

CC-WSCP の性能評価*

東京電機大学 理工学部 情報システム工学科†

服部 幸英 桧垣 博章‡ §

1 背景と目的

近年、無線通信機能を備えた移動コンピュータのみによって構成されるアドホックネットワークが注目されている。アドホックネットワークのためのルーティングプロトコルには、様々なものが提案されている [2]。多くのプロトコルは、無線ネットワークの接続性が高く維持される程度に移動コンピュータの密度が高く、移動速度が小さいことを仮定している。これに対して、群を構成して比較的大きな速度で移動するコンピュータからなるアドホックネットワークでは、同一群内の移動コンピュータ間ではトポロジの安定したネットワークを通じて通信可能であるが、異なる群に含まれる移動コンピュータ間では、限られた時間のみ通信可能である間欠の通信となる。従来のアドホックルーティングプロトコルは、複数の群が近接して互いに通信可能となるとき、群の構成を考慮せずに全体をひとつのネットワークとして扱う。このため、多数の制御メッセージが交換され、データメッセージのための帯域を圧迫するという問題がある。そこで本論文では、異なる群に含まれる移動コンピュータ間の通信をより小さなルーティングオーバーヘッドで実現し、より大量の情報の交換を可能とするための CC-WSCP (Cluster-to-Cluster Wireless Sporadic Communication Protocol) [1] を提案し、その性能評価を行なう。

2 群移動型アドホックネットワーク

本論文では、モバイルアドホックネットワークを、移動コンピュータの分布と移動の特性から、以下の2つに分類する。

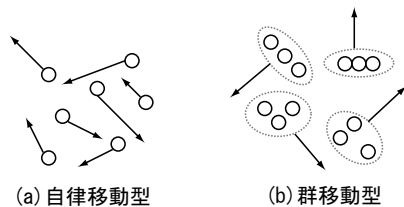


図 1: アドホックネットワークの分類

- 自律移動型アドホックネットワーク (図 1 (a))
移動コンピュータは一様に分布し、各移動コンピュータがそれぞれの目的に応じて自律的に移動する。
- 群移動型アドホックネットワーク (図 1 (b))
速度のほぼ等しい複数の移動コンピュータからなる群を単位として移動する。同一の群に含まれる移動コンピュータは、マルチホップ通信で互いにメッセージを交換することが可能である。一方、異なる群に含まれる移動コンピュータ間のマルチホップ通信は、群が互いに近接している間のみ可能となる間欠の通信である。

*Performance Evaluation of CC-WSCP

†Tokyo Denki University

‡Yukihide Hattori and Hiroaki Higaki

§{hattori, hig}@higlab.net

群移動型アドホックネットワークは、同一あるいは類似の目的を持つ移動コンピュータが群移動するアプリケーションで用いられる。適用対象には、自律移動ロボット群からなる協調型システム、車々間通信機能を持つ車載コンピュータからなる ITS ネットワークなどが考えられる。

3 従来手法

これまでに提案されているアドホックルーティングプロトコルは、DSDV [3]をはじめとするトポロジ管理型のプロトコルと AODV [4]をはじめとするオンデマンド型のプロトコルとに分類される。オンデマンド型のプロトコルでは、通信要求発生時に送信元移動コンピュータから送信先移動コンピュータまでのメッセージ配送経路が探索、検出される。この方法は、同一の群に含まれる移動コンピュータ間ではトポロジの安定した無線ネットワークを介して通信し、異なる群に含まれる移動コンピュータ間では、これらの群が近接している限られた時間のみしか通信できない間欠の通信となる群移動型アドホックネットワークには不向きである。したがって、トポロジ管理型のプロトコルが適切である。しかし、DSDV 等のプロトコルは、自律移動型アドホックネットワークを対象として設計されており、移動コンピュータ群の概念に基づいていない。各異動コンピュータは、それぞれ独立した移動コンピュータとして扱われており、同一の群に属する移動コンピュータと異なる群に属する移動コンピュータとを区別していない。そのため、図 2 に示すように 2 つの群が近接するとき、以下の問題が発生する。

群としての管理を行わない DSDV では、すべての移動コンピュータを所属する群に依存せずに扱うことから、ある群が他の群と近接する (互いにマルチホップ通信可能になる) と、異なる群に属するすべての移動コンピュータに対するエントリをルーティングテーブルに追加しなければならない。また、トポロジの変化、すなわち移動コンピュータ間の無線リンクが移動によって新たに構築されたり、既存のものが切断されたりするたびに、その変化を検出した移動コンピュータが変化を通知するための制御メッセージを隣接移動コンピュータに送信しなければならず、さらにこの制御メッセージは必要に応じて転送される。図 2 に示すように、一般に、移動コンピュータ群 C_i と C_j にそれぞれ含まれる複数の移動コンピュータ対が互いに通信可能となる。ところが、これらの相対速度が大きいという仮定のもとでは、異なる群に属する移動コンピュータ間の通信リンクの接続、切断の頻度は高くなり、短時間に多数の制御メッセージを交換することが必要となる。これにより、群間を接続する通信リンクの帯域が制御メッセージの交換によってより大きく消費される。また、群間の接続の変化は群内の他の移動コンピュータの管理するルーティングテーブルの異なる群に属する移動コンピュータへのエントリの更新を引き起こす。その結果、多数の制御メッセージの交換を必要とすることに加え、異なる群に属する移動コンピュータへの通信経路が頻りに更新され、不安定になる。

