

M-029

移動型センサネットワークにおける移動ノード制御方式の一検討

A Study on Control Method of Movable Nodes in Sensor Networks

関田 格†
Itaru Sekita新津 善弘†
Yoshihiro Niitsu

1. まえがき

近年、無線通信技術の発展に伴い、無線通信端末の高性能化が進んでいる。それに加えて、ロボティクス技術も発展してきており、無線通信端末と組み合わせることによってセンサノード（以下ノード）自身が移動を行いネットワークを構築する、移動型センサネットワークに対して関心が高まっている[1]。この移動型センサネットワークではノードが移動可能なことから、センシングの対象とする領域に対してノード数が少ない疎な環境や、人の手が入りにくい危険な環境（災害現場）等での利用が期待されている。

本研究では移動ノードの制御を行うことで、効率の良いデータ収集の方式を提案する。

2. 移動型ネットワークの問題点

移動型センサネットワークを用いることで、広範囲の領域を限られた数のノードでセンシングすることが可能となる。しかし、取得したデータを基地局まで収集するために、各ノードが基地局と通信可能位置まで移動する必要がある。これにより通常の通信よりも移動によって多大な電力を消費してしまう問題が生じる。

また、移動型センサネットワークの研究においてノードがセンシング領域へ移動する段階に着目して研究を進められることが多い[2]。移動型センサネットワークではデータ送信時点ではデータ到達が保障されない場合があり、少なからず遅延時間が発生してしまう問題がある。しかし、多くの研究ではノードの移動距離を削減し省電力化を図ることを主な目的としており[3]、この問題に関してはあまり考慮されていない。

3. 想定環境と先行研究

3.1 想定環境

本研究の想定環境を以下の図に示す。

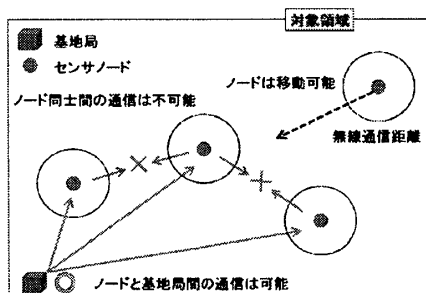


図1: 想定環境

センシングの対象領域内に単数の基地局と複数のノードが存在する。領域内のノードの密度は小さく基本的に隣り合うノードとは通信できないが、基地局から領域全体に対しては通信が行えるものとする。ノードは全て移動可能とし、基地局の位置と全ノード数は既知であり、ノード自身の現在位置をリアルタイムに取得できるものとする。

簡単のため、ノードの追加や削除はなく、検証中の対象領域内のノード数は一定とする。

3.2 先行研究

先行研究では基地局からの情報を基に、ノードが自身に最も近いマルチホップ通信が可能な地点の算出を動的に行う。その後ノードが移動を行い、基地局とノードでデータ収集のためのネットワークを構築することによってノードの移動距離と消費電力の削減を行っている。

以下に先行研究の動作手順を示す

- ① 各ノードは担当するセンシング地点に配置され、センシングを行う。
- ② センシングを終えると、基地局と通信可能となる位置を目的地としてノードは移動を行い、データを基地局に転送する。
- ③ 基地局とネットワークを構築しマルチホップ通信が可能となったノードが発生した場合、基地局は残りの全ノードに対して末端のノードの位置を配信する。
- ④ 残りの全ノードは配信内容に基づいて末端のノードを新たな目的地とし、マルチホップ通信が可能な最も近い位置に移動してネットワークに参加を目指す。

4. 提案方式

4.1 目的

先行研究では基地局とネットワークを構築したノードの情報を用い、目的地を動的に変化させることでノードの移動距離の削減を行っていた。そこで本研究では移動しているノード同士でネットワークを構築し、更なるノードの移動距離の削減とデータ収集の時間短縮を目指す。

4.1 アプローチ

ノードが目的地に向かって移動している間に他のノードと通信可能となると、連携してデータ転送のための一時的なネットワークを構成する。この時ノードの役割を変化させ新たに中継専用ノードを設けることで、ノードの移動距離とデータ収集時間の短縮ができると考えられる。そのため本研究では移動中のノードの制御方式について2つの方式案を検討する。

