

A-21-17

## 指向性アンテナを用いた省電力センサネットワークの検討 A Study of Using Directional Antennas in Power Saving Sensor Networks

崎山 朝彦<sup>1</sup> 萬代 雅希<sup>1</sup> 渡辺 尚<sup>2</sup>  
Tomohiko Sakiyama<sup>1</sup> Masaki Bandai<sup>1</sup> Takashi Watanabe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>静岡大学情報学研究所 <sup>2</sup>静岡大学情報学部  
<sup>1</sup>Graduate School of Information, Shizuoka University <sup>2</sup>Faculty of information, Shizuoka University

### 1. はじめに

近年、安価で小型化された無線通信機能を有するセンサノードの開発が進み、センシングした情報を無線通信により収集するセンサネットワークが注目されている。センサネットワークは、バッテリー駆動のため電力消費の制約が厳しい。そのため、省電力化を行うことが重要課題である。本稿では指向性アンテナを利用した省電力センサネットワークについて検討する。

### 2. 関連研究

文献[1]では指向性アンテナを高密度かつランダムに配置したネットワークにおいて、無指向性アンテナと比較し、ルート構築率が高いことを示している。これは、狭いビーム幅の指向性アンテナを利用することで近隣の通信可能ノード数は減少するが、通信距離の延長により遠くの通信可能ノード数が増加するためである。センサネットワークに指向性アンテナを利用した場合、長い通信距離により、シンクまでの到達ホップ数の削減が見込まれ、省電力化が可能となる。しかしながら、メインローブの方向によって、指向性による通信距離の延長を最大限に活かした最短ホップルートが存在する場合、その最短ホップルートへのルート選択の集中により、各ノードで電力消費の偏りが生じてしまう問題が予想される。

本稿ではセンサネットワークにおける指向性アンテナを利用した場合のホップ数の削減、ルートの偏りに関して計算機シミュレーションで評価し、センサネットワークへの指向性アンテナ適用の有効性、および問題点を明らかにする。

### 3. 性能評価

#### 3.1. アンテナモデル

本稿ではバックローブ、サイドローブを考慮した指向性アンテナモデルを用いる。また、ノードは送信および受信が同方向、同ビーム幅の送受信アンテナ1本有するものとする。メインローブビーム幅は $\theta$  [rad]、指向性アンテナ方向は固定とする。

指向性アンテナモデルの利得データとして、ESPARアンテナの測定結果にもとづくビーム利得を使用し、メインローブのビーム幅 $\theta = 2/\pi$ 、通信距離は無指向性の約4倍としたものとする(図1)。

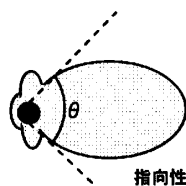


図1 アンテナモデル

### 3.2. 評価と考察

計算機シミュレーションによる評価を行う。ノードの通信距離は指向性で約200m、無指向性で約50m、ビーム幅は指向性 $\theta = \pi/2$ とする。エリアは500m×500m、ノード数を100~500に変化させ密度Dを変化させる。密度Dは1ホップ内の平均ノード数を表す。ノードはランダムに配置し、シンクからホップカウントパケットをブロードキャストし、シンクへの最短ルートを選ぶ。この際衝突は起きない仮定とし、パケット発生間隔は8sとする。

図2にシンクへの平均ホップ数を示す。これは全ノードのシンクへの最短ホップの平均である。指向性アンテナは無指向性アンテナと比較し、ホップ数が削減されている。よってホップ数削減による省電力化を達成できると考えられる。

図3に転送回数の分散を示す。これはシンクからのホップ数離れたノードにおけるパケットの転送回数の分散を示す。これによりルートの偏りに関する考察を行う。密度D=12にて評価を行った。ホップ数が少ないノードでは、パケット転送回数の分散が小さく、偏りが少ない。ホップ数が多いノードでは、パケット転送回数の分散が大きく、さらに指向性は無指向性より大きい。よって指向性アンテナを用いたセンサネットワークでは、ホップ数の削減により、省電力化を図れることがわかる。しかしながら、ルートの偏りが発生することから、早期枯渇ノードが現れやすいということも分かった。

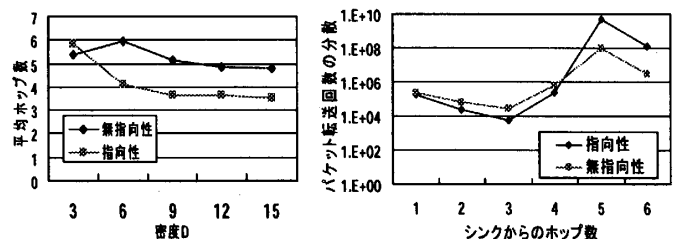


図2 平均ホップ数 図3 パケット転送回数の分散

### 4. おわりに

本稿では指向性アンテナを利用したセンサネットワークでのシンクへの平均ホップ数、ルートの偏りを評価した。無指向性と比べ指向性アンテナはシンクへの平均ホップ数の削減により、省電力化を達成できる。しかしながら、ルートの偏りが生じるという問題点が明らかとなった。今後は、消費電力の評価を行い、さらに分散ルーティングによりルートの偏りから生じる早期バッテリー枯渇問題の改善を提案する予定である。

#### 参考文献

[1] Christian Bettstetter, Christian Hartmann, and Clemens Moser "How Does Randomized Beamforming Improve the Connectivity of Ad Hoc Networks?", Conference on Communications (ICC2005), CD-ROM