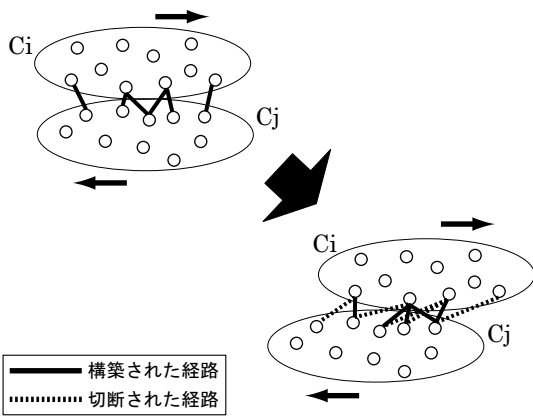


図 2: DSDV の問題点

4 提案手法

前章で述べた問題を解決するために、本論文では移動コンピュータ群間の間欠的通信のためのプロトコル CC-WSCP を提案する (図 3)。CC-WSCP では、近接する移動コンピュータ群間の通信は、群間のゲートウェイを介して行うこととする。ゲートウェイ対は、それぞれの群に含まれる直接通信可能な移動コンピュータ対であり、群間の相対位置の変化に応じてゲートウェイ対も変化させ、接続性を維持する。CC-WSCP では、群間の接続リンクは方向性を持つものとし、相対位置の変化によって、送信ゲートウェイと受信ゲートウェイのいずれか一方のみを同一群内の他の移動コンピュータに切り替えるという手法により、同時切替による無線通信切断時間の発生を回避している。CC-WSCP では、異なる群に含まれる移動コンピュータへのメッセージ配送がすべて同一群に含まれる送信ゲートウェイを介して行われることから、異なる群に含まれる移動コンピュータに対するルーティングテーブル内のエントリは 1 つだけしか必要とならない。また、受信ゲートウェイの切替は、送信ゲートウェイの無線信号到達範囲に新たな移動コンピュータが含まれるようになったとき、送信ゲートウェイの切替は、受信ゲートウェイが送信ゲートウェイの無線信号到達範囲に含まなくなったとき、としていることから、CC-WSCP では、経路を切替える機会が DSDV よりも少なくなる。これは、CC-WSCP が移動コンピュータを群として扱うことの効果である。

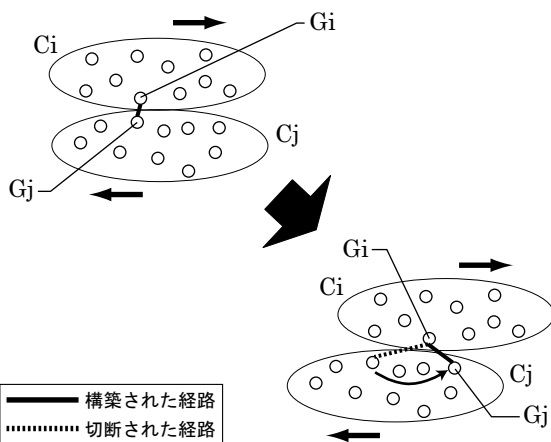


図 3: CC-WSCP による解決法

5 評価

本章では、2 つの移動コンピュータ群が近接する間にルーティングのために交換される制御メッセージの数を DSDV と比較することによって CC-WSCP の性能を評価する。シミュレータには GloMoSim を用いた。移動コンピュータの無線信号到達距離を $350m$ とし、無線 LAN プロトコルには IEEE802.11 を用いた。各群の移動コンピュータ分布密度は $3 \text{ 台}/100m^2$ とし群長を $200m$ から $3000m$ まで $200m$ 間隔で変化させた場合の制御メッセージ数を図 4 に示す。CC-WSCP (実線) は、いずれの群長においても DSDV (破線) と比べて少ない制御メッセージしか必要としない。この差は群長が長い場合により大きくなる。群長 $2000m$ では 72.5% 、群長 $3000m$ では 95.9% 、平均で 91.8% の制御メッセージが削減されている。したがって、CC-WSCP は群移動型アドホックネットワークに対してより有効なプロトコルであるといえる。

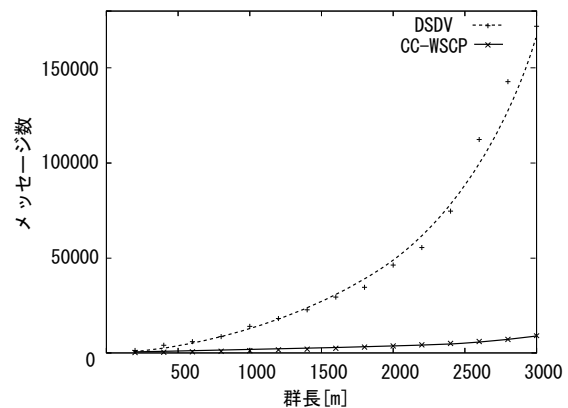


図 4: 制御メッセージ数

6 まとめと今後の課題

本論文では、群移動型アドホックネットワークのための経路制御プロトコル CC-WSCP を提案し、その性能評価として、経路制御に必要な制御メッセージ数を DSDV と比較するシミュレーション実験を行い 91.8% が削減されることを示した。今後は、離れていた移動コンピュータ群が近接するときにルーティングテーブルの更新に要する時間オーバーヘッド、移動コンピュータ群が近接している間に交換できるメッセージ総数についての評価実験により、CC-WSCP の有効性を検証する。

参考文献

- [1] Harada, S. and Higaki, H., "Wireless Sporadic Communication Protocol for Supporting Cluster-to-Base Station Communication," Proc. of the 9th IEEE Symposium on Computers and Communications, pp. 568-573 (2004).
- [2] Perkins, C.E., "Ad hoc Networking," Addison-Wesley (2001).
- [3] Perkins, C.E. and Bhagwat, P., "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers," Proc. of ACM SIGCOMM'94, pp. 234-244 (1994).
- [4] Perkins, C.E. and Royer, E.M., "Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing," Proc. of the IEEE 2nd Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp. 90-100 (1999).