

隣接端末を用いた経路構築手法における輻輳制御方式の一検討

武藤 一史[†] 稲葉 健吾[†] 油田 健太郎[†] 岡崎 直宣^{††}

[†]大分工業高等専門学校 ^{††}宮崎大学

1 はじめに

近年、無線通信技術の発展と普及に伴い、モバイルアドホックネットワーク (MANET) が注目されている。しかし、MANET には端末が移動特性を持つことから通信路の切断が起きやすく、安定性が低いというような問題が存在する。このような MANET の問題に対し、特に通信の安定性を改善した従来手法である AODV-BR (Ad-hoc Ondemand Distance Vector with Backup Routing) がある [1]。また、筆者らは、AODV-BR の問題である経路構築時に修復経路が少ないという点を改善した NBR (Neighbors Based Routing) を提案してきた [2]。しかし、この NBR には通信の集中による輻輳が発生する可能性があるという問題点がある。そこで本論文では、NBR について問題点と改善方法について述べる。

2 関連研究

2.1 AODV-BR 概要

経路構築手法には MANET で使われる代表的なプロトコルとして AODV (Ad-hoc Ondemand Distance Vector) がある [3]。この AODV を経路切断時の修復に重点をおいて改善を行ったのが AODV-BR である。AODV-BR の経路設計手順は、最初に送信端末が RREQ (Route REQuest) パケットを周辺の端末にブロードキャストする。宛先端末に RREQ パケットが到達すると、中継端末を辿り RREP (Route REPLY) パケットを送信元端末に返信する。この時無線通信の特性から経路に選ばれていない端末も通信範囲内であれば、RREP パケットを受信する。こうした経路に選ばれずにパケットを受信した端末は、経路周辺に存在する端末として、パケットを送信した端末への代替パスを記録する。最終的に送信端末は宛先端末への経路を取得し、同経路の周辺端末は代替パスを記録することになる。このように AODV とは異なり、あらかじめ修復用経路を用意する。経路が切断されると切断された端末は、データパケットをブロードキャストす

る。データパケットを受信した代替パスは自身の通信範囲に宛先への経路を持っている端末へデータパケットを送ることで修復を行う。

2.2 従来手法の問題点

図 1 のように経路を構築した場合、端末 G の移動により G-H 間のパスが切断されたとする。このとき端末 H はデータパケットをブロードキャストし、端末 K がデータパケットを受信する。しかし、端末 G が移動したことにより、端末 K の通信範囲から端末 G が出てしまい、端末 G への代替パスが使用できず経路修復ができない。このような代替パス切断時の対応が考慮されておらず、従来手法には柔軟な経路修復が行えていないという問題がある。

3 提案手法

3.1 NBR 概要

提案手法 NBR では、隣接端末数の多いノードを中継端末として選び、経路を構築することで経路切断時の修復を行うことができる。NBR では、AODV-BR と同様に経路を構築するが、NBR においては、送信端末は複数の経路情報を受信するが、送信端末はその中から隣接端末数の多い経路を用いて通信を行う。各端末が持つ他の経路情報は通信経路の切断が起きた場合の代替パスとして利用する。図 1 のように端末 G の移動により G-H 間のパスが切断されたとき、端末 H は端末 K への代替パスを持っているのでデータパケットを端末 K が受け取る。この端末 K は端末 G だけでなく端末 J への代替パスも持つので端末 K が移動しても端末 J を経由して端末 F にデータパケットを送ることができる。このように経路の代替パスを構築する事で、経路の容易な修復を実現している。

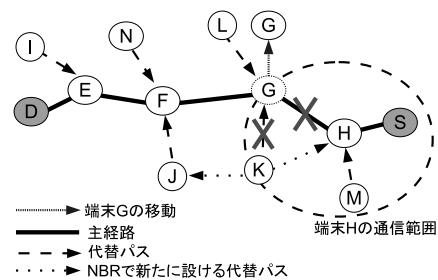


図 1: AODV-BR と NBR の経路切断例

A Study of Congestion Control for Neighbors Based Routing

[†] Kazuhumi MUTO (s0742@cc.oita-ct.ac.jp)

[†] Kengo INABA (aes1004@cc.oita-ct.ac.jp)

[†] Kentaro ABURADA (aburada@oita-ct.ac.jp)

^{††} Naonobu OKAZAKI (oka@cs.miyazaki-u.ac.jp)

Oita National College of Technology ([†])

