

無線アドホックネットワークにおけるフラッディングを用いた 情報配信方式の一検討

小菅 昌克 門 洋一 田中 信介

ATR 適応コミュニケーション研究所
〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台 2-2-2
E-mail: {kosuga, kado, shinsuke}@atr.co.jp

あらまし IEEE802.11 を用いた無線アドホックネットワークを用いて、展示会場や街角、また被災地等のオープンな場において、不特定多数の人に情報を配信することを想定し、フラッディングを用いた情報配信方式の検討を行った。フラッディング方式として重複パケットチェック方式を用い、待機時間を受信電波強度に基づいて決定する方式とランダムで決定する方式との比較結果について述べたのち、ユーザ自身が、受信および転送を選択できる仕組みとして、タグを用いるフラッディング方式の提案を行う。

キーワード 無線アドホックネットワーク、フラッディング、情報配信方式、受信電波強度、IEEE802.11

A Study of the Information Distribution Scheme using Flooding on Wireless Ad Hoc Networks

Masakatsu KOSUGA, Yoichi KADO, Shinsuke TANAKA

ATR Adaptive Communications Research Laboratories
Hikaridai 2-2-2, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto, 619-0288 Japan
E-mail: {kosuga, kado, shinsuke}@atr.co.jp

Abstract We discuss the information distribution scheme using flooding on wireless ad hoc networks composed of IEEE802.11 radio device. We adopt a duplication packet check method to a flooding. We study on a decision method for wait time of packet forwarding according to radio receive power, and then we compare our method with random method. Moreover we propose a flooding method, which use tag for user to choose its forwarding policy.

Keyword wireless ad hoc network, flooding, information distribution scheme, received signal strength, IEEE802.11

1. はじめに

近年の携帯端末および無線技術の発展と普及により、無線デバイスを有する端末がその場的にネットワークおよびシステムを構成する無線アドホックネットワークの研究が活発である。本報告では、展示会場や街角、また被災地等のオープンな場において、IEEE802.11 を用いた無線アドホックネットワーク上にて、不特定多数の人に情報を配信することを想定し、フラッディングを用いた情報配信方式の検討を行った。2章では、想定するネットワークの特徴についてまとめる。3章では、フラッディング方式として受信電波強度とランダムを用いた重複パケットチェック方式の

比較結果を報告する。4章にてユーザ自身が、受信および転送を制御するタグを用いた情報配信方式について述べ、最後にまとめを行う。

2. フラッディングの諸問題

無線アドホックネットワークにおける情報（パケット）配信方式として、フラッディング[1]がある。フラッディングでは、情報をブロードキャストにて送信し、受信した端末が再びその情報をブロードキャストにて転送することを繰り返すことで、ネットワーク内の不特定端末へ同一情報の配信を行う。フラッディングは、ルーティングプロトコルにおいてルート情報の交換

表 1. パラメータ

エリア	500m×500m
通信半径	100m(Pt=7.214e-3)
MACプロトコル	IEEE802.11
伝播モデル	TwoRayGround
インタフェースキュー長	50
通信速度	2Mbps

[2]やルート検索パケットの送信[3]に用いられている。一方、フラッディングを情報配信として利用する方法も検討されている[4]。

本検討では、展示会場や街角、また被災地等のオープンな場において、不特定多数の人に情報を配信することを想定する。表 1 に今回の検討で我々が用いたシミュレーション (ns2[5]を使用) のパラメータを示す。

フラッディングを情報配信として利用する場合、以下のような問題が考えられる。

2.1. ネットワークの分断化と高密度化

図 1 に 500m×500m の領域に通信半径 100m で送受信を行う端末を 25, 50, 100, 200 台ランダムに配置した際の、隣接端末数と到達率を示す。ここでの到達率とは、ランダムに配置した端末のうちの 1 台が、マルチホップで通信可能な端末の割合のことである。

端末数が疎な場合はネットワークが複数に分断される傾向がある。一方、端末数が増えれば、ネットワーク自体は 1 つになるが、1 ホップで通信可能な端末の数は多くなる。一般的には、人が移動できる領域は限られるため、高密度化の傾向はより高くなると考えられる。

