

グループの生存性を考慮した アドホックネットワークにおける一筆書きプロトコル A Linear Protocol for Ad Hoc Network Based on Group Survivability

大石 淳也†
Junya Oishi

朝倉 宏一†
Koichi Asakura

渡邊 豊英†
Toyohide Watanabe

1. はじめに

アドホックネットワークは、通信インフラを利用しない通信方式のため、大地震等の災害が発生し、通信インフラの損壊や安否確認による情報の輻輳が発生したときに有効であることが知られている。そのため、アドホックネットワークの利点を災害時に活用するシステムが多く研究されている[1-3]。

我々は、携帯電話等を端末とするアドホックネットワークを用いた災害時捜索支援システムの開発を目指している。このシステムでは、まず生き埋めなどになっている行方不明者の中で位置情報を共有するグループを構築する。そして、そのグループ内で共有された情報を収集することによって行方不明者の位置を把握し、災害時の捜索活動を支援することを可能とする。

災害時という状況であるため情報収集が迅速に行われないうちに備え、情報共有を目的に構築されたグループは長時間生存することが求められる。すなわち、各端末の電力消費を抑制することが重要である。また、グループの分断を防止するため、端末間の負荷を均等にすることも必要となる。

無線通信機能を搭載した端末にとって、最も電力を消費する動作は通信である。センサネットワークの分野では、高スループットや低遅延を犠牲にして通信量を抑制し、効率的な電力消費を目指している[4]。このように、電力消費を抑制するためには、通信量を抑制することが有効である。

そこで、我々は一筆書きの概念に基づいたグループ通信プロトコル（一筆書きプロトコル）を提案する。このプロトコルでは、グループ内の端末を一筆書きでルーティングすることによって情報の通信先を2台の端末に限定し、情報の通信回数を削減する。また、基本的にグループ内の端末は2台の端末としか通信しないため、各端末の負担が均等となる。

2. 関連研究

アドホックネットワーク上のグループ通信プロトコルの1つとして、アドホックコミュニティプロトコル(ACP: Ad-hoc Community Protocol)が挙げられる[5]。ACPは仮想共有空間におけるチャットなどのコミュニティ活動を想定したものである。そのため、グループ内にリフレクタと呼ばれるサーバの役割を果たすメンバを存在させ、発言権制御や仮想共有空間の同期といったコミュニティ制御を実現している。グループ内にメッセージを同報通信するためには、

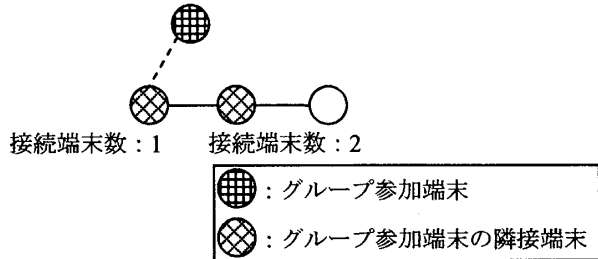


図1 グループ参加

リフレクタにメッセージを送信し、リフレクタがそのメッセージをグループ内に同報通信するという手順を踏むことになる。したがって、リフレクタの電力消費は、他のメンバと比較して大きくなり、ACPは災害時という状況においては適切でない。また、ACPは端末の移動に対応可能であるが、グループを構築する対象は生き埋めなどによって身動きが取れないような行方不明者であるため、一筆書きプロトコルでは端末の移動を考慮しない。

3. 一筆書きプロトコル

一筆書きプロトコルは、グループ参加、グループ結合、グループ再構築という3つのフェーズで構成される。また、このプロトコルでは、各端末は4つのリストを用いる。

- 隣接端末リスト：1ホップで通信可能な端末（隣接端末）のリスト。未登録の端末からパケットを受信したとき、その端末はこのリストに追加される。
- 接続端末リスト：情報の通信先端末（接続端末）のリスト。一筆書きの概念を用いているため、このリストの最大値は基本的に2となる。
- 登録端末リスト：接続端末から受信した、グループに属している端末のリスト。このリストの情報は定期的に送信され、リストが更新される。
- 未登録端末リスト：接続端末でない端末から受信した、グループに属している端末のリスト。このリストの端末情報を接続端末から受信した時点で、その端末情報はこのリストから削除され、登録端末リストに追加される。

以下、一筆書きプロトコルの3つのフェーズについて説明する。

3.1 グループ参加

グループに参加する端末は、REQUESTパケットを送信する。REQUESTパケットを受信した端末は、接続端末リストに登録された端末の数を返信する。返信のうち最も数の少ない接続端末数を持つ端末と接続し、接続端末リストを更新する（図1参照）。また、隣接端末が存在しない場合、自身が唯一のメンバであるグループを作成する。

