

NDN の AS 間トラフィック削減を目的とした動的ミラー配置法

Dynamic Mirror Placement for Reducing Inter-AS Traffic in NDN

曹 栩珩^{*1}

上山 憲昭^{*2}

Xuheng Cao

Noriaki Kamiyama

立命館大学大学院 情報理工学研究所^{*1}

Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

立命館大学 情報理工学部^{*2}

College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

1. はじめに

近年、SNS とストリーミング配信の急速な普及により、ネットワークやパブリッシャへの負荷が急増し、QoS の低下が問題視されている。従来、コンテンツ配信の品質向上とコスト低減のために Content Delivery Network (CDN) が広く用いられている。しかし TCP/IP はホスト間通信のために設計されており、CDN を用いたコンテンツ配信のオーバーヘッドが大きく、

このような問題を解消するために提案されたのが情報指向ネットワーク (ICN: information-centric networking) である。また、本研究の対象となる Named Data Networking (NDN) はその中の一つである。NDN は直接コンテンツの名前を識別子としてコンテンツを要求できる上に、ネットワーク内のストレージからコンテンツを配信する機能も備えている。しかし、NDN におけるネットワーク内のキャッシュを利用できるのは、要求 (Interest) パケットの転送経路上に位置するノードに限定される。そのためキャッシュ資源の有効活用が限定的で、コンテンツのオリジナルを有するホスト (Publisher) が要求ユーザと異なる AS に属する場合、Interest パケットが AS 外部へ転送され、トラヒックの転送コストの抑制効果が限定的となる。そこで本稿では、高人気で他 AS に Publisher が存在するコンテンツを AS の境界ルータで検知し、検知したコンテンツのコピーを AS 内のルータで永続的に保存 (ミラー化) することで、高コストの AS 間トラフィックを削減する NDN の動的ミラー生成法を提案する。

2. 関連研究

NDN のパケット転送品質はキャッシュ性能に大きく左右されるため、これまでに NDN のキャッシュ制御に関する研究が数多くみられる。

[1] では Domain Name System (DNS) のコンセプトを参考にして、コンテンツ名とキャッシュ位置を紐づけることにより常に最適なキャッシュにアクセスできる手法が提案されている。しかし、キャッシュ位置の追跡はコストが大きい上に、ネットワーク内のキャッシュ情報を収集するオーバーヘッドも高い。[2] では、AS 間トラフィックに着目した自律分散型の方式が提案されているが、キャッシュの置き換えが頻繁に発生するため、ストレージコストが高い。

3. 提案方式

本節では本稿で提案する、一部のルータのキャッシュをミラー化し、AS 内のトラフィックを誘導することで、AS 間トラフィック量を減らす方式について述べる。本研究では AS 間トラフィックに着目したキャッシュ制御を提案するため、Publisher が他 AS に存在するコンテンツを探知する手法が必要である。また AS 内のルータのキャッシュ容量には上限があるため、他 AS に存在するコンテンツから人気コンテンツを抽出してミラー化する必要がある。そこで AS のゲートウェイルータで AS 内部から到着する Interest パケットの数をコンテンツごとに計測することで、AS 内部で人気が高く、かつ他 AS に Publisher が存在するコンテンツを検出する。その後、検出したコンテンツをゲートウェイルータが近接中心性を基づき、AS 内部の最適なミラー配置先を計算して、ミラー化要請を送る。更に、AS 内部の Interest パケットをミラーへ誘導するために、ミラーの存在を AS 内のルータにブロードキャストし、AS 内のノードの FIB エントリを変更する。

4. 性能評価

計算機シミュレーションにより提案方式の性能を数値評価する。提案方式では AS 外部のコンテンツのみをミラー化の対象

とするため、シミュレーションでは着目する AS 外部のパブリッシャのみを考慮する。シミュレーションに用いる AS トポロジは米国の商用 ISP, At Home Network である。AS 外部の各オリジンサーバまでのホップ長は、公開されている AS 間トラフィックのホップ長分布を用いる。

また、より現実に近い評価ができるよう、コンテンツの人気度変化を考慮する。Google API から取得した映画の検索回数の時系列データを元にコンテンツの人気度変化を設定し、人気度ランキングを動的に入れ替える。そして人気度ランキングから Zipf パラメータで各コンテンツの各時点の要求頻度を設定する。

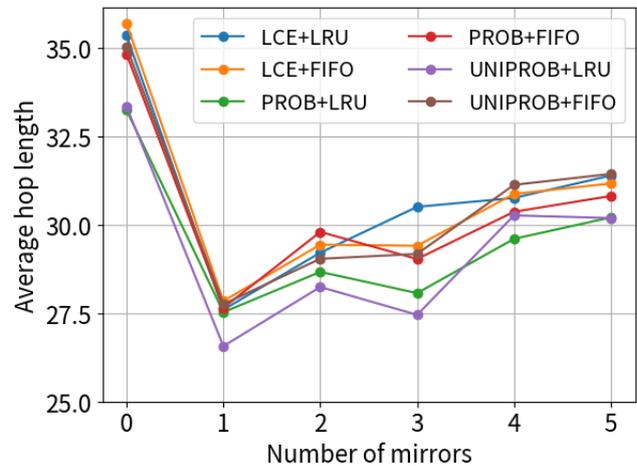


図 1: Average hop length against number of mirrors in various caching methods

図 1 に、様々なキャッシュポリシーにおける、提案方式を用いた場合の平均 AS 間転送ホップ長をミラー数に対して示す。なお横軸が 0 のときは提案方式を用いない場合に相当する。また縦軸の AS 間転送ホップ長とは、AS の外部へ転送された Interest パケットは AS 外部で転送されたホップ数の平均値である。提案手法を用いることで、AS 間の平均転送ホップ長が大きく削減できることが確認できる。一方ミラーの数の増加に伴い AS 間の平均転送ホップ長は低下する。これは、一個のコンテンツに対して作るミラーの数を増やすと、ミラー化出来るコンテンツの数が減り、ミラーの多様性が低下することが要因と思われる。

5. まとめ

本稿では NDN における動的ミラー構成法を提案し、性能評価により AS 間の平均転送ホップ長の低下効果を確認した。今後は、ミラーのライフタイム管理や複雑トポロジへの適用性の検証、及びオーバーヘッドの比較評価を行う予定である。

謝辞 本研究成果は、JSPS 科研費 21H03437 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Cao, Jianxun, et al. "Fetching popular data from the nearest replica in NDN." IEEE ICCCN 2016.
- [2] Li, Jun, et al. "Popularity-driven coordinated caching in named data networking." ACM/IEEE ANCS 2012.