

アドホックネットワークを用いた情報共有システムの提案

A Proposal of Information Sharing System in Ad-Hoc Network.

植村 渉, 村田 正

Wataru UEMURA and Masahi MURATA

龍谷大学

Ryukoku University

wataru@rins.ryukoku.ac.jp

Abstract

阪神大震災のような大規模災害やJR尼崎脱線事故のような突発的な事故において、救助隊員間での情報共有ネットワーク構築が重要な課題となる[11]。それに対して、基地局を用いずに無線端末のみでネットワークを構築するアドホックネットワークの技術が注目されている[1, 2, 7, 10, 12]。本発表では、アドホックネットワークの技術を用いて、災害現場に対する情報共有システムの構築を、ネットワーク層に注目して提案する。ここでは、さまざまな端末上で同一のプラットフォームを実現するために、Linux の一つである Ubuntu に注目し、情報共有システムを構築する。Ubuntu は一般に市販されているデスクトップパソコンやノートパソコンだけでなく、最近では小型で安価な UMPC (Ultra-Mobile PC) やさらに小さな Sharp 製の NetWalker などでも動作する。無線機能 IEEE802.11b/g/n やバッテリーがついた小型端末が 1 台 5 万円以下で購入できるため、手軽に無線ネットワークを構築できる。本研究では、アドホックネットワークのルート構築方法[3, 4, 5, 6]に着目し、ルート構築のための制御パケットに、アプリケーション層の情報を付加し、効率の良い情報配信システムを提案する。通常ネットワークは、ネットワークを構築するネットワーク層と、ネットワークを利用するアプリケーション層とで独立して扱う。しかし、アドホックネットワークでは上位層から下位層まで相互作用しているため、アドホックネットワークの特徴を活かすためには、それぞれの層が関連する必要がある。今回、端末が持つ情報をルート構築のための制御パケットに付加し、ルートを作るとともに情報を配信するシステムを構築した[7, 8]。

1 はじめに

基地局を使わずに端末だけでネットワークを構築するアドホックネットワークでは、端末が頻繁に移動するために、経路の構築のためのルーティングプロトコルが重要である。特に、無線によるネットワークであるため、有線と異なりリンクの切断をリアルタイムに知ることができない。そこで、常にルーティング情報を交換し合うことでリンクの切断を見つけるプロアクティブな方法がある。プロアクティブなルーティングプロトコルでは、各端末がルーティング情報を定期的に送信している。本研究では、その際に各端末が保持する情報も同時に配信することにより、簡単な情報配信システムの構築を提案する。

2 情報共有システム

ここでは、アドホックネットワークを用いた情報共有システムを提案する。

このシステムでは、2 種類の端末を用いる。1 つはネットワーク全体に配信する情報を持っている情報配信端末と、それ以外の情報受信端末である。情報配信端末は、配信したい情報をパケット長に合わせて分割し、送信待ち行列へと追加する。そして、送信待ち行列から 1 つパケットを取り出し、周りの端末へブロードキャスト配信する。情報の分割に対応するために、情報の分割数とそのうちの何個目のパケットかという情報も付加する。そして、送信パケットにはシーケンス番号をつけ、1 パケット送信ごとに番号を加算する。こうすることで、複数の経路を経て同じ端末からのパケットを受信したときに、どの経路が一番新しいか判断することができる。

パケットを受け取った端末は、情報配信端末と情報受信端末のいずれであっても、初めて受け取ったパケットであれば、次の端末へ転送を行う。すなわち、各端末の送信待ち行列へ受け取ったパケットを追加する。同時にルーティングテーブルを更新する。ルーティングテーブルは

Table 1: 各端末で保持するルーティングテーブル

```

struct RoutingTable
{
    int ServerID;
    long PacketSeqNum;
    int RelayID;
};

```

表 1 の形式であり、発信端末番号 (ServerID) とパケットのシーケンス番号 (PacketSeqNum), そしてどの端末から受け取ったか (RelayID) を記録する。これは、情報発信端末ごとにテーブルを保持するため、最大でもネットワーク内の全端末数だけテーブルを確保すればよい。そのため、各端末で必要となる容量は、端末数が 256 台の場合で 3k バイト、65536 台の場合で 768k バイトである。これらはメモリだけでなく外部記憶領域に保持することも可能である。各端末はパケットを送信するとき、表 2 のヘッダを付加して送信する。このパケットフォーマットは Direction により情報の配信方向が決まり、Direction = 1 のときは情報配信端末からネットワーク全体への情報配信であり、Direction = 2 のときは情報受信端末から情報配信端末への情報の伝達である。そのため、前者は UDP によるブロードキャスト通信であり、後者は TCP によるユニキャスト通信である。

ServerID は、情報発信端末の ID を表し、返事の際には目的端末を意味する。ServerLatitude と ServerLongitudinal は、それぞれ情報発信端末の位置情報を表しており、ここでは GPS で得た座標を用いている。今回はユーザの画面に、それぞれの端末の位置関係を表示するために用いる予定であるが、将来的には位置情報を用いたルーティングに活かしていきたいと考えている。

