

学生番号	13232085	氏名	山田 真之
論文題目	省電力経路集約問題における最短経路木構成方式に関する研究		

1 はじめに

近年、ネットワークの大規模化に伴い、ネットワーク機器の消費電力の増大が懸念されており、ネットワーク全体の省電力化が重要である。そのため、低リンク利用率のリンクを経由するトラフィックを迂回させて他経路に集約し、未使用リンク/ルータを低消費電力化する省電力経路集約考えられている。省電力経路集約問題としては、省電力性能を最大にし、かつ全ノード間の接続性を保証する最短経路 (SPT:Shortest Path Tree) の利用が有効であるが、その構成手順が転送性能に影響すると考えられる。そこで、本研究では、転送性能の劣化を抑制する SPT 作成のアルゴリズムの提案と、その妥当性を評価する。

2 SPT 作成手法

SPT 作成は対象ネットワークにおいて、まず起点ノードを選択し、他ノードを逐次追加していくため、暫定的な木構造に対して「新規追加ノード」の選択方法と「接続先ノード」の決定方法により、転送性能が異なると考えられる。ここでは転送性能を全ノードペア間に通信が存在することを仮定した場合の、各リンクにおける論理的な多重フロー数 (リンク多重度) により評価する。

2.1 従来手法

1. ネットワーク中の最大次数ノードを起点ノード (レベル 0) とする。
2. 起点ノードの隣接ノード (レベル 1) を起点ノードに接続する。
3. レベル $n(n \geq 2)$ のノードの接続を以下に示す。
 - (a) 新規追加ノード: ノード識別子 (対象インターフェースの MAC アドレス, 以下ノード ID) 昇順
 - (b) 接続先ノード: 新規追加ノードとのリンクが存在するレベル $n-1$ のノードにおいて、ノード ID が最小のノード

2.2 提案手法

提案手法のアルゴリズムは従来手順と 1,2 の手順は同じである。手順 3 を以下のように変更する。

3. レベル $n(n \geq 2)$ のノードの接続方法
 - (a) 新規追加ノード: 保有リンク数 (次数) の昇順
 - (b) 接続先ノード: 新規追加ノードとのリンクが存在するレベル $n-1$ のノードにおいて次数が最大のノード

両手法はともに全ノードの接続が完了したら経路木を構成するリンクのみでトラフィックを伝送し、省電力化のためにそれ以外のリンクは未使用にする。また、全探索により最大リンク多重度が最小となる SPT 構成 (最適構成) を特定し、上記の手法と比較する。

3 シミュレーションモデルおよび評価指標

3.1 シミュレーションモデル

ネットワークモデルはスケールフリーネットワークを想定し、ノード数は 10~100 ノード、平均次数は 3.9、最小次数は 2 とする。

3.2 評価指標

リンク多重度を転送性能とする。これは、トポロジ構成から一意に決まり、リンク利用率と強い相関があるため、リンク多重度が小さいリンクほど転送性能は高くなる。

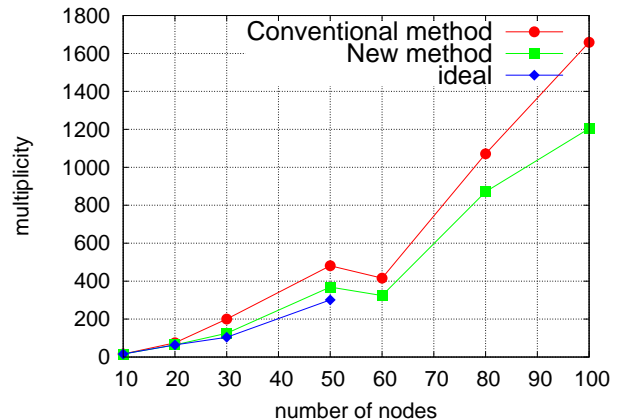


図 1: ネットワーク構成ノード数と最大リンク多重度の関係

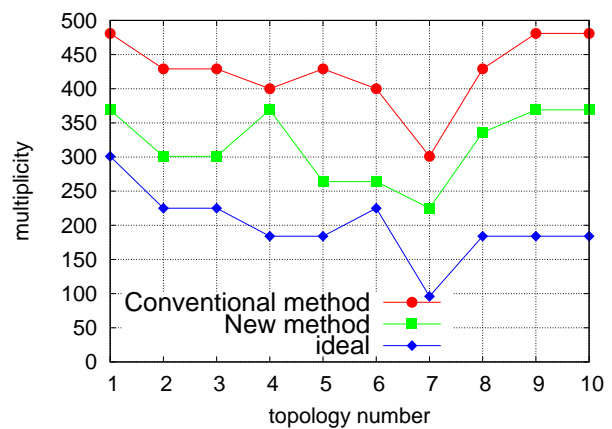


図 2: トポロジ構成と最大リンク多重度 (ノード数:50)

4 評価結果および考察

図 1 にネットワーク構成ノード数に対する最大リンク多重度の関係を、図 2 にノード数 50 の複数トポロジの最大リンク多重度を示す。これらの図において従来手法により構成された SPT の最大リンク多重度を "Conventional method" と表し、提案手法は "New method", 全探索による最適構成は "ideal method" とする。

図 1 において、従来手法に対して、提案手法における最大リンク多重度は 15~24% 減少し、特に 10, 20 ノードにおいては最適構成と一致する。以上より、提案手法は転送性能を改善できることがわかる。しかし、ネットワーク規模が大きくなると最適構成とはならない。

図 2 において、提案手法による最大リンク多重度は図 1 同様に改善されているが、ノード数が同一でも接続構成が異なると従来手法に対する改善率は 8%~39%、また、最適構成と最大リンク多重度を比較すると 117%~234% と大きく変動する。これは、提案手法の 3(b) においてレベル $n-1$ の接続先ノードを選出する際、レベル n の新規追加ノードは自身の保有リンク数 (次数) に加え、自身より高いレベルに接続されるノードの影響を反映する必要があるためである。

5 まとめ

本研究では、省電力経路集約問題において転送性能として構成リンクの最大リンク多重度を削減する SPT 作成アルゴリズムの提案、評価を行い、その妥当性を示した。