

幾何学的性質に基づく無線センサ・ネットワークにおける シンク・ノードの配置アルゴリズム

大須賀 健悟 朝倉 宏一

大同大学

1. はじめに

近年、スマート・メーター、CEMS(Cluster Energy Management System)などに代表されるセンサ・ネットワークに注目が集まっている。センサ・ネットワークとは、センサ機能の付いた無線端末を配置し、センサで得られた情報を集約するもので、IoTの根幹技術の1つである。センサ・ネットワークでは、ノードはセンサ・ノードと中間集約装置であるシンク・ノードの2種類に分けられる。センサによって計測され収集サーバに送信されるデータ量は膨大であり、ネットワーク全体のセンサ数の増加にともない通信の効率化が重要となる。本稿では、通信の効率化のため、集約装置であるシンク・ノードの数に着目し、シンク・ノードの数の最小化を目指す配置アルゴリズムについて述べる。

2. 無線センサ・ネットワークの課題

本稿では、次のような構造をした屋外環境下でのWSNの課題を解決する方法を検討する。センサ・ノードはデータを収集し、短距離通信を用いて中間集約装置であるシンク・ノードに一定間隔でデータを送信するものとする。このときの通信にはマルチホップ通信を使用する。また、シンク・ノードは、センサ・ノードと同様にデータを収集する機能を持ち、さらにセンサ・ノードから送られてきたデータを集約し、LTE網などの長距離通信を利用して収集サーバに集約したデータを送るものとする。図1に本稿で考えるWSNの全体図を示す。図内の実線は短距離通信を用いていることを示し、点線は長距離通信を用いていることを示している。

WSNではネットワークの安定性の確保や、シンク・ノードへの負荷の分散、電力の節約など様々な課題が存在しているが、本稿では課題として通信の効率化に焦点をあてる。具体的には、長距離通信を利用し集約サーバにデータを送るシンク・ノードの数を削減することで通信の効率化を図り、ランニングコストの低減を目指す。

An Algorithm for Deploying Sink Nodes in WSN Based on Geometrical Features
Kengo Osuka, Koichi Asakura
Daido University

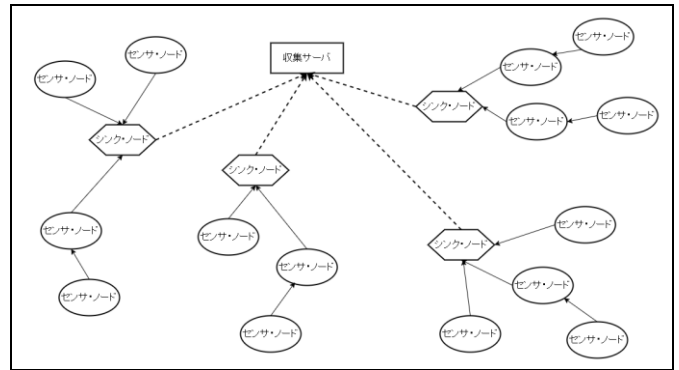


図1. WSN全体図

シンク・ノードの配置を考える置局配置は、通信可能距離の計算や中継ノードの選択などを行う必要があるため手計算で行うのは困難である。特に最もカバーしづらいノード配置エリアの外周付近のノードを効率的にカバーすることは非常に難しい。

本稿では、この問題に対し、ノード配置位置データと通信半径を用いて、最もカバーしづらいノード配置エリアの外周(端)付近から計算を行うアルゴリズムについて検討する。

3. アルゴリズム

アルゴリズムの基本的な処理の流れを図2に示す。

最初に全ノードのデータを格納したノードリストから四隅の点を割り出し、エリアデータを決定した後にシンク・ノードの計算を行っていく。割り出した四隅の中から1点を選択し、点から最も近いノードを基点ノードとする。次に基点ノードの通信範囲内にあるノードの中から、最も離れたノードを次の基点ノードとする。この処理を最大可能HOP数回繰り返し、処理が終了したときに基点ノードとなっているノードをシンク・ノードとして決定する。シンク・ノードが決定された後、シンク・ノードの通信範囲内にあるノードをソース・ノードとしてシンク・ノードの收容子機リストに入れ、ノードリストから削除していく。

このとき、收容可能子機数を考慮に入れる必要がある。そのため、シンク・ノードを決定する処理の際に得られた通信範囲内ノードリストをこの処理に用い、このリスト内にあるノード

を優先的にソース・ノードとしていく。

ソース・ノードを決定していく処理を終えた後、次の四隅の点を選択し同じ処理を繰り返していく。処理を繰り返していくと徐々にノードリストの内容が減っていく。このノードリストが 0 になるまでこの計算を繰り返していくことで、全ノードの種類が決定し、必要なシンク・ノード数が得られる。

