

バッテリー残量を考慮した AODV の改良

菊川 貴史[†] 奥村 勝[‡]

福岡大学大学院 工学研究科[†] 福岡大学 総合情報処理センター[‡]

1. はじめに

近年、無線通信機能を搭載したセンサデバイスを用いて構築するセンサネットワークが注目を浴びている。センサネットワークとは、無線通信機能を搭載した小型センサを用いて、光や音、振動などの各種情報を収集するネットワークである[1]。このネットワークにおける最大の問題点は電源に接続されていないことが多いセンサデバイスのバッテリーの限られた電源容量である。つまり、ネットワーク通信の維持のため個々の省電力化が重要となる。センサデバイスを省電力化させ長時間稼働させることで、センサネットワーク全体が長時間稼働することが可能になる。本研究ではその省電力化を図るためにルーティングプロトコル AODV (Ad hoc On demand Distance Vector) にバッテリー残量を考慮する改良を行った。また、本研究ではセンサデバイスは固定設置であるものとする。

2. 実環境における AODV のルーティング

まず実環境における AODV の振る舞いを評価した。本研究ではセンサデバイスとしてサンマイクロシステムズ社の SunSPOT を使用した。図 1 のように本学の建物内に SunSPOT を配置した。(S) から (D) へデータを送信すると、今回は A の SunSPOT を経由することが判明した。そこで、A のバッテリー残量を著しく低下させ図 1 の配置で同様の実験を行った。その結果、上記の実験と同様の経路でデータが送信されていた。

これらの結果は各 SunSPOT の経路表から判明したことである。つまり、AODV はバッテリー残量を考慮してルーティングを行わないことがこの実験から確認できた。

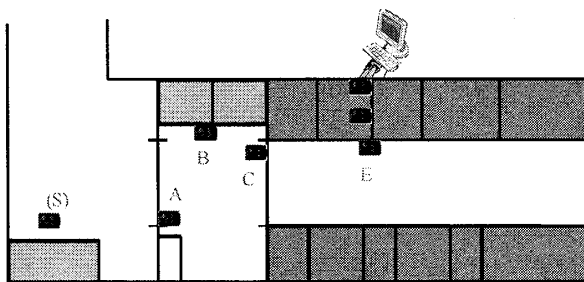


図 1. SunSPOT の配置

Improvement of AODV that energy aware routing
[†] Takashi KIKUKAWA; Faculty of Engineering, Fukuoka Univ.
[‡] Masaru OKUMURA; Information Technology Center, Fukuoka Univ.

3. DEAR-AODV

DEAR-AODV とは "Dynamic Energy Aware Routing - AODV" の略で、AODV にバッテリー残量を考慮する改良を行ったものである。

図 2 のようなネットワークがあり、(S) から (D) へデータを送信する。このとき AODV の場合はホップ数を重視するので、最短ホップ数"3"の(1), (2), (3)の経路のいずれかを選ぶが、DEAR-AODV ではホップ数とバッテリー残量の両方を考慮するので、各経路の中から最短ホップ数の経路をまず候補として選択する。次に、各候補経路中の最小のバッテリー残量のうちから、最大値の経路を選択する。図 2 の場合では、(1)の経路では E ノードの"20"、(2)では F ノードの"10"、(3)では B, G, J ノードのバッテリー値は同一なのでいずれかの"50"を選出し、この 3 つの候補経路の中からバッテリー残量の最大値"50"の経路(3)を最終的に選択する。

具体的には経路探索として使用される制御メッセージ RREQ(Route Request)に中継ノードのバッテリー残量を付加し、その経路におけるバッテリー残量の最小値を経路毎に格納する。そして、ホップ数の小さい経路をまず選択し、その後、各経路から届く RREQ のバッテリー残量最小値と既存経路のバッテリー残量の最小値を比較し、値の大きい経路を選択するようにしている。AODV の改良は SunSPOT にインストールされているライブラリを改良することにより実現した。

このようにバッテリー残量を考慮することにより、AODV より長時間センサネットワークの運用が可能ではないかと考える。AODV はバッテリー残量を考慮したルーティングを行わないことから DEAR-AODV は優位性を持つと考えられる。

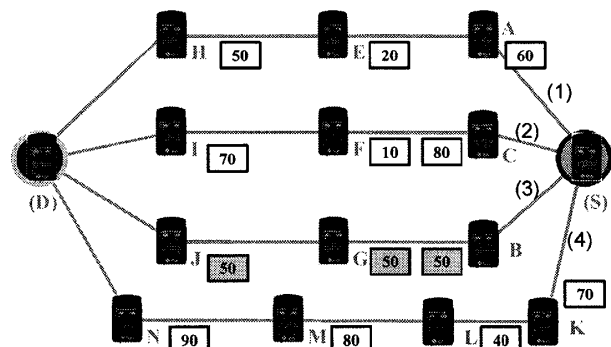


図 2. DEAR-AODV における経路選択手法

5. 評価実験

AODV を改良した DEAR-AODV が既存のプロトコルより

センサネットワークを長時間稼働できることを確認するために評価実験を行った。

評価実験は図 3 のような配置で行った。各 SunSPOT の通信電波出力を最小にすることで、SunSPOT 間を 15 から 20cm ほどの間隔でマルチホップを行う環境を構築した。各 SunSPOT は (S) へ向けて 40 秒毎にデータを送信し、データ送信毎に新規に経路表を作成させるように動作させた。これは、頻繁にデータを送信することがないことを想定して、より実際のセンサネットワークの環境に近付けている。

