

省電力なセンサとエッジノードの 協調分散処理による消費電力の調査

藤原聖司[†] 梅木寿人[†] 森田達也[†] 荒川豊[†] 諏訪博彦[†] 安本慶一[†]

[†] 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科

1 はじめに

現在のIoT環境では、センサデータの蓄積や処理はクラウド一極集中で行われている。そのため、超多数のIoT機器の普及に伴う膨大なデータの送信によるトラフィックの圧迫やそれに伴う電力消費の社会問題化が懸念されている。この課題を解決するため、我々の研究グループでは、従来クラウドで行われていたデータ処理や機械学習を省電力IoT機器群の協調分散処理により行うことで、省電力性の実現を目指している。

本稿では、省電力センサにSenStick[1]、エッジノードにEdison¹を用い、両者がセンサデータを協調分散処理し、クラウドに送信するプロトタイプを作成し、その省電力センサとエッジノードの消費電力を調査した。

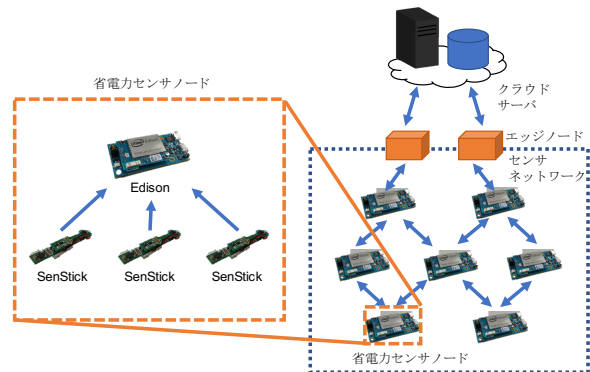


図 1: システム概要

2 消費電力の定義

本研究では、環境センシング、センサデータの前処理、深層学習をセンサネットワーク上のノード群が協調分散処理することで省電力化を実現するシステムを提案する。提案システムの構成を図1に示す。提案システムのセンサネットワークは環境情報をセンシングする省電力センサと、周辺の省電力センサから得たセンサデータに処理を施しクラウドサーバへアップロードするエッジノードで構成される。省電力センサとしてSenStickを、エッジノードとしてEdisonを用いる。

提案システムで消費される電力は、(1) 省電力センサにおける消費電力、(2) エッジノードにおける消費電力、の合計となる。

2.1 省電力センサにおける消費電力

センサネットワーク内において、省電力センサ (SenStick) は搭載されたセンサを用いて温湿度や気圧などの環境情報をセンシングし、必要に応じてデータ処理をしたのちセンサデータをエッジノードに送信する。

Energy consumption survey of cooperative distributed processing with low-power sensor and edge node
Masashi FUJIWARA[†], Kazuhito UMEKI[†], Tatsuya MORITA[†], Yutaka ARAKAWA[†], Hirohiko SUWA[†] and Keiichi YASUMOTO[†]

[†]Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

¹The Intel Edison Module : <https://software.intel.com/en-us/iot/hardware/edison>

表 1: SenStick の各部品の消費電流

部品名	型番	消費電流
CPU(nRF51822)	nRF51822-CEAA	600 μ A ~ 4.1mA
BLE(nRF51822)	nRF51822-CEAA	5.5mA ~ 16mA
9 軸センサ	MPU-9250	280 μ A ~ 3.7mA
気圧センサ	LPS25HBTR	4 μ A ~ 25 μ A
温湿度センサ	SHT-20	270 μ A ~ 200 μ A
UV センサ	VEML6070	100 μ A ~ 250 μ A
照度センサ	Si1132	120 μ A ~ 200 μ A

エッジノードへの送信のために、通信プロトコルとして Bluetooth Low Energy (BLE) を用いる。SenStick には 8 つのセンサと BLE 内蔵プロセッサが搭載されており、表 1 に示す電流を消費する。省電力センサにおける消費電力 W_s を次式で表す。

$$W_s = \sum_i p_i + w_p + W_t \quad (1)$$

$$W_t = q \sum_i d_i \quad (2)$$

ここで、 p_i は SenStick の各センサの消費電力、 w_p はデータ処理にかかる消費電力である。また、 W_t はデータ送信にかかる消費電力であり、 q は 1bit あたりの送信電力、 d_i は各センサの生成 bit 数である。

