

省電力プラットフォーム「グリーンタップ」の提案(2) ～センサデータ予測による無線環境センサの省電力通信方式～

山村幸太郎 石田和生 岩田真琴 甲斐正義 島津秀雄

NECシステムテクノロジー株式会社 システムテクノロジーラボトリ

1. はじめに

近年、無線通信機能を有する小型の環境センサの開発が進み、センシングした情報を無線通信により収集するセンサネットワークが注目されている。簡易型 HEMS「グリーンタップ」[1]においても、無線環境センサ(以下、センサノード)の省電力化は設置容易性とメンテナンス性の観点から重要な課題である。

本稿では、センサノードが、基地局へセンシングした情報を一定間隔で送信する方法に加え、基地局からセンサノードへ予測値の問い合わせを行うことで、センサノードが収集した情報を基地局へ送信する電力コストを削減する通信方式について提案する。

2. 従来の省電力通信方式

従来、センサネットワークにおけるセンサノードの通信を省電力化する方式として、以下のものが提案されてきた。

1. 基地局のビーコン等を用いて、各センサノードの計測値送信タイミングの同期を取ることで、パケット衝突によるパケット再送処理回数を減らす方式[2]。
2. 1の方式に加え、スケジューリングによりデータ送信時以外は電力の消費が激しい無線部分を休止させ、必要最低限の部分のみを動作させる方式[3]。
3. センサ計測を行った後、前回の計測値との差分を基地局へ送信し、差分がない場合は、計測値の送信を行わないことで、データ送信回数を減らす方式[4]。

従来のセンサノードの動作に伴う消費電流と、動作時間の関係を図 1 に示す。従来の動作では、センサノードは一定時間毎に休止状態から復帰後、搭載するセンサ素子の計測を行い、その計測値を基地局へ送信し、再び休止状態に入る。

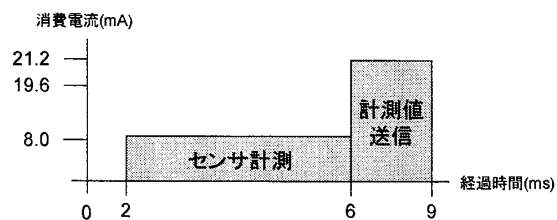


図 1 従来のセンサノードの動作

しかし、従来方式では、センサノードは、一定周期毎、もしくは計測値に差分があった時に計測値の送信処理を行う必要があり、その度に電力を大きく消費するという問題があった。

3. 提案する省電力通信方式

提案方式は、基地局がセンサノードへ予測値を送信し、センサノードは、受信した予測値が誤りの場合のみ基地局へ計測値を送信することで、計測値送信時に消費する電力を削減する。提案方式によるセンサノードの動作に伴う消費電流と、動作時間の関係を図 2 に示す。なお、表 1 は図 2 中の項目とセンサノードの動作との対応表である。

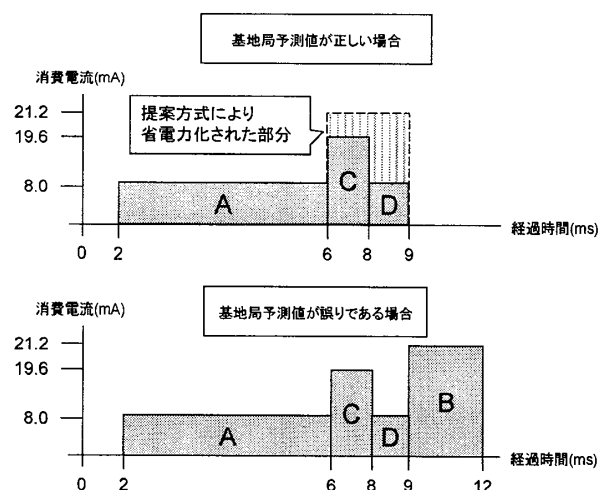


図 2 提案方式におけるセンサノードの動作

表 1 項目とセンサノードの動作との対応

項目	センサノードの動作
A	搭載するセンサ素子の計測処理
B	基地局へ計測値を送信
C	基地局より予測計測値を受信
D	予測計測値が正しいかを確認

提案方式の処理の詳細は次のようになる。まず、基地局は、センサノードと時刻同期を行った後、センサノードから送信される計測値を予測し、センサノードが基地局の予測計測値を受信するタイミングでセンサノードへ予測計測値を送信する。

