

送信電力を用いたクラスタリングを利用する集約型メッセージフェリーにおける省電力手法

1265088 網本 春華 【ネットワーク信号処理研究室】

Power-Saving Methods in Aggregated Message Ferries Using Clustering with Transmission Power

1265088 Haruka Amimoto 【Signal Processing and New Generation Network Lab.】

1 はじめに

近年、大規模災害時の臨時ネットワークに対する需要が向上しており、様々な研究 [1][2] が既に行われているほか、実際に災害時に利用された例も存在している。遅延耐性ネットワーク (DTN: Delay Tolerant Network) もその一種であり、通常の通信インフラ機能が破損していても被災者の持つ小規模端末のみでネットワークが構築でき、通信遅延や移動による端末間の接続切断に強い対応力を持つ。しかし、DTN は通信をネットワーク内の端末を中継することで行うため、中継する端末の持つバッテリーなどのネットワーク資源やネットワーク内の端末数が重要となる。これらの維持には端末のバッテリー消費量の削減が重要である。端末のバッテリー消費量削減のため、本研究ではネットワーク内の電力負荷の偏りをなくし、各端末の行う処理の軽減・均一化を行う。DTN において、負荷の分散を行う技術として集約型メッセージフェリー手法 [1] や端末の周辺探索制限 [2] 等が存在する。本論文はこれらを拡張してネットワーク全体でデータのやり取りを行うことで電力消費の偏りをなくし、端末のバッテリー量に応じた処理の制限を行うことで端末の電力消費を抑え、通信可能時間の向上を図る。

2 省電力化技術と DTN 環境下での課題

端末の省電力化の手法として、本研究ではバッテリー負荷分散と処理量の軽減を行う。DTN が属しているアドホックネットワークでは省電力化手法としてクラスタリングによる負荷分散や、端末の通信、周辺探索の回数を削減する手法が用いられることがある。しかし、DTN 環境下では高遅延かつネットワーク全体の状況把握が困難であるため、ネットワーク全体の状況から最適な行動を選択する既存手法の効果を発揮させることが難しい。そのため、DTN の既存技術である集約型メッセージフェリー手法を拡張させることで疑似的なクラスタリングを行い、自身と通信相手のバッテリー状況のみで通信や周辺探索の処理の確率を操作することで課題の解決を行っている。

初めに、本研究でベースとなる集約型メッセージフェ

リーについて説明する。これは DTN の応用技術であるフェリー支援型 DTN [1] を拡張したものである。フェリー支援型 DTN は、フェリーノードと呼ばれるノードがネットワーク内を巡回しながら通常端末からデータを収集、相転送を行う、遠距離通信向けの手法である。フェリー支援型 DTN でのネットワーク資源を活用させる研究として集約型メッセージフェリー [1][2] は研究されている。[2] では電力消費軽減としてフェリーノードへの通信を電力量に余裕のあるノードを集約ノードとしてデータを集約している。[1] はフェリー支援型 DTN を拡張した集約型メッセージフェリー手法を用いた研究である。端末のフェリーノードへのデータ送信実績をフェリースコア (fs: ferry score) とし、fs の高い端末を選択するという経路決定手法を提案している。そして、先行研究 [1][2] は双方ともにデータが集約される端末の消耗が激しいという課題がある。

これらの既存研究の課題を解決するため、本研究では集約型メッセージフェリー手法をクラスタリング技術を用いて拡張し、各端末のバッテリー残量に応じて送信や周辺探索を実行する確率を変化させることでネットワーク全体の把握を必要としない省電力手法を提案する。ネ

3 DTN ネットワークでのクラスタリングを用いた省電力手法

フェリー支援型 DTN でのクラスタリングを用いた省電力手法を提案する。本手法は池上 [1] の提案した手法へクラスタリングの要素を取り入れ、拡張したものである。はじめに [1] で利用される fs の算出方法を記述しておく。fs はフェリーノードへデータが送信された際に式 (1) によって算出される。

$$fs = fs + hop_c \quad (1)$$

hop_c : 対象の端末をデータが通過した際のデータのホップ数である。次に、本提案手法では集約ノードとして ch を利用しており、ch は周辺端末の管理は行わずデータの集約のみを行い、一定ラウンドが経過する毎に ch の再設定を行う。ch は式 A の比を用いた確率を満たす

