

DTNでの協調型スコアリングに基づく経路制御手法

1235052 池上 和馬 【知的ネットワーク研究室】

Routing method based on cooperative scoring in DTN

1235052 Kazuma Ikenoue 【Intellectual Network Lab.】

1 はじめに

通信遅延や経路の切断が頻繁に発生するような通信環境において、DTN(Delay Tolerant Networking)を適用することが研究されている。DTNは通信の中継器となるノードがデータを保持することにより、通信遅延や経路の切断が頻繁に発生するような通信環境に耐性を持つネットワークである [1]。

DTNには複数のデータ転送経路制御手法が提案されている [2]。先行研究として、宛先までの転送経路確保の安定が見込まれているメッセージフェリー手法を基に、宛先と通信を行う可能性を表す指標を設定し、この指標を用いて転送先を決定することでデータ転送数向上を目的とした集約型メッセージフェリー手法の提案が行われている。以前の研究では、設定した指標を算出するアルゴリズムを変更し、ホップ数の削減と更なる宛先までのデータ転送数向上を目的とする、転送経緯を考慮したメッセージフェリー手法の提案を行った。

本研究では、宛先と通信を行う可能性が高い指標を持つノードが宛先の通信可能範囲から離れることにより、そのノードが持つデータが宛先まで到達することが困難となる課題を解決するために、ノードが持つ値を状況に合わせて削減するように拡張した、協調型スコアリングメッセージフェリー手法の提案を行う。

2 経路制御手法

メッセージフェリー手法は計画的に移動を行うフェリーノードというノードがデータの中継を行い、宛先までデータを運搬する手法である [3]。しかしこの手法では、フェリーノードの通信範囲外にあるデータを、宛先まで転送することが不可能であるという問題が存在する。

この課題を解決するために、集約型メッセージフェリー手法が提案されている。この手法は、各ノードへフェリーノードと通信を行う可能性を示すフェリースコアという値を設定し、このスコアが高いノードへあらかじめデータを集約しておく手法である。しかしこの手法では、ノードのスコアに差があまり無い状態になると最も短い転送経路になりうるような転送先ノードの決定を常に行うことが困難であるという問題も存在する。

上記の問題を解決するために、転送経緯を考慮したメッセージフェリー手法の提案を行った。この手法では

各ノードのフェリースコアに差を生じやすくするために、データがフェリーノードに転送された際の転送経緯を考慮しつつ算出した値を、各ノードのフェリースコアに加算する。本手法では、高フェリースコアを持つノードがフェリーノードの通信可能範囲から離れた位置に移動した後滞在することで、付近のノードよりも局所的に高いフェリースコアを持つことになる。局所的に高いフェリースコアを持つノードは、フェリーノードへデータを直接転送することは不可能だがフェリースコアは周辺ノードよりも高いため、集約したデータを蓄積し続けるという特徴を持つ。そのため、局所的に高いフェリースコアを持つノードが発生するとフェリーノードまでの到達が困難なデータが発生するという問題が存在する。

3 協調型スコアリング

メッセージフェリー手法

提案手法では、局所的に高いフェリースコアを持つノードの発生により、そのノードが持つデータがフェリーノードまで到達することが困難になるという課題の解決を図る。そのために提案手法では、図1のように、クラスタ内のノードが持つフェリースコアがフェリーノードに近いノードほど高いという状況を常に保つことが出来るように、局所的に高いフェリースコアを持つノードが発生した場合、そのノードが持つフェリースコアの削減を行うように拡張を行う。そうすることでそのノードが蓄積していたデータを周辺ノードへ転送し、フェリーノードまでデータが到達可能となることを目指す。

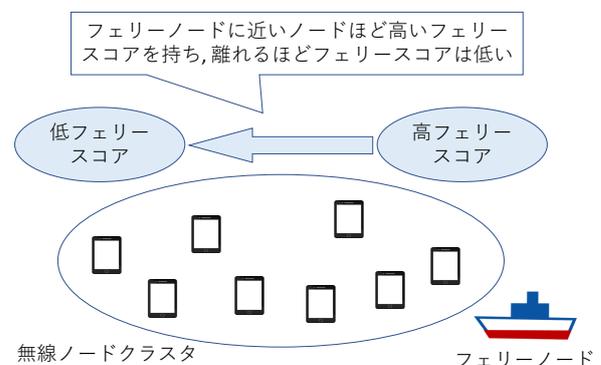


図1 フェリースコアの値とノードの位置関係

提案手法では、過去にデータをフェリーノードへ転送した回数は多いが、ノードの移動が行われることで現在はフェリーノードへ転送する見込みが薄いノードのフェリースコアを削減し、周辺のノードのフェリースコアと同程度の値となるようにする。削減対象となるノードは、フェリーノードがクラスタを離れた際に他ノードから転送されたデータを保持しているノードである。また減少する値は、対象となったノードの周辺に存在する各ノードのフェリースコアの平均値となるように決定される。この平均値は周辺のノードが持つフェリースコアを改めて検索した後に算出するのではなく、他ノードとの通信回数を抑えるために各ノードが転送先ノードを決定する際に用いるリストから算出を行う。

