

大西 亮吉* 山口 実靖* 森野 博章* 相田 仁† 齊藤 忠夫*

*東京大学大学院工学系研究科 †東京大学大学院新領域創成科学研究科

{ryo, sane, morino, aida, saito}@sail.t.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

近年、家庭用無線 LAN や ITS などの領域で従来のシングルホップ無線通信では解決困難な要求が生じており、アドホックネットワーク技術による解決が期待されている。本稿では、マルチエージェントシステムによる効果的な動的ルーティングアルゴリズムを紹介する。

2. 制御エージェントの協調作業による動的ルーティング [Miner 99]

蟻の経路探索モデルなど、制御エージェントの協調作業によって動的な負荷に対応するルーティング手法が数多く提案されている。[Miner 99]では、動的なトポロジについてエージェントの協調作業に用いて解決する可能性を検討している。

2.1. [Miner 99]の研究

動いている無線端末、端末間の動的なトポロジを把握してルーティングテーブルを更新する Explorer Agent (EA と呼ぶ)、テーブル情報から経路を選択しメッセージを伝達する Messenger Agent (MA と呼ぶ) からルーティングシステムが構成される。アルゴリズムはシンプルで、目的地を通った EA が最近やってきた方向に MA が進んでいく。

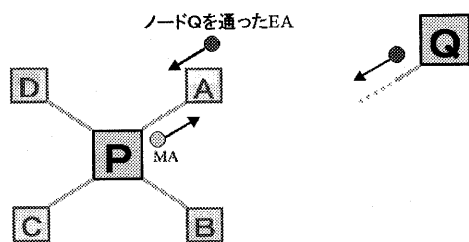


図 1 : EA が最近やってきた方向へ MA が進む。

2.2. 主な動的ルーティングとの比較

既存の主な動的ルーティングとして、RIP と呼ばれる距離ベクトルルーティングと OSPF に代表されるリンク状態ルーティングが挙げられる。距離ベクトルルーティングは、リンク切れの情報をルーティングに反映させるのに無限に近い時間がかかってしまう弱点 (無限カウント問題) があり、トポロジが動的に変化するネットワークには向かない。リンク状態ルーティングは、負荷が刻一刻と予測不可能な変化をする状況を 100%把握するよう努力するため、AntNet[Caro 98] などの統計的手法を用いた方式に比べて無駄が多く、柔軟性に欠けることが既に分かっている。

動的なトポロジについても同様のことが予想される。[Miner 99]の方式は制御が分散し、トポロジを完全に把握しないため、統計的手法により頑健性・応答性に富むシステムを構築するベースとなりうる。

3. 提案手法

[Miner 99]におけるルーティングテーブルの各エントリサイズを増やす。EA の数をストックし、図 2 のように目的地を通った EA が最も多くやってきた隣接ノードに MA が進んでいく (アルゴリズム A と呼ぶ)。

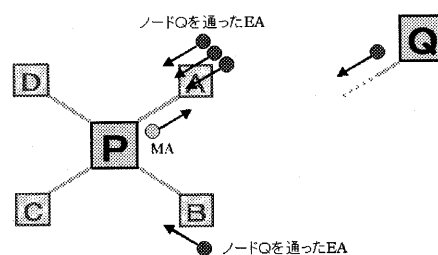


図 2 : EA が最近最も多くやってきた方向へ MA が進む。

The Multi-agent system for Dynamic Network Routing
Ryokichi Onishi*, Saneyasu Morino*, Hiroaki Morino*,
Hitoshi Aida†, and Tadao Saito*.

Graduate School of *Engineering / †Frontier Science,
The University of Tokyo.