SenderID は、このパケットを送信した端末の ID である。情報発信の際は ServerID と SenderID は同じであるが、そのパケットを受け取った端末が転送する際には、SenderID はその端末の ID となる。パケット受信者は、ServerID と SenderID の 2 つの情報から、ServerID に返信するには SenderID に送ればよいことがわかり、それに従ってルーティングテーブルを更新する。SenderLatitude と SenderLongitudinal は、Server の情報と同様に、パケット送信者の位置情報を表している。

RelayID は、Direction = 2、すなわち情報受信端末が情報配信端末に情報を伝達するとき用いる。情報配信時のルーティングテーブルに従って、各端末は 1 つ手前の端末へパケットを送信する。このときのパケット受信者の指定が RelayID である。ただし、情報配信端末への情報伝達は TCP で通信するため、その段階で受信端末の IP アドレスを指定しており、この項目がなくても問題はない。

二重の確認のために付与している。

PacketNO と PacketTotalNO は、情報を分割受信するために用意している。ethernet を使うため基本的に 1 パケットは 1,500 バイトであり、大きな情報は一度に送ることができない。そのため、パケットごとに分割して送る必要がある。そこで分割数を PacketTotalNO とし、PacketNO にてパケットの番号を与える。受信者は、それらを並べなおすことで、大きな情報を得ることができる。

PacketSeqNum は、情報配信端末が情報配信のパケットを送信するごとに 1 ずつ増加させる。途中の端末はルーティングテーブルを更新する際に PacketSeqNum を見て、今まで受け取ったパケットよりも新しいことを確認してから、テーブルを更新する。古い PacketSeqNum のパケットを受信したとき、それは異なる経路をやってきたパケットを意味しており、さらにその経路は時間がかかることを意味する。そのため、古い PacketSeqNum を持つパケットを受け取った時には、ルーティングテーブルは更新しない。

PacketLength はパケットの長さを表し、Checksum はパケット全体のチェックサムを 1byte で表す。

これらの情報配信の流れを図 1、表 3 に表す。

3 従来のルーティングプロトコルについて

ここでは、提案するルーティングプロトコルの特徴を明確にするため、従来のルーティングプロトコルである OLSR[6] と AODV[3]を紹介し、違いについて議論する。

3.1 OLSR

OLSR では、定期的にルーティング情報を交換し合ってルーティングテーブルを構築する。その際に、効率的なフラディングのために、ブロードキャストを担当するノードを MPR として選択する。しかしその MPR を構築するために、各ノードは HELLO メッセージを定期的を送信している。

3.2 AODV

AODV では、パケットを送りたいときにブロードキャストパケット (RREQ) を転送し、目的ノードが返事 (RREP) を返すことで各端末がルーティングテーブルを更新し、最短経路を構築する。

いずれも、ルート構築のために制御用のパケットを送信している。

4 提案する情報配信用ルーティングプロトコルの特徴

本研究で提案する情報配信用のルーティングプロトコルは、OLSR と AODV の両方の特徴を持つルーティングプロトコルである。

Table 2: パケットに付加するヘッダ情報

struct PacketHeader	
{	
int	ServerID; // ID of information posting node
double	ServerLatitude; // GPS location of server node
double	ServerLongitudinal;
int	SenderID; // ID of packet sending node
double	SenderLatitude; // GPS location of sender node
double	SenderLongitudinal;
int	RelayID; // if Direction == 2 then
	// the node with this ID must receive this packet.
int	PacketNO; // Packet #
int	PacketTotalNO; // Packet Total #
long	PacketSeqNum; // Sequence number of packets
int	PacketLength; // Packet Length
unsigned char	Direction; // Packet Direction
unsigned char	Checksum; // CheckSum
}	};

