

無線センサネットワークにおける 省電力ルーティング手法のシミュレーションによる評価

泉井 雄仁[†] 馬場 隆章 後藤 邦夫

南山大学 数理情報研究科 数理情報専攻[†]

1. はじめに

近年、無線端末の省電力化の研究が盛んである。本研究では無線センサネットワークを用いた端末の長寿命化のルーティング方法を提案する。利用環境は、人や物による通信障害が起こり得る屋内を想定している。この環境下で数年間電池交換なしで利用するためには、端末ハードウェアの省電力化だけでなく、通信のリアルタイム性を確保した上でシステムの長寿命化を可能にすることが重要である。本研究では GAF[2]、RIP[1]をもとにシミュレータを作成し、ネットワークシステムの長寿命化を考察する。

2. システムアーキテクチャ

● ネットワーク構成 (通信モデル)

本研究におけるネットワーク構成は図 1 の様なマンションを想定している。

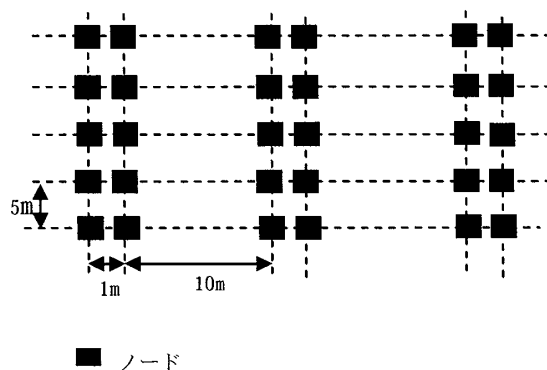


図 1 ネットワーク構成例

● システムの長寿命化

本研究ではルーティングにおけるシステムの長寿命化が目的なのでネットワーク端末に休止機

能を追加する。端末は特に動作をしない場合は休止状態にあり消費電力を節約する。

● 通信における定義事項

ノードの送受信の電力についてはパラメータとして変更可能である。一般的なデバイス[3]の消費電力は以下のようにになっている。

[基地局, 中継 共通]

- (1)スリープ時 23 μ A 程度
- (2)受信待機時 26mA 程度
- (3)受信時 出力に依存
- (4)送信時 出力に依存

ノードはバッテリー容量から(1)~(4)までの値を単位時間毎に減らし、バッテリー容量が 0 になった時点でシミュレーションを終了する。バッテリーは市販の乾電池を想定している。また通信の成功率については到達距離が最大 30m の場合、たとえば以下のような関数で表現できる。

$$y = 900 / (9 + e^{0.5(x-10)})$$

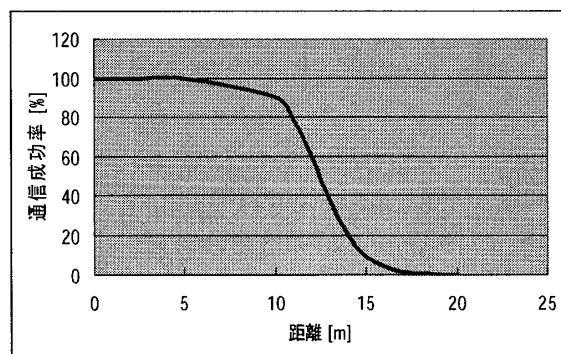


図 2 成功率関数

3. ルーティング手法

ルーティング手法について述べる。

(1)GAF(Geographic Adaptive Fidelity)

GAF とはネットワーク層におけるモバイル通信用の省電力通信方法である。物理的な空間を端末

Evaluation of Energy Efficient Routing using Simulation in
Wireless Sensor Network

[†] Takehito IZUI Graduate School of Mathematical Sciences
and Information Engineering, Nanzan University

の通信可能範囲をもとに一定の大きさの格子に分割する。各格子内に存在するセンサ端末は経路制御する。稼働端末と、経路制御をしない休止端末に分かれる。休止端末は待機状態よりもさらに少ない電力消費となる。稼働端末はある電力量を消費すると休止端末になり、周辺のセンサ端末の電池残量が少なくなると再び稼働端末として動作する。