4. 評価実験

提案アルゴリズムの有効性を確認するために、評価実験を行った。350[m] × 300[m] の範囲にノードを 192 機配置した。通信可能距離は通信モデルやシステムのノイズ等から 41[m]とした [1]。また、最大可能 HOP 数は 4 とし、シンク・ノードの收容可能数は 50 機とした。收容可能数が 50 機であることと他のノードと通信ができない距離にあるノードの小集団が 2 つ存在していることから、この環境下では最低でも 6 機以上のシンク・ノードが必要であることが分かっている。

提案アルゴリズムをこの環境下で実行した結果を表 1、図 3 に示す。図は黒がシンク・ノードを表し、白がセンサ・ノードを表している。表はシンク・ノードの座標と收容したセンサ・ノード数を表している。結果、シンク・ノードは 8 機必要という結果となった。また、收容可能子機数をオーバーする状況は確認できなかった。最低でも 6 機以上のシンク・ノードが必要である環境下で 8 機という結果が出たため、提案アルゴリズムは一定の効果があると結論付けることができる。

5. おわりに

本稿では、WSN の課題の一つである通信の効率化を目的に、シンク・ノード数の削減を目指したアルゴリズムを提案した。評価実験の結果、提案アルゴリズムは一定の効果があることが確認できた。

表 1. シンク・ノード計算結果

No.	ノード ID	x 座標	y 座標	收容子機数
1	22	9	99	50
2	174	280	133	33
3	191	320	214	2
4	39	2	173	15
5	72	159	16	21
6	155	228	16	0
7	95	101	222	32
8	146	190	127	31

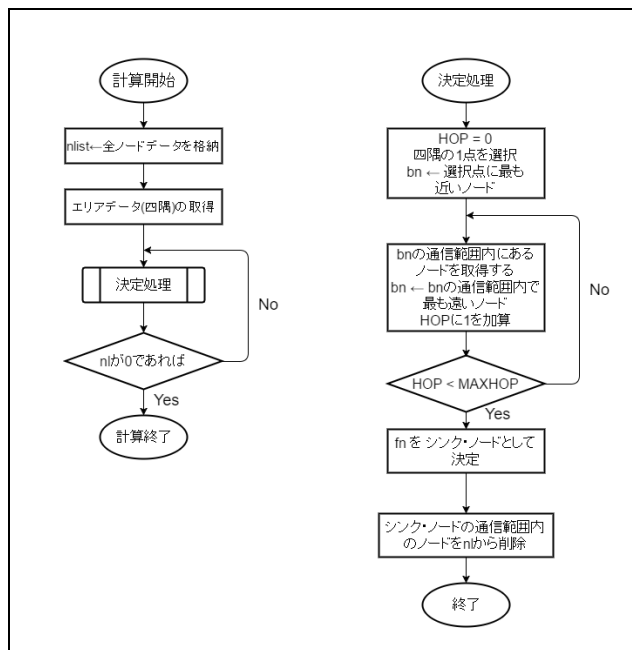


図 2. アルゴリズム処理図

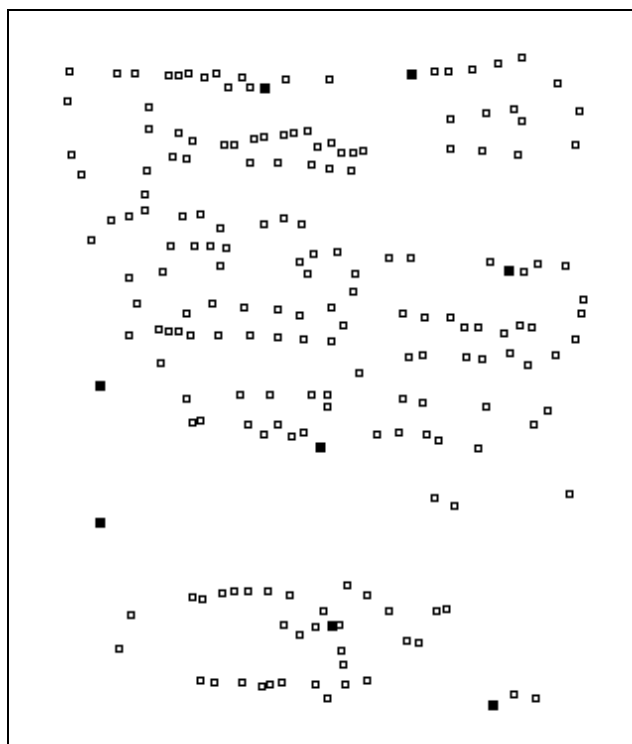


図 3. シンク・ノード計算結果図

参考文献

[1] 大須賀健悟, 朝倉宏一: “無線センサ・ネットワークにおける端末配置のための電波伝搬モデル”, 平成 28 年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, pp. H4-3 (2016).