

大規模自然災害時を想定したアドホックネットワークにおける 協調駆けつけ方式の研究

石井 和行†

佐藤 直†

†情報セキュリティ大学院大学 情報セキュリティ研究科

1 はじめに

大規模自然災害時に基地局やアクセスポイントが破壊されてしまうことで携帯電話や Wi-Fi が利用できない状況が予想される。その代替無線通信手段として、無線アドホックネットワークを利用することが期待されている [1]。本稿では、受信電界強度 (RSSI) の変化をもとに、単一の受信端末が発信者へ移動する、単一駆けつけアルゴリズムを提案し、無線アドホックネットワークにおいて受信端末と中継端末を含む複数の端末が協調して移動する、協調駆けつけ方式を検討した。

2 検討条件

2.1 検討対象

発信者からの救助要請を受けた受信者および中継端末 (駆けつけ端末) はマルチホップの中継経路をたどって発信者のもとに駆けつけるものと想定する。この場合、駆けつけ端末は発信者もしくは最寄中継端末へ移動する動作を順次繰り返す。

2.2 アンテナ・電波伝播

送受信端末として一般に普及している移動用端末を想定し、無指向性アンテナを用いるものとする。また、電波伝播モデルとして広く用いられているシャドウイングモデル [2] を用いて検討する。

2.3 送受信および中継端末の動作

駆けつけ端末は障害物のない平面上を移動しながら RSSI が測定でき、移動方向 (角度) を制御できるものとする。その移動方向は上下左右の 4 方向のみとする。また、発信者は静止していると仮定する。

2.4 駆けつけ終了の条件

駆けつけ端末は発信者に近づくとき、目視等により発信者を確認できるものとし、駆けつけ端末が発信者の所定の閾値以内の距離に達した場合、駆けつけを終了とする。

3 単一駆けつけアルゴリズム

3.1 検討対象

本提案では駆けつけ端末も自身の位置を知る手段を持たないことを仮定し、RSSI の変化から移動方向制御を逐次制御して目標を探索する。

3.2 RSSI の変化を利用したアルゴリズム

単一駆けつけアルゴリズムを検討するためのモデルを図 1 に示す。同図において自由空間モデルを仮定する

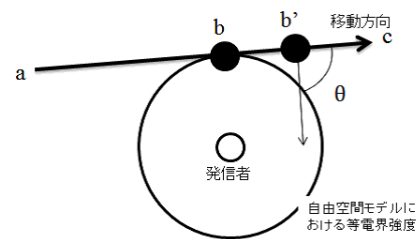


図 1: 検討モデル

と、発信者アンテナからの距離が大きくなるほど RSSI は小さくなり、等電界強度は円を描く。このことを前提に、下記を単一駆けつけアルゴリズムとする。

(1) RSSI の変化に基づく探索の原則

固定の単位距離を移動する毎に RSSI (単位: dBm) を測定する。RSSI の変化が正または 0 ならば方向を変えずに進むが、負の場合 (図 1 の b) は移動方向 (図 1 の a から c の方向) を変更する。なお、移動方向を変更する場合は時計 / 反時計周りのいずれか固定の方向に変更する。

(2) 移動方向に対する保護の設定

RSSI の変化が負であると判断し移動方向を変えることについて保護を設ける。すなわち、同一直線上で移動しながら測定した $RSSI_i$ が数地点前の $RSSI_{i-m}$ ($m \geq 1$) と比較して n ($n \geq 1$ は保護なし) 回連続して減少した場合、移動方向の変更を実施するものとする。このような保護を設けた場合、図 1 において、最初の RSSI の変化が負であると判断した b でなく、これまでの移動方向の延長線上保護回数分進んだ移動方向制御点 b' で移動方向を変更する。移動方向制御点 b' での移動方向制御量 θ は 90 度とする。

4 複数端末による探索アルゴリズム

被災者への駆けつけ方式として、複数端末が協調して駆けつける方式を検討する。

4.1 協調駆けつけの概要

協調駆けつけでは、駆けつけ端末は互いに通信が可能で、発信者と直接通信できなくても、他の駆けつけ

A study on the collaborative search in Ad-Hoc Networks for critical natural disaster

