

クラスタリングプロトコルの最適化を図るクラスタ内処理機構

In-cluster Processing for Clustering Protocol Optimization

首藤 幸司^{1†}
Koji Shuto

ランバツェン・ゲウテ[‡]
Gaute Lambertsen

西尾 信彦*
Nobuhiko Nishio

滋賀県草津市野路東 1-1-1
Tel: +81 77 561 2741

shuma@ubi.is.ritsumei.ac.jp gaute@ubi.is.ritsumei.ac.jp nishio@cs.ritsumei.ac.jp

概要

センサネットワークにおいては、大量のセンサノードが遍在した環境下で、ノード同士が無線通信を行なう。そのため周囲に飛び交う電波との電波干渉により、有線通信に比べてネットワークの安定性が大きく損なわれることが想定される。そこでクラスタリングプロトコルにおいて、通信の安定性と信頼性をバランスよく確保するクラスタ内処理機構を提案する。

1. はじめに

近年センサチップの小型化や廉価に伴い、ICOCA や Suica に代表される IC カードが普及している。また RFID を用いた物品管理システムなども開発されつつあり、ユビキタスコンピューティングにおいてセンサ技術の可能性は非常に有望視されている。その影響により、Motes[1] や Smart-Its[2] などの超小型デバイスを用いたセンサネットワーク関連の研究も数多く進められている。

センサネットワークではノード間の通信は基本的に無線通信であるため、電波障害などが原因で有線通信よりも通信が不安定になり、パケットロス率も増加してしまう。さらにノード間の頻繁な通信によりネットワーク上に膨大なデータパケットが流れると、通信トラフィックの増加によるネットワークがより不安定化になってしまう。また各センサノードに搭載されたバッテリーは小電力であるため、無駄な電力消費は避けたいのが実情である。

そこで本稿では、上記に示したセンサネットワークにおける問題点の解決を図るために、効率的なデータ収集プロトコルとして挙げられるクラスタリングプロトコル [3] の最適化を図るクラスタ内処理機構 (in-cluster processing) を提案する。

以降、第二章ではクラスタリングプロトコルの現状での問題点を述べ、第三章ではクラスタリングプロトコルの具体的な最適化方法について述べる。そして第四章で結論を述べ、第五章で今後の予定を述べる。

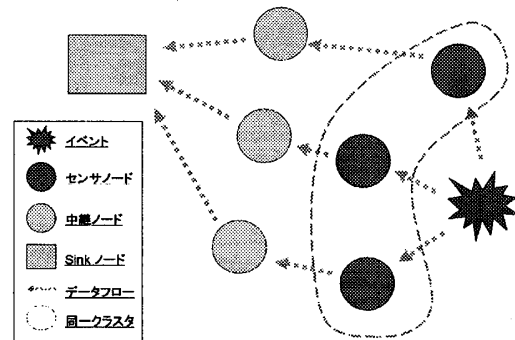


図 1: データフロー図

2. クラスタリングプロトコルの問題点

本節では、クラスタリングプロトコルの現状での問題点について述べる。同じイベントの情報を取得しているセンサノード同士が、クラスタという一種のグループを形成し、そのグループ内で協力しながら情報を取得するプロトコルである。ここでクラスタリングプロトコルにおけるデータの全体的な流れを、図 1 に示す。

図 1 では同一クラスタ内に 3 つのセンサノードが存在しており、全てのセンサノードが取得したデータを Sink ノードに送出している。当然のことながら、これら 3 つのセンサノードは全て同じ情報を取得し送出しているため、Sink ノードは同じ情報を同時に 3 つ受け取ることになる。このような通信の冗長性は、ノード間の通信頻度が高いセンサネットワークにおいては、さらなる通信トラフィックの増加により、ネットワークの不安定化を招いてしまう恐れがある。しかしセンサネットワークにおける無線通信の通信品質を考慮すると、上記の冗長性

* 立命館大学情報理工学部

Department of Computer Science, Ritsumeikan University

[†] 立命館大学理工学部情報学科

Department of Computer Science, Ritsumeikan University

[‡] PRESTO 21: Intelligent Cooperation and Control, Japan Science and Technology Agency (JST)

