

経済性を考慮した情報指向ネットワークの普及過程分析

Analysis of Diffusion Process of ICN Based on Economical Incentive

橋本 俊太郎¹ 三角 真² 上山 憲昭³
Shuntaro Hashimoto Makoto Misumi Noriaki Kamiyama

福岡大学 大学院工学研究科 電子情報工学専攻¹

Graduate School of Engineering, Fukuoka University

福岡大学 工学部²

Faculty of Engineering, Fukuoka University

立命館大学 情報理工学部³

College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

1 はじめに

情報指向ネットワーク (ICN: information-centric networking) が、ビデオと web などのコンテンツを効率的に配信するネットワークとして注目されている。ICN は各 autonomous system (AS) の単位で、経営判断に基づき導入される。AS が ICN を導入することで、隣接する AS との間の交流トラフィック量が変化するが、AS は交流トラフィック量に基づきトランジット費を相互に支払うため、ICN の導入は AS の利益に影響を与える。そのため ICN の普及可能性を明らかにするには、ICN の導入が他の AS の利益に与える影響を分析する必要がある。そこで本稿では公開されている実測 AS 接続トポロジデータを用いて、Multi-agent simulation (MAS) により、ICN の AS への普及可能性を明らかにする。

2 シミュレーション設定

2.1 AS トポロジ

本シミュレーションの AS トポロジは CAIDA 公開の、AS 間の接続状態に関するデータ (as_rel) と、AS の属性や規模のデータ (as2attr.txt) を使用する。CAIDA の AS トポロジデータは 20,305 個の AS と、AS を結ぶ 85,136 個のリンクが含まれる。このデータをシミュレーションで使用可能な規模に縮約するために、次の手順でスノーボールサンプリングした。1) 最初に次数が最大の AS を選択、2) 隣接 AS の中から一定割合 (本稿においては 20%) の AS をランダムに選択、3) 選択した AS に対して順次 2) 3) を繰り返す。これらの処理によって得られた 5,847 個の AS をシミュレーションに用いる。

2.2 トラフィックの料金モデル

AS 間のリンクにおいて、provider と customer の関係を持つ AS 間のリンクには、customer AS から provider AS へトランジット費の支払いが発生する。リンク n の月間のトランジット費 T_n は、文献 [1] の $T_n = \epsilon V_n^{0.75}$ を用いる。 V_n はリンク n のデータ転送レートであり、 ϵ は 1Mbps 当たりの平均トランジット費である。本稿では、リンク n における入出力トラフィック量の合計値を V_n とする sum 型にてトランジット費を求めた。なお、対等な AS 間のリンクについては、トランジット費は発生しない。

2.3 トラフィックとキャッシュ

ユーザの配信要求は各 AS が保持する IP アドレス数の比率に比例させ、自 AS 以外にコンテンツの要求を zipf の法則に従い発生することを想定する。コンテンツのオリジナルは各 AS の IP アドレス数の割合に応じた確率で各 AS に割り当てる。各 AS に導入された ICN は、コンテンツの人気の高いものからキャッシュする。なお、シミュレーションの開始時にはキャッシュサイズの上限までコンテンツをキャッシュしているとする。

2.4 ICN の導入判断

ICN を AS に導入するとルータのキャッシュによって、各リンクに流れるトラフィック量が減少する。トラフィック量の減少は、AS トランジット費の収支双方に影響を与える。本稿では、各ステップにおいて ICN の導入もしくは廃止を検討する AS をランダムに 1 つ選択し、ICN 導

入後のトランジット費の収入の減少量が、支出の減少量よりも小さいときに ICN を導入すると仮定する。すでに ICN を導入した AS を選択した場合は、ICN の有無によるトランジット費の収支を評価し、同様に ICN 廃止の方が利益が増加する場合にのみ ICN を廃止する。

3 性能評価

各 AS の ICN のキャッシュサイズを AS の次数の 10 倍、コンテンツ数を 10,000 個に設定し、Tier 毎の ICN 導入割合を評価した。

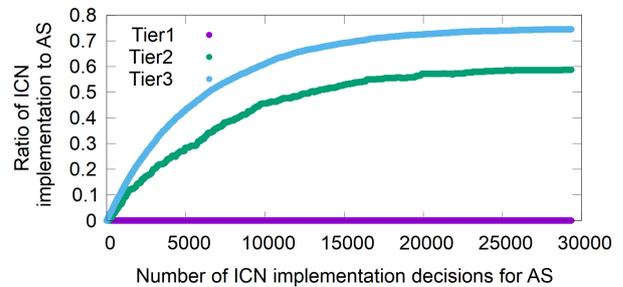


図 1 Tier 毎の ICN 導入割合

図 1 は Tier ごとの ICN 導入割合を示している。Tier1 (紫線) は、自 AS の隣接 AS に provider AS が存在しない AS、Tier2 (緑線) は Tier1 以外でかつ、自 AS の隣接 AS に customer 数が 2 以上の customer AS が存在する AS、それ以外の AS を Tier3 (青線) と定義した。Tier1 の AS は隣接 AS に provider AS が存在しないため、トランジット費の収入はあるが支出はない。そのため、ICN 導入はトランジット費の収入減少を意味することから、Tier1 の AS は ICN の導入判断には至らない。本研究の目的である効率的なコンテンツの配信の観点では、多くのトラフィックを扱う Tier1 の AS に対する ICN の導入が効果的であるもの、自 AS のトランジット費の収支のみによる ICN の導入判断では Tier1 の AS へ ICN が導入されないことが明らかになった。

4 まとめ

本稿では、経済性を考慮した AS の ICN の普及可能性を明らかにすることを目的として、実際の AS トポロジデータによる MAS にて、Tier ごとの ICN の普及過程を分析した。今後は ICN の導入判断において、ICN の導入が周囲の AS に与える影響を考慮した判断指標を検討するなど、ICN の導入によって発生するトラフィックの変化を反映した経済的な指標を明らかにする予定である。

謝辞

本研究成果は、KDDI 財団研究助成寄付金 190051 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] N. Kamiyama, et al., Optimally Designing Virtualized CDN, IEICE ComEx, 8, 8, pp.318-322, May 2019