

学籍番号	15676133	氏名	頼近 惇志
論文題目	省電力経路集約における転送性能を考慮した利用リンク決定アルゴリズムに関する研究		

1 はじめに

近年インターネットの普及拡大に伴う消費電力の増加により、ネットワーク全体を考慮した省電力化が急務である。その手法として低利用率リンクを経由するトラヒックを他経路へ集約し、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が有効である。そこで集約リンクの決定が重要となるが、これまで高次数の特定ルータ群を起点 (ER:Exporter Router) とする最短経路木 (SPT:Shortest Path Tree) 構成リンクに集約する XEAR (eXtended Energy Aware Routing) が提案されている。しかし、転送性能を考慮した場合、起点ノードの選択や SPT 構成方法の妥当性およびトラヒック増加に対する未使用リンクの効果的な追加方法について未定である。そこで本研究では、SPT の起点ノード選択手法および追加リンク選択手法による利用リンク決定アルゴリズムを提案し、その有効性を調査する。

2 省電力経路集約手法

2.1 利用リンク決定アルゴリズム (提案手法)

ここで転送性能はリンク多重度で示す。これは全ノード間通信を仮定した場合の論理的な多重フロー数を示し、ネットワークトポロジにより一意に求めることができる。以下、転送性能を考慮した SPT 作成における起点ノード選択手法と転送トラヒック増加を仮定した追加リンク選択手法を示す。

2.1.1 起点ノード選択手法

あるトポロジにおいて、最大リンク多重度が最小となる SPT 構成 (最適) に対して、最大次数ノードを起点として SPT を構成する既存手法、および、以下の指標で起点ノードを選択する場合の最大リンク多重度を比較する。

- i 隣接ルータ次数総和 : 隣接ノードの次数総和が最大となるノード。
- ii 平均経路長 : 対象ノードの SPT を構成し、末端ノードまでの平均経路長が最小となるノード。
- iii 配下ノード数 : 対象ノードが構成する SPT において、各ノードのレベル以下に存在する全ノード数を配下ノード数と定義する。各起点の隣接ノードの配下ノード数の最大値を比較し、最小となるノードを選択。図 1 に示す R0 の SPT において、配下ノード数の最大値は 3 (赤枠内) となる。

2.1.2 追加リンク選択手法

以下の指標を用いてリンク追加 1 本の最大リンク多重度と最適トポロジにおける最大リンク多重度を比較する。

- i 次数和 : 両端ノード次数和が最大のリンク
- ii 多重度和 : 両端ノード多重度和が最大となるリンク
- iii 配下ノード群+次数和 : 各ノードの配下ノードの集合を配下ノード群と定義する。本指標では構成ノード数が多い 2 つの配下ノード群に属し、次数和が大きいリンクを選択。

3 シミュレーションモデル

ネットワークモデル : トポロジ数 10, ノード数 100, 最小次数 2, 平均次数 3.94 のスケールフリーネットワーク。

評価指標 :

- 省電力性能 : 利用リンク数
- 転送性能 : リンク多重度

4 シミュレーション結果と考察

4.1 起点ルータ選択手法

各指標で選択した起点の SPT に最大リンク多重度を示した図 2 (横軸:トポロジ番号, 縦軸:最大リンク多重度) より、既存手法である次数最大ノード (図中 “Node-Degree”) を起点とする場合、全トポロジにおいて最適な起点を選択することができず、トポロジ 0 および 9 ではそれぞれ最適値と比較し相対差が 79%, 84% と大きく異なる。また、隣接ルータ次数和 (図中 “Neighbor-Sum”) や平均経路長 (図中 “Path-Length”) を指標とする場合では、最大リンク多重度を抑制されるものの最適値をとる起点を選択することはできないが、配下ノード数 (図中 “Follow-Num”) の場合、全トポロジで最適値と一致し有効である。これは、配下ノード数が

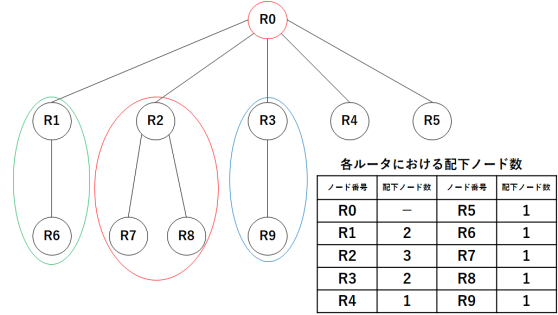


図 1: 配下ノード数

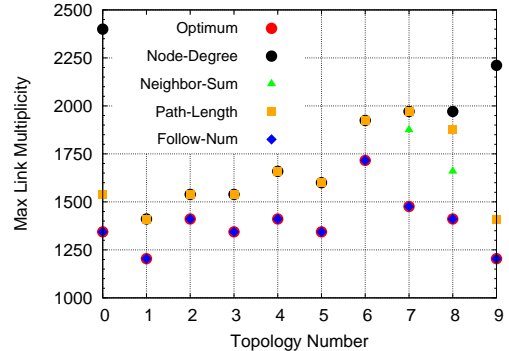


図 2: 起点ルータ選択手法における最大リンク多重度

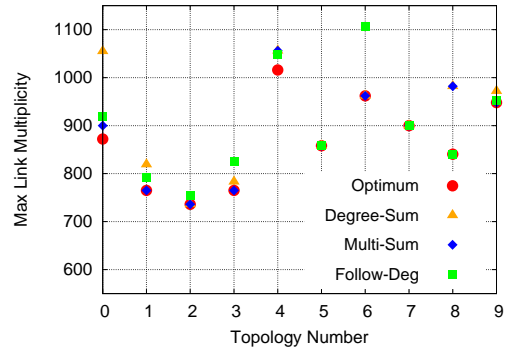


図 3: 追加リンク選択手法における最大リンク多重度

大きいほど特定のノード以下に多くのノードが存在し、配下ノード数が大きいノードに接続されるリンクの負荷が大きくなる。そのため、最も負荷が大きくなる配下ノード数の最大値が最小となる起点を選択することが有効であると考えられる。

4.2 追加リンク選択手法

各指標によるリンク追加時の最大リンク多重度を示した図 3 (横軸:トポロジ番号, 縦軸:最大リンク多重度) より、次数のみを指標とした場合 (図中 “Deg-Sum”) および配下ノード群とノード次数を用いた指標 (図中 “Follow-Deg”) では、最適値 (図中 “Optimum”) と一致しないトポロジが多い。多重度和 (図中 “Multi-Sum”) の場合、7 割のトポロジで最適値と一致し、他のトポロジでも最適に近い値を示すことがわかる。多重度は各リンクの負荷を示す指標であり、多重度和が大きい、すなわち負荷の大きいリンクに接続されているノード間のリンクを選択できるため転送性能の改善に有効であると考えられる。

5 まとめ

本研究では転送性能を考慮した SPT 作成における起点ルータの選択手法および追加リンク選択手法を提案し、各手法において有効性を示した。今後、追加リンク選択手法において 2 本目以降のリンク追加手法を検討する必要がある。

研究業績

頼近惇志, 川原憲治, “省電力経路集約における転送性能を考慮した利用リンク決定アルゴリズム”, 電子情報通信学会 NS/IN 研究会 2017 年 3 月発表予定