

# AODV を用いたアドホックネットワークにおける TCP 特性改善方式の一提案

A Proposal to Improve TCP Performance over Ad Hoc Network using AODV

櫻井 祐介 西林 泰如 甲藤 二郎

Yusuke Sakurai Yasuyuki Nishibayashi Jiro Katto

早稲田大学 理工学部 電子・情報通信学科

Department of Electronics, Information and Communication Engineering, Waseda University

## 1. はじめに

近年、アドホックネットワークの発達に伴い、アドホックネットワーク上でのTCPの性能改善に関する研究が多くなされてきた [1,2]。しかし、これらの研究の大部分は具体的なルーティングプロトコルを想定しておらず、必ずしも十分な特性が得られているとは言い難い。そこで、本提案では、ルーティングプロトコルとしてAODV [3] を想定し、リンクブレークの発生前からデータパケットのキャッシュを行うこと、ならびにAODVのLocal Repair手順を変更することにより、TCPの性能を向上させる提案を行う。

## 2. 従来手法とその問題点

AODVでは、送信ノードが最初にRoute Request (RREQ)を受信ノードに向けてブロードキャストする。それに反応した受信ノードは、送信ノードに向けてRoute Reply (RREP)をユニキャストする。これによって、オンデマンドに経路が確立され、データの転送が開始される。また、データ転送中にリンク切断が起こったとき、切断リンクの上流ノードは受信ノードがあるホップ以上離れていなければLocal Repairを実行して局所的なルート探索を試み、そうでない場合はRoute Error (RERR)を送信し、送受信ノード間で新たなルート探索を再度実行する。

Local Repairが成功した場合は大きな遅延もなく送信を回復できるが、TCPを使う場合には送信ノードへ戻るルートが新しく作られない、という問題点がある。これにより、受信側ではRERRを送信して、ルート探索を再度行わなければならない。これが、TCPにおいてタイムアウトを起こす原因になる。また、リンク切断がパケットロスとなり、TCPにおけるパケットの再送も発生する。以上の要因により、TCPの特性が大きく劣化することになる。

## 3. 提案手法

そこで本稿では、中間ノードがTCPパケットをスヌープし、リンク切断前後のパケットロス、ならびにLocal Repair手順において送信ノードへのルート探索遅延を減らす手法を提案する。

### (1) リンク切断前の処理

リンク切断を予測した上流ノードは、TCPデータパケットが届いたとき、そのパケットのコピーをキャッシュしてから、パケットを転送する。一方、受信ノードからACKパケットを受信するとそのシーケンス番号に従って対応するキャッシュパケットを廃棄する。リンク切断が起こるまで、その動作を繰り返す。

### (2) リンク切断後の処理

Local Repairを行う場合、リンク切断の上流ノード(中間ノード)は最初にRREQを受信ノードに向けてブロードキャストする。このとき、RREQにはあらかじめ送信側のア

ドレスを格納しておく。また、Local Repairを行う場合には、RREQを受け取った中間ノードはRREPを返さないことにする。受信ノードがRREQを受け取ったとき、最後に受け取ったTCPデータパケットのシーケンス番号を格納したRREPをRREQの送信者(中間ノード)に向けてユニキャストする。また、RREQに格納されているTCPデータパケット送信ノードアドレスを利用して、送信ノードへのルート探索をする。最後に、RREPを受け取ったRREQの送信中間ノードは、RREPに格納されているデータパケットのシーケンス番号より小さいキャッシュパケットを廃棄して、以降のキャッシュパケットを受信ノードに送信する。

以上の提案手法により、リンク切断時のパケットロスを低減できると共に、Local Repair時の受信側から送信側への新しいルートを早く再構成することができる。

## 4. シミュレーション結果

シミュレーションは、ns-2[4]を用いて行った。10ノード用意し、ノードを移動させながらリンク切断を発生させた。TCP-Renoを使用し、最大輻輳ウィンドウを4セグメントとした。図1は、AODVと提案手法の比較として、一定時間に発生するリンク切断回数とスループットの関係を示したものである。提案手法では、タイムアウトの数とパケットロスを減らすことにより、リンク切断の回数が増えたときにおいてもスループットの減少を抑えることができた。

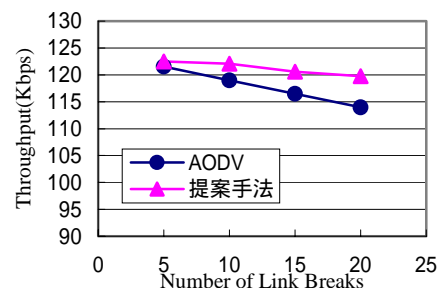


図1. リンク切断回数とスループットの関係

## 5. おわりに

本稿では、TCP特性を改善するためのAODV拡張方式について検討を行うと共に、シミュレーション結果として提案方式の有効性を示した。

## 6. 参考文献

- [1] K.Chandran et al., "A feedback based scheme for improving TCP performance in Ad-Hoc wireless networks," ICDCS, 1998.
- [2] D.Kim, C.K.Toth, and Y.Choi, "TCP-BuS: Improving TCP Performance in Wireless Ad Hoc Networks," June 2000.
- [3] C.Perkins, et al. "Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV) Routing draft-ietf-manet-aodv-12.txt," 2002.
- [4] UCB/LBNL/VINT, Network Simulator version2 (ns-2).