†名古屋大学 大学院情報科学研究科 社会システム情報学専攻

‡名古屋大学 評価企画室 / 大学院情報科学研究科 社会システム情報学専攻

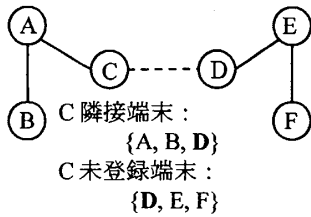


図2 グループ結合

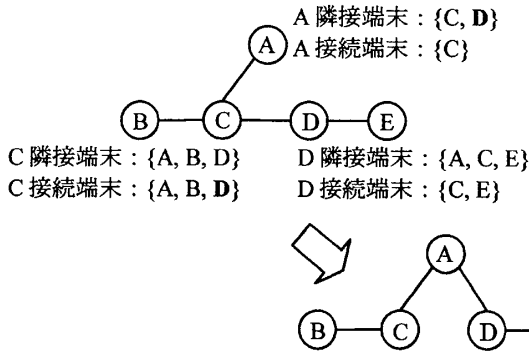


図3 グループ再構築

3.2 グループ結合

このフェーズでは、分断されている2つのグループを1つのグループに結合する。未登録端末リストに属している端末情報が一定期間経過しても削除されないが、その端末情報が隣接端末リストにある場合、グループ結合を行う。例えば、図2において、端末CとDが通信可能にもかかわらず、通信経路が構築されていない場合、端末Cの未登録端末リストに登録されている端末D, E, Fは削除されない。ここで、グループ結合を行うことによって端末CとDの通信経路が構築され、未登録端末リストに登録されている端末D, E, Fは削除される。

3.3 グループ再構築

上述のフェーズでT字路（ある端末の接続端末数が3）になった場合、グループ再構築フェーズで経路を修正する。ある端末の接続端末数が1で、その端末の隣接端末リストの端末と別の端末の接続端末リストの端末が一致する場合、グループ再構築を行う。例えば、図3の上図のような通信経路が構築された場合、端末Aと端末Dの通信経路を構築し、端末Cと端末Dの通信経路を取り消すことにより、図3の下図のように一筆書きを導くことができる。

4. 評価実験

4.1 実験方法

一筆書きプロトコルの通信量および端末間の負荷の均等性を評価するため、シミュレーションによる評価実験を実施した。端末数が100台で、一筆書きプロトコルとACPに対して、各端末がグループを構築するために送信したパケット数と、各端末の情報を共有するために送信したパケット数を計測した。なお、平均隣接端末数は6.5であった。

表1 送信パケット数の平均と標準偏差の比較

	一筆書き		ACP	
	構築	共有	構築	共有
平均	11.2	5.5	8.3	132.7
標準偏差	4.2	4.0	2.6	98.3

4.2 実験結果および考察

グループ構築、情報共有のために送信したパケット数の平均値、標準偏差値を表1に示す。表1から、グループ構築に要する送信パケット数の平均値および標準偏差値は、ACPよりも一筆書きプロトコルの方が大きくなっている。これは、単に通信グループを生成するだけでなく、一筆書きの通信経路を生成するために、グループ結合やグループ再構築のフェーズでパケット数が増加したことに起因する。一方、情報共有に要する送信パケット数は、明らかにACPよりも一筆書きプロトコルの方が小さいことが分かる。グループ構築よりも情報共有の方が処理割合が高いことを考えると、一筆書きプロトコルはACPと比較して、通信量が少なく、また端末間の負荷が均等なプロトコルであるといえる。

5. おわりに

我々は一筆書きの概念を取り入れたグループ通信プロトコルを提案した。アドホックネットワークにおける通信グループを長時間生存させるためには、通信量を抑制することとグループ内の端末の負荷が均等になることが重要である。評価実験により、コミュニティ活動を目的としたグループ通信プロトコルであるACPと比較して、提案プロトコルは通信量が抑制され、端末間の負荷が均等であることが分かった。

本稿では、端末の電力残量が等しいものであるとして端末間の負荷が均等になるように一筆書きプロトコルを構築した。しかし、現実世界ではそのような状況はあり得ないため、端末の電力残量を考慮したプロトコルの開発が今後の課題として挙げられる。

参考文献

- [1] 杉山久佳, 辻岡哲夫, 村田正: “ネットワーク化された群ロボットによる被災者発見システム”, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.7, pp.1777-1788 (2005).
- [2] 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”, 電子情報通信学会誌, Vol.89, No.9, pp.796-800 (2006).
- [3] 浦部弘章, 塚本淳, 佐藤和基, 梅津高朗, 東野輝夫: “MANETを用いた災害時における被災者の位置情報収集・追跡システムの提案”, 情報処理学会研究報告—高度交通システム, Vol.2005, No.89, pp.47-52 (2005).
- [4] 守田可南子, 佐藤雄亮, 岡崎直宣, 朴美娘: “センサネットワークにおける位置情報を用いないルーティング方式の検討”, 情報処理学会研究報告—データベースシステム, Vol.2007, No.6, pp.171-178 (2007).
- [5] 太田賢, 町田基宏, 大辻清太, 杉村利明: “アドホックネットワーク上のコミュニティのためのグループ通信プロトコル”, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.7, pp.1801-1810 (2001).