

センサノード間の情報管理・共有法の提案

山口 翔一[†] 宮崎 敏明[†]

会津大学大学院コンピュータ理工学研究科[†]

1. はじめに

無線センサネットワークでは、周囲の環境に合わせてセンサノード間で協調動作を行うアプリケーションやプロトコルが数多く提案されている。それらを実現するにはセンサノード間で情報を効率的に送受信し、共有する機構が必須である。本稿では、個々のセンサノード内で扱う情報の効率的な管理方法と、それらの情報をセンサノード間で交換・共有する汎用的な手法を提案する。

2. 無線センサネットワーク

バッテリー駆動のセンサノードで構成される無線センサネットワークでは、経路上にあるセンサノードのバッテリー消費量を考慮したルーティング[1]や近隣の状況に応じた休止アルゴリズム[2]など、ネットワークのライフタイムを延ばすための手法が数多く提案されている。それらの手法では、複数のセンサノード同士の協調動作により、低電力消費や負荷分散を実現するが、そのために、各センサノード同士で情報を共有する機構が必要となる。しかし、各アプリケーションやプロトコル毎に、個別に情報を共有する機構を設けることは、類似の処理が多く発生し非効率である。ここでは、アプリケーションやプロトコルの協調動作に必要な情報を、センサノード間で共有するための統一的な手法を考える。

3. 提案手法

3.1. 提案手法の概略

本稿では、特定のアプリケーションやプロトコルに依存せず、情報の管理とその情報をセンサノード間で共有するための汎用的な手法を提案する。提案手法の概略を図1に示す。各センサノードは図示したように、以下の4つの機能を持つ。すなわち、(1)情報管理機構、(2)アプリケーションやプロトコルから情報の追加・削除・検索を行うためのインタフェース部、(3)共有情報の生成部、(4)共有情報の受信部である。

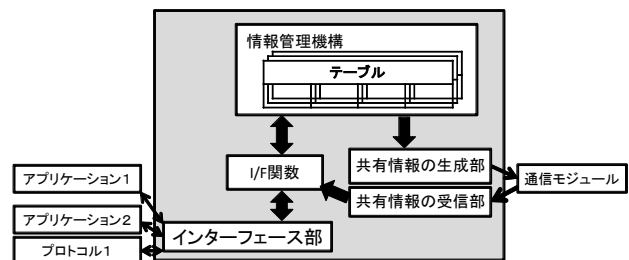


図1：提案手法の概略図

すべての情報は情報管理機構の中で管理され、共有情報の生成部・受信部によって他のセンサノードへ情報共有される。

3.2. 情報管理機構

全ての情報はテーブル形式のデータ構造で管理される。情報管理機構では、センサノード毎に、当該センサノードに関する情報を一つのテーブルに集約して管理する。よって、保持している近隣センサノード数だけのテーブルが存在する。また、各テーブルは同一構造であるため、共通のアクセス方法で管理できる。テーブル単位で管理されている個々のセンサノード情報は状態を持ち、図2の状態遷移にそって、隣接センサノード間で共有される。管理される情報は新規に生成されるか、もしくは新しい値に更新されると、定期的に隣接センサノード間で交換が行われる。一定回数交換が行われると保存状態へ遷移する。保存状態を設けることで、変化のない情報を重複して交換することを回避することができる。また、一定期間保存された情報は時間切れを迎えると削除状態へ遷移する。この状態遷移を設けることにより、電池切れ等によって消失した近隣センサノードに関する情報は、時間経過とともに自動的にテーブルから消去される。削除状態になった情報は新しい情報と同様に隣接センサノード間で交換が行われる。この削除状態の交換によって他のセンサノードに含まれている不要な情報の削除が行われる。上述したように、他のセンサノードの情報も各センサノードが保有することにより、アプリケーションから他のセンサノードの情報を取得する要求があった場合、実際に通信を行うことなく、所望の情報を即座に取得することができる。

