

アドホックネットワークのルートディスカバリーにおける省電力フラッディング手法

有川 隼[†]松田 充敏[†]能登 正人[†]神奈川大学工学部電気電子情報工学科[‡]

1. はじめに

無線通信分野の技術の延長に、アドホックネットワークというその場限りのネットワークを構築してデータをやり取りする仕組みが考えられている。基地局のような固定インフラを必要とせず、マルチホップ通信によりデータ通信が行えるなどの利便性がある。しかしながら、頻りにリンクを更新する必要があり、電波を短いサイクルで飛ばすことになる為、小型端末機器のバッテリー消費の増大が問題となっている。このような背景の基、標準となりつつあるプロトコルはその方式から大きく Reactive 型と Proactive 型の二つの型に分けられるが、どちらの方式もフラッディングが無駄にされ続けるという問題点がある。これは、ネットワーク内のノードが無駄にパケットを飛ばすことになり、ノードに対する電力消費の負荷が増加することとなる。

本研究では、無駄なフラッディングを軽減するようなフラッディング手法を提案する。本手法により電力消費は抑えられる反面、到達時間も増加すると考えられる。しかしながら、アドホックネットワークでは、各ステーションはバッテリーで駆動されるので、処理に要する時間を少なくすることも重要であると同時に、いかにして消費電力を少なくするのことも重要な課題である [1]。本稿ではネットワーク内の総電力消費量が軽減されたことについて、詳しく考察する。

2. 提案手法

提案手法を示す。省電力の為のフラッディング手法を RFC となった既存のプロトコルに組み込み、どのような結果が得られるかについて調べた。今回は、まず一番基本的なプロトコルとして DSR を取り上げ [2]、提案手法が有用かどうか確かめた。また、フラッディング手法を変えることにより比較実験を行った。現在考えられている Route Request (RREQ) 時における無駄なフラッディングについて説明する。

RREQ 時に DEST (受信先ノード) が SRC (送信元ノード) から近い距離にあるにもかかわらず、既に RREQ が DEST に届いたことを周りのノードは知らない。その為、この場合、DEST に対するフ

ラッディングが次々に行われてしまい、これがネットワークに対する負荷になってしまう。

そこで本研究では、無駄なフラッディングを極力抑える為に、ある一定ホップ数で RREQ を再送信せずノードに溜める (図 1)。

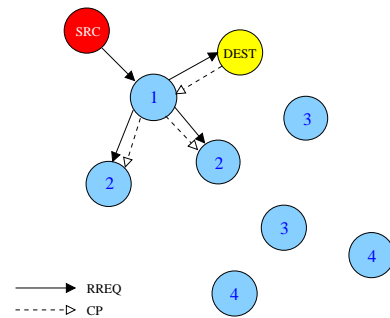


図 1: CP のユニキャスト

図 1 は、2 ホップ先でパケットを溜めている例である。DEST ノードは RREQ を受け取ると、RREP (Route Reply) を返すと同時に、フラッディングを終了させるパケット CP (Closing Packet) をユニキャストで 2 ホップ先のノードに知らせる。これにより 3 ホップ以降のノードに無駄にフラッディングが伝わることは無く、省電力に貢献すると考えられる。ここで、RREQ を溜めるノードはいつまでも溜めるわけではなく、ある一定時間 t_{stop} を過ぎると再フラッディングを始める。時間 t_{stop} は、溜めるノードの階層 (ホップ数) によって設定が異なる。

3. モデル設定

シミュレーションで用いたモデルについて定義する。モデルは $l \times l$ の正方平面を扱うこととする。ノードは、ノード数 $2 \sim n$ まで発生させた。各ノードの能力として、通信可能距離 r と移動距離 m_d を設定し、通信可能距離により周囲のノードと通信可能か否かが決まる。ノードは RREQ を行い、パケットをフラッディングしていく。

ここでは実験の共通パラメータの設定を行う。まず、本研究ではパケットを送信する際にノードは電力を消費するものとし、一つのノードが送信する際にかかる電力消費量 W を一定値 0.02 とした。評価の際にはネットワーク全体の電力消費量 W_{max} をグラフ化する。本研究では、 W_{max} を最小化することが目的であるが、同時に経過時間の評価もする。経過時間については、これもノードが一回に送信す

Low-power Flooding Method in Route Discovery for Ad-hoc Networks

[†] Jun Arikawa, Mitsutoshi Matsuda and Masato Noto

[‡] Department of Electrical, Electronics and Information Engineering, Kanagawa University

表 1: Case 設定値

	Case1	Case2
モデル長	150 × 150	100 × 100
ノード数	2 ~ 80	2 ~ 200
通信可能距離	20	20
移動距離	5	5
試行回数	100000	100000