これにより、最小ホップ数・輻輳回避指向で頑健性の高いシステムを、制御通信量を増加させることなく構築できる可能性が期待できる。これを次のシンプルな例を用いて説明する。右端から左端のノ-

ドにメッセージを送るのに、上と下のどちらの経路を通るべきか決める状況を設定する。今、左端ノードから上下の経路に4個ずつEAが出発し、各EAは未知のルートからランダムに移動先を決める。

3.1. 最小ホップ数指向

図3の例では、上の経路は2つ、下の経路は1つの中継ノードをもち、各ノードは3つのリンクをもつ。この場合、右端ノードに到着するEAは上の経路からは1つ、下の経路からは2つ期待できる。アルゴリズムAによって、中継の少ない下の経路を選択することができる。

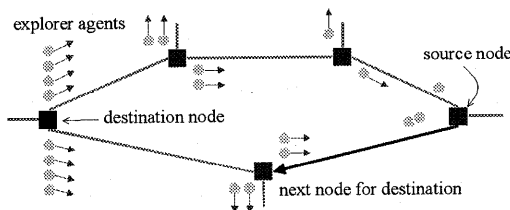


図3：中継の少ないルートから多くのEAが来る。

3.2. 輻輳回避指向

すべての値は単位時間あたりのものとする。図4の例では、上のノードに4つ、下のノードに2つのメッセージが流れこみ、各中継ノードは2つのメッセージを処理する。EAのサイズは無視できるものとする場合、右端ノードに到着するEAは上の経路からは2つ、下の経路からは4つ期待できる。アルゴリズムAによって、輻輳の少ない下の経路を選択することができる。

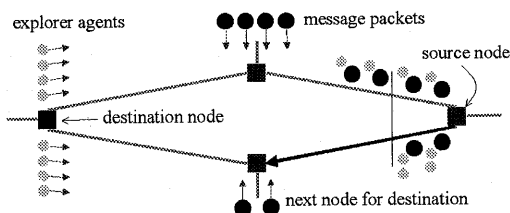


図4：輻輳の少ないルートから多くのEAが来る。

3.3. シミュレーション

表1の条件でMobile NodeがGateway Nodeへ接続する場合を考え、ルーティングテーブルの各エントリサイズを増やすことの効果を検証した。サイズを1にした場合と5にした場合で20回試行し、理想的な状況を1とした平均相対接続率と平均相対ホップ数を測定した。結果は図5, 6のようになり、接続率・ホップ数ともに約20%増加している。

表1：シミュレーションの主な設定値

Mobile Node の数	100 個
Gateway Node の数	4 個
ノードの平均リンク数	6.5 個
リンクの変化速度	0.053 個/単位時間
Explorer Agent の数	50 個
Explorer Agent の移動	1 回/単位時間
Explorer Agent の履歴数	10 回分

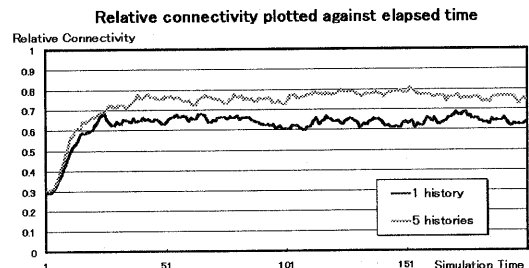


図5：相対接続率の時間推移

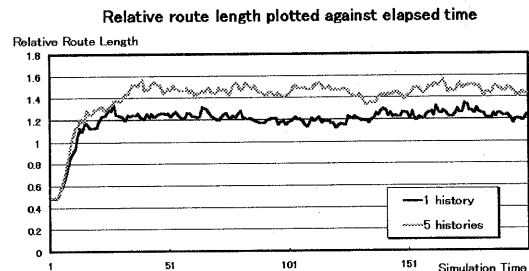


図6：相対ホップ数の時間推移

これは接続できるノードが増えてホップ数0とカウントされていたループ経路が解消されたことを示す。また、接続率・ホップ数ともに一定の均衡状態に落ち着くことがわかる。

4. まとめ

本稿では、マルチエージェントを用いた動的ルーティングの効果的なアルゴリズムとして、テーブルエントリを複数に増やすことを提案し、接続率を約20%高められたことで、制御通信量を増やさずに改良できる可能性を示した。今後は、テーブルエントリの効果的な評価法について研究する。

参考文献

- [Miner 99] N.Miner, K.H.Kramer, P.Maes “Cooperating Mobile Agents for Dynamic Network Routing” in “Software Agents for Future Communication Systems”, chapter 12, Springer-Verlag, 1999.
- [Caro 98] G.D.Caro, M.Dorigo, “Mobile Agents for Adaptive Routing”, in Proceedings of International Conference of Systems Sciences in Hawaii, 1998.