

$k$ 重被覆における省電力化のためのレイヤ作成手法の検討山内 龍之介<sup>†</sup> 江藤 大<sup>†</sup> 油田 健太郎<sup>†</sup> 岡崎 直宣<sup>††</sup><sup>†</sup>大分工業高等専門学校 <sup>††</sup>宮崎大学

## 1 はじめに

近年、無線センサネットワーク（以下、WSN: Wireless Sensor Networks）が注目されている。WSNには、センシングしたデータを一定時間ごとに基地局に送信するデータ収集型 WSN がある。データ収集型 WSN ではセンサノード（以下、ノード）の再充電が難しいため、ネットワークの省電力化が重要である。現在、上述した問題を解決するために、 $k$ 重被覆という手法を導入している研究がある [1]。 $k$ 重被覆とは、 $k$ 重のレイヤがデータ収集を行う間、他のレイヤをスリープ状態にすることで消費電力を抑える手法である。しかし、従来の  $k$ 重被覆では、ノードはセンシングと同時にデータの中継も行うため、その位置によって消費電力の偏りが大きく、レイヤの寿命が短くなってしまふ。そこで本論文では、センシングしたデータの中継のみを行うノードで構成されるローカルシンクレイヤを提案し、従来手法との評価及び比較を行う。

## 2 提案手法

## 2.1 概要

従来の  $k$ 重被覆を用いた手法は、センシングしたデータを同じレイヤに属するノードが中継して基地局まで送り届ける。しかし、データ収集を行うノードがセンシングと中継の両方を行うため、ノードの消費電力の偏りが大きく、レイヤの寿命が短くなってしまふ。上述した問題を解決するために、センシングしたデータの中継のみを行うノードから構成される、ローカルシンクレイヤという概念を提案する。ローカルシンクレイヤは、センシングを行うノードの集合であるセンシングレイヤからデータを受け取り、その中継を行う。ローカルシンクレイヤを用いることで、センシングしたデータを基地局へ送信する際に発生する消費電力の偏りを減らし、ネットワークの省電力化を実現できる。

## 2.2 ローカルシンクレイヤ

ローカルシンクレイヤとは、センシングレイヤからセンシングが完了したデータを集めて、その中継のみ

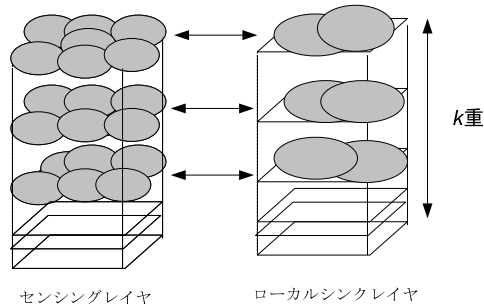


図 1: 提案手法のレイヤの概念

を行うレイヤである。ローカルシンクレイヤは、一つのセンシングレイヤに対して一つ存在し、その構成はセンシングレイヤのノード全てと通信を行うことができるノードの集合である。ノードの通信可能範囲はセンシング可能範囲よりかなり大きいため、ローカルシンクノードの数はセンシングノードの数よりも少なくなる。そのため、作成できるレイヤの最大数は従来手法と比較して差が無いと考えられる。また、センシングレイヤとローカルシンクレイヤの組を一つのレイヤとする。図 1 にセンシングレイヤとローカルシンクレイヤの概念を示す。ここで、ローカルシンクレイヤのノードをローカルシンクノード、センシングレイヤのノードをセンシングノード、どのレイヤにも所属していないノードを無所属ノードと定義する。ローカルシンクノードは多くのセンシングノードを子ノード（受信したデータの送信元ノード）として持つため、集約の際に削除できるデータが増え、パケット量をより少なくできると予想される。

## 2.3 データ収集手順

以下に提案手法のデータ収集手順を示す。

- (1) レイヤ作成フェーズ：基地局がノードの位置とセンシング可能範囲からセンシングレイヤを計算する。その後、ノードの通信可能範囲からそのセンシングレイヤに対応するローカルシンクレイヤを計算する。また、最初にデータ収集を行うレイヤ以外のノードをスリープ状態にする。
- (2) センシングフェーズ：センシングノードが一斉にセンシングを行う。この時、自身のバッテリー残量が一定値以下ならリタイアメッセージをセンシングしたデータに付加する。

A Study of Layering Method in  $k$ -Coverage for Power Saving

<sup>†</sup> Ryunosuke YAMAUCHI (r.y.redd@gmail.com)

<sup>†</sup> Masaru ETO (aes1006@cc.oita-ct.ac.jp)

<sup>†</sup> Kentaro ABURADA (aburada@oita-ct.ac.jp)

