

# センサネットワークのためのスリープモードを考慮した OLSR の改良方式

齊藤 祐希<sup>†</sup> 木村 成伴<sup>‡</sup>

筑波大学 情報学群情報メディア創成学類<sup>†</sup> 筑波大学 システム情報系工学域<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

近年、無線通信端末の小型化・低価格化に伴って、センサを搭載した多数の端末を広範囲に配置することで、環境などの情報を観測するセンサネットワークが注目され始めている。このセンサネットワークは、ネットワークインフラストラクチャが存在せず、それぞれのノードが無線通信を用いてパケットを中継しあって、観測した情報をシンクノードに集約する。センサネットワークでは、すべてのノードがバッテリーで駆動していることから、可能な限り消費電力を抑制することが最重要課題の1つとして挙げられる。特に、ノード単体の寿命を延ばすだけでなく、ネットワーク全体の寿命を延ばし、可能な限り長期に渡って、観測した情報を収集することが求められる。

この目的のため、著者らは、AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector) を、各ノードがスリープモードに移行可能なように改良した方式を提案している [1]。しかし、経路選択プロトコルは、AODV のような、事前に経路を決定しておくプロアクティブ型の他に、パケット送信の度に経路を再計算するリアクティブ型プロトコルがあり、後者のプロトコルは、ノードの移動がほとんど生じないセンサネットワークに適していると考えられる。そこで本論文では、プロアクティブ型の代表的なプロトコルである OLSR (Optimized Link State Routing) [2] に対して、スリープモードを導入することにより、センサネットワークにおける消費電力の削減を図る。

## 2. OLSR

OLSR では、通信相手との経路を決定するために、各ノードは HELLO メッセージと TC (Topology Control) メッセージなどの制御メッセージを用いて経路表を作成する。

HELLO メッセージは隣接ノード間で交換され、それぞれのノードは、自身に隣接するノードの情報を、ローカルリンク情報として保存する。この

メッセージには、MPR (multipoint relay) に関する情報も含まれており、どのノードが TC メッセージをフラッディングするかが告知される。

TC メッセージでは、自身と自身の所属する MPR セレクタ集合の情報をフラッディングする。この情報を得ることで、すべてのノードがネットワーク全体のトポロジを知ることができ、自身から任意のノードまでの最短経路を計算することが可能になり、これにより、パケットの中継先が決定される。しかし、OLSR ではすべてのノードが常にアクティブであることを仮定しており、各ノードが任意にスリープした場合、制御メッセージの交換やパケットの中継ができなくなってしまう。

## 3. 提案方式

提案方式では、各ノードが予め定めたサイクルで、アクティブモードとスリープモードの状態推移を繰り返す。図 3.1 を用いてこれを説明する。

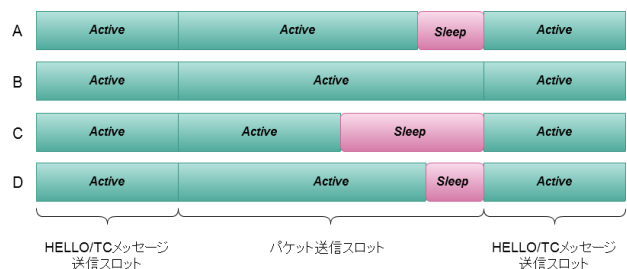


図 3.1 提案方式のタイムスロット

まず、時間軸を HELLO/TC メッセージ送信スロットとパケット送信スロットの2つのスロットに分ける。

前者の HELLO/TC メッセージ送信スロットは、HELLO メッセージと TC メッセージなどを送信する期間で、各ノードは必ずアクティブとなる。

後者のパケット送信スロットはデータパケットの送信や中継を行う他、及び残存電力量に応じてスリープする期間である。このスロット時間を  $T_{max}$  とすると、式(1)で求める  $T_{sleep}$  の間だけスリープ状態になる。ここで、 $E_{ini}$  は初期電力量、 $E_{rem}$  は残存電力量であり、両者の比率から、スリープ時間を 0 から  $T_{max}$  の間で変動させる。こうすることで、残存電力が少なければ少ないほ

An Improved Method of OLSR Considering Sleep Mode for Sensor Networks

<sup>†</sup>Yuki Saito: College of Media Arts, Science and Technology, School of Informatics, University of Tsukuba

<sup>‡</sup>Shigetomo Kimura: Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

