

無線アドホックネットワークにおける セルフフィッシュノード検知方法の提案及び評価

A-19

Proposal and Evaluation of Selfish node Detection Method
in wireless Ad hoc network

綿貫 博志[†] 行田 弘一[†]

Hiroshi WATANUKI[†] Koichi GYODA[†]

[†] 芝浦工業大学 工学部

[†]Faculty of Engineering, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

無線アドホックネットワークの実用化に向けて、ネットワークを構成するノードの公平性を確保するため、利己的にふるまうノードをいかに検知し対処するかという問題、いわゆるセルフフィッシュノード問題を解決する必要がある。これまで行われてきた関連研究[1]では、セルフフィッシュノードを検知できない問題及び一般のノードをセルフフィッシュノードとして誤検知する問題に着目している。本稿では、セルフフィッシュノードのより正確な検知を目的として、ルーティングプロトコル AODV において、セルフフィッシュノード検知のために送信する RREQ に対して、疑いのあるノード(被疑ノード)がどのように振舞うかを隣接ノードが観察し検知を行う手法を提案し、その有用性を評価した結果について述べる。

2. 提案手法

全く RREQ の中継を行わないことで経路になることを避けるノーマルセルフフィッシュノード及び、RREQ を故意に遅れて中継することで経路になりにくくするトリッキーセルフフィッシュノードの二種類のセルフフィッシュノードを検知対象とする。提案手法を以下に示す。

ネットワークを構成するノード X_i ($i=1,2,\dots,n$) の隣接ノードを N_{xi} とする。全てのノード X_i は、ランダムな時間毎に I2NN(Inform 2 hop Next Node) という制御パケットを隣接ノードにブロードキャストし、I2NN を受信した隣接ノードは 2 ホップ先の端末の IP アドレスを知ることができる。 N_{xi} は X_i が何回データパケットを中継したかをカウントしており、一定時間内の中継回数が閾値以上だった場合、 X_i を一般ノードと判定する。閾値以下だった場合、 N_{xi} は X_i を被疑ノードと見なし、 X_i の I2NN により認知した 2 ホップ先のノードを宛先にした RREQ をブロードキャストする。この RREQ に対する X_i 経由の RREP が一定時間内に受信された場合、 N_{xi} は X_i を一般ノードと判定する。一定時間内に受信されなかった場合 N_{xi} は X_i をセルフフィッシュノードと判定する。以上によりセルフフィッシュノードの検知を行うことができる。

3. シミュレーションモデル及び評価指標

提案手法をネットワークシミュレータ Modeler に実装した。シミュレーション条件を以下に示す。

500m 四方の領域内に 30 台の端末を配置する。各端末は任意の宛先端末を決定し、1024bit のパケットを 1 秒ごとに発生させ通信を行う。セルフフィッシュノードの検知を以下の指標により評価する。

セルフフィッシュノードと検知すべき端末を判定した全ての回数に対し、正しく検知した回数の割合(検知率)及び誤って一般ノードと検知した回数の割合(誤検知率)をそれぞれ SDR(Selfish Detection Rate) 及び SFDR(Selfish False Detection Rate) とする。同様に一般ノードの検知率及び誤検知率をそれぞれ GDR(General Detection Rate) 及び GFDR(General False Detection Rate) とする。さらにあるノード

が被疑ノードと判定された後、検知用の RREQ を送信する際、2 ホップ先のノードが見つからずセルフフィッシュノードか否かの判定ができない場合がある。この回数を未検知回数とし、セルフフィッシュノードと検知すべき回数に対する未検知回数の割合(未検知率)を SUR(Selfish Undetected Rate)、一般ノードの未検知率を GUR(General Undetected Rate) とする。

4. シミュレーション結果

30 台の端末のうち、ノーマルセルフフィッシュノードとして振舞う端末を 5 台とした場合、トリッキーセルフフィッシュノードとして振舞う端末を 5 台としたそれぞれの場合についてシミュレーションを 600 秒行ったときのセルフフィッシュノードの検知率 SDR, 誤検知率 SFDR, 未検知率 SUR 及び一般ノードの検知率 GDR, 誤検知率 GFDR, 未検知率 GUR を表 1 に示す。

表 1. シミュレーション結果

	SDR [%]	SFDR [%]	SUR [%]	GDR [%]	GFDR [%]	GUR [%]
5 Normal selfish nodes	99.9	0.0	0.1	92.5	1.3	6.2
5 Tricky selfish nodes	17.8	82.0	0.2	94.0	0.6	5.4

表より、ほぼ全てのノーマルセルフフィッシュノードを検知できた一方で、トリッキーセルフフィッシュノードは 20% 弱の検知率にとどまっている。その理由は、トリッキーセルフフィッシュノードの場合データパケットを中継することがあるためであると考えられる。また未検知率についてはノーマルセルフフィッシュノード、トリッキーセルフフィッシュノードのどちらの場合でも GUR が SUR より高い。その理由は、今回の端末の配置から、トポロジの端にあたるノードが一般ノードである割合が高く、トポロジの端に存在するノードはデータパケットを中継する機会が少ないため被疑ノードとみなされやすいという点に、検知を行うノードが 2 ホップ先のノードを認知できないためであると考えられる。

5. まとめと今後の課題

セルフフィッシュノード問題における未検知の問題及び誤検知の問題に着目し、被疑ノードが検知用の RREQ へどのように対応するのかを隣接ノードが観察し検知する方法を提案した。今後の課題として、被疑ノードとみなされる中継回数などのパラメータを変化させた際の結果への影響について調査する必要がある。

参考文献

- [1] 横山ほか, 情処学論, vol. 49, no. 2, pp. 639-649, Feb. 2008.