

M-073

効率的に中継センサを選択するネットワーク内集約方式の提案

A proposal of in-network aggregation method

which selects relay sensors effectively in wireless sensor networks

田中 篤史* 立川 哲也* 屋代 智之*

Atsushi Tanaka Tetsuya Tachikawa Tomoyuki Yashiro

1 はじめに

センサと無線通信技術の発展により、無線センサネットワークは様々な分野への応用が期待されている。しかし、センサノードはバッテリー駆動であるため、電力容量に制約が発生する。電力消費の大部分は通信によるものなので、データ収集に伴う通信量を抑制することはセンサネットワークの運用期間を延長するのに有効である。

本研究では、ユーザが収集の対象とするデータを保持しているセンサノード（以下、対象データ保持ノード）のみからデータを収集するシステムを想定し、各センサノードがデータの中継を行う際に、自身からデータを収集するノード（以下、シンク）までに複数存在する経路の中から、対象データ保持ノードが多く存在する経路を選択することで、データを効率的に集約しながらシンクまで送信する方式を提案し、シミュレーションを用いて有効性を評価する。

2 ネットワーク内集約方式

センサネットワークにおけるデータ収集方式として、ネットワーク内集約方式が提案されている [1]。その処理手順を図 1 に示す。まず、シンクがデータ収集を要求するメッセージ（以下、REQ）をネットワーク内へフラッディングする（図 1 (a)）。この時、シンクまでのホップ数が自身よりも 1 大きいノードを親ノード、1 小さいノードを子ノードとし、シンクを頂点とした経路木を作成する。そして、経路木の末端からデータが格納されたメッセージ（以下、REP）を送信する。この時、ホップ数毎に REP を送信するタイミングは同期しており、末端からシンクまでの各ノードが、複数の子ノードから受信したデータと自身のデータを 1 つに集約して 1 つの親ノードに順次転送することでデータを収集することができる（図 1 (b)）。この方式は各センサノードが個別にシンクへ向けてデータを送信

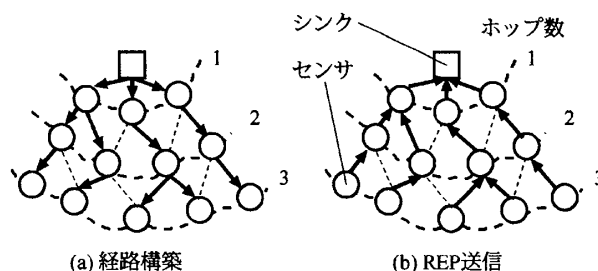


図 1: ネットワーク内集約方式

する方式に比べ、通信量および電力消費量が軽減されるため、センサネットワークの長期運用が可能となる。

しかし、この方式は 1 つの REQ に対して、すべてのセンサノードからのデータ収集を想定しており、場合によっては不必要なデータ収集、すなわち無駄な通信が行われると考えられる。そこで、本研究ではユーザが収集の対象とするデータを保持しているノードのみからデータを収集するシステムを想定し、一部のセンサノードのみからでもデータを効率的に集約する方式を提案する。

3 提案

本研究では、2章で述べたネットワーク内集約方式を拡張して、一部のセンサノードのみからデータを収集する環境下においても、データを効率的に集約する方式を提案する。提案方式では、REQ に対象データ保持ノードを通過する度にインクリメントされる重みを付加する。また、センサには複数の親ノードを持つことを許容させる。これらの拡張により、各センサノードが REP を送信する際に、ユーザが収集の対象とするデータを保持しているセンサが多く存在する経路を選択することが可能となり、効率的にデータを集約することができる。図 2 に従来方式と提案方式の経路の違いを示す。従来方式では、最初に受信した REQ の送信元を親ノードとするため、ノード a において仮にノー

*千葉工業大学

ド b から先に REQ を受信していた場合、ノード b を選択して REP を送信する。一方、提案方式では、複数存在する親ノードの中から、重みが最も大きい REQ を送信してきた親ノード c を選択して REP の送信を行う。これにより、対象データ保持ノードが多く存在する経路を選択することが可能になると考えられる。