端末が選出される。

$$A = \frac{NowE_M + fs_M}{FastE_m + count} \quad (2)$$

$NowE_M$: 現在の自端末のバッテリー量、 $FastE_M$: 自端末の初期バッテリー量、 fs_M : 自端末の fs 、 $count : ch$ になった回数である。次に、データの転送先端末の決定方法について記述する。基本的には fs と自身と相手端末の電力量を利用し、以下の式 (3) を満たす場合に相手端末へ転送を行う。

$$NowE_O > NowE_M$$

かつ

$$\frac{NowE_O + fs_O}{FastE_O} > \frac{NowE_M + fs_M}{FastE_M} \quad (3)$$

$NowE_O$: 現在の相手端末のバッテリー量、 $FastE_O$: 相手端末の初期バッテリー量、 fs_O : 相手端末の fs である。この時、 ch は $fs_M + 5$ として計算を行う。また、輻輳操作のため、 $fs_O < fs_M$ である場合、式 B の比を用いた確率で相手端末へデータの転送を行う。

$$B = \frac{NowE_O - NowE_M}{NowE_O - T} \quad (4)$$

これにより、 fs が低い端末も転送先端末として利用が可能となると同時に、トラフィックの増加を抑えることで無駄な通信やデータの複製を抑えることが可能となっている。次に、周辺探索制限について記述する。周辺探索制限は端末の電力量が閾値以下である場合に周辺の探索に制限がかかるようになっており閾値閾値の初期値は端末の初期電力の $1/2$ 、閾値の再設定は1ラウンド内の通信回数を用いて、式 (5) が満たされるときに元の閾値の $1/2$ を新たな閾値として設定する。

$$T < u - 2 * q \quad (5)$$

u は単位時間当たりの平均通信回数、 q は単位時間当たりの通信回数の標準偏差である。周辺の探索を行うかどうかは確率 P で決定される。

$$P = \frac{NowE_M + fs_M}{FastE_M} \quad (6)$$

4 通信可能時間と負荷分散の評価

通信可能時間と負荷分散が向上しているか確認のためシミュレーションを用いて先行研究との比較を行った。

表1より、通信可能時間、平均バッテリー残量はほぼ同量、メッセージ数は大幅に提案手法が多い。図1より各端末における電力消費量も同程度であることが確認できた。このことから、提案手法ではネットワークが活発になってしまったため先行研究よりも電力の消耗が激しいにもかかわらず、ネットワーク寿命が先行研究と同

表1 ネットワークの寿命と性能

	先行研究	提案手法
通信可能時間	1920.26	1920.62
平均バッテリー残量	1425.78	1448.63
生成メッセージ数	166	
合計メッセージ数	200	840
伝達成功データ数	25	30
オーバーヘッド	5.24	26.21

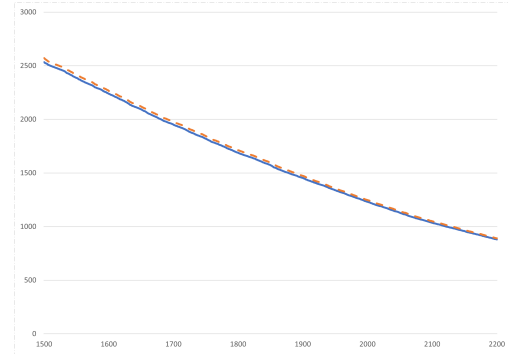


図1 各端末のバッテリー消費率 (ネットワーク寿命前後)

等程度だったことから提案手法において消費電力の抑制が確認できた。しかし、データの到達率に変化は見られなかった。これはフェリーノードと通信を行う端末が先行研究と同一であったためである。今後はデータの複製を抑制や今回考慮しなかった端末の移動特性を考慮することでさらなるネットワーク寿命向上を目指す。

5 まとめ

本研究では、DTNの手法である集約型メッセージフェリー手法をクラスタリングと端末の処理制限により通信可能時間と端末の負荷分散を改善させる手法を提案した。評価の結果、提案手法ではネットワーク寿命の向上はできなかったが、端末の多少の負荷分散は実現することができた。これは提案手法のネットワークが活発になってしまいネットワーク内にメッセージが蔓延したことやフェリーノード付近の端末の負荷に変化がなかったためであると考察される。今後はネットワーク内のデータの抑制や端末の移動特性を考慮することで端末の負荷分散を行い、ネットワーク寿命の向上を目指す。

参考文献

- [1] 池上和馬, "DTN 環境におけるデータの転送経緯を考慮した経路制御手法の提案", 高知工科大学情報学群卒業論文, p.9-13, 2018.
- [2] 金田知展, 中村嘉隆, 高橋修, "DTN を用いた災害時通信システム構築法の提案", マルチウェア, 分散, 協調ともアイルシンプジウム, 2003.