4 評価

提案手法を用いることで、局所的に高いフェリースコアを持つノードの発生を抑制し、データ転送数が向上することを確認する。また、フェリースコアの算出処理の追加により、平均ホップ数と各ノードのバッテリー消費量が変化していないことも確認する。そのためにネットワークシミュレータ The ONE 上で、提案手法と既存手法である転送経緯を考慮したメッセージフェリー手法のデータ転送数との比較を行う [4]。

シミュレーションで用いたパラメータを表1に示す。今回の実験では、提案手法におけるエリアの大きさの影響を確認するためにシミュレーションエリアの大きさを変更した2パターンを行う。シミュレーションで使用するパラメータは過去の研究で用いた値とし、各バッテリー消費量は文献 [2] を参考にする。また本シミュレータでの比較は、同じ条件で10回シミュレーションを行い得られた結果の平均値を用いて行う。

表1 シミュレーションのパラメータ

	計測時間 (sec)	21000
	シミュレーションエリア (m)	200 & 300
無線ノード	移動ノード	30
	停止ノード	30
	端末移動速度 (m/sec)	0.5 ~ 1.5
	移動停止秒数 (sec)	0 ~ 120
	通信速度 (Mbps)	2
	通信半径 (m)	100
バッテリー	ノード探索による消費	9.8
	ノード探索への反応による消費	0.4
	データ送受信による消費	0.8
フェリーノード	巡回周期 (sec)	1500
	滞在時間 (sec)	600
メッセージ	生成頻度 (sec)	60
	メッセージサイズ (KB)	50 ~ 150
	TTL (min)	30

表2 シミュレーションの結果

	200m ²		300m ²	
	既存手法	提案手法	既存手法	提案手法
データ生成数	350			
データ到達数	305	350	261	346
平均ホップ数	2.00	2.11	2.37	2.51
総転送回数	612	741	619	871
バッテリー消費量	16215	16504	16322	16619

表2に得られた結果を示す。データ到達数はシナリオ1では約14%、シナリオ2では約32%提案手法の方が高いということが分かった。また、総転送回数はシナリオ1で約21%、シナリオ2では約40%提案手法の方が多くなっているが、1つ当たりのデータが宛先まで到達するまでの平均ホップ数は両手法同程度の数値となった。更にバッテリー消費量も両シナリオ共に増加数の割合は約1%と、おおむね許容できる範囲という結果となった。以上のことから提案手法を用いることで、局所的に高いフェリースコアを持つノードの発生を抑制し、平均ホップ数と各ノードのバッテリー消費量が変化することなくデータ到達数が向上していることが確かめられた。

5 まとめ

DTNの経路選択手法であるメッセージフェリー手法を基にした集約型メッセージフェリー手法における課題の解決を目的とした、転送経緯を考慮したメッセージフェリー手法の提案が行われている。本研究では既存研究の課題である、局所的に高いフェリースコアを持つノードが蓄積したデータをフェリーノードまで転送することが困難となる課題に対応する手法として、協調型スコアリングメッセージフェリー手法の提案を行った。提案手法では、局所的に高いフェリースコアを持つノードが蓄積し続けているデータを隣接ノードへ転送することでフェリーノードへの到達を促すために、付近のノードが持つフェリースコアに合わせてフェリースコアを削減する処理を行う。評価の結果、提案手法はフェリーノードまでのデータ到達数が既存手法よりも高く、平均ホップ数と各ノードのバッテリー消費量の低下も見受けられないことを確かめられた。

参考文献

- [1] K. Fall. "A Delay-Tolerant Network Architecture for Challenged Internets". *Proc. SIGCOMM '03*, pp.27-34, 2003.
- [2] A. Vahdat and D. Becker. "Epidemic routing for partially-connected ad hoc networks". *Technical report, CS-200006*, 2000.
- [3] W. Zhao, M. Ammar, and E. Zegura. "A message ferrying approach for data delivery in sparse mobile ad hoc networks". *Proc. MobiHoc '04*, pp.187-198, 2004.
- [4] A. Keranen, J. Ott, and T. Karkkainen. "The one simulator for dtn protocol evaluation". *Proc. SIMUTools '09*, 2018.