†Kazuyuki ISHII †Naoshi SATO

†Graduate School of Information Security, Institute of Information Security

表 1: 計算機シミュレーション諸量

RSSI 測定条件	
波長	0.125 m (=2.4 GHz)
電波伝搬モデル	シャドーイングモデル
アンテナ	利得: 1, 送信電力: 10 mW
測定最小値	~-150 dBm
単一探索条件	
探索終了閾値	発信者から半径 5 m
測定間隔	1 m
最大移動回数	5000 回
複数探索条件	
中継経路選択方法	端末間 RSSI より最寄端末を選択
探索開始位置	発信者中心で 100m 内一様分布

端末を発信者との中継端末として、発信者と通信が可能である。駆けつけ端末が最寄中継端末へ移動する際、最寄中継端末より少ないホップ数の中継端末あるいは発信者と直接通信できる範囲に入ると、その中継端末を最寄中継端末として探索を継続する。

4.2 計算機シミュレーション

(1) 検討条件

複数端末による協調駆けつけ特性の計算機シミュレーションを行った。用いた諸量を表 1 に示す。また、協調駆けつけを検討する条件を以下に示す。

(1) 検討対象

協調して駆けつけるため中継経路は動的に変化し、端末間 RSSI から最短距離を推定する事より最寄端末を選択し経路を生成する。発信者との中継経路がある間、受信者および中継端末はそれぞれの最寄端末に駆けつける動作をする。また、最寄端末に駆けつける方法は単一駆けつけアルゴリズムと同じとする。

(2) 送受信および中継端末の動作

探索開始時の駆けつけ端末の配置は発信者の通信可能範囲 100m 内に一様に分布させ、初期移動方向は 4 方向から無作為に 1 方向を決定する。駆けつけ端末は 1m 間隔に移動しながら、常時 RSSI の測定と発信者との中継経路の更新を行う。計算機シミュレーションは以下の 2 通りを行った。

- ① 受信者および中継端末がそれぞれ単一駆けつけアルゴリズムに基づいて移動する。
- ② 受信者のみ単一駆けつけアルゴリズムに基づいて移動する。

(3) 駆けつけ端末の探索終了

駆けつけ端末は発信者の 5m 以内へ近づいた場合、探索を終了とする。

4.3 計算機シミュレーション結果

4.2 で述べた ①, ② のそれぞれの手法による結果を図 2 に端末数の推移に対応する計算機シミュレーション結果を示す。X 軸に端末数 (発信者を除く), Y 軸に端末の到着達成率を示した。全端末の到着率とは全ての駆けつけ端末が発信者へ到着できた確率で、受信者の到着率とは緊急要請を受信したと仮定する受信者が発信者へ到着できた確率である。

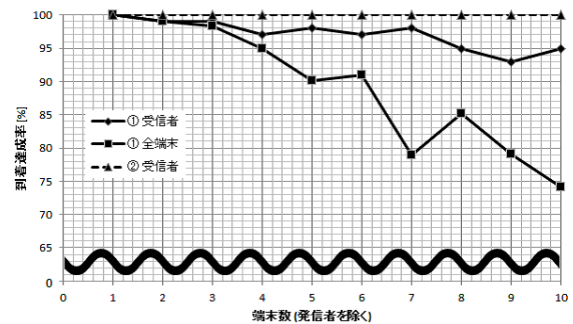


図 2: 端末到着達成率

4.4 考察

図 2 では、① では各々の端末の動作は各端末で判断しているため、端末数が増えるほど全体の達成率が悪くなっていると考えられる。中継端末を移動させず受信者のみを駆けつけをさせる ② の結果より、受信者の達成率が向上している。これは中継端末がそれぞれ移動することにより、端末間 RSSI の分散が大きくなることに影響しているためと考える。

5 まとめ

本稿では、無線アドホックネットワークにおける複数端末による協調駆けつけ方式を検討し、計算機シミュレーションにより評価を行った。中継端末も移動し駆けつけ端末が増える程、全体の到着達成率が減少することが分かった。複数端末による協調駆けつけ方式として、多くの駆けつけ端末が発信者に到着できることを目標として、我々は現在提案したアルゴリズムを改良し、受信者以外に全中継端末が移動するのではなく、一部の中継端末が移動することで駆けつける端末の到着率の向上させる協調駆けつけ方式を検討している。

参考文献

- [1] 問瀬 憲一, 阪田 史郎: アドホック・メッシュネットワーク, コロナ社, (2007. 9)
- [2] T.S. Rappaport: Wireless Communications: Principles and Practice, Prentice-Hall PTR, (1996)