

隣接端末数に基づく端末の分布の偏りを考慮した経路構築手法の一検討

徳丸 翔吾[†] 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、モバイル端末で構成された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、この MANET は端末の移動特性があるため、通信路の切断が起きやすく安定性が低い。こうした MANET の問題点に対して、通信の安定性を改善してきた従来手法として AODV-BR (Ad-hoc Ondemand Distance Vector with Backup Routing) [1] がある。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) [2] を提案してきた。しかし、この NBR では、構築した経路に端末の偏りが発生する可能性があるという問題点が存在する。そこで本論文では、NBR の問題点と、その改善方法について述べる。

2 関連研究

2.1 AODV-BR 概要

従来手法として、経路切断時の修復が容易に行えるように修復用の経路をあらかじめ複数本構築持つ AODV-BR が提案されている。経路構築の手順は、まず、送信元端末が 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 が到達すると、中継してきた端末を辿り RREP (Route REPLY) パケットを送信元端末に対して返信する。この時、主経路に選ばれていない端末も通信範囲内にあれば、RREP を受信する。こうした主経路に選ばれずに RREP を受信した端末は、経路周辺に存在する端末として、RREP を送信した端末への代替パスを記録する。最終的に送信元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している。また、経路が切断されたとき、その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端末は、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。

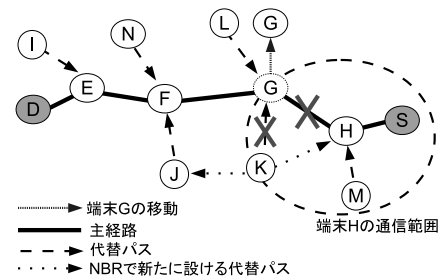


図1: AODV-BR と NBR 経路修復例

3 提案手法

3.1 概要

提案手法 NBR は、隣接端末数の多い端末を中継端末として選び、経路を構築することで柔軟な経路修復を行う。NBR では、AODV-BR と同様に RREQ のフラディングで隣接端末とのリンク状況を把握し、宛先端末から RREP を返信し主経路を構築する。NBR において送信元端末は複数の経路情報を受信し、隣接端末数の最も多い経路を用いる。各端末が持つ他の経路情報は、主経路で切断が起きた場合の代替パスとして利用する。また、NBR では、安定した経路修復を行うために、送信元端末に近づかない端末に対しても RREP の送信を行えるように経路拡張変数という概念を導入している。経路拡張変数は RREP の転送条件のホップ数による制限を無視できる回数を表し、これを増やすことで代替パスの増加や経路構築範囲の拡大が可能となる。切断の修復例として図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

A Study of Biased Device distribution on Neighbors Based Routing

[†] Shogo TOKUMARU (netunuhu@gmail.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 (^{††})

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。

3.2 NBR の経路評価式とその問題点

NBR では隣接端末数が多い端末ほど経路情報を受信することから、経路の評価値は、合計隣接端末数を中継端末数で割ることより求めている。ここで、合計隣接端末数は中継した端末の隣接端末数の合計、中継端末数は経路の始点および終点間に存在する端末数を表す。送信端末は、最も高い評価値の経路を用いて通信を行う。しかし、提案手法 NBR の経路評価式では、合計隣接端末数を中継端末数で割るだけなので、この評価式では経路上の隣接端末数に偏りが発生する可能性がある。図 2 の上の通信経路のような隣接端末が均一に分布している経路よりも、下の通信経路のような端末の密集地域と過疎地域の存在する経路の方が評価値が高くなってしまふ。その結果、端末の過疎地に対して修復経路の少ない経路が通信経路として選ばれてしまふので、経路切断時に修復に利用できなくなるといふ問題が存在する。

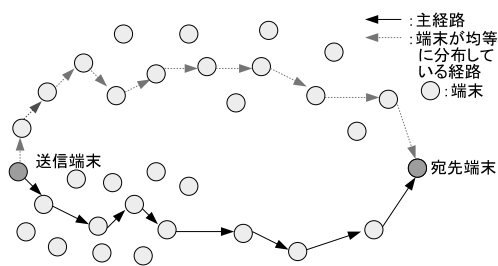


図 2: NBR 偏り例

3.3 提案手法の改善方法

NBR の端末の偏りが発生する問題点に対し、本論文では経路評価値の計算方法を変更することで改善を行う。そこで、現在の経路評価式の平均を出す式を算術平均 (1) から、相乗平均 (2)・調和平均 (3) の 2 つに変更する。また、これらの計算式の内、最も偏りの少なくなる評価式をシミュレーションで実際に評価す

る。なお、式中の k は端末番号、 n は中継端末の総数、 X は中継端末の隣接端末数を表している。

(1) 算術平均

$$\text{評価値} = \frac{\sum_{k=1}^n X_k}{n} \quad (1)$$

(2) 相乗平均

$$\text{評価値} = \sqrt[n]{X_1 * X_2 * X_3 * \dots * X_n} \quad (2)$$

(3) 調和平均

$$\text{評価値} = \frac{1}{\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \dots + \frac{1}{X_n}} \quad (3)$$

4 評価

NS2 (Network Simulator 2)[3] を使用して評価した結果を図 3,4,5 に示す。評価では、CBR トラフィックを流し、経過時間に対するパケット到着率を計測した。シミュレーションは、1000m 四方の領域に 100 個の端末を配置し、5m/s の速度でランダムに移動させる。その結果、合計端末数を中継端末数で割る評価式である算術平均 (1) では切断起こった時に修復が容易に行えずパケットロスが大きい。それに対し、端末の分布の偏りを考慮する調和平均 (2) と相乗平均 (3) では切断後、修復によりパケットロスを抑えられることがわかった。

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] <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.

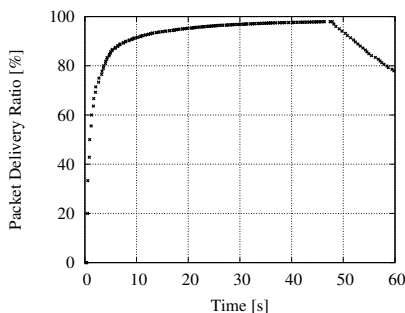


図 3: 算術平均

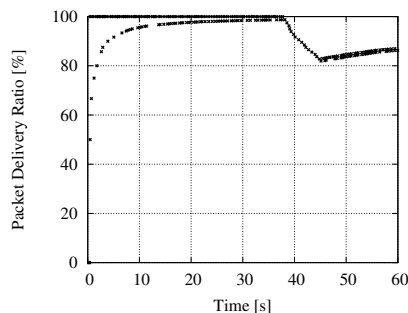


図 4: 調和平均

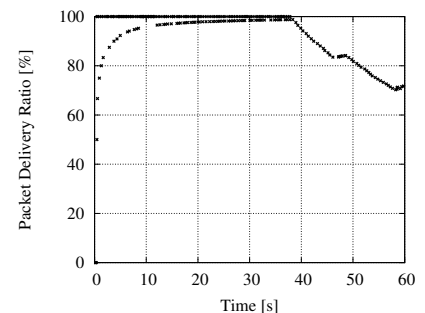


図 5: 相乗平均