

## 1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

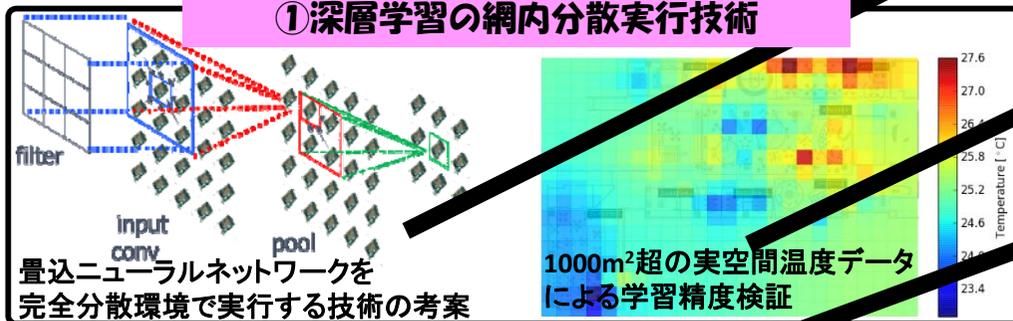
- ◆ 課題名 : 未来を創る新たなネットワーク基盤技術に関する研究開発
- ◆ 個別課題名 :
- ◆ 副題 : IoTの将来環境を創るセキュアで省電力な網内自己学習型ネットワーク技術
- ◆ 実施機関 : 国立大学法人 大阪大学, 株式会社KDDI総合研究所, 国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学
- ◆ 研究開発期間 : 平成28年～平成32年 (5年間)
- ◆ 研究開発予算 : 総額80百万円 (平成28年度16百万円)

## 2. 研究開発の目標

本提案開発では、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IoT端末の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と軽量セキュア転送技術で動作させることで、超多数のIoT機器によるデータ爆発・電力消費・プライバシー問題を解消し、省電力で安全な将来IoT環境を実現する。

## 3. 研究開発の成果

### ① 深層学習の網内分散実行技術



### 研究開発成果: 網内深層学習制御システムの基本設計完了

多くの深層学習の実装事例は資源制約の厳しい省電力センサーNW向けではないため、センサーNW環境に適した深層学習分散実行の概念確立が必要。

- 各応用分野における深層学習の並列分散実行に関する調査を実施。
- センサーNWのノードに畳込みニューラルネットワーク(CNN)のユニットを配置し、畳込み、プーリング、バックプロパゲーションなど**CNNの各機能を完全分散で実現。**

### 研究開発成果: 網内深層学習制御システムの基本性能検証

網内深層学習はフィルターのサイズや数、階層数などのモデルパラメータをはじめとする様々な要因が精度や実行効率に影響を与えるため、その基本性能を検証した。

- 従来型のデータ集約型よりも**通信効率を向上させるモデルパラメータの存在を確認。**
- 1000m²超の実空間から取得した温度データによる検証で、上記モデルパラメータが**集約型とほぼ同等の精度を達成できることを確認。**

### ② 省電力データプロセッシング技術



### 研究開発成果: 省電力センサー・処理ユニットの基本設計完了

センシング・データ処理・通信の消費電力、利用可能な環境発電技術の調査が必要。

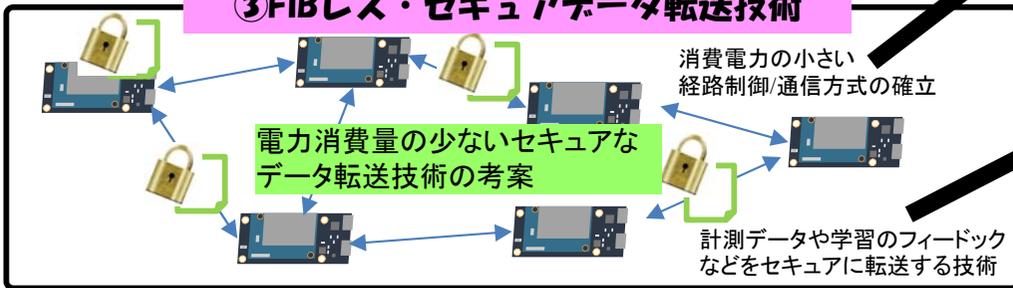
- センサとして、気圧、温湿度、UV、照度のセンシングにかかる消費電力を調査
- 処理ユニットとしてIntel Atom、Quark、ARM 1176、Cortex M4等を、無線通信方式としてWi-Fi、ZigBee、BLE、EnOceanを対象に処理/通信性能・消費電力を調査
- 環境発電として、太陽光、振動、熱、電磁波を利用する技術の性能・利用例を調査
- **SenStick(複数センサ搭載小型基盤)、Edison、BLEからなる省電力センサーノードを設計**

