

メッシュネットワークにおけるクラスタリングチャンネル割り当て方式の提案

松本 太† 勝見 祐介† 冬瓜 成人†

†東京電機大学 情報環境学部

1 はじめに

メッシュネットワーク [1] においては、マルチホップネットワークに起因する多くの問題があり、通信品質を著しく劣化させる原因となっている。そこで本研究では、その解決法としてノードにおける 3 ロールの決定によるクラスタリングアルゴリズムを用いた自律的なチャンネル割り当て方式を提案する。本方式は、数ノードからなるクラスタを形成し、形成したクラスタごとに最も干渉の少ないチャンネルを選定して割り当てを行うことができる。

本方式のシミュレーションを行ったところ、スループット及び不公平問題の改善に効果があることが確認できたので、それについて報告する。

2 クラスタリングチャンネル割り当て方式の提案

2.1 クラスタリングチャンネル割り当て方式

本方式は CGSR[2] のアプローチを基に発展させたチャンネル割り当て方式である。各ノードはそれぞれ、クラスタの中心である Cluster-Head、他クラスタと中継をする Gateway、クラスタに属する一般ノードである Regular-Node の中からノードのロールを決定する。そして、数ノードからなるクラスタを形成し、形成したクラスタごとに最も干渉の少ない適切なチャンネルを選定して割り当てる。図 1 に本方式を用いてクラスタリングを行った例を示す。

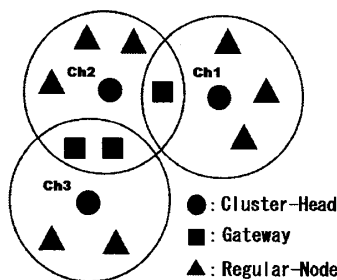


図 1: クラスタリング及びチャンネル割り当ての例

2.2 クラスタリングアルゴリズム

本方式では各ノードがクラスタリング用のテーブルを保持し、隣接ノードに自ノード情報を送信することにより、隣接ノード情報を取得し、自ノードのロールを決定する。ロールは LCC(Least Cluster Change)[2] により決定され、ロールの変更はテーブル内の Cluster-Head 数が変化した際に行われる。Cluster-Head の選出指標として、隣接ノードが一番多い Cluster-Head を選出する Highest-Connectivity と隣接ノード数が同数だった場合はノード ID の小さいほうを選出する Lowest-ID を採用し、Cluster-Head でなくなったノードはテーブル内の Cluster-Head 数に応じて Gateway か Regular-Node のどちらかのロールに変更する。

2.3 チャンネル割り当てアルゴリズム

本方式では各 Cluster-Head がテーブル情報の保持とチャンネルの割り当てを行う。一定間隔ごとにテーブル情報を載せた hello パケットを送信し、Gateway を介して隣接するクラスタの Cluster-Head に到達する。

この動作により、周辺クラスタのチャンネル情報を更新し、その情報を基に最も干渉の少ないチャンネルの選定及びクラスタへのチャンネルの割り当てを行う。表 1 に交換するテーブルの情報を示す。

表 1: チャンネル割り当てに使用するテーブル情報

Cluster ID	クラスタの識別子
Used Channel	クラスタが使用しているチャンネル
Hop	テーブル情報の TTL

Hop カウントにより N ホップ先までの送信し、テーブル情報を送信する際に Hop カウントを 1 つ減らして送信する。今回のデフォルト値は 2 ホップとした。

3 シミュレーションによる評価

3.1 クラスタリングに関する評価

クラスタリングアルゴリズムによるノードのロール決定によっては、クラスタが全ノードをカバーできず、通信不能なノードが発生する場合が考えられる。そのため、クラスタリングのカバー率の平均値を 50m 間隔で 5 × 5 のグリッド配置とランダム配置の 2 つのトポロジで評価した。シミュレータは Cygwin 上で GCC を

用いて作成し、シミュレーション領域は $200\text{m} \times 200\text{m}$ 、各ノードの通信半径を 90m とし、ノード数 25 で 20 試行ずつ行った。結果より、どちらの配置でも平均カバー率が 100% となり、クラスタリングアルゴリズムは、はぐれノード等の通信不能ノードは見られなかった。

