

伝達率を考慮したクラスタリングに基づく DTN 経路制御手法

網本春華[†] 植田和憲[‡]

高知工科大学 大学院工学研究科 基盤工学専攻 情報学コース^{†‡}

1. はじめに

本稿では、伝達率およびネットワーク資源の利用効率の向上を目的とし、伝達率を考慮した集約型メッセージフェリー手法へのクラスタリングを導入したルーティングアルゴリズムの提案を行う。提案手法により、ネットワーク内ノードの消費電力の低減を目指す。

2. 遅延耐性ネットワーク

遅延耐性ネットワーク (Delay Tolerant Networking, DTN) は、移動ノードなどを対象とした劣悪な通信環境下における通信を目的として開発されたコンピュータネットワークの一種である。DTN では、蓄積と中継による通信に基づいて転送を行う。蓄積はデータをノードのバッファに保存することであり、一時的な通信の不通や遅延への対応が可能である。中継は付近のノードを介した転送において、その経路を記録することでデータ経路の構築を行っている。DTN では、ノードの負荷軽減とルーティングの効率化が課題である。

メッセージフェリー手法とは、DTN の経路選択手法の一種である。本手法で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循環しデータを収集、蓄積し、宛先ノードまでの運搬を行う手法である。集約型メッセージフェリー手法は、フェリーノードへ通信を行う可能性の高いノードへ予めデータを集約することでデータ到達率を高めるものである。消費電力を考慮した集約型メッセージフェリー手法では、集約型メッセージフェリー手法におけるデータ到達率を表すフェリースコア (以下 FS) を導入し、FS が高いノードへデータを集約する。また、端末のエネルギー量によって通信の有無や FS を増減することでネットワーク内のエネルギー消費を低減し、ネット

ワーク寿命の向上を図っている。

3. 関連研究

文献[1]では、エネルギー効率の良いクラスタリングルーティングアルゴリズムを用いてネットワーク寿命の向上を図っている。具体的には、ネットワーク範囲に対してリング構造を導入し、不均一なクラスタの形成を行うことで CH (Cluster Head) のエネルギー消費量とトラフィック負荷のバランスを取っている。CH の決定では SCH (Sub Cluster Head) が次の CH を指定する。経路の構築では CH が通信の際にノード間の距離と残エネルギーを考慮したコスト関数を用いてコストを計算し、その結果をホップテーブルに追加することで構築を行っている。

文献[2]では、クラスタリングルーティングアルゴリズムを用いてネットワーク寿命の向上を図っている。CH の負荷軽減として CH の行う処理と保有データの軽減、それによる CH の責任の分担のためにクラスタ内にクラスタマネージャ (以下 CM) と呼ばれるノードを設定している。CM は通信に参加せず、クラスタ内のノードの挙動の制限・監視、その責任を持ちクラスタ内部の情報やルーティング情報を保有する。CH の引き継ぎの際にも CM が CH の選定、引継ぎの保証を行うことでネットワークの安定性を向上させる。

文献[3]では、サービス品質のためのマルチキャストルーティングを目的としてエネルギー効率の良いマルチキャストとノードのエネルギー量とノード間の距離に基づくルーティング手法、SCH の設定を用いたエネルギー効率の高いルーティングを提案している。クラスタリングでは、CH がクラスタ内でエネルギー量と距離から代替 CH を指定する。ルーティングでは、最短経路選択アルゴリズムが用いてノードの最大エネルギー量と最小ホップ数に基づくルーティングを行う。

4. 提案手法

本研究では、消費電力を考慮した集約型メ

DTN path control method based on clustering considering transfer rate.