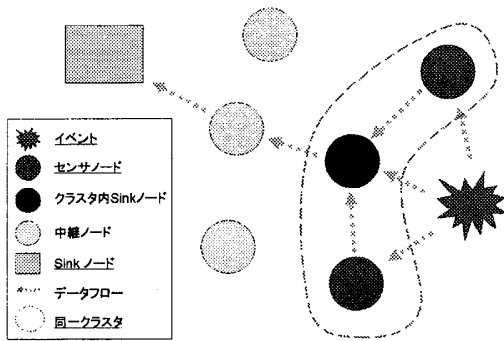


図2: クラスタ内処理機構におけるデータフロー図

を持った通信も全く無駄なものとは言い難い面もある。よって本稿が提案する技術は、クラスタリングプロトコルにおいて、通信の信頼性と安定性をバランス良く確保することを目的とする。

3. クラスタリングプロトコルの最適化

本節では、クラスタリングプロトコルの最適化技術として提案するクラスタ内処理機構について具体的に述べる。クラスタ内処理とは、同一クラスタ内に存在する複数のセンサノードの一つをクラスタ内 Sink ノードとして定め、その他のセンサノードが一旦クラスタ内 Sink ノードにデータを送出し、クラスタ内 Sink ノードのみが Sink ノードにデータを送出するという仕組みである。ここで具体的なデータの流れを図2に示す。

これにより、無駄なパケット転送を省くことで通信トラフィックの増加を抑え、通信の安定性を確保する。またデータセンスをするセンサノードの数は以前と変わらず、クラスタという小規模の範囲内で通信品質を考慮したデータ転送をしているので、通信の信頼性も同時に確保できる。本機構の効果は、センサノードと Sink ノード間に多くの中継ノードを介した場合に顕著になると思われる。

またデータ転送の種類には連続的なものと離散的なもの2種類が存在し、提供するサービスがどちらのデータ転送形態を必要とするかによって、クラスタ内処理機構の体系も異なってくる。例えば、図2に示すようなクラスタ内処理機構の体系では、動画のストリーミング再生のように連続的なデータ転送に適している。一方で、ある場所の温度のサンプリングデータを転送するような離散的なデータ転送を行なう場合には、その都度確率的に選ばれたセンサノードがデータを転送するようなクラスタ内処理を行えばよい。

クラスタリングプロトコルにおいて、クラスタの生成は自律的に行なわれる。これと同様に、クラスタ内 Sink の役割も自律的なアルゴリズムによって割り当てられ、データ転送の形態に適したクラスタ内処理機構を実現する。

4. 結論

本稿では、クラスタリングプロトコルの最適化技術として、クラスタ内処理機構を提案した。センサネットワー

ク分野においては、電力消費や通信トラフィックの問題、また実用化に際してのコスト問題など、未だ解決すべき課題が多く存在している。よって本稿で提案したクラスタ内処理機構が、これらの問題に対する一つの解決策となることを期待する。

5. 今後の予定

前節ではクラスタ内処理機構の仕組みや、それを組み込むことで解決できるセンサネットワークの課題について述べた。この他にもセンサネットワークの大きな課題の一つとして、センサノードの電力消費問題がある。理想的なセンサノードは、ほとんどメンテナンスを行わずとも、自家発電による電力のみで半永久的に稼動することである。そこで将来的にはクラスタ内処理機構の拡張機能として各センサノードにスリープ機能を持たせ、同一クラスタ内のセンサノードの数などから、各センサノードに適切な非稼働時間を与えることで省電力化を図る技術も取り入れる予定である。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、有用なご意見・ご指摘を賜りました。立命館大学ユビキタス環境研究室のメンバーに深く感謝し、謝辞と致します。

参考文献

- [1] Motes
Official Page:http://www.xbow.com/Products/Wireless_Sensor_Networks.htm
- [2] Smart-Its
Official Page:<http://www.smart-its.org/>
- [3] Gaute Lambertsen and Nobuhiko Nishio: Clustering Techniques for Cooperative Processing with Support for Unintentional Movement in Dynamic Sensor Networks