

O-001

クラスタリングモデルを導入したアドホックネットワークの評価実験 Evaluations of Clustered Ad-Hoc Network Model

永松 大和†

Yamato NAGAMATSU

能登 正人†

Masato NOTO

1. はじめに

アドホックネットワークは、無線通信を実現するネットワーク形態の一つであり、モバイルノードで構成されるインフラを持たないネットワークである [1]。将来は多くのモバイルノードを含みアドホックネットワーク自体がゲートウェイを介して有線ネットワークに接続されると予想される。このような環境では、ノード間が高密度になり、有線接続を行う無線ノードによるゲートウェイの発見や利用頻度が非常に高くなるので、極端に性能が悪化すると懸念されている。そのためノードを階層的な構造（クラスタリング）としてとらえる研究が注目されている [2]。

本稿では、無線ノードの普及により様々なノードが偏在し、ネットワークの輻輳の問題を回避するために、ノード間でクラスタリングを行うモデルを提案し、提案モデルにおける通信性能を行った。

2. 提案モデル

本研究では文献 [3] で提案されているクラスタリングを導入したモデルを使用する。図1に提案モデルを示す。直線上の有限空間 I が端末の存在範囲とし、クラスタヘッド C_i 、ゲートウェイノード G_i 、無線通信可能端末 x_i を配置する。端末は静止しており、各端末は中継機能を持っているものとする。また、 r_i をクラスタヘッドの通信可能範囲、 W_i はクラスタヘッド間の距離を表す。ここで r_0, \dots, r_{n+1} はクラスタヘッド C_0, \dots, C_{n+1} の個々の通信範囲を表す。

- クラスタヘッド

閉区間の左側から C_0, \dots, C_{n+1} と配置する。前提条件として両端点に C_0, C_{n+1} を配置した。

- ゲートウェイノード

ゲートウェイノードは無線通信可能端末の中から以下の式より選定される。

$$\sum_{i=0}^{n-1} W_i < G_n \leq \sum_{i=0}^{n-1} W_i + r_n \quad (1)$$

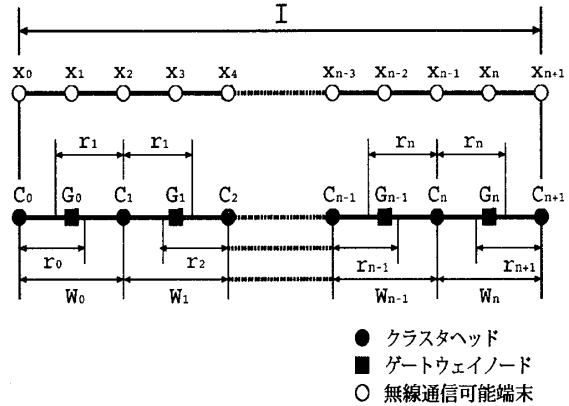


図1: 提案モデル

$$\sum_{i=0}^n W_i - r_{n+1} \leq G_n < \sum_{i=0}^{n-1} W_i \quad (2)$$

- 無線通信可能端末

閉区間の内側に無線通信可能端末 x_0, \dots, x_{n+1} を左から配置する。

3. シミュレーション

クラスタリングによる通信性能を評価するために、次元上にノードを一様に発生させたときの通信確率と通信遅延を測定する。評価はクラスタリングしないときの比較を行う。シミュレーションの概略を以下に述べる。

- クラスタリングしない場合

ノードを0~200の範囲で発生させ、各項目を測定する。これをノード個々の通信可能範囲を変化させて同様にを行い、両端点の通信性能をグラフ化する。

- クラスタリングした場合

クラスタヘッドを等間隔に配置し、ノードを0~100の範囲で発生させる。なお、クラスタヘッドは範囲内にあるノード状況を把握しているので、通信範囲などは考慮しない。クラスタヘッドの通信可能範囲を変化させて、両端点の通信性能をグラフ化する。

4. 考察

クラスタリングした場合としない場合の通信確率と通信遅延の比較をそれぞれ図2、図3に示す。シミュレーション実験より得られた結果について以下に考察する。

† 神奈川大学工学部電気電子情報工学科 Department of Electrical, Electronics and Information Engineering, Kanagawa University

