理基盤を設計する。大阪大学が現在大阪駅前の商業ビル内で実施している、人の存在情報に基づき快適性と省エネルギーのベストバランスを追求する次世代 BEMS 基盤において、その学習機能をエッジ側で実施するよう組み込む形で実証実験を展開する。

(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>  
株式会社 KDDI 総合研究所  
国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 80 百万円 (令和 2 年度 16 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 網内自己学習技術の研究開発

研究開発項目 1-2…分散軽量型・網内深層学習制御システムの設計開発 (大阪大学)

研究開発項目 1-3…分散軽量型・網内深層学習制御システムの試験実装 (大阪大学)

研究開発項目 2 網内省電力データプロセッシング技術の研究開発

研究開発項目 2-3…省電力アンビエントセンサーの設計開発 (奈良先端科学技術大学院大学)

研究開発項目 2-4…省電力プロセッシングユニットの設計開発 (奈良先端科学技術大学院大学)

研究開発項目 3 FIB レス・セキュアデータ転送技術の研究開発

研究開発項目 3-2…FIB レスデータ転送の設計開発 (KDDI 総合研究所)

研究開発項目 3-3…セキュアデータ転送の試験実装 (KDDI 総合研究所)

研究開発項目 4 IoT データ処理基盤の試験開発

研究開発項目 4-1…ゲートウェイユニットの設計と試作 (大阪大学)

研究開発項目 4-2…省電力 IoT データ処理基盤の設計開発 (大阪大学)

研究開発項目 5 次世代 BEMS 基盤での実証実験

研究開発項目 5-1… 次世代 BEMS に向けたゼロエネルギーアンビエントプロセッシングを例題とした実証実験（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	2	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	7	4
	その他研究発表	45	5
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	1	0
	受賞・表彰	7	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1：網内自己学習技術の研究開発

研究開発項目 1-2…分散軽量型・網内深層学習制御システムの設計開発（大阪大学）

センサーノードの設置場所やセンサーのデータ量に応じて動的にニューラルユニットを管理できるアーキテクチャを引き続き検討した。特に、ノード欠損等に関する代理実行や過負荷ノードの解析を実施し、ハイパーパラメータが与える影響を解析し、通信負荷の集中を回避するパラメータセットを得ている。

研究開発項目 1-3…分散軽量型・網内深層学習制御システムの試験実装（大阪大学）

研究開発項目 1-2 と関連し、ハイパーパラメータの変更やノード欠損時の代理実行を行うシステムの実装を、本年度新たに実装した研究開発項目 5-1 のシステム上で簡易実装した。

研究開発項目 2：網内省電力データプロセッシング技術の研究開発

研究開発項目 2-3…省電力アンビエントセンサーの設計開発（奈良先端科学技術大学院大学）

昨年度までに行った試験実装に基づき、エネルギーハーベスティング型人感センサーの開発および試験を実施した。センサーデータ処理部として研究開発項目 2-4 のマイコンを用いた場合も十分な電力を得られるよう、太陽光発電パネルを複数枚配置し、エネルギーハーベストでのデータ処理が可能なシステムとした。

研究開発項目 2-4…省電力プロセッシングユニットの設計開発（奈良先端科学技術大学院大学）

研究開発項目 2-3 のセンサーならびに PSoC6 マイコンを搭載し、ランダムフォレストを実行可能なシステムを設計開発した。

研究開発項目 3：FIB レス・セキュアデータ転送技術の研究開発

研究開発項目 3-2…FIB レスデータ転送の設計開発（KDDI 総合研究所）

本年度は、FIB レスデータ転送に必要なセンサーの位置測位に関して、AR を用いた方式に関する詳細評価を実施した。その結果、アンカを設置することにより、センサー間が 20cm 以上離れていれば、16.2cm 以下の誤差内に 75% のセンサーが含まれることを確認した。

### 研究開発項目 3-3…セキュアデータ転送の試験実装 (KDDI 総合研究所)

実証実験に向けて、これまでの FB レス・セキュアデータ転送技術について、新規デバイスに実装し、BLE 上での実装の可能性を実証した。

### 研究開発項目 4 IoT データ処理基盤の試験開発

#### 研究開発項目 4-1…ゲートウェイユニットの設計と試作 (大阪大学)

昨年度に続きゲートウェイユニットの開発を実施した。研究開発項目 4-2 で開発した省電力機械学習実行基盤ノードの一つにデータ集約とセンサーノードの管理機能を付与し、そのトリガにより全ノードが実行を開始するとともに、全結合層実行センサーノードからの結果を受信して表示する機構を実装した。

#### 研究開発項目 4-2…省電力 IoT データ処理基盤の設計開発 (大阪大学)

球状セル型太陽光発電パネルを 4 枚有し、Cortex M4 を搭載した省電力マイコンと人感センサーを搭載するとともに、2.4GHz 帯省電力無線を使って相互に通信し、本研究開発で開発したプロトコルをエネルギーハーベストで実行するデータ処理基盤を開発した。

### 研究開発項目 5 次世代 BEMS 基盤での実証実験

#### 研究開発項目 5-1…次世代 BEMS に向けたゼロエネルギーアンビエントプロセッシングを例題とした実証実験 (大阪大学)

研究開発項目 4-1 および項目 4-2 で開発したエネルギーハーベスト型省電力 IoT データ処理基盤を 36 機、およびゲートウェイを 1 機の計 37 機を用い、ビル屋内等で利用可能な通過転倒検知システムを開発し、奈良先端科学技術大学院大学が有するスマートホームにおける実証実験を実施し、正しく検知できることを確認した。また、Random Forest を分散実行するプロトコルを試験的に開発し、行動検知が正しく行われることも確認した。

#### (8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

本研究開発は既存の技術をベースにしたものではなく、エッジコンピューティングの深化と、センサーの高機能化と小型化の世界的加速、および機械学習の汎化といった 3 つの新たな潮流を受けて着想したアイデアである。従来の機械学習の並列化とは一線を画したコンセプトであり、過去に例はない。次世代の IoT 基盤として新規性や独創性は高いと考える。省電力 IoT の分散機械学習実行基盤のリファレンスモデルの一つになったと考える。エネルギーハーベストについても小型化・更なる省電力化は必須であり、産業応用にはもう一段のハードウェア的ブレークスルーが必要であろうと思われる。例えば今回利用した球体太陽電池はカーテンなどへの埋め込みも期待されている。ファブリック型やプリント型の回路を布生地に編み込めば、真のユビキタス環境での機械学習が実現できる。なお、転倒検知用に開発したセンサーはフィルム型の省電力センサーであり、家庭やオフィスなど様々な行動検知シーンで活用できる。こういった技術の実用化に向けた活動を続けていきたい。