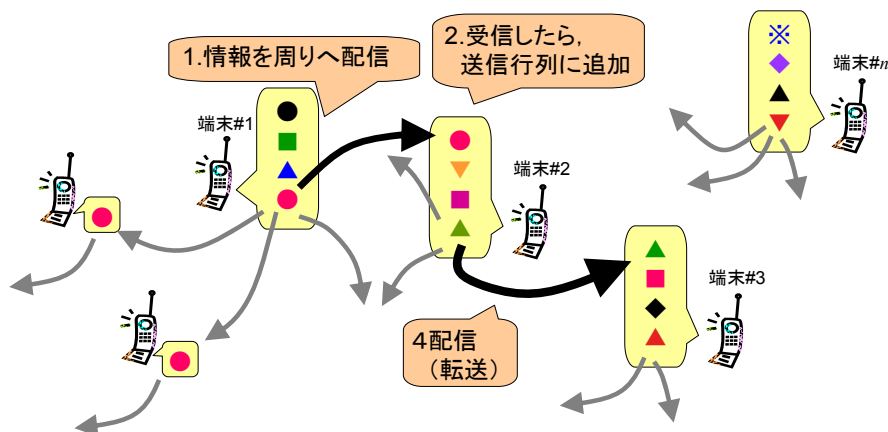


Figure 1: 提案する情報配信システムの流れ

OLSR も AODV も, ネットワーク構築のためにはブロードキャストパケットを送信する必要がある. 提案する情報配信用ルーティングプロトコルでは, その際にノードが全員に伝えたい情報を付加して一緒に配信をする. これは, 頻繁に HELLO メッセージを交換し合うことになるため, 提案手法は頻繁にトポロジーが変化するネットワークの方が効果がある. 変化が少ないネットワークでも成立するが, その場合はルーティング情報を頻繁に交換する必要が生じず, 無駄が多くなる.

各端末は, 情報配信端末と, 情報受信端末の 2 種類に分類できる. どの端末も, 情報受信ができるが, 情報配信は必要な端末だけが持つ機能である (全端末が情報配信しなくても良い).

提案手法では, HELLO メッセージのかわりとなる情報

配信パケットを頻繁に交換する部分は, OLSR と類似している. しかし, ルーティング情報はパケットに付加せず各端末のテーブルを更新するため, AODV のルーティング情報の扱い方と類似している.

5 おわりに

本研究では, アドホックネットワーク用の新しいルーティングプロトコルを提案した. 従来は, ルーティング層とアプリケーション層が独立しており, それぞれで必要なパケットのやり取りをしていた. それに対して本発表では, ルート構築の際にアプリケーション層の情報を付加し, 効率的な情報配信を行った.

今後は, 応用例を増やし, アドホックネットワークの効果的な使い方をさらに見つける必要がある.

Table 3: 情報配信システムのアルゴリズム

1.	送信内容を分割して，周りへ配信
2.	受信したら，送信待ち行列に追加
3.	同じデータを受け取ったら，それは破棄
4.	送信行列から1つ取り出し，周りへ配信 メッセージを配信するとともに，近隣端末に自分の存在を伝える
5.	どの端末から来たパケットか記憶
6.	メッセージを送信元へ送信するには，上記の経路を逆にたどる 一斉配信は，受信確認ができない 1対1通信は，受信確認可能

謝辞

本研究は科研費 21710188 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 間瀬 憲一, 大規模災害時の通信確保を支援するアドホックネットワーク, 信学会誌, vol.89, no.9, pp.796-800.
- [2] 江端 智一, どこにいても安全・安心を見守るユビキタスマニタリングシステム, http://www.hitachi.co.jp/rd/sdl/people/ubiq_monitoring/index.html, 2006 (accessed 2009-07-08).
- [3] C.Perkins, E.Belding-Royer, and S.Das: Ad hoc on-demand distance vector(AODV) routing, Internet Engineering Task Force(IETF), Internet-Draft: draft-ietf-manet-aodv-13.txt (July, 2004).
- [4] D.B.Johnson, D.A.Maltz, and Y.Hu: The dynamic source routing protocol for mobile ad hoc networks(DSR), Internet Engineering Task Force(IETF), Internet-Draft: draft-ietf-manet-dsr-10.txt (July, 2004).
- [5] I.Chakeres, Boeing, C.Perkins, and Nokia: Dynamic MANET On-demand (DYMO) Routing, Internet Engineering Task Force(IETF), Internet-Draft: draft-ietf-manet-dymo-05.txt (June, 2006).
- [6] T. Clausen, P. Jacquet: Optimized Link State Routing Protocol (OLSR), Internet Engineering Task Force(IETF), RFC3626: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt> (October, 2003) (accessed 2009-07-08).
- [7] 上田 剛志, 植村 渉, 村田 正, Information Shared System with Comments in Ad-Hoc Network at a Mall, 信学技報, ITC2010-59, pp.43-46.
- [8] 宮松 秀臣, 植村 渉, 村田 正, Proposal of an Ad-Hoc Network System Sharing Triage Information at a Disaster Scene, 信学技報, ITC2010-58, pp.39-42.
- [9] 間瀬 憲一, 阪田史郎, アドホック・メッシュネットワーク - ユビキタスネットワーク社会の実現に向けて -, コロナ社, 2007.
- [10] P2P とワイヤレスの技術を用いた実証実験, <http://internet.watch.impress.co.jp/www/column/wp2p/wp2p03.htm>
- [11] 山本 五十年, 救急現場学へのアプローチ, 永井書店, p.188, 2008.
- [12] 楠田 純子, 木山 昇, 内山 彰, 廣森 聡仁, 梅津 高朗, 山口 弘純, 東野 輝夫, 無線センサーネットワークを利用した電子トリアージシステムの実現, 信学技報, vol.109, No. 204, MoMuC2009-32, pp.33-38, 2009.