

## 災害時の緊急車両を用いた省電力モバイルアドホックネットワーク におけるルーティングプロトコルの提案

美崎敦也 ベッド・B・ビスタ 小倉加奈代 高田豊雄  
岩手県立大学 ソフトウェア情報学部

### 1. はじめに

近年、大規模な災害が頻発している。地震などの大規模災害が発生すると基地局が失われ、インターネット通信が困難になる可能性がある。この状況に対処するために、基地局を使わないネットワークを構築する必要がある。そのため、MANET(Mobile AdHoc Network)と呼ばれる技術を用いることで通信困難を解消しようとする研究が多くなされている。MANETはモバイル端末同士をつなぎ、ネットワークを構成する仕組みである。これにより基地局を介さなく宛先ノードへのパケット送信が可能である。しかし、MANETには多くの課題が存在する。MANETでは、モバイル端末(以下モバイルノード)をつないでネットワークを構成しているため、個々のモバイルノードはルータの役割を担う必要があり、通常使っている状態よりも早く電力を消費する。そのため本稿では、緊急車両(救急車や消防車などの特殊車両)を用いたMANETの構成と、そのルーティングプロトコルを提案する。ここで、緊急車両を用いる理由は2つある。第1の理由は、モバイルノードでは電池容量が極めて少ないが、緊急車両では多くの電力を保有しているためである。第2の理由は、災害時には多くの緊急車両を出動しているためである。

### 2. 従来手法

#### 2.1 AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector)

AODV[1]とは、アドホックネットワークにおけるルーティングプロトコルの一種である。このルーティングプロトコルにおけるルーティングテーブルは通信時に生成される。AODVは、リクエストパケット(RREQ)と応答パケット(RREP)、エラーパケット(RERR)の3つのパケットを利用し動作する。リクエストパケットを周辺のノードに送信し、受け取ったノードの中に送信先ノードが存在する場合、応答パケットが送信先ノードから送られる。もしなければ、リクエストパケットを受け取ったノード(中継ノード)が周辺ノードにリクエストパケットを送信する。この動作は送信先ノードを発見するまで繰り返される。

#### 2.2 Cluster-by-Cluster ルーティング

MANETのルーティングプロトコルの中にはクラスタリングと呼ばれる階層ネットワーク[2]を形成しルーティングを行うものがある。クラスタリングとは、複数のモバイルノードを管理し、ネットワークを構築することである。クラスタリングされた個々のネットワークにはクラスタリングヘッドと呼ばれる管理ノードが存在する。クラスタリング範囲にいるノードがリクエストパケットを受け取ったとき、それをクラスタリングヘッドに転送する。クラスタリングヘッドは、自身のクラスタリング範囲内に送信先ノードが存在するかを確認し、存在しなければ他のネットワークにリクエストパケット送信する仕組みである。問題点としてクラスタリングヘッドが多くの電力を消費するという点があげられる。

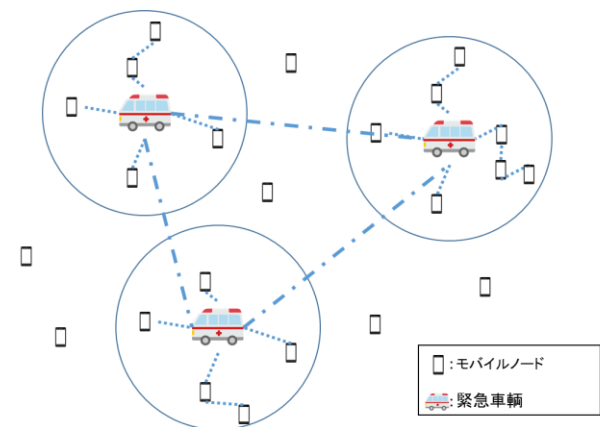


図1. システム環境例

### 3. 提案手法

#### 3.1 概要

従来手法では、スマートフォンなどを使ったモバイルノード間でネットワークを構成していたが、本稿では緊急車両にモバイルノード及び他の緊急車両と通信するための通信機能を付与する。図1に提案手法におけるネットワーク例を示す。図1の2種類の線は、モバイル端末間でアドホック通信を行う無線を表す線であり、緊急車両間を結ぶ線は緊急車両間をつなぐための無線を表している。緊急車両を中心とした円はクラスタリング範囲を示す。緊急車両はクラスタリングヘッドとなり、個々に定めたクラスタリング範囲内のモバイルノードを把握することができる。緊急車両間ではクラスタリング範囲内のモバイルノードの情報