<sup>††</sup> Naonobu OKAZAKI (oka@cs.miyazaki-u.ac.jp)

Oita National College of Technology(<sup>†</sup>)

University of Miyazaki (<sup>††</sup>)

(3) 中継フェーズ: センシングノードが対応するローカルシンクノードにデータを送信する。受信したローカルシンクノードは、重複するデータを削除した後、データを親ノードへ送信する。これを繰り返し、基地局までデータを届ける。

(4) レイヤ修復フェーズ: 基地局は、受け取ったデータにリタイアメッセージがあるか確認する。リタイアメッセージがあれば、無所属ノードの中からリタイアしたノードの代わりに務めることができるノードを探し、役割を交代させることでレイヤの修復を行う。修復が不可能ならばデータ収集を行うレイヤを他のレイヤに交代する。

(5) パス短縮ノード選択フェーズ: ローカルシンクレイヤにおいて、消費電力が大きいリンクを発見した場合に、無所属ノードの中でリンク間のパスを短縮できるノードを探す。リンク間のパスを短縮できるノードを発見した場合は、そのノードをローカルシンクレイヤに所属させ、データの中継を行わせる。

(6) 2~5 を繰り返す。

### 3 評価

#### 3.1 シミュレーション環境

あるレイヤがデータ収集を開始してから、そのレイヤの交代が行われるまでにデータ収集が完了した回数を従来手法と比較した。今回の実験を行ったシミュレーション環境を表1に示す。

#### 3.2 結果・考察

10回のシミュレーションによる、データ収集が完了した回数の平均を表2に示す。また、シミュレーションにおけるレイヤの状態の例を図2に示す。 $i$ は領域全体を被覆できなくなったレイヤの番号であり、1回のシミュレーションで作成されたレイヤの平均数は、提案手法と従来手法ともに5であった。表2より各レイヤの結果を比較すると、従来手法よりも提案手法のレイヤの寿命が長くなっていることが分かる。さらに合計を比較すると、提案手法は、シミュレーション終了時に従来手法より22%寿命が長くなっていることが分かる。この結果には二つの理由が考えられる。一つは、提案手法と従来手法において作成されたレイヤの平均数が等しいことが挙げられる。提案手法は従来手法と比較して一つのレイヤ当たりの消費電力が少ないため、合計では大きな省電力化を実現することができた。もう一つは、提案手法においてローカルシンクレイヤを導入したことにより、基地局まで中継するパケット量を少なくできたことが挙げられる。ローカル

表 1: シミュレーション環境

フィールド	400 × 400[m]
ノード数	1600
通信範囲	150[m]
センシング範囲	30[m]

表 2: レイヤの寿命についてのシミュレーション結果

$i$	提案手法におけるレイヤの寿命	従来手法におけるレイヤの寿命
1	6466[回]	5185[回]
2	6277[回]	5378[回]
3	5926[回]	5077[回]
4	6698[回]	5138[回]
5	6104[回]	4927[回]
合計	31471[回]	25705[回]

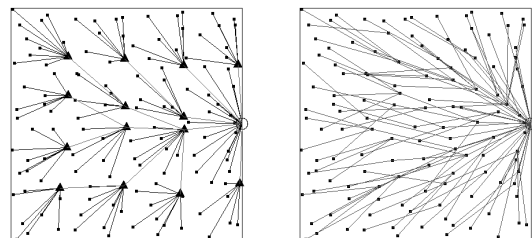


図 2: シミュレーション時のレイヤの状態 (左: 提案手法, 右: 従来手法)

シンクノードは多くのセンシングノードを子ノードとして持つため、集約の際に削除できるデータを増やすことができ、消費電力が少なくなったと考えられる。

### 4 まとめ

本論文では、データ収集型 WSN において、従来の  $k$  重被覆にローカルシンクレイヤを導入した新たな  $k$  重被覆を提案した。提案手法では、センシングしたデータの中継のみを行うノードから構成される、ローカルシンクレイヤを導入することでネットワークの省電力化を実現する。また、提案手法の評価として、従来手法と、レイヤの寿命についての比較を行った。シミュレーションにより、提案手法は、シミュレーション終了時に従来手法よりも 22% 寿命が長くなっていることを確認した。今後の課題としては、同時に複数層を稼働させることで、より現実的なシミュレーションをすることが挙げられる。

#### 参考文献

[1] 勝間亮, 村田佳洋, 柴田直樹, 安本慶一, 伊藤実, " WSN の  $k$  重被覆維持時間最大化のための分散計算によるスリープスケジューリング手法 ", マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム ( DICOMO2011 ), pp. 1391 - 1398 .