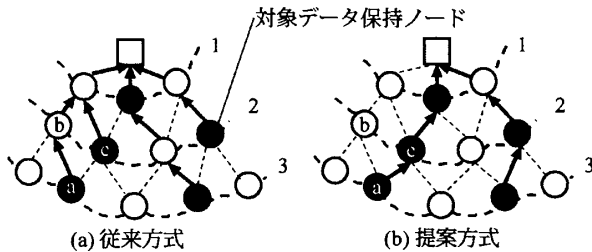


図 2: 経路の違い

4 評価

提案方式の有効性を評価するためにシミュレーションを行った。本研究において、シミュレーション内に存在する対象データ保持ノード数と、実際にシンクまで到達したデータ数の割合を情報取得率と定義し、時間経過に伴う情報取得率の変化を従来方式 [1] と比較した。シミュレーション環境を表 1 に示す。シンクはシミュレーション範囲の中央に配置し、センサノードは、シミュレーション範囲内において 10m 間隔に格子状に配置する格子状配置と、一定の密度でランダムに配置するランダム配置の 2 通りについて、それぞれシミュレーションを行った。また、対象データ保持ノードは、データ収集の処理毎にシミュレーション上のセンサノードからランダムに 2 割のノードを選出した。

表 1: シミュレーション環境

パラメータ	値
シミュレーション範囲	500m × 500m
ノード数	2601 台
センサノードの通信半径	10m
センサノードの電池容量	1000
消費電力	送信時 3, 受信時 2
データ収集間隔	200 秒

格子状配置の場合のシミュレーション時間の経過に伴う情報取得率の変化を図 3 に示す。従来方式に比べ、提案方式の方が高い情報取得率を長時間維持していることがわかる。また、ランダム配置の場合のシミュレーション結果を図 4 に示す。こちらにおいても、差が顕著ではないものの、提案方式の方が高い情報取得率を維

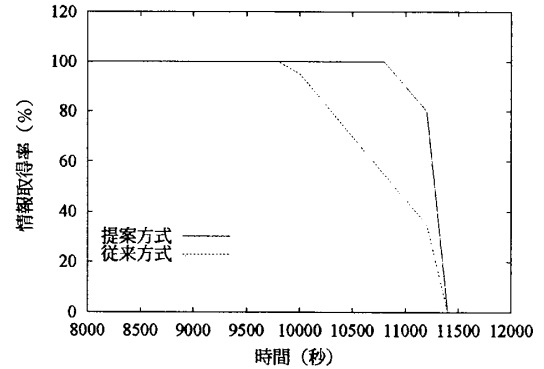


図 3: 格子状配置における情報取得率

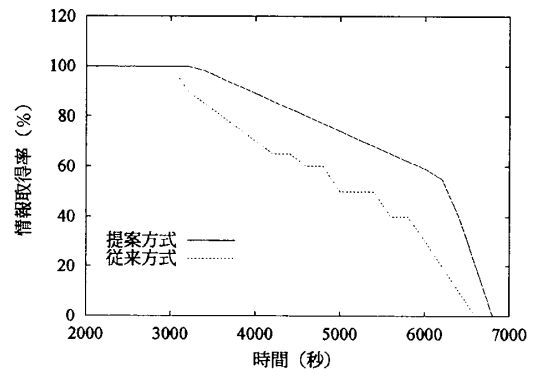


図 4: ランダム配置における情報取得率

持していることがわかる。これらの結果より、提案方式は従来方式よりも通信量を軽減できているといえる。

5 まとめ

本研究では、従来のネットワーク内集約方式を拡張し、一部のセンサノードのみからデータを収集する環境下においても、データを効率的に集約しながらシンクへ送信する方式を提案した。シミュレーション結果より、従来のネットワーク内集約方式よりも長時間にわたって高い情報取得率を維持することが可能であることがわかった。これにより、センサネットワークの長期運用が可能になると考えられる。今後は、本研究の提案方式を拡張し、無線伝播の影響で発生するパケット損失を考慮した方式を検討していく予定である。

参考文献

- [1] S. Madden, et al., "TAG: a Tiny AGgregation Service for Ad-Hoc Sensor Networks," Proc. 5th OSDI, pp.131-146, Dec. 2002.