を相互交換し共有する。これにより、緊急車輻は大規模なクラスタリングヘッダの役割を担う。緊急車輻が送信元ノードを見つけることができれば、宛先ノードをすばやく発見することが可能になる。そのため、従来手法では遠くのノードに通信する際、ホップ数が膨大となるが、緊急車輻間を経由することでホップ数を減らすことが可能になり、個々のモバイルノードの消費電力削減が期待できる。ルーティングには AODV を改良したプロトコルを使用する。次節以降、緊急車輻とモバイルノードの動作について説明する。

### 3.2 緊急車輻

緊急車輻は以下3つの動作を永続的に行う。

#### 3.2.1 クラスタリング内のノードの格納

クラスタリング内のノードの格納には、クラスタリング確認時間間隔（間隔時間）を設定する。間隔時間ごとにクラスタリング範囲内に HELLO パケットをブロードキャストし、返答があったノードがクラスタリング内にあると認識し格納する。

#### 3.2.2 送信先ノードの発見

送信先ノードの発見は、自身のクラスタリング範囲内に送信先ノードがあるかを探索する。もしなければ他の緊急車輻に問い合わせ、探索してもらう。発見できた場合には経路を保存し送信元ノードに応答パケットを送信する。これは、クラスタリング範囲内のノードから緊急車輻に送信先のノードを発見するように要求があった場合に実行する。

#### 3.2.3 送信先ノードがない場合の処理

この処理は 3.2.2 の動作の際、送信先ノードが発見できない場合に実行する。送信先ノードが存在しないため、中継ノードになっていないノードを探索する。探索後、中継ノードになっていないノードから再度リクエストパケットを送信するよう指示する。これにより幅広い範囲での探索が可能となる。

### 3.3 モバイルノード

#### 3.3.1 クラスタリング範囲内にいる場合の処理

自身ノードがクラスタリング範囲内にいる場合、他のノードからリクエストパケットを受け取るとブロードキャストせずに緊急車輻に問い合わせる。

#### 3.4 提案手法の動作

3.2 と 3.3 の動作を利用した以下の4つの環境における動作を説明する。モバイルノードの動作を N、緊急車輻を V とする。クラスタリング範囲内であれば範囲内、そうでなければ範囲外とする。

##### 3.4.1 送信元：範囲内，送信先：範囲内の場合

- N1 送信元ノードは緊急車輻に問い合わせる。
- V1 3.2.2 より送信先ノードを発見する。
- V2 送信先ノードまでの経路を確保し送信元に応答パケットを送信する。

##### 3.4.2 送信元：範囲外，送信先：範囲内の場合

- N1 送信元ノードは周辺ノードにリクエストパケットを送信し、送信先ノードを発見するまで繰り返す。
- N2 途中でクラスタリング範囲内にあるノードを発見した場合、3.3.1 の動作より緊急車輻に問い合わせる。
- V1 3.2.2 より送信先ノードを発見する。
- V2 送信先ノードまでの経路を確保し、送信元に応答パケットを送信する。

##### 3.4.3 送信元：範囲内，送信先：範囲外の場合

- N1 送信元ノードは緊急車輻に問い合わせる。
- V1 3.3.2 より送信先ノードを探索する。
- V2 送信先が範囲内に存在しないことを検知する。3.2.3 より、中継ノードではないノードから周辺ノードにリクエストパケットを送信する。

- N2 発見するまでリクエストパケットを周辺ノードに送信し、発見後、応答パケットを送信する。

##### 3.4.4 送信元：範囲外，送信先：範囲外の場合

従来手法 AODV に基づく動作を実行する。

## 4. 評価実験

モバイルノード数、緊急車輻数、時間間隔、クラスタリング範囲の4つを変数とするシミュレーションにより提案手法の基本性能を評価する。MANET には数多くのルーティングプロトコルが存在するが、提案手法は AODV に機能を追加することで実現している。AODV は、モバイルノードの電力消費を抑えることを得意とした Reactive 型ルーティングプロトコルである。そのため、個々モバイルノードの電力の平均消費量と通信の遅延時間の2つの観点から提案手法と AODV を比較、評価する。

## 5. おわりに

本稿では、モバイルノードの電力消費を抑えるために、緊急車輻を用いたネットワークの構築及びルーティングプロトコルを提案した。既存の AODV では、遠距離通信の際にホップ数の増加により電力を多く消費する欠点を持つが、提案手法を適用し、緊急車輻を用いることでホップ数の増加を抑え、AODV と比較して電力消費量を削減することが期待できる。今後は、モバイル端末、緊急車輻がランダムに移動する等、実環境に近い条件での実験評価する。

### 参考文献

- [1] IETF: Ad Hoc On Demand Distance Vector Routing (RFC 3561)-IETF, IETF(online), available from <<https://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt>> (accessed 2016-12-28)
- [2] 鳴海寛之, 白石陽, 高橋修 "Cluster-by-Cluster ルーティングにおけるクラスタヘッド選出手法に関する検討", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM2009)シンポジウム, pp. 1074-1083