3.2 通信性能に関する評価

性能の指標として、スループットと Fairness Index[3] を用いた。シミュレーションは Qualnet を使用し、 $200\text{m} \times 200\text{m}$ の領域において 50m 間隔で 5×5 のグリッド配置とランダム配置の2つのトポロジで4チャンネルを用意し、提案方式を用いた場合とそれを用いない場合について行った。

セッションは、配置されているノードより MPP1 台と MAP5 台をランダムで選出し、MAP から MPP へ 1~5 セッションで送信する形で行った。また、送出トラフィックは FTP を用い、各ノードの通信半径を 90m とした。 5×5 のグリッド配置の結果を図 2, 3 に、ランダム配置の結果を図 4, 5 にそれぞれ示す。結果より、提案方式はグリッド配置、ランダム配置共にスループット、Fairness Index において改善がみられ、提案方式はスループット及び不公平問題の改善に有効であることを確認した。

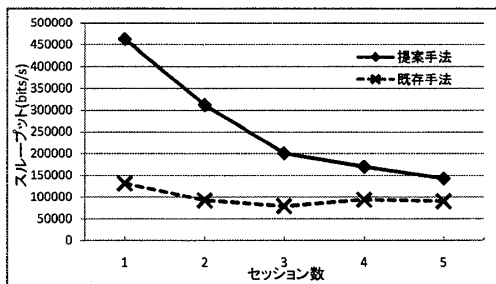


図 2: 5×5 のグリッド配置のスループット

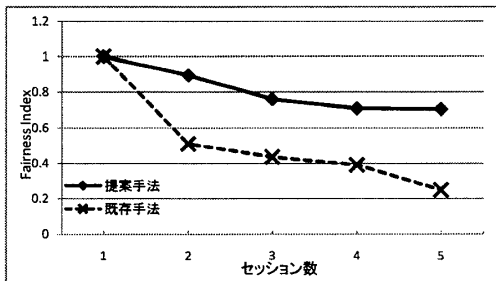


図 3: 5×5 のグリッド配置の Fairness Index

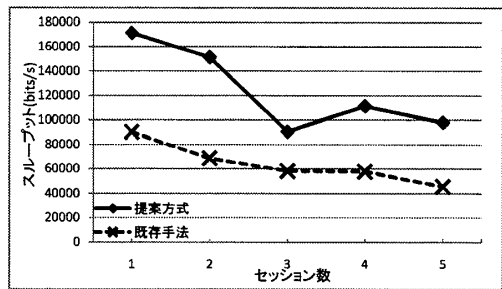


図 4: ランダム配置のスループット

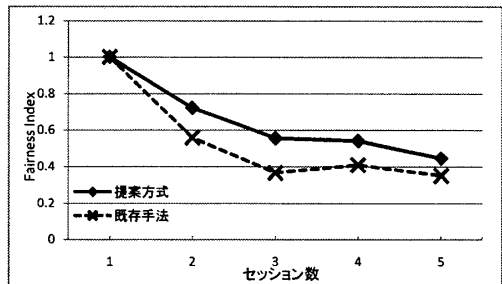


図 5: ランダム配置の Fairness Index

4 まとめ

本稿では、メッシュネットワークで発生するマルチホップネットワークに起因する問題に対して、クラスタリングチャンネル割り当て方式の提案を行い、シミュレーションを行った結果、不公平問題の改善に効果があることを確認した。

この結果より、提案方式は適切なチャンネル割り当てを行うことができ、ノード間の通信干渉が緩和できたとと言える。

今後は、クラスタリングアルゴリズム及びチャンネル割り当てアルゴリズムの更なる改良を進めていく予定である。

参考文献

- [1] 間瀬憲一, 阪田史郎, “アドホック・メッシュネットワーク—ユビキタスネットワーク社会の実現に向けて,” コロナ社, 2007.
- [2] Ching-Chuan Chiang, Hsiao-Kuang Wu, Winston Liu, Mario Gerla, “Routing in Clustered Multihop, Mobile Wireless Networks with Fading Channel,” IEEE Singapore International Conference on Networks, SICON'97.
- [3] Dah-Ming Chiu, Raj Jain, “Analysis of the Increase and Decrease Algorithms for Congestion Avoidance in Computer Networks,” Journal of Computer Networks and ISDN, Vol. 17, No. 1, June 1989.