2.2. 公平性の問題

端末の位置関係によって、端末間での転送量の違いは発生してしまうが、できるだけ、転送を公平に行う方式であるのが好ましい。

2.3. 第三者による転送の問題

ルーティング情報のような、全ての端末が暗黙的に転送することを仮定できる制御情報とは異なり、一般にユーザが取り交わす情報にはユーザの嗜好等が反映されており、自分にとって興味の薄い情報を受信し転送することは好まれない。特に携帯端末においては、CPU の処理能力やメモリ容量、駆動に必要なバッテリーに制約があるため、他人の情報を転送するモチベーションはより低くなると考えられる。

従って、ユーザの嗜好を反映するために、ユーザ自身が受信および転送を選択できる仕組みが必要となる。多くのユーザに支持される情報は、より多くの人によ

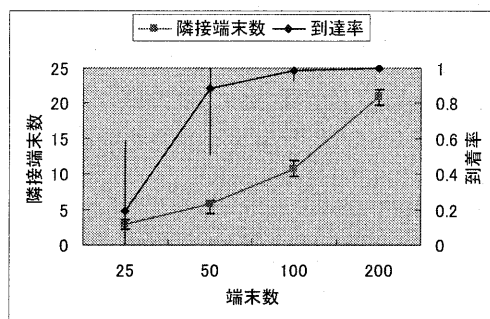


図 1. 隣接端末数と到達率

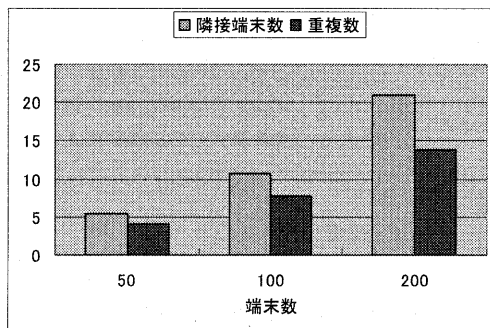


図 2. 隣接端末数と重複数

って転送されて活性化し、広域化される。一方、少数にしか有益でない情報は、ローカルなネットワークに閉じ込められる。

3. フラッディング方式

無線ネットワークにおける基本的なフラッディング方式では、同一パケットを各端末が複数回転送してしまうため、パケットの氾濫が起こってしまう。図 2 に、ランダムに配置した端末のうちの 1 台から 1 パケットをフラッディングにて送信した場合の、重複パケット数と隣接端末数のシミュレーション結果を示す。端末数が増えるに従って、重複数も増加することがわかる。

このようなパケットの氾濫を防ぐために、以下の方式が提案されている。

1. Hello パケット等による隣接情報の利用[6]
2. クラスタリング[7]
3. 重複パケットチェック方式[8][4]
4. その他[8]

高密度な場合での利用を考えた場合、隣接情報を利用する方式では、制御情報のオーバーヘッドが高くなりすぎる。また、クラスタリングによる方式では、端末間の不公平性が前提になってしまう。結果、我々が想定する環境においては、重複パケットチェック方式が適していると考えられる。そこで、重複パケットチェッ

ク方式について、電波強度を用いた方式を提案し、ランダム方式との比較を行った。

3.1. 重複パケットチェック方式

重複パケットチェック方式とは、パケットを受信した際に、すぐには転送せずにある時間 T の待機を行う。待機時間中に他の端末から転送するパケットと同一のパケットを受信した際は、パケットの転送を中止する方式である[8]。[8]にて、重複パケット式にて待機時間を適切に設定する必要性は指摘されているが、待機時間の設定方法については述べられていない。MCMS [4]では、待機時間の算出に端末間の距離を利用しているが、実際に距離を算出するには特殊なデバイスが必要となる。一方、我々は無線デバイスから取得できる受信電波強度を用いる方法を提案する。

3.2. 受信電波強度に基づく時間決定

受信電波強度と距離 d の関係として、距離の n 乗則がある[9]。

$$P_R[mW] = \gamma d^{-n} \quad (1)$$

そこで、今回は待機時間 T の式として、

$$T = \frac{1}{d} = \alpha^n \sqrt{P_R[mW]} \quad (2)$$

を用いる。

3.3. 評価

受信電波強度方式とランダム方式の比較を行った。受信電波強度方式は、式(2)にて $n=2$ 、 $\alpha=100, 500, 1000$ とした。また、ランダム方式は、[0,100]ms 間でランダムに待機時間を決定する。