† 芝浦工業大学大学院工学研究科, SIT

4.3 移動ノード制御方式案

各方式案に共通する基本的なノードの動作を説明する。

まず、各ノードは担当するセンシング地点に配置され、センシングを行う。センシングを終えると、基地局と通信可能となる位置を目的地としてノードは移動を開始する。このとき全てのノードの移動開始時間は同時ではなく、基地局と配置されたセンシング地点との距離によって移動開始時間に遅延を加える。これにより基地局から近いノードは遅く、遠いノードは早く移動を開始する。このことにより、移動中のノード同士がネットワークを構築しやすくなる。そして、移動中のノード同士が通信可能となった場合、目的地までの距離の比較を行う。

4.3.1 方式案1：単一ノードリレー型

移動中の単一のノード同士でネットワークを構築し、データをリレーすることで効率の良い転送を実現する。

- ① 目的地までの距離の比較の結果、目的地に近いノードは遠いノードのデータを受け継ぎ目的地を目指す。
- ② 空になったノードはその場で待機をする。
- ③ 空になったノードとデータを保持したノードが通信可能になった場合、①～③の手順を行う。
- ④ 全てのノードのデータが収集できるまでこれを繰り返す。

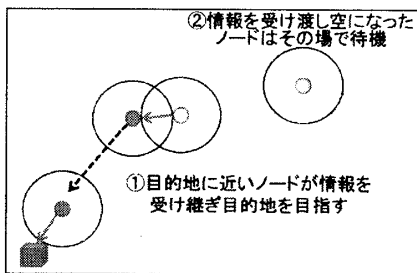


図2：方式案1（単一ノードリレー型）

4.3.2 方式案2：ノードグループリレー型

移動中のノード同士でネットワークを構築し、グループ単位によるデータのリレーによって効率の良い転送を実現する。

- ① 目的地までの距離の比較の結果、目的地に近いノードは遠いノードのデータを受け継ぐ。
- ② データを受け渡し空になったノードは、データを保持したノードから十分離れる距離を保ち、ネットワークを構築する。
- ③ このネットワークに他のノードが通信可能な距離まで接近した場合、データを保持しているノードと①～②の手順を行う。
- ④ 3個のノード以上でこのネットワークが構成された場合、データを保持しているノードをヘッドとし、このノードを中心にして目的地へ移動する。
- ⑤ ネットワーク同士が通信可能となった場合は、ヘッド同士での比較を行う。

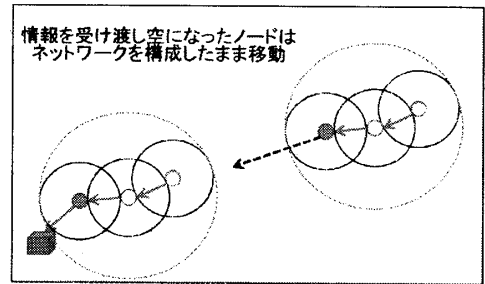


図3：方式案2（ノードグループリレー型）

5. 定性的評価

(a) ノードの平均移動距離

ノード一台あたりの移動距離の平均値。方式案1ではデータが空になったノードは中継専用となりその場に留まることで、大幅な短縮が見込める。方式案2ではノード密度が低い場合では効果は低い、ノード密度が高くなればネットワーク構築までの時間が短くなり効果が高くなると考えられる。

(b) データ収集の所要時間

全てのノードのデータが基地局に収集されるまでの時間。ノードの移動に加え、積極的に通信を行うことで両方式案ともに先行研究と比較し、データ収集時間の短縮が見込める。

(c) 平均バッテリー消費量

ノード一台あたりの移動・データ通信におけるバッテリー消費量の平均値。先行研究と比較し移動距離の短縮と共に、移動時バッテリー消費量の削減も見込める。しかし、移動中に構築されるネットワークの規模によっては特定のノードに通信が集中することが考えられるため、ノード密度によってはデータ通信時バッテリー消費量の増加が考えられる。

6. むすび

本研究では移動中のノード制御の方式を提案する事で、主にノードの移動距離の削減とデータ収集の時間短縮を行う構想を示した。今回の示した各方式案はノード密度などシミュレーション条件によって、効果が大きく異なると考えられる。そこで、複数の条件下でのシミュレーションによって各方式案の評価を行い、それぞれの適した利用環境を明確にしていく。

参考文献

- [1]. 鈴木亮平, 他: WISER: ロボットアドホックネットワーク, 電子情報通信学会アドホックネットワーク研究会 (2005.1).
- [2]. R. Suzuki, et al.: "Prototype of a sensor network with moving nodes," in Proc. International Workshop on Networked Sensing Systems (INSS '04), (June 2004).
- [3]. 新城達也, 他: "移動型センサネットワークにおけるプッシュ型放送とノード間通信を用いたノードの移動制御手法", 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, Vol.2007, No.9, pp.111-116 (2007).