### 研究開発成果: 省電力センサー・処理ユニットの基本性能検証

センサーノードの消費電力をクラウド比1/100(ニアゼロ)に削減することが目標。

- SenStickによるセンシングとBLEによる無線通信時の消費電力は約50mWとなり、**太陽光発電と間欠動作によりゼロ・エネルギー化が可能**なことを確認。
- 処理ユニットの消費電力(Wi-Fi通信時最大968mW)削減は今後の検討課題。

### ③ FIBレス・セキュアデータ転送技術



### 研究開発成果: 消費電力と通信方式の関係の実証調査完了

経路制御/セキュアデータ転送の設計にあたり、通信方式と消費電力の関係を明確にする必要があったため、Edisonを用いた実証調査を実施。

- データ通信を行なっている時間に比例して消費電力が上昇することを解明し、**シンプルな通信プロトコルの効率が良いことを確認。**
- Edisonの場合Wi-FiとBluetoothが一体化しているためか、Bluetoothのバイトあたりの電力効率はそこまで高くないことを確認。

### 研究開発成果: セキュア通信方式の初期設計の完了

IoTネットワークにおいては、送受信するデータ量が小さいため、既存のセキュア通信路を用いたセキュア通信ではなく、データ自体を暗号化した通信方式が必要。

- 網内学習に必要な通信方式と暗号化方式について整理し、**初期設計を完了。**
- 上記で必要となるピアリング関数を用いた暗号化方式であるBCE、IDE、ABEに関してEdison上での**実装を完了。**

#### 4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
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	1 (1)	0 (0)	0 (0)	10 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

(1)

大阪大学・KDDI総合研究所・奈良先端科学技術大学院大学の実施担当者らが集まり、それぞれの研究成果および調査結果を紹介するとともに、網内分散実行／省電力プロセッシング／軽量セキュアルーティングの今後の個別実施戦略と全体戦略について議論。アーキテクチャに関する合意を得る。会合は計4回実施し、学会等では難しい技術詳細や特許戦略も議論。

(2)

機関間の会合結果ならびに各機関での開発結果により、大阪大学では、網内深層学習制御システムの基本設計が完了。CNNの各機能をセンサーネットワークの各ノードに割り当て、通信回数をなるべく抑制する分散実行モデルを構築。モデルパラメータを適切に設定すれば、集約型よりも高効率で実行できることを情報処理学会の研究会で発表。奈良先端科学技術大学院大学では省電力プロセッシングユニットSenstick2をベースとしたプロセッシング消費電力測定環境を構築し、電力測定を実施。IoTエッジノードの省電力実行の目途を得る。KDDI総合研究所では、通信にかかる電力測定を実施するとともに、セキュア通信方式の初期設定およびEdisonノードへのプロトタイプ実装を完了。

#### 5. 今後の研究開発計画

4. の成果をもとに網内自己学習技術の研究開発を促進させる。平成28年度で得た分散軽量型の網内深層学習制御システムの基本設計仕様に基づき、実装設計仕様の策定を実施するとともに、様々なコスト要因のベストトレードオフを実現する最適化機能にも取り組む。Edisonノードへのシステムの簡易プロトタイプの実装を引き続き実施し、軽量セキュア通信方式との連携動作に目途をつけていきたい。また、3機関合同で、次世代BEMSなどを想定した応用事例のシナリオ設計と実証に向けた準備を実施していく。