

バッテリーを効率よく利用するセンサースケジューリング方式

趙 茜 † 中本 幸一 † 山田 晋平 †
山村 幸太郎 †† 岩田 真琴 †† 甲斐 正義 ††

無線センサノードは、さまざまな分野でますます一般的になっている。ほとんどのセンサノードはバッテリーによって駆動されており、そのためバッテリーの寿命はできる限り長くするのが必要とされている。我々は実験で、ピーク時の電力消費量が高い場合、バッテリー電圧が急速に低下し、バッテリー残量があってもセンサーが動作を停止することを見出した。本稿ではセンサーのデータ取得というデッドラインの制約の下で、ピーク電力消費を可能な限り低減することを目的として、センサーの実行時間をスケジューリングすることによって、バッテリーを効率よく利用し寿命を延ばすオフラインアルゴリズムを提案する。これらのアルゴリズムの有効性をシミュレーションで評価し、これらのアルゴリズムはバッテリー寿命を2~3倍に延ばすことを示す。

Sensor Scheduling Methods for Efficient Battery Usage

QIAN ZHAO,† YUKIKAZU NAKAMOTO,† SHIMPEI YAMADA,†
KOUTARO YAMAMURA,†† MAKOTO IWATA†† and MASAYOSHI KAI ††

1. はじめに

無線センサノードは、さまざまな分野でますます一般的になっている。ほとんどのセンサノードはバッテリーによって駆動されており、そのためバッテリーの寿命はできる限り長くするのが保守を容易にするために必要とされている。本稿では、センサーの実行時間をスケジューリングすることによって、バッテリーを効率よく利用し寿命を延ばすオフラインアルゴリズムを提案する。

2. 問題定義

我々は“グリーンタップ”と呼ばれるエネルギー管理プラットフォームのプロトタイプを開発した¹⁾。これは無線局及び無線センサノードから成り、後者は、CPU、さまざまな環境センサー、ボタン電池、ZigBeeデバイスで構成されている。これを利用して、センサーの実行とバッテリー残量、バッテリー電圧の関係を調べる実験を行った。3つのセンサーを次の2つの実行スケジュールで実行させた。

スケジュール A: センサーを同時に起動させる。

スケジュール B: センサーを逐次実行させる。

図1にその結果を示す。スケジュール A では、5000時間になった時にバッテリー残量はあるものの電源電圧は動作電圧(センサーを動作させることができる最小電圧)に達し、センサーは機能を停止した。一方、ス

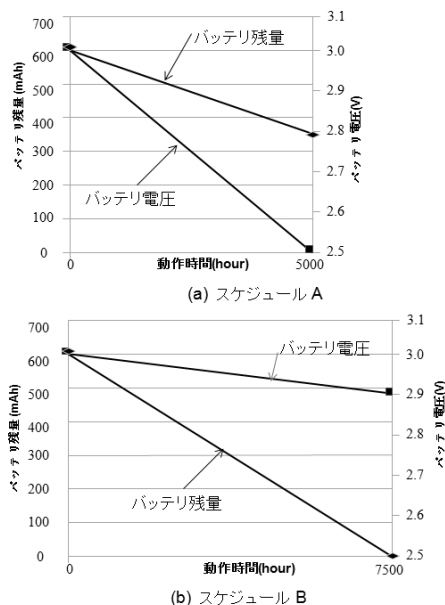


図1 センサースケジューリングの実験結果²⁾

† 兵庫県立大学

University of Hyogo

†† NEC システムテクノロジー (株)

NEC System Technologies Limited

ケジューリング B では、7500 時間になった時にバッテリー残量は 0 になったものの電源電圧は動作電圧に達していなかった。これはピーク時の電力消費量が高い場合、バッテリー電圧が急速に低下し、バッテリー残量があってもセンサーが動作を停止すると考えられる。

そこでピーク時の消費電力を下げ、バッテリー残量がなくなったときに電池電圧が動作電圧に達するという形でバッテリーの長寿命化を図ることを目的とする。ただし、センサーはある一定時刻までセンサーデータの取得を終える必要があるというデッドラインを考慮する。

