

学籍番号	14676125	氏名	東島 誠
論文題目	リンク帯域を考慮したルータ経路木の重畳に基づく省電力経路集約方式におけるコスト設定指針		

1 はじめに

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、ネットワークの省電力化が急務である。そこで、低利用率リンクを経由するトラフィックを迂回して他経路に集約し、未使用リンクを低消費電力化することが有効である。その手法として、XEAR(eXtended EAR)[1]が提案されており、代表ルータ(ER:Exporter Router)の最短経路木を利用して各ノードの転送経路を決定し、未使用リンクを選択する。

これまでに、リンク帯域/コストが均一なネットワークにおけるXEARの有効性は示されているが、本研究では、リンク帯域の不均一性を考慮した場合の経路木作成のためのリンクコスト設定方針を検討する。

2 XEAR

ERを次数(接続ノード数)降順で指定して各ERを起点とした最短経路木に含まれないリンクを全て未使用とし、削減対象とする。ER数が少ない場合、リンク削減率が高くてもより通信性能が劣化するため、複数のERを設定して各ルータからの転送の冗長性を確保する。

3 コスト設定指針

リンク帯域が均一なネットワークの場合、XEARは各リンクの性能を同等と仮定し、最高次数ノードをERとした最短経路木が用いられていた。しかし、リンク帯域が不均一な場合は広帯域リンクを経路木に優先することで高い通信性能を得られるため、経路木の作成には改善の余地がある。

そこで、リンク帯域が不均一なネットワークにおいては、図1のように帯域に応じたコストを各リンクに設定し、最小コスト経路木を作成するものとし、広帯域リンクを優先する経路木を作成する。そこで、コスト設定による省電力性能と通信性能への影響を調査して、ネットワーク環境に応じたXEARにおけるリンクコスト設定指針を検討する。

4 シミュレーション

ネットワークモデル: 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とする。リンク帯域は1[Gbps](広帯域)と100[Mbps](狭帯域)とし、広帯域リンクが1割存在する場合を想定する。なお、広帯域リンクは両端の接続ノードの次数が高いリンクから順に設定する。

設定コスト: 広帯域リンクのコスト $C_w=1$ で固定とし、狭帯域リンクのコスト $C_n=1\sim 5$ とする。

評価指標: 省電力性能としてリンク削減率((削減リンク数/全リンク数) $\times 100$ [%])を用い、リンク負荷は多重度を利用する。多重度とは最小コスト経路による全ノード間通信を仮定した場合の各リンクに占める転送フロー数を示し、トポロジ構造から一意に定まる、仮想的な利用状況を示す。

5 シミュレーション結果と考察

設定コストのリンク削減率へ及ぼす影響を調査するため、図3にER数に対するリンク削減率を示す。この図より、ER数の増加に伴いリンク削減率は減少することがわかる。 $C_n=1$ (最短経路木構成)と比較して、 $C_n=2$ の方がリンク削減率が高くなる。これは、 $C_n=2$ では広帯域リンクより狭帯域リンクのコストが大きいので、狭帯域リンクが削減されやすくなるためである。 $C_n=3$ ではさらにその傾向が高まり、リンク削減率が高くなるが、 $C_n=3$ 以上でリンク削減率が変わらなくなる。これは、図2のように任意のノード間(0, 2)に広帯域リンク2本、狭帯域リンク1本で構成する経路が存在する場合、 $C_n=3$ で広帯域リンクの迂回経路を選択するが、 $C_n=4$ 上とすることで新たに広帯域リンクへ経路を迂回するような構成(広帯域リンク3本で構成される迂回経路)が本トポロジには含まれないためである。

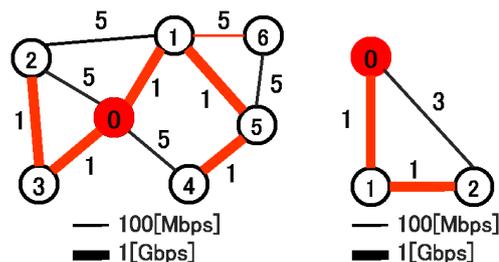


図1: コスト設定を考慮した経路木 図2: 経路選択例

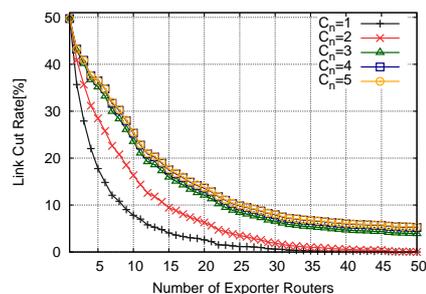


図3: リンク削減率特性

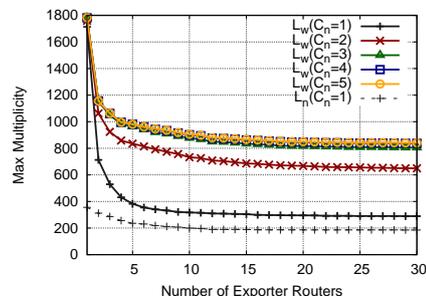


図4: 最大多重度特性

次に、多重度への影響を調査するため、図4にER数に対するリンク最大多重度を示す。図中広帯域、狭帯域リンクをそれぞれ L_w , L_n とし示す。この図から、 C_n が高いほど広帯域リンクの最大多重度が大きくなる。これは、狭帯域リンクが削減対象となり、そこで収容されていたトラフィックが広帯域リンクに迂回されるためである。ここで、広帯域と狭帯域リンクの負荷比をみるため、リンク削減率の高いER数が2の場合において、 $C_n=1$ の狭帯域リンクの最大多重度と、各コスト設定値における広帯域リンクの最大多重度の比を求めると、最も高い場合で $C_n \geq 3$ で3.7となる。

以上より、本トポロジにおいて、狭帯域リンクコストの増加に伴いリンク削減率が高くなり、かつ、転送性能である広帯域リンクの多重度の増加は、リンク帯域比と比較して、収容可能であることから、 $C_w:C_n=1:3$ が適切なコスト設定とみなすことができる。

6 まとめ

本研究ではリンク帯域の不均一性を考慮した場合のXEARにおけるリンクコスト設定指針の検討をした。今後、広帯域リンクやノード規模の影響を調査し、汎用的なコスト設定指針を示す必要がある。

研究業績

東島 誠, 川原 憲治, “リンク帯域を考慮したルータ経路木の重畳に基づく省電力経路集約方式におけるコスト設定指針” 電子情報通信学会 NS/IN 研究会 2016年3月発表予定

参考文献

[1] 川本 和樹, 他 “最短経路木を利用した省電力経路制御における集約ルータ/転送経路選択方式” 電子情報通信学会, IN2012-149, Jan.2013