

学籍番号	10674001	氏名	青木 ゆう
論文題目	ネットワーク省電力化のための経路集約/分散アルゴリズムの性能評価に関する研究		

1 はじめに

インターネットトラフィックの急激な増加に伴いネットワーク機器の電力消費量が急増しておりネットワーク機器の省電力化が急務である。これまで転送フローの経路が複数存在するネットワークにおいてリンクの利用状況に応じた経路集約/分散による省電力化手法の提案と解析的な評価がされているが、さらに効果的な経路集約/分散手法について検討し、シミュレーションにより有効性を評価する。

2 既存手法 (PSR:Power-Saving Routing)

図1のネットワークモデルにおいて、Source Domain(SD) $x(= 1, 2)$ に属するノードが Destination Domain(DD) x に属するノードにフローを送信する際、パス $x, y(y = 2, 1)$ を利用可能と想定し、パス x をデフォルトパス、パス y を迂回パスとする。パスの利用率 ρ_x に対して閾値 $T_x(0 \leq T_x \leq 1)$ を設定し、 $\rho_x \leq T_x$ を低消費電力状態、 $\rho_x > T_x$ を高消費電力状態と定義する。SD $_x$ -DD $_x$ 間に新規フローが発生した場合、各パスの利用率に応じて以下のように転送経路を決定する。

- デフォルトパス x の利用
 1. $\rho_x < T_x$: 低消費電力状態の維持
 2. $\rho_x > T_x$: 高消費電力状態であるが、迂回による通信品質劣化の抑制
 3. $\rho_x = T_x$ and $\rho_y = T_y$
- 迂回パス y の利用
 4. $\rho_x = T_x$ and $\rho_y \neq T_y$: パス x の低消費電力状態の維持
 5. $\rho_x = 1$: フロー棄却の防止

3 改善手法 (EPSR:Enhanced PSR)

PSR における迂回パスの利用は、デフォルトパスの低消費電力状態維持、もしくはフロー棄却の防止時のみであったため、共用するパス群の利用率も考慮して以下2方式を提案する。

3.1 改善手法 1(EPSR1)

PSR ではデフォルトパスの収容フロー数が閾値を超える場合、常に高消費電力状態であるのに対し、本手法では両パス共収容フロー数が閾値を超える場合、収容フロー数が多いパスへフローを集約することで、収容フロー数が少ないパスを迅速に低消費電力状態へ遷移することができる。PSR からの変更点は以下の通りである。

- 迂回パス y の利用
 - 2' $\rho_x > T_x$ and $\rho_y > T_y$ and $\rho_y > \rho_x$

3.2 改善手法 2(EPSR2)

EPSR1 に加え、本手法ではデフォルトパスの収容フロー数が閾値を超えているが、迂回パスの収容フロー数が閾値未満である場合、そちらへ迂回することで、迂回パスの低消費電力状態を維持しつつ、デフォルトパスをより低消費電力状態に移行しやすくすることを目的とする。変更点は以下の通りである。

- 迂回パス y の利用
 - 2'' EPSR1 + $\rho_x > T_x$ and $\rho_y < T_y$

4 シミュレーションモデル

本研究では、ns2(network simulator version2) により性能評価を行う。SD $_x$ -DD $_x$ 間のフローは平均到着率 λ_x のポアソン過程に従い発生し、各フローの継続時間はパラメータ μ_x の指数分布に従うとする。ここで時刻 t における各パスの収容フロー数を $f_x(t)$ 、各パスに収容可能なフロー数を c_x 、低消費電力状態で収容可能な最大フロー数を $n_x = \lfloor c_x * T_x \rfloor$ として以下に評価指標を定義する。

- 低消費電力状態滞在率 $P_{green(x)}$

$$P_{green(x)} = \frac{f_x(t) \leq n_x \text{ となる総時間 [s]}}{\text{シミュレーション時間 [s]}} \times 100[\%] \quad (1)$$

- フロー迂回率 $P_{detour(x)}$

$$P_{detour(x)} = \frac{\text{パス } y \text{ への迂回フロー数}}{\text{SD}_x - \text{DD}_x \text{ 間の全発生フロー数}} \times 100[\%] \quad (2)$$