(2) RIP (Routing Information Protocol)

RIP とは距離ベクトルアルゴリズムを採用しているルーティングプロトコルで、いくつかのルータを経由すれば通信先に届くかを数値化した「ホップ数」を元に、最小のホップ数で到達できる経路を決定する。RIP をもとにノードに省電力に対応したルーティングシミュレータを作成する。

4. GAF シミュレータ

GAF では各ノードはアクティブ、スリープ、ディスカバリーの 3 つの状態に図 3 ように遷移する。ディスカバリー状態の時はアクティブ、スリープの中間の状態を意味する。すべてのノードは起動時ディスカバリー状態でスタートし、自身の電力残量、セル ID などを含んだディスカバリーメッセージを同じセル内のノードへブロードキャストする。ノードがディスカバリーメッセージを受け取り、自分よりも電力残量が多いノードがいた場合スリープ状態へ遷移する。ディスカバリー状態が一定時間続いた後、ノードはアクティブ状態へ遷移する。アクティブ状態が一定時間続いた後もノードはディスカバリー状態へ遷移する。アクティブ状態の時、ノードはセル間でのデータのやり取りを中継できる。また、アクティブ状態が一定時間続いた場合もアクティブノードはディスカバリーメッセージをセル内にブロードキャストする。

5. RIP シミュレータ

このシミュレータは RIP にシステムの長寿命化のためノードにスリープ機能を追加した。ノードはスリープ状態かアクティブ状態かを互いに確認するためにノードはデータの通信以外に ID をブロードキャストする。ノードはアクティブ状態に遷移した場合、まず自身のアクティブ状態を他ノードに報告するために ID をブロードキャストする。また同様にスリープ状態に遷移した場合、自身のスリープ状態を報告するために ID をブロードキャストする。ノードは ID ブロードキャスト、データ送信、両方の場合において常に自身の電池残量をデータに含める。ノードはすべての通信において成功率を考慮する。また

動作ごとにその分の電力を消費する。スリープ時間とスリープするタイミングはノードが電池残量の割合によって決定する。すべてのノードが同時に起動するとは限らないのでノードは順に時間差起動する。そして起動したら ID をブロードキャストする。ID のブロードキャストは通信失敗の場合を考慮し複数回送信する。アクティブノードは送信するデータがあった場合、送信する。その後、電池残量によってスリープか受信データを確認するか決まる。アクティブ状態でさらに受信データがあった場合、受信する。その後、電池残量によってスリープか送信データを確認するか決まる。中継ノードの決定はスリープ状態ではない送信可能な隣接ノードから最も電池残量が多いノードを選択し中継を依頼する。中継ノードを選択することによって負荷分散されシステムの長寿命化につながる。

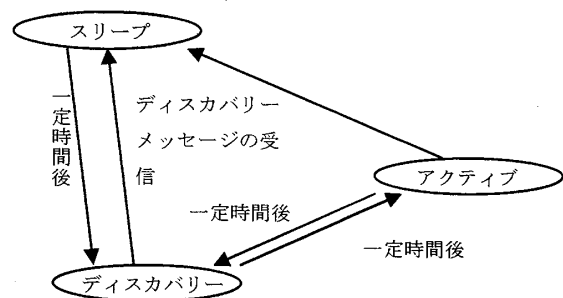


図3 ノードの状態遷移図

6. おわりに

シミュレーションの結果としてルーティング手法ごとのデータの通った経路と稼働年数がわかる。稼働年数を比較して性能評価をする。

参考文献

- [1] G.Malkin: RIP Version 2, RFC2453, 1998
- [2] Y.Xu, J.Heidemann and D. Estrin: "Geography informed Energy Conservation for Ad Hoc Routing," in proc. of the International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'01), 2001.
- [3] 久保 祐樹 柳原 健太郎 野崎 正典: 無線センサネットワークの省電力化技術 http://www.oki.com/jp/otr/2009/n214/pdf/214_r09.pdf, 2010/01/14