2.2 エッジノードにおける消費電力

センサネットワーク内において、エッジノード (Edison) は周辺の省電力センサからセンサデータを取得し、

センサデータに対して処理を施した後、クラウドサーバへアップロードする。クラウドサーバへのセンサデータの送信のために Wi-Fi を用いる。エッジノードにおける消費電力 W_e を次式で表す。

$$W_e = w_{ble} + w_{wifi} + W_q \quad (3)$$

$$W_q = Ndp \quad (4)$$

ここで、 w_{ble} は省電力センサからのデータ受信にかかる消費電力、 w_{wifi} はクラウドサーバへのデータ送信にかかる消費電力である。また、 W_q はデータ処理にかかる消費電力であり、 N はエッジノードに接続されるセンサノード数、 d は各センサノードが生成する bit 数、 p は 1bit あたりのデータ処理に要する電力である。

3 提案システムのプロトタイプを用いた消費電力の調査

本稿では、提案システムのプロトタイプを作成し、2章で述べた省電力センサ、エッジノードの消費電力を調査した。プロトタイプでは、省電力センサとして SenStick を 1 台、エッジノードとして Edison を用いた。

3.1 調査手法

本調査では、省電力センサおよびエッジノードの消費電力を測定する実験を行った。実験の手順としては、まず、30 秒ごとに省電力センサが気圧、温湿度、照度、UV を 10 サンプル程度測定し、エッジノードにセンサデータを送信した。次に、エッジノードで行うデータ処理として、センサデータの平均値を求め、処理後のセンサデータをクラウドサーバにアップロードした。なお、本実験では簡単のために省電力センサではデータ処理を行わない。次に、上記の測定-送信間の消費電力の平均値を測定した。測定項目は、省電力センサの (A) センシング-データ送信時の消費電力、(B) アイドル時の消費電力と、エッジノードの (C) 省電力センサからのデータ受信時の消費電力、(D) データ処理時の消費電力、(E) クラウドサーバへのデータ送信時の消費電力、(F) アイドル時の消費電力、の 6 項目とした。

3.2 調査結果

調査結果を表 2 に示す。調査結果を見ると、省電力センサのセンシング-データ送信時の消費電力は 48.5 mW であった。この時、センシング・送信したセンサデータ量は 960 bit であった。プロトタイプでは省電力センサにおいてデータ処理を行わなかったが、測定したセンサデータが前回測定時と変わらない場合は、センサデータをエッジノードに送信しないことで省電力化を図れる可能性がある。また、エッジノードの消費電力はクラウドサーバへの送信時の 967.8 mW が最大であった。この時、送信したセンサデータ量は 320 bit であった。システムの省電力化を実現するには、エッジノードでのセンサ情報の集約によって送信するデータ

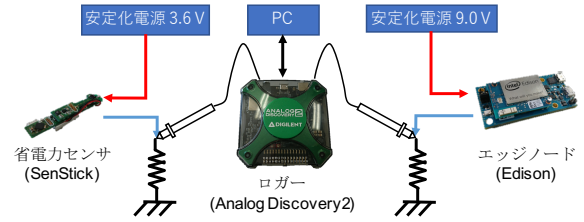


図 2: 測定環境

表 2: 消費電力の測定結果

測定項目	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
消費電力 [mW]	48.5	39.4	786.6	727.8	967.8	469.0

量を削減することが重要であると考えられる。さらなる省電力化を行い、森田らが開発している環境発電モジュール [2] を用いて省電力センサを駆動することで、センサデータの処理電力をニアゼロベースに抑制できる可能性がある。

4 おわりに

本研究では、省電力センサとして SenStick を、エッジノードとして Edison を用い、両者が協調分散処理を行うことで省電力性を実現する網内省電力プロセッシングシステムを提案した。本稿では、提案システムのプロトタイプを作成し、省電力センサおよびエッジノードの消費電力を調査した。調査の結果、省電力センサの消費電力は最大 48.5 mW であり、エッジノードの消費電力は最大で 967.8 mW であった。

今後の課題として、省電力センサおよびエッジノードの台数を増やしたセンサネットワークを構築し、消費電力の調査を行うことが挙げられる。また、システムの実用化に向けたさらなる検討を行う。

謝辞

本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) の委託研究「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」により得られたものです。

参考文献

- [1] Yugo Nakamura, Yutaka Arakawa, and Keiichi Yasumoto. Senstick: a rapid prototyping platform for sensorizing things. In *2016 Ninth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU)*, pp. 1–6. IEEE, 10 2016.
- [2] 森田達弥, 藤原聖司, 荒川豊, 諏訪博彦, 安本慶一. 大規模屋内空間の効率良い計測に向けた小型・省電力アンビエントセンサの設計開発. 情報処理学会第 79 回全国大会, 2017.