ランダムに配置された端末の1台から1パケット(500bytes)をUDPにて送信した時の、各端末が受信した重複パケット数と、パケットを受信した端末数の割合としての到達率、パケットが送信されてから最後の端末が転送を行うまでの到達時間を図3、図4、図5にそれぞれ示す。ただし、重複パケット数および到達時間については、到達率が80%以上の場合の平均値である。 $\alpha=1000$ の時には、式(2)では待機時間が小さくなりすぎるため、重複パケットチェックが動作していないことが、図2と図3の重複数から推測できる。

端末密度の薄い場合には、受信電波強度による方式がランダム方式より良い結果を出している。しかしながら、端末密度の増加に伴ってその差はなくなり、 α の値によっては、ランダム方式より悪くなってしまふ。

次に、より大きなサイズの情報配信を考慮して、100端末の場合に対して、ある一台の端末から1秒間

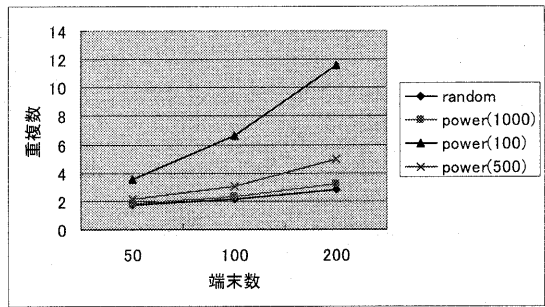


図3. 重複パケット数

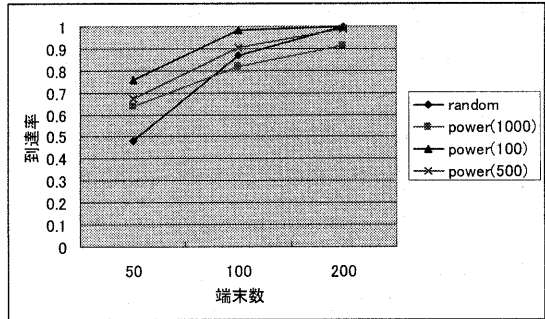


図4. 到達率

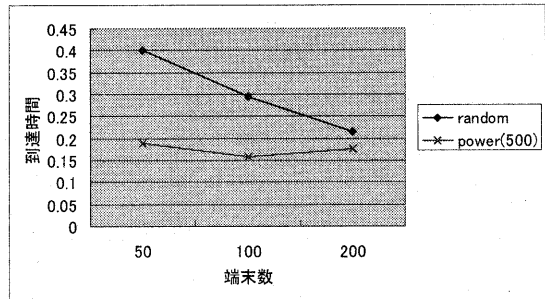


図5. 到達時間

隔で30パケットを送信した時の各端末の到達率と、30パケットをロスなく受信できた端末の割合(图中では全端末で表示)を図6に示す。また、図7にホップ数に対する到達率と累積端末数を、表2に各端末の転送回数の標準偏差を示す。

各端末の到達率は両方式ともほぼ同じであるが、30パケットをすべて受信できる確率は、受信電波強度方式が高い。これは、受信電波強度方式の方が、ランダム方式にくらべてホップ数を少なく送信できている上に、ホップ数が少ない時の到達率が高い為であると考えられる。反面、受信電力強度方式はその位置によって転送の不公平性がランダム方式より発生してしまう。