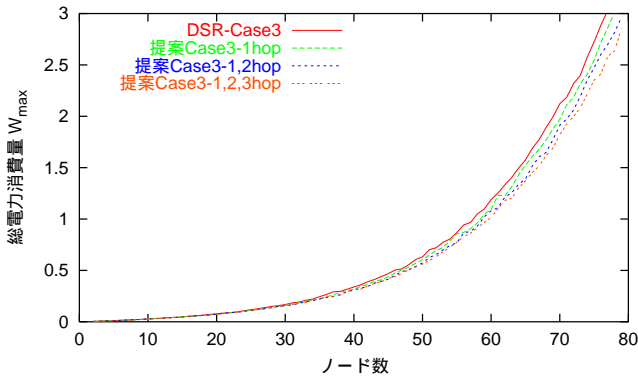


図 2: 総電力消費量 (Case1)

る時間を一定として扱い, 0.02(second) とする. 評価に扱う時間は, DEST ノードに届くまでのフラッディング時間 T_A とする. それ以外のパラメータは, 表 1 に示すように, ケースによって変化させた.

4. 結果と考察

Case1 の総電力消費量を図 2 に示し, Case2 の総電力消費量を図 3 に示す. パラメータ表示は, パケットを溜めない方式 (既存) と, 溜める方式 (提案) との総電力消費量を比較したものである. また提案方式については, 「1 ホップ先で溜める場合」, 「1 ホップと 2 ホップで溜める場合」, 「1 ホップと 2 ホップと 3 ホップ」で溜める場合の 3 パターンでの計測を行った.

まず Case1 について考察する. ネットワーク内のノード数が増えると, ネットワークの総電力消費は指数的に高まるという特性が得られた. そして提案方式については, 溜めるホップ数を増やしていくと総電力消費はより下がっていくことが分かった. ただし, 図 2 より, 既存方式も提案方式も若干の差はあるが, 際立って省電力になったとは言えない. これは, モデル長が 150×150 のネットワークに対して, ノード数が 2 ~ 80 であり, ノードの密度が疎であるネットワークであることが理由として挙げられる.

次に Case2 について考察する. Case2 は, モデル長が 100×100 のネットワークに対して, ノード数が 2 ~ 200 であり, Case1 に比べて密なネットワークであると言える. 図 3 より, Case1 と比べて既存方式と提案方式の差が大きく開いていることが分かる.

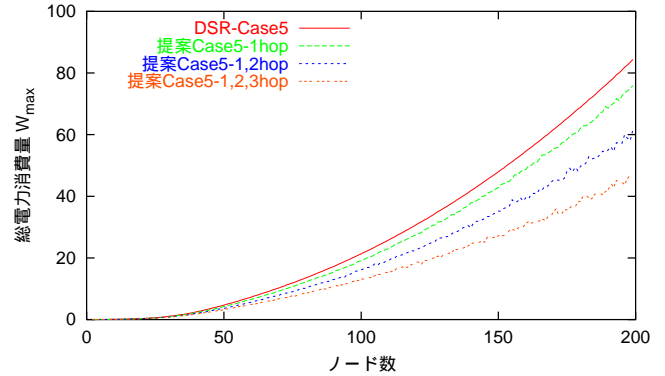


図 3: 総電力消費量 (Case2)

具体的には, 最大ノード数 200 の時, 既存方式の総電力消費量と比べて 1 ホップ先で溜めた場合 (i), 約 12% 減の省電力を確認した. そして, 1 ホップと 2 ホップ先で溜めた場合 (ii), 約 39% の減少, 1 ホップと 2 ホップと 3 ホップ先 (iii) で溜めた場合には約 50% もの省電力量を確認できた. しかし, 同時に想定通り到達時間は, (i) のケースでは変わらないものの, (ii) で 1.52 倍, (iii) で 2.34 倍かかった. つまり, 電力消費と到達時間を考慮し, パケットを溜めるホップ数を最適に調整する必要があるということが分かった.

5. おわりに

本研究では DSR の RREQ 時における省電力フラッディング手法を提案した. シミュレーション結果より都市部などの密なネットワークにおいてはその効力を最大限に活用できることが分かった. しかしながら, 到達時間が余計にかかってしまうという問題点が残っている. 今後は, より本手法の省電力効果が発揮できると思われる Proactive 型プロトコルへの実装や, 経過時間を抑えるようなフラッディング手法の構築などが考えられる.

謝辞

本研究の一部は, 文部科学省ハイテクリサーチセンター整備事業の助成金によって行われた.

参考文献

- [1] J. L. Bordim, J. Cui and K. Nakano: Randomized Time- and Energy-Optimal Routing in Single-Hop, Single-Channel Radio Networks, IEICE Transactions on Fundamentals, Vol. E86-A, No. 5, pp. 1103–1112 (2003).
- [2] J. Broch, D. Johnson and D. Maltz: The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad hoc Networks, <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-dsr-10.txt>, IETF Internet Draft (2004).