

移動型センサネットワークにおける複数回センシングを考慮した消費電力削減方式

B-7

Method for Electric power reduction of consumption of Movable Sensor Network Considering Multiple Sensing

笹 雄貴† 長谷川 靖恭† 新津 善弘†

Yuki Sasa† Yasunori Hasegawa† Yoshihiro Niitsu†

† 芝浦工業大学システム理工学部

† College of System Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

無線通信端末の高精度化とロボティクス技術の発展に伴い、移動型センサネットワークに対する関心が高まってきている。

また、移動型センサネットワークではセンサノードの移動による電力消費が大きいため、ノードの移動を制御することで省電力を図る手法が提案されている。

本稿では、複数回センシング時にノードの移動を制限することで、ノードの消費電力の削減を図る方式案を提案し、その有効性を示す。

2. 従来研究と問題点

従来研究[1]では、データ収集の際にメッセージフェリー(以下 MF)を用いて、センサノードの移動による消費電力(移動コスト)の削減を実現した。

しかし、複数回センシングを考慮していないため、データ収集後に再度センシングを必要とする環境では、センサノードの動作が非効率となる。非効率になる要因としては、環境に応じたデータ収集やセンサノードに対する適切なセンシング命令の送信が行われていない点があげられる。そのため、センシングを行う必要のないノードまでもがセンシングを続けることにより電力を消費してしまうことが考えられる。

3. 研究概要

3.1 目的とアプローチ

複数回センシングを行った後、収集したデータを基にデータの収集が不要なエリアを推定し、ノードに対するセンシング制限(3.3.3 で説明)を行う。これにより複数回センシングを想定した際のノードの移動量を抑え、バッテリー消費量の削減を目指す。

3.2 想定環境

時間経過により環境が変化する災害時の被災エリアや海、山岳地帯などの人の立ち入りのできない場所でのデータ収集を想定する。

センサノードの中で、MF と通信をし、データを渡すノードをスーパーノードと呼ぶ。スーパーノードは目的地(基地局あるいはサブエリア毎に決められた特定のポイント)に初めに到着したセンサノードとする。



図 1 想定環境

3.3 提案方式

3.3.1 ノードの基本動作

各ノードの動作手順を以下に示す。

- Step1: 基地局が全ノードにセンシング開始命令を送信する
- Step2: センサノードがセンシングによりデータを収集する
- Step3: センサノードが目的地へ移動する
- Step4: センサノードがデータをスーパーノードへ渡す。
- Step5: サブエリア毎に MF がデータを収集し基地局へ運ぶ
- Step6: センシング制限をかける

また、ノードが移動中に他のノードと通信可能になった場合、バッテリー残量を比較し、バッテリー残量の多いノードがデータをリレーする。

一定時間経過後、あるいはエリアの環境に変化が見られた際に、基地局から全ノードへセンシング開始命令を送信し、再び全ノードがセンシングを開始する。

3.3.2 方式案

Step6 のセンシング制限のタイミングについて、方式案を提案する。

方式案 1

収集したデータの比較(データ間の差分)を基地局で行い、基地局がセンシング制限をかける(センシング不要な)ノードを決定する。

Step5 後、センサノードは初期位置に戻り、待機する。ノードが初期位置に戻った後、基地局からセンシング制限をかけるノードへセンシング停止命令を送信し、センシング制限をかけないノードへはセンシング開始命令を送信する。

方式案 2

データの比較を、データをリレーするノードとスーパーノードが行い、ノードがセンシング制限をかける。

センシング制限をかけられたセンサノードは初期位置に戻らずにその場で待機し、以降データ収集の際にリレーに参加し他のノードの移動量を削減するように補助する。センシング制限がかからなかったノードはスーパーノードにデータを送信後、初期位置に戻り、即時、センシングを開始する。

また、センシング制限をかけられたセンサノードがセンシングを再開する場合は、初

めにセンシング制限をかけたセンサノードが初期位置に戻る際にセンシング開始命令を送信する。

3.3.3 センサノードのセンシング制限方式

データ収集後に各センサノードの位置情報とセンシングデータの比較を行い、センシングが不要なエリアを推定する。推定結果から、各センシングエリアの中でエリアが隣接していて近いデータを持つノード群を選出する。ここで、選出されたノード群の中からさらに 1 つのノードのみを選び出し、選ばれたノードのみがセンシングを行い、他のノードはセンシングを行わないようにセンシングを制限する。