[†]Haruka Amimoto, [‡]Kazunori Ueda

^{†‡}Kochi University of Technology, Graduate School of Informatics

メッセージフェリー手法に対し、クラスタリングを用いたルーティングを加えることで、伝達率およびエネルギー効率の向上を目指す。具体的には、クラスタリングを用いてノードの負荷軽減、エネルギー効率の良い最適化されたルーティングを行う。

FSは各ノードの伝達率であるため、FSを指標としてクラスタリングを行うことでより伝達率の高いネットワークの構築が予想される。また、FSを用いることで従来のような距離のみでのクラスタリングよりもクラスタ間および各ノードの優越を明確にでき、ノードの差別化がより高度に可能となるため同レベルのノードの信頼性の均一化が期待され、それによりエネルギー効率の向上が期待される。

クラスタリングではFSを参考にしてクラスタリングを行う。ある一定範囲間でクラスタリングを行い、各クラスタ内で最もFSが高く、クラスタ中心付近でありエネルギーが十分に存在するものをCH、クラスタ内で時点で高エネルギーかつ高FS値、中心付近であるノードをSCHとし、経路等の情報を保持させることでデータの効率的な伝達が可能となることを想定している。図1にてその概要を示す。また、クラスタリングは移動体ノードであることを加味して一定期間ごとに再度行うこととする。

ルーティングでは、エネルギー量とFS値を考慮したコスト関数を用いて経路を計算することでさらなるエネルギーの効率化を想定している。図2にてその概要を示す。このとき、クラスタのFS値は、クラスタ内のCHのFS値によって決定するとしている。また、クラスタ間の通信はCHのみで完結させることを想定している。

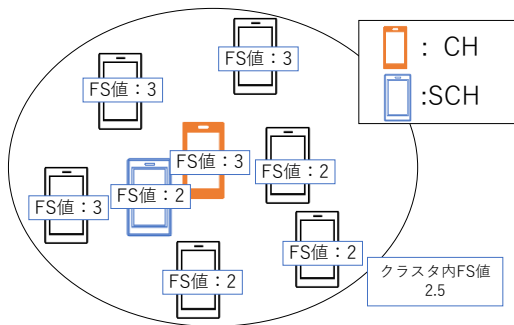


図1. FS値に基づくクラスタリング

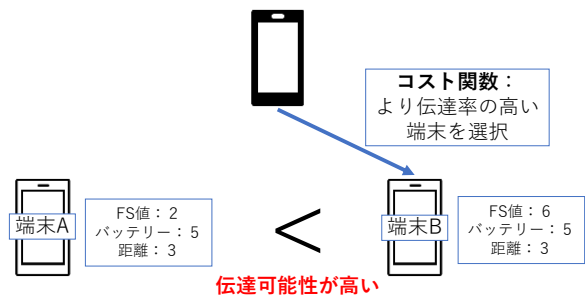


図2. FS値による転送先の選定

5. まとめ

本論文ではFS値を考慮したクラスタリングを用いたルーティングによって高伝達率かつ高エネルギー効率のネットワークの構築手法の研究紹介として想定している手法の説明と参考としている研究の紹介を行った。

提案手法はFSを各ノードの伝達率と定義し、FSを指標としてクラスタリングを行うことで伝達率を考慮するだけでなく、クラスタ間の将来的な伝達率を明確化できることからより良い経路の選択が可能となり、エネルギー効率の向上が期待される。クラスタリングではFSとクラスタ内での距離を参考にしてCH、SCHを設定し、経路選択ではエネルギー量とFS値を考慮したコスト関数を用いて経路を計算することでさらなるエネルギーの効率化を想定している。

参考文献

[1] Zijin Wan, Xiaoqi Qin, Baoling Liu, "An energy-efficient clustering routing algorithm for WSN-assisted IoT", WCNC, June 2018

[2] Amutha S, Kannan B, Kanagara J M, "Energy-efficient cluster manager-based cluster head selection technique for communication networks", International Journal of COMMUNICATION systems, April 2020

[3] Dr. N. Sivapriya, Dr. R. Mohandas, "Optimal Route Selection for Mobile Ad-hoc Networks based on Cluster Head Selection and Energy Efficient Multicast Routing Protocol", JOURNAL OF ALGEBRAIC STATISTICS, May 2020