University of Miyazaki (^{††})

3.2 提案手法の問題点

NBR では、隣接端末数の多い中継端末を選んで経路を構築している。そのため、修復経路が多数存在する端末の密集地を優先的に通信経路として選んでしまう可能性がある。しかし、どの端末も新しく通信を行う端末になる可能性がある。他の端末が通信を行うと、評価値の高い同じ通信経路を使って通信を行ってしまう（図2）。しかし、通信経路のまわりには多くの端末が密集しており、その複数集まっている端末が一斉に通信を行うと、通信経路に通信が集中してしまい、輻輳が生じる可能性がある。

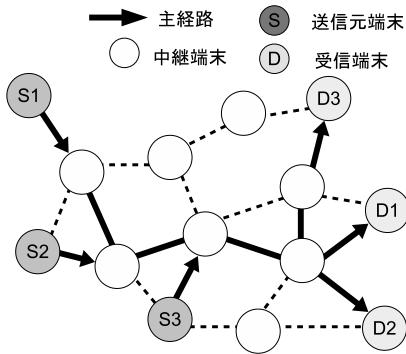


図 2: NBR 輻輳例

3.3 提案手法の改善方法

このような NBR における問題点を改善するために、NBR で使用している隣接端末数の総数を中継端末数で割るという経路評価式に、その経路で通信する場合のリスク値を加える（表1）。このリスク値は、評価値が最も高かった経路が他の端末により通信経路として用いられる場合に、リスク値が大きくなる。評価値からこのリスク値を引くことで経路の評価値を下げる。このようにリスク値を加えることで、一定以上の通信が行われる可能性がある経路を、新たな通信端末が使用することがなくなり、輻輳の発生を抑制することができる。

表 1: 経路評価式のパラメータ

V	従来の経路評価値
	リスク計算係数
R	他の通信用の経路数

$$\text{評価値} = \frac{\text{経路の合計隣接端末数}}{\text{経路の中継端末数}} \quad (1)$$

$$\text{最終評価値} = V * \quad * R \quad (2)$$

4 考察

図3の左下に送信端末、右上に宛先端末が存在する通信を最初に開始する。その後、別の左下の送信端末

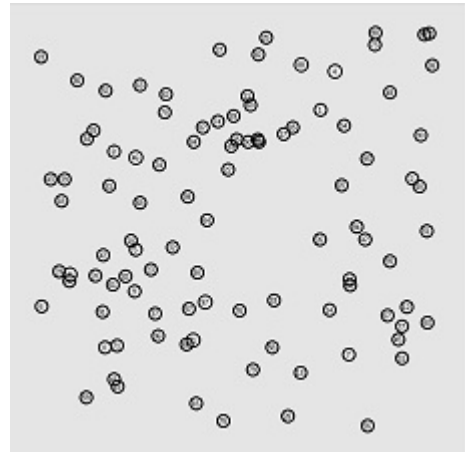


図 3: ノード分布例

と右上の宛先端末が通信を開始するシナリオについて、3.3 節の改善方法を図3に適用していない場合と適用した場合について考察する。まず改善方法を適用していない場合、最初の通信は隣接端末数の多い図左上部の端末を中継する経路を構築する。その後、別の通信も単純に隣接端末数の多い図左上部の端末を中継する経路を構築する。この場合、互いの通信が干渉しあい、高い確率で輻輳が発生すると考えられる。これに対して、改善方法を適用している場合では、最初の経路は改善手法を適用していない場合と同じ経路を構築するが、別の通信の経路を構築する際に、最初の通信で使用されている端末を中継する経路は評価値が下げられる。そのため、図の右側のような最初の通信の経路と離れた場所に経路が構築されると考えられる。これにより、輻輳の回避ができる。

参考文献

[1] S-J, Lee. and M, Gerla.: “AODV-BR: Backup Routing in Ad hoc networks”, Proc. of IEEE Wireless Communications and Networking Conference, Vol. 3, pp. 1311-1511 (2000).

[2] 稲葉健吾, 油田健太郎, 岡崎直宣, 朴美娘: “隣接端末数に基づく経路の容易な修復を目的とした経路構築手法の提案と評価”, 情報処理学会第 57 回 MBL 研究報告, Vol.2011, No.23, pp.1-7 (2011).

[3] C, Perkins., E, Belding-Royer. and S, Das.: “Ad hoc on-demand distance vector (AODV) routing”, <http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt> (2003).