4. シミュレーションによる評価

4.1 評価項目

- 平均バッテリー消費量 [J]
- センシングデータの収集時間 [s]

4.2 シミュレーション環境

シミュレーションは以下に示すモデルを構築し行う。

- ・センシングエリアの大きさ 2000[m]×2000[m]
- ・ノード数 400[個]
- ・ノードの移動速度 1[m/s]
- ・MF の移動速度 1[m/s]
- ・無線通信範囲 50[m]
- ・移動コスト*1 1[J/m]
- ・通信コストの算出モデル*1
 - ・送信 $(k*50)-(0.1*k*d^2)$ [nJ]
 - ・受信 $k*50$ [nJ]
- ・センシング回数 5[回]
- ・送信データ量 d: 通信データ量
- ・送信距離 d: 送信距離
- ・環境の変化*2 L: 緩やか H: 激しい

*1 算出モデルは、先行研究と同一のモデルを使用する。
*2 センシング制限のかかりやすさが、緩やかな時は高く、激しい時は低くなるように設定する。

5. 結果と考察

図 2 より、1 回目の移動に関しては方式案 1 より方式案 2 の方がバッテリー消費量を抑えられている。これは、方式案 1 ではセンサノードが初期位置に戻った後にセンシング制限をかけるのに対し、方式案 2 ではデータ収集の際にセンシング制限をかけている。そのため、方式案 2 では初期位置に戻る際の移動コストが抑えられたと考えられる。また、2 回目以降のデータ収集では方式案 1 の方が平均バッテリー消費量を抑えられている。これは方式案 1 ではデータの比較を基地局で行い、基地局がノードを一元的に管理し、全ノードへ適切にセンシング制限を行えている。一方、方式案 2 ではセンシング制限がかかるノードが局所的になっているため、十分にセンシング制限が行われていない。

方式案 1:L の 1 回目から 2 回目にかけて、センシング制限によりデータのリレーが行われず移動に時間がかかるセンサノードが存在するため、収集時間が延びている。一方、方式案 1:L の 3 回目から 4 回目にかけてと方式案 2:L は、最も移動に時間がかかるセンサノードがセンシング制限をかけられたため、収集時間が短縮されたことがわかる。

また、方式案 2 ではセンシング制限をかけられたセンサノードもリレーに参加するため、方式案 2:L, H ともに収集時間の増加はみられなかった。

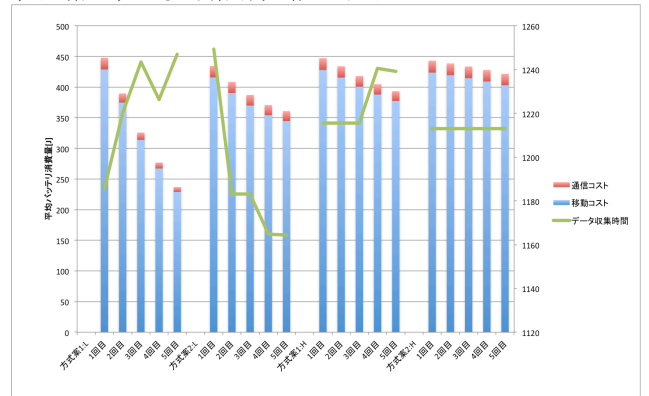


図 2 全ノードの平均バッテリー消費量とセンシングデータ収集時間

6. おわりに

本稿では移動型センサネットワークにおいて、複数回のセンシングを考慮して適切なセンシング命令を送ることでノードの移動量が抑えられ、バッテリー消費量の削減を実現することができた。今後は、センシング制限をかけた際の整合性の評価と、消費電力削減に加えて加えてデータ収集時間の短縮とノードの負荷分散を図る。

参考文献

- [1] 澁谷優貴, 新津善弘 “移動型センサネットワークにおけるネットワークの長寿命化方式”, 信学技報 114(400), 19-22, 2015-01-22