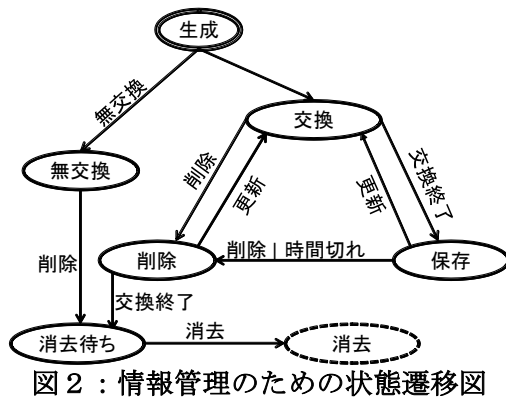


図2：情報管理のための状態遷移図

3.3. インタフェース部

アプリケーションやプロトコルを実現するプログラムは共通のインタフェース部を通して管理情報へアクセスする。当該インタフェース部では、共通フォーマットで与えられる操作命令により、情報の追加・削除・検索を行う I/F 関数の呼び出しを行う。本インタフェース部を設けることにより、プログラム非依存かつ汎用的な実装が可能となる。なお、I/F 関数は他のセンサノードに関する情報の追加・削除・検索も、自センサノードのそれと同様に扱える。

3.4. 共有情報の生成部

共有情報は、図3に示すように、自身が取得した情報だけでなく、他のセンサノードから過去に受信し保有している情報もあわせて、共有情報として、定期的に隣接センサノードにブロードキャストする。繰り返し隣接センサノード同士で共有情報を相互に交換することにより、パケットが直接到達する範囲にある隣接センサノードの情報だけでなく、遠方のセンサノードの情報も相互に共有することが可能となる。

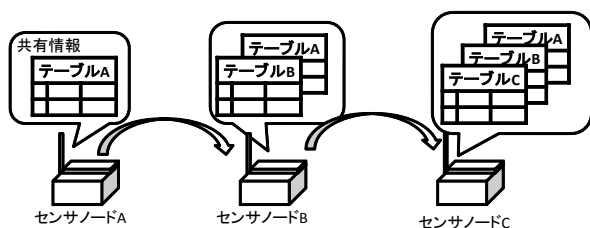


図3：共有情報の送信

3.5. 共有情報の受信部

他のセンサノードから受信した共有情報は、受信部によってパケット構造からセンサノードが管理する情報へと変換され、自身の情報管理機構へ追加される。実際の追加動作は、インタフェース部で利用される I/F 関数を用い、処理の共通化を図っている。

4. 性能評価

性能評価を行うために、提案手法を、WiFi モジュールを搭載した小型CPUボード(アットマークテクノ社製 Armadillo-420)にC言語を用いて

実装し、それをセンサノードとして、実験を行った。実験では、10メートル四方の空間に等間隔で16個の当該機を配置し、同時に追加されるセンシングデータなどのデータ量を、4, 40, 80バイトと変化させ、その時の情報共有にかかるパケットの総量を計測した。実験結果を図4に示す。図4の棒グラフは全センサノードで受信したパケット数の合計、線グラフは全センサノードから送信したパケット数の合計を示す。本グラフから分かるように、データ量が増加しても、パケットの総量は増加しない。これは、提案手法によって、データ(情報)をまとめて隣接センサノード同士のみで交換することで、効率的に離れたセンサノード同士の情報共有が行えていることを意味する。

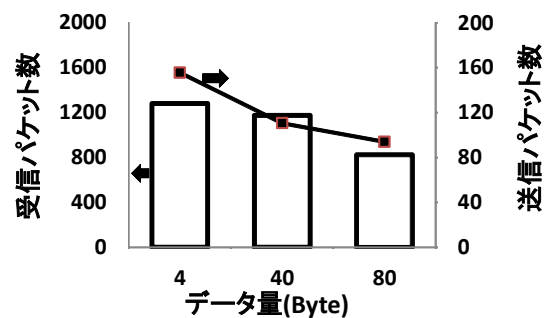


図4：パケットの総量

5. 終わりに

各センサノードが扱う情報を、アプリケーションによらず、管理することで効率的に必要な情報をネットワークに接続されるセンサノード間で共有する手法を提案した。実機実験により、提案手法は効率良く情報共有が行えることを示した。本手法で管理・共有する情報を用いてセンサノード間で協調動作を行うアプリケーションを容易に開発できる。今後は、情報管理機構のメモリ消費量の低減と共有情報の軽量化を行い、さらなる効率化を図る。

謝辞

本研究は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE No.121802001)の支援を受けて実施したものである。

文献

[1] P. Ren, J. Fenc, P. Hu and J. Cai, "Energy Saving Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing for Mobile Ad-hoc Networks," *Communications, 2009. ICC '09. IEEE International Conference on*, pp. 1-5, June 2009.

[2] S. Kumar, T. H. Lai and J. Balogh, "On k-Coverage in a Mostly Sleeping Sensor Network," in *Proc. MobiCom'04*, Sep. 2004, pp. 133-158.