ど長い時間、スリープモードに入ることができる。

$$T_{\text{sleep}} = (1 - E_{\text{rem}}/E_{\text{ini}}) * T_{\text{max}} \quad (1)$$

但し、送信するデータパケットがある場合は、送信が終了してからスリープするものとする。また、各ノードは、この  $T_{\text{sleep}}$  を HELLO メッセージに乗せて送ることによって、全てのノードは隣接ノードのスリープ時間を知ることができる。これにより、その直後のパケット送信スロットで隣接ノードが全てスリープすることがわかった場合は、このスロットでパケットを送信するのを延期する。そして、隣接ノードの中でスリープ時間が最も短い隣接ノードに対し、次の HELLO/TC メッセージ送信スロットで送る HELLO メッセージを用いて、パケット送信リクエストを送信する。これを受け取った隣接ノードは、次のパケット送信スロットではアクティブとなり、パケットを中継してもらうことができる。なお、隣接ノードは、パケットの中継が終わり次第、スリープする。

#### 4. シミュレーション実験

提案方式の有効性を確認するため、本章では、ネットワークシミュレータ NS2.35 を用いて、通信実験を行う。本実験で用いたネットワークトポロジを図 4.1 に示す。この図において、各ノードが送信した電波が届く範囲にいるノードを直線で結ぶことで表している。また、通信の際の条件を表 4.1 に示す。

この条件の下で、オリジナルの OLSR と、提案方式(HELLO/TC メッセージ送信スロット 120m 秒、パケット送信スロット 1880m 秒)においてスリープモードを実装しない場合、各ノードの隣接ノードが最低 1 つはアクティブになるようにスケジューリングしてスリープモードにした場合のそれぞれで、図 4.1 の一番左の送信元ノードから、一番右のシンクノードへパケットを CBR (Constant Bit Rate) で送信する。これを 120 秒間行ったときの、各ノードの残存電力量を測定する。

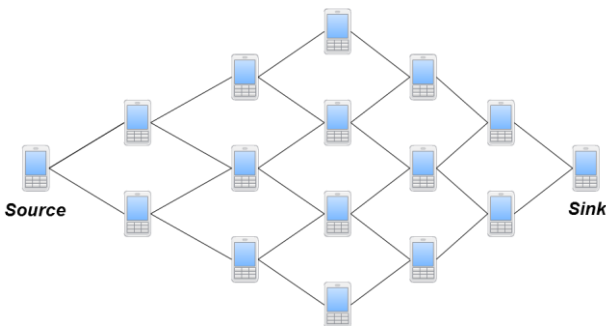


図 4.1 ネットワークトポロジ

表 4.1 シミュレーション条件

通信方式	IEEE 802.11
通信速度	2Mbps
最大通信距離	250m
実験エリア	1000m×800m
ノード間伝搬遅延	20m 秒
アンテナ	Omni antenna
電波伝搬モデル	Two-Ray Ground
初期電力量	10J
データ発生間隔	100 パケット/秒
データパケットサイズ	512byte
受信時消費電力量	0.1W/秒
送信時消費電力量	0.5W/秒
アイドル時消費電力量	0.015W/秒

#### 5. まとめ

本論文では、センサネットワークのためのスリープモードを考慮する OLSR の改良方式を提案した。今後、シミュレーション実験を行い、スリープモードを導入することの有効性を示す予定である。また、今回のシミュレーション実験では、スリープする時間をあらかじめスケジューリングしていたが、現実のネットワークでは、このように事前にスケジューリングすることは困難であると考えられる。また、送信ノードが単一であることから、センサネットワークとしては問題があると考えられる。

その他、シミュレーション実験において、タイムスロットの導入し、すべてのノードからシンクノードへデータを送信する。また、実際の環境を考慮したネットワークトポロジや送信データのパケットサイズ等の最適化などを行い、提案方式の有効性を確かめる必要がある。

#### 参考文献

- [1] Ganbaatar Enkhbayar, 木村成伴, 海老原義彦, “センサネットワークのためのスリープモードを考慮した AODV プロトコルの改良,” 情報処理学会第 74 回全国大会講演論文集, Vol. 74, No. 3, 5Z-3, pp. 541-542, 2012.
- [2] Thomas Heide Clausen, ed., and Philippe Jacquet, ed., “Optimized Link State Routing Protocol (OLSR),” RFC3626, 2003.