一方、センサノードは、基地局との時刻同期を行った後、休止状態に入る。一定時間後、休止状態から復帰し、搭載するセンサ素子の計測を行うまでは従来方式と同様であるが、その後、基地局から予測計測値を受信し、その予測計測値とセンサが実際に計測した値を比較し、一致しているかどうかを確認する。基地局の予測値が誤りである場合のみ、センサノードは計測値を基地局へ送信する。このように動作することで、計測値送信時に消費する電力が削減できる。図 3に、時刻同期後のセンサノードの動作フローを示す。

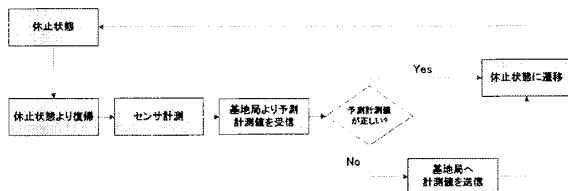


図 3 提案方式によるセンサノード動作フロー

提案方式は、基地局の予測値が誤りである場合には、予測計測値の受信と比較の分、従来方式より多くの電力を消費するが、予測値が正解する割合を増やすことで、長期間で見たときの消費電力を下げる事が可能となる。

4. 提案方式の省電力効果検証

提案方式の省電力効果を検証するため、次の条件で消費電力のシミュレーションを行った。

- センサノードの動作条件
90 日間、搭載する温度センサの値を毎秒基地局へ送信
- センサノードの動作電圧は 3V 固定
基地局の予測成功率をパラメータに、提案方式と従来方式のセンサノードの消費電力を算出した結果を表 2に示す。

この結果から、提案方式は、予測成功率が 80%

以上であれば、従来方式より 3.8~17%省電力で動作することがわかる。

表 2 予測成功率と消費電力の関係

予測成功率(%)	100	90	80	70
従来方式による消費電力(mW・h)	619	619	619	619
提案方式による消費電力(mW・h)	513	554	595	636
省電力効果(%)	17	10.5	3.8	-2.8

簡易型 HEMS「グリーントップ」[1]が設置される家庭内においては、環境の変化が緩やかであったり、同じ場所を継続的に計測するため、80%以上の予測成功率であれば達成可能な範囲であり、提案方式は省電力化に関し有効であると考ええる。

5. おわりに

本稿では、基地局がセンサノードの送信する計測値を予測し、センサノードは実際の計測値が予測と異なる場合のみ、基地局へ計測値を送信することで計測値送信時の電力消費を削減する省電力化通信方式の提案を行い、シミュレーションにより、提案方式の有効性を示した。

今後の課題としては、複数のセンサノードから受信する計測値を用いた予測精度の向上などが挙げられる。

謝辞

本研究は、新エネルギー・産業技術総合研究機構(NEDO)から受託したプロジェクト「インテリジェントタップを用いた簡易型 HEMS の研究開発」の一環として実施されたことを記し、ここに感謝の意を表す。

参考文献

- [1]岩田他, 省電力プラットフォーム「グリーントップ」の提案(1), 情報処理学会第 71 回全国大会(2009.3)
- [2] Panneer Muthukumaran, Rostislav Spinar, Ken Murray, Dirk Pesch, Enabling Low Power Multi-hop Personal Area Sensor Networks
- [3]Diba Mirza, Maryam Owrang, Curt Schurgers Energy-efficient Wakeup Scheduling for Maximizing Lifetime of IEEE 802.15.4 Networks
- [4]塩見他, -ZigBee による人の位置情報管理システムの無線化-

Proposal of the Energy Management Platform "Green Tap (2)"Power saving transmission method of wireless sensor by sensor data prediction.

†Kotaro Yamamura, Kazuo Ishida, Makoto Iwata, Masayoshi Kai and Hideo Shimazu, NEC System Technologies, Ltd. System Technologies Laboratories