3. センサースケジューリングアルゴリズム

我々は、上記の問題解決のため、以下の 3 つのオフラインセンサースケジューリングアルゴリズムを提案する。ここではその概要を述べる、

センサーは N 個あり、センサー $\sigma_i (i = 0, \dots, N-1)$ は、実行可能時刻 (T_a^i)、デッドライン (L_i)、実行時間 k_i 、消費電力 d_i で特徴づけられるとし、センサー (σ_i) は、デッドラインの昇順に番号づけられているとする。ここで、 $L_i - T_a^i \leq k_i$ である。

アルゴリズム 1: センサー σ_i を、デッドラインに実行を終えるように、センサーを $L_i - k_i$ に起動させる。ただし、 σ_0 は T_a^0 に起動させる。

アルゴリズム 2: N 個のセンサーが周期内に一様に起動されると仮定し、その場合の消費電力の平均値を d_{over_max} とする。直前のセンサー σ_{i-1} が終了した直後に次のセンサー σ_i を起動させる。センサーの終了がデッドラインよりも遅くなる場合は、 σ_i を移動させても、センサーの消費電力の和が d_{over_max} を超えないような地点に移動させる。

アルゴリズム 3: 1) アルゴリズム 1 を実行する。2) センサーの消費電力の和 (この値を d_{max} とする) が最大になる時点 u_q を見つけ、この時点で起動されているセンサーの集合を C とする。 C の消費電力を大きいセンサーから順に、 u_q よりも前で同時に実行するセンサーの消費電力が d_{max} を超えない時点があればセンサーの実行を移動させる。3) 移動させるセンサーがなくなるまで 2) を繰り返す。

表 1 のパラメタを有するセンサーに対して、上記ア

表 1 センサーの実行パラメタ

	σ_0	σ_1	σ_2
L	5	6	8
k	4	3	3
d	1	2	4

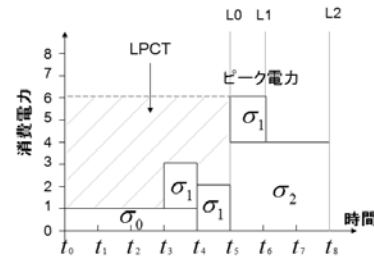


図 2 アルゴリズム 1 によるセンサー実行

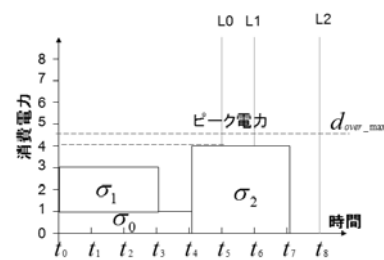


図 3 アルゴリズム 2 によるセンサー実行

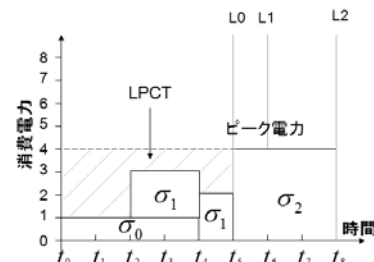


図 4 アルゴリズム 3 によるセンサー実行

ルゴリズムを適用した結果を、図 2~ 図 4 に示す。

複数のセンサーパラメタを用いてシミュレーションで評価したところ、スケジュール A に比べて、アルゴリズム 1~3 により 2~3 倍になることが分かった。

謝辞 この成果の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) との共同研究業務であるノーマリオフコンピューティングプロジェクトの結果として得られたものである。

参考文献

- 1) 岩田他: 省電力プラットフォーム「グリーンタップ」の開発 (1), 情報処理学会第 73 回全国大会, pp. 4-381-4-382 (2011).
- 2) 山村他: 省電力プラットフォーム「グリーンタップ」の開発 (2) ~ 通年動作可能な長寿命無線環境センサの開発 ~, 情報処理学会第 73 回全国大会, pp. 4-383-4-384 (2011).