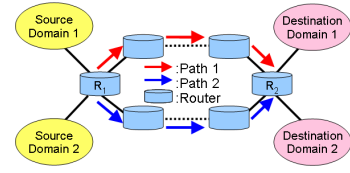


図1: ネットワークモデル

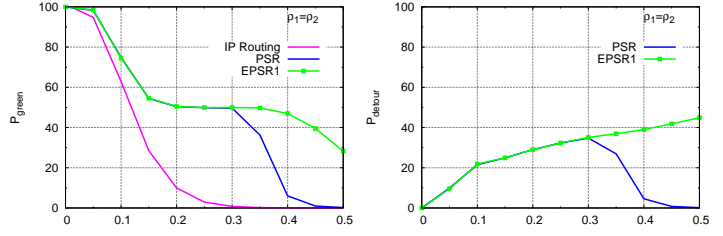


図2: 利用率均一時の低消費電力滞在率

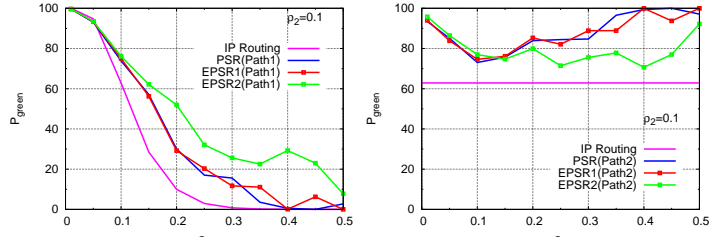


図3: 利用率均一時のフロー迂回率

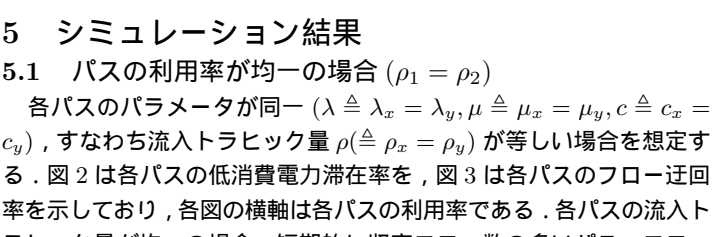


図4: パス1の低消費電力滞在率

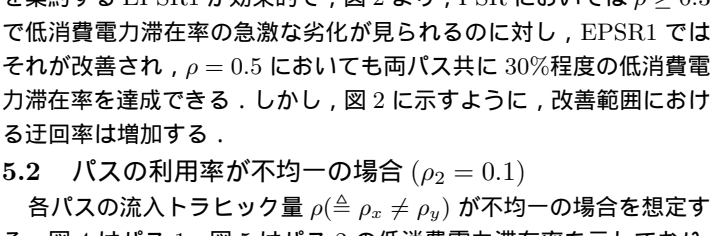


図5: パス2の低消費電力滞在率

5 シミュレーション結果

5.1 パスの利用率が均一の場合 ($\rho_1 = \rho_2$)

各パスのパラメータが同一 ($\lambda \triangleq \lambda_x = \lambda_y, \mu \triangleq \mu_x = \mu_y, c \triangleq c_x = c_y$)、すなわち流入トラフィック量 ($\rho \triangleq \rho_x = \rho_y$) が等しい場合を想定する。図2は各パスの低消費電力滞在率を、図3は各パスのフロー迂回率を示しており、各図の横軸は各パスの利用率である。各パスの流入トラフィック量が均一の場合、短期的に収容フロー数の多いパスへフローを集約するEPSR1が効果的で、図2より、PSRにおいては $\rho \geq 0.3$ で低消費電力滞在率の急激な劣化が見られるのに対し、EPSR1ではそれが改善され、 $\rho = 0.5$ においても両パス共に30%程度の低消費電力滞在率を達成できる。しかし、図2に示すように、改善範囲における迂回率は増加する。

5.2 パスの利用率が不均一の場合 ($\rho_2 = 0.1$)

各パスの流入トラフィック量 ($\rho \triangleq \rho_x \neq \rho_y$) が不均一の場合を想定する。図4はパス1、図5はパス2の低消費電力滞在率を示しており、パス1のトラフィック量を変化し、パス2を0.1固定とする。図4より、高利用パスであるパス1の低消費電力滞在率は、低利用パス(パス2)へ迂回を行うEPSR2が最も効果的であることがわかる。しかしながら、図5に示すように、その分パス2の低消費電力滞在率は減少する。ここで、パス1の改善率及びパス2の劣化率を $\rho_1 = 0.2$ の時比較すると、EPSR1に対して前者は20%、後者は5%であることから、EPSR2により $\rho_2 \leq 2\rho_1$ の時、ネットワーク全体で見た性能の改善が得られると考えられる。

6 まとめ

本研究では、経路集約/分散によるネットワーク省電力化手法について、省電力性能を改善するため、改良手法を検討した。シミュレーションにより、パスの利用率が均一または不均一の場合において、低消費電力状態滞在率の改善が可能であることを明らかにした。

発表予定

青木ゆう 他, “ネットワーク省電力化のための経路集約/分散アルゴリズムの性能評価に関する研究”, 情報処理学会火の国シンポジウム 2012, 2012年3月