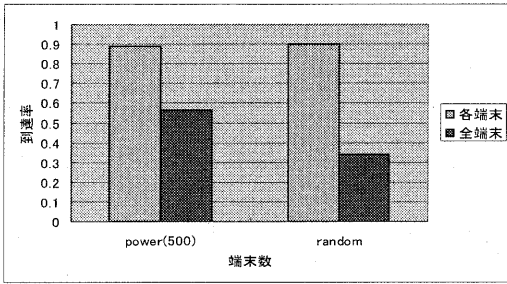


図 6. 到達率

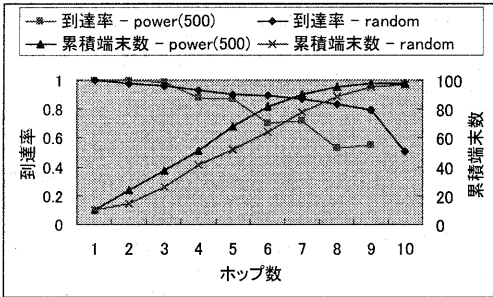


図 7. ホップ数に対する到達率と累積端末数

表 2. 転送回数の標準偏差

random	4.11
power(500)	10.8

4. タグ情報を用いた 1 to any 通信方式

ユーザ自身が、受信および転送を選択できる仕組みとして、タグを用いるフラッディング方式について述べる。

タグは表 3 に示す情報をもつ。ユーザは、タグ情報をもとに、その情報を受信する／しない、および転送する／しないを決定する。情報源から送信される各情報にはタグ ID が付与され、各端末はユーザが転送すると設定したタグのタグ ID を持つ情報のみ転送を行う。有効期限が切れたタグは、各端末が保持するタグのリストから自動的に消去し、以降、そのタグ ID を持つ情報の受信および転送を行わない。

ユーザは、タグによる選択を行う為に、タグ情報を取得する必要がある。タグを取得する方法としては、以下の方法が考えられる。

4.1. 隣接端末との交換

隣接者とタグ情報のリスト (タグリスト) を交換することで、タグを収集する。タグリストをブロードキャストにて送信することで、他の隣接ユーザにも伝えることができる。また、新しいタグを生成した場合には、その旨をブロードキャストにて送信する。

表 3. タグ情報

タグID	タグを識別するID
タグ名	タグの名称
タグ概要	タグの概要
タグオーナー	タグの生成者情報
有効期限	タグの有効期限

4.2. 情報送信端末からの定期通知

情報送信端末が定期的なタグリストをフラッディングにて通知する。この場合、タグ通知用のタグ ID をあらかじめ決定しておき、すべての端末はこのタグ ID のついた情報を受信し、転送する必要がある。

5. まとめ

フラッディングを用いた情報配信方式として、重複パケットチェック方式にて待機時間を受信電波強度に基づいて決定する方法を提案し、ランダム方式との比較を行い、その特性について述べた。

受信電波強度方式は、端末の位置によって転送の不公平性が発生するが、モビリティを考慮した場合は、不公平性は改善されることが考えられる。今後、端末の移動を考慮した検討が必要である。また、タグを用いるフラッディング方式については、シミュレーションによる有効性の検証を行う予定である。

謝辞

本研究は通信・放送機構の研究委託により実施したものである。

文 献

- [1] C.E.Perkins, E.M.Belding-Royer, S.R.Das, "IP Broadcast in Ad hoc Mobile Networks," IETF Internet draft, draft-ietf-manet-bcast-00.txt, Nov., 2001.
- [2] T.Clausen, P.Jacquet, A.Laouiti, P.Minet, P.Muhlethaler, A.Qayyum, L.Viennot, "Optimized Link State Routing Protocol," IETF Internet draft, draft-ietf-manet-olsr-06.txt, Sept. 2001
- [3] C.E.Perkins, E.M.Belding-Royer, S.R.Das, "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing," draft-ietf-manet-aodv-11.txt, June, 2002
- [4] 小出, 渡部, "マルチホップ無線ネットワークにおける地域情報の配信アルゴリズム MCMS", 信学技法 CAS2001-69, 2001.11.
- [5] ns2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
- [6] A.Qayyum, L.Viennot, A.Laouiti, "Multipoint relaying: An efficient technique for flooding in mobile wireless networks", INRIA research report RR-3898, February 2000
- [7] 和田, 間瀬, 中野, 仙石, "クラスタを用いるアドホックネットワークにおける効率的なフラッディング方式", 信学技法 CQ2000-40, 2000.10.
- [8] 佐藤, 間瀬, 中野, 仙石, "モバイル・アドホックネットワークにおけるフラッディング方式", 信学技法 RCS2001-21, 2001.4.
- [9] 小西, 横山, "移动通信技術の基礎", 日刊工業新聞社, 1994.12.