

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 : 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 : 2016年度～2020年度 (5年間)
- ◆研究開発予算 : 総額80百万円 (令和2年度 16百万円)

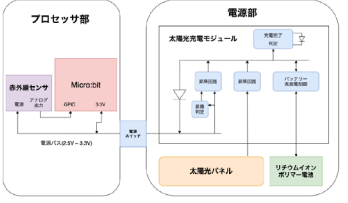
2. 研究開発の目標

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

機械学習の分散実行基盤の設計開発と実装・動作検証

- 要素技術①で開発した機械学習の分散実行技術MicroDeep、および要素技術②および③に基づき、機械学習を分散実行可能な基盤を設計開発
- その実装を行い、実環境における動作検証を実施。省電力で機械学習判定動作が可能であることを実証。



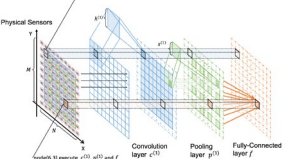
研究開発成果：機械学習の分散実行基盤の実現と環境発電による動作検証

- メモリと計算資源が制約されるARM Cortex M4マイコンと太陽光発電パネル、およびセンサからなるノードを新規設計。それらを連携させた機械学習分散実行基盤を実装。
- CNNおよびRandom Forestを同基盤上に分散実装。環境発電のみで36台のノードからなる同基盤でCNNが動作し、転倒検知が可能であることを実環境において確認。



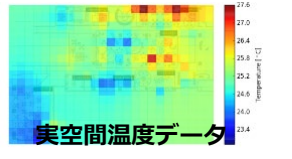
要素技術① 機械学習の網内分散実行技術

- CNNを分散環境で実行する技術の設計開発
- センサNWのノードにCNNユニットを配置し、畳込み、プーリング、BPなど、CNNの各機能を完全分散で実現



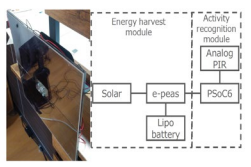
研究開発成果：MicroDeepの開発完了と実環境性能検証

- 資源制約環境でCNNを分散実行する技術を確認
- 1400m²超の実空間で取得した50地点2か月の温度データと36のセンサによる行動検知の応用2事例で性能検証
- 特定ノードへの通信負荷集中を回避しつつ集約型と同程度の精度を達成できることを確認 (精度低下1~2%程度)



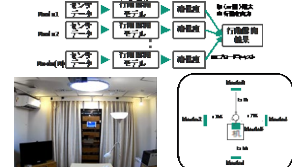
要素技術② 省電力データプロセシング技術

- 省電力アンビエントセンサーの設計開発
- 環境発電で動作し、ノード間での機械学習モデルの分散処理により、家庭内行動を実時間認識するセンサノード開発



研究開発成果：家庭内行動の認識が可能な環境発電センサノードを実現

- センシング・モデル実行・結果送信の電力100mWを実現
- 屋内光750Luxで、4.7mWの発電・充電を実現
- スリープスケジュールの工夫で300秒の間欠動作での、家庭内行動認識の永続動作をシミュレーションで確認

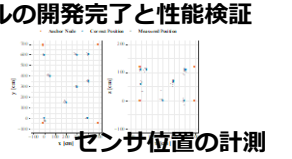


要素技術③ FIBレス・セキュアデータ転送技術

- 要素技術①のMicroDeepが必要とする位置情報をベースとした通信モジュールの開発。
- コンテンツベースでの暗号化により、セキュリティを実現。

研究開発成果：FIBレス・セキュアデータ転送通信モジュールの開発完了と性能検証

- 位置をベースとして、コンテンツ単位での暗号化によるデータ通信モジュールを開発。
- センサの位置を設定するためのARを用いた位置設定システムの開発。数十cmの精度で計測可能なことを確認



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
2 (0)	0 (0)	7 (4)	45 (5)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	7 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

1. 資源制約が厳しいセンサーNW上で、完全分散で機械学習を実行するアルゴリズム (MicroDeep) は把握する限り世界初のアプローチ。
2. MicroDeepの分散実行基盤を汎用ハードウェアにより設計実装。限られた環境発電量のみで機械学習を分散実行であることを示した。
3. 難関国際論文誌 (IEEE Accessや IEEE IoT Journal) およびIEEEやACMの著名国際会議 (SMARTCOMP、DCOSS、COMPSAC、UIC、MSWiM等) での対外発表を実現。また、国際会議の基調講演2件など、学術成果の国際的な成果発信に成功。
4. 電子情報通信学会論文誌の招待論文を計2件発表。国内への成果発信も積極的に実施。

5. 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。「学習する知的IoTセンサー」と銘打ち、一般向けにも専門的にも訴求力を有する産学連携の研究成果にすべく、最終成果を論文誌に投稿する予定である。一方で、近々の実用化・商用化・ビジネス化という観点からは道半ばである。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は続けていきたい。

知的財産については、KDDI総合研究所が研究成果の特許申請を2件実施済である。大阪大学・奈良先端科学技術大学院大学は本研究開発成果をノウハウ・プログラムとして知財化し、使用許諾契約の形で活用していくことを考えている。代表者らはヒューマンセンシング技術を実用化し、大学発スタートアップ企業を創業している。そういった枠組みを最大に活用していきたい。