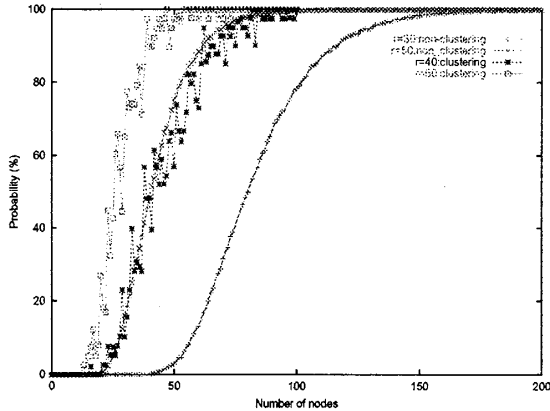


図 2: 通信確率比較

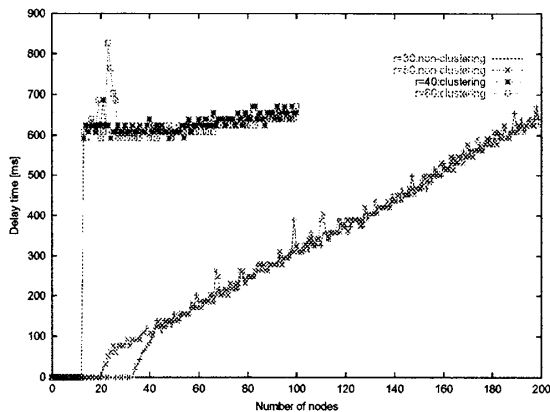


図 3: 遅延時間比較

まず、クラスタリングしない場合の通信確率に関しては、ノードの通信可能範囲が広がるほど、通信が確立される割合が高くなるという結果が得られた。これは、ノードの通信範囲を広げることで、より遠くのノードが通信可能範囲に含まれることとなり、ノードが少ない状態でも両端点のコネクションが確立されたためと考えられる。遅延時間に関しては、通信可能範囲を広げてもあまり差が見られなかった。これは、一次元ネットワークでのシミュレーションであり、閉区間の一方のみの通信であったからと考えられる。

次に、クラスタリングした場合の通信確率に関しては、クラスタリングしない場合の時と同様に、通信可能範囲が広がるほど通信が確立される割合が高くなるという結果が得られた。これは、クラスタヘッドの通信範囲を広げることで、より多くのノードが通信可能範囲に含まれることとなり、範囲内の遠いゲートウェイを介してコネクションが確立されたためと考えられる。遅延時間に関しては、クラスタリングなしの場合と同様の理由により、ほぼ変化が見られないが若干クラスタヘッドの通信可能範囲が広いときのほうが遅延時間が少ない結果が得られた。

以上のことから、通信対象となるノードが少ないにも関わらず、明らかにクラスタリングが有効である結果が通信確率から得られた。遅延時間に関してはクラスタリングしない時は右肩上がりになっているが、クラスタリング時は微増である。これは一次元上での実験であり、一方向通信であったからと考えられ、二次元ネットワークでは大きく結果が変わってくると予想できる。またどちらかという、クラスタヘッドの通信範囲が大きい方が遅延時間が少なかった。通信効率の向上のため、範囲が広くしたことで、ホップ数が減少したからであると考えることができる。

5. おわりに

本研究では、クラスタヘッドを配置し、無線通信可能端末の中からゲートウェイを選定し、アドホックネットワークのクラスタリングに関するシミュレーション実験を行った。その結果クラスタを構成し、経路情報が少ない状況とクラスタを構成しない状況を比較することで、ノード間の密度が増加するほどクラスタを構成することが有用となることがわかった。

今後は二次元ネットワークを完成させ、まず遅延時間でクラスタリングの有効性を示すことが課題となる。通信範囲をランダムで発生させ、ノードの移動速度の考慮など現実問題を想定した実験を行う。さらに分散アルゴリズムを導入し、自律分散クラスタリングによるシミュレーションを行う予定である。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省ハイテクリサーチセンター整備事業の助成によって行われた。

参考文献

- [1] C. R. Lin and M. Gerla: Adaptive Clustering for Mobile Wireless Networks, IEEE Journal of Selected Areas in Communications, Vol. 15, No.7, pp. 1265-1275 (1997).
- [2] E. M. Royer, P. M. Melliar-Smith and L. E. Moser: An Analysis of the Optimum Node Density for Ad hoc Mobile Networks, Proceedings of the IEEE International Conference on Communications, pp. 857-861 (2001).
- [3] Y. Nagamatsu and M. Noto: Performance Evaluations for Clustered Wireless Ad-Hoc Networks, Proceedings of The 2005 International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (2005).