本実験では各 SunSPOT からのデータを (S) が受信することができなくなるまでの経過時間を測定した。

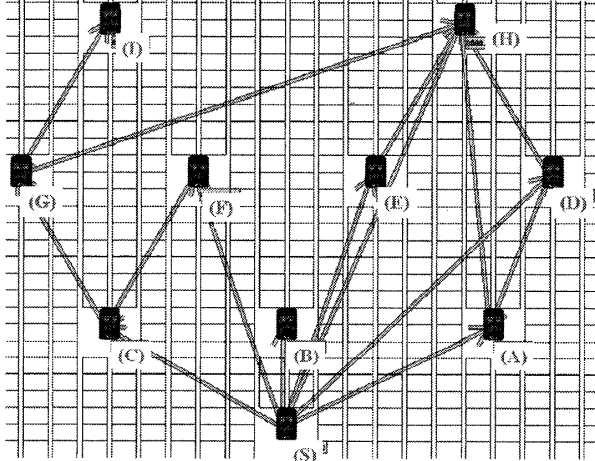


図 3. SunSPOT の実験配置とネットワーク図

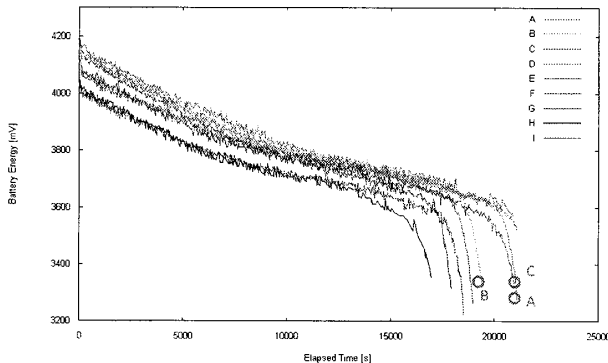


図 4. AODV の実験結果グラフ

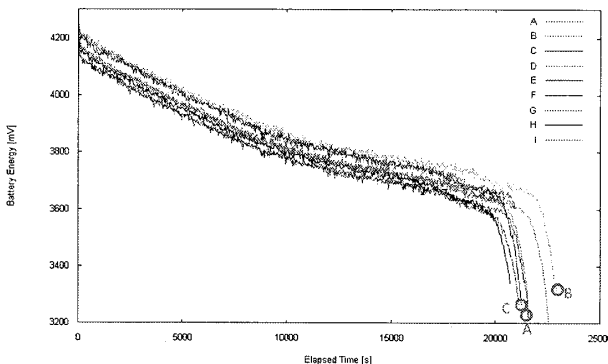


図 5. DEAR-AODV の実験結果グラフ

図 4 と図 5 にそれぞれ AODV と DEAR-AODV での経過時間と各 SunSPOT から送信されたバッテリー値の結果を示す。経過時間とともにバッテリー値が減少し、最終的にはデータ受信ができなくなっている。

図 4、5 を比較すると DEAR-AODV の方が各 SPOT 全体の通信可能時間が伸びていることが分かる。ネットワーク全体では AODV に比べ DEAR-AODV はネットワーク稼働時間が約 1800 秒伸び、約 1 割向上した。さらに、AODV ではバッテリー切れになるノードの時間帯がばらついていたが、DEAR-AODV はおおよそ時間が集中していた。

また、図 3 は DEAR-AODV において各 SunSPOT が作成した経路表をもとに、あるタイミングの SunSPOT 間のネットワークを可視化したものである。中盤から終盤にかけて中間ノードがバッテリー切れになることによって孤立したノードが存在した。(S) に近いノードほど中継回数が多くなるため早くバッテリーが切れると思われたが、図 3 のように中継ノードとはならなかった (B) は最も長時間稼働していた。

理論上は、網目状にネットワークを構築すると思われたが、実環境では (I) と (F) 間や、(B) と (E)、(F) 間が経路として構築されていないことが起き、プログラム上で通信強度を設定しても、実際には各 SunSPOT 毎に通信範囲が異なっていた。そのため、(H)、(D) の SunSPOT から (S) へ 1 ホップで通信ができてしまう等の環境ができてしまった。

6. 考察

本研究では AODV にバッテリー残量を考慮するように改良を行った。その結果として、AODV よりも DEAR-AODV がネットワーク稼働時間を延ばすことができた。

しかし、(S) までの経路でデータを中継している SunSPOT (C) のバッテリーが無くなってしまふことにより、孤立する SunSPOT (G) と (I) が存在した。このような問題に対処することで、センサネットワークとしての機能を維持させることができる。

7. 今後の課題と展望

今後の課題は、DEAR-AODV で AODV よりもさらに長時間ネットワークを稼働させることである。孤立した SunSPOT が存在する場合に、電波強度を強くする等の処置について検討する必要がある。さらに、ネットワーク稼働時間を長くするためのアルゴリズムも必要であると考える。

現在、DEAR-AODV からホップ数の考慮を無くしたアルゴリズムと、バッテリー残量の合計値の大きい経路を選択するアルゴリズム、さらに同アルゴリズムにホップ数の考慮を加えた合計 3 つのアルゴリズムの検討を行っている。

参考文献

- [1] Ian F. Akyildiz, Welian Su, Yogesh Sankarasubramaniam, and Erdal Cayirci Georgia Institute of Technology. "A Survey on Sensor Networks." IEEE Communications Magazine, pp. 102-114, August, 2002.