

ICNにおけるFIB集約のための名前付与法

Naming method for aggregation of FIB in ICN

児濱 司樹

上山 憲昭

Kazuki Kohama

Noriaki Kamiyama

福岡大学 工学部 電子情報工学科

Faculty of Engineering, Fukuoka University

1. はじめに

現在のネットワークに代わる新たなネットワーク技術として情報指向ネットワーク (ICN: information-centric networking) が注目を集めている。ICN ではコンテンツ名を識別子としており、配信経路上のルータにコンテンツがキャッシュされていれば、その場からコンテンツを取得することができる。しかし ICN にも解決すべき課題があり、その一つとしてルータの転送テーブル (FIB: forwarding information base) のサイズがあげられる。FIB とはコンテンツ要求者 (Subscriber) から送られてくる配信要求 (Interest) をコンテンツの所有者 (Publisher) のもとに届けるため、ルータに実装されたルート情報を記憶したテーブルである。ICN の場合、コンテンツ名の Prefix とその転送先が FIB のエントリとなる。FIB のサイズが大きくなるとルータの必要なメモリ量と検索時間が増加する。ルータの FIB サイズを低減するには、Prefix の先頭部分が一致するエントリで、同一の転送先を有するものを 1 つのエントリに集約する。そのためコンテンツ名の先頭部分が同一のコンテンツを、同じ場所に置くことができれば FIB は集約しやすくなる。以上のことを達成するには、コンテンツの位置を変更するか、コンテンツの名称を変更する必要がある。[1] にて前者のアプローチを提案した。本稿では後者の方法に着目し、ICN における FIB サイズの低減を目的としたコンテンツの名前付与法を設定する。

2. 提案方式

Publisher の場所に依存した名称をコンテンツ名に接頭語として付与することを提案する。具体的には従来のデータ名であるサーバ名/コンテンツ名に Publisher の所属する AS 名とルータ名を付け加えた「Publisher が所属する AS 名/Publisher が接続するルータ名/サーバ名/コンテンツ名」をコンテンツの名称とする。そして「AS 名/ルータ名」を FIB 検索の Prefix に用いる。提案方式では AS 名とルータ名をもとにルーティングを行うので、AS 名とルータ名の 2 段階で集約が可能となり、FIB の大幅な低減が期待できる。次に提案方式の動作について説明する。まず、Publisher を収容するルータはコンテンツに自身のルータ名と所属する AS 名を付与したものを隣接ルータに広告し、FIB を作成する。Subscriber からの Interest が到着すると、目的 AS 以外のルータは、自身以外を目的 AS とする Interest であることを Prefix の先頭で判断できるため、目的の AS 番号で集約された FIB エントリに基づき Interest を転送する。目的 AS 内のルータは、目的のルータ番号で集約された FIB エントリに基づき Interest を転送する。

3. Publisher の移動に対する対処法

提案方式ではコンテンツ名に Publisher の位置情報が含まれるため、Publisher が移動するとコンテンツ名が変化し、そのままだでは Publisher に Interest が届かなくなる。その解決策として、コンテンツ名は変えずに Interest を Publisher の移動先のルータに転送する方法を 2 つ提案する。

まず RNRF (router-name-based redirect forwarding) と呼ぶ方式を提案する。RNRF では Publisher 移動時、Publisher の移動前のルータ (HER: home edge router) 経由で Publisher の移動後のルータ (FER: foreign edge router) に Interest を転送する。Publisher が移動すると FER は HER に移動後の Prefix として「FER の AS 名/FER 名」を返す。HER は Publisher の移動前後の Prefix をテーブル (HER-RT: home edge router - redirection table) に記録する。Subscriber からの Interest が HER に到着すると、HER は目的サーバに Interest を転送するが、Publisher が存在しない場合は HER-RT を参照し、Interest の Prefix を移動後の Prefix に書き換え、FER に Interest を転送する。Interest を受信した FER は Publisher に Interest を転送し、Interest を受信した Publisher は要求されたコンテンツを送信し、FER は自身の AS 名と FER 名をコンテンツ名に付与しコンテンツを Interest の転送経路を逆向きに転送する。コンテンツが HER に到着するとコンテンツ名の prefix を移動前の prefix に書き換え、Subscriber にコンテンツを転送する。

次にもう 1 つの方法として RNDF (router-name-based di-

rect forwarding) と呼ぶ方式を提案する。RNDF では Publisher の移動時に、Subscriber の収容エッジルータ (RER: request edge router) が FER に直接 Interest を送信する。まず、RNRF 同様、HER-RT に登録処理を行う。Subscriber からの Interest が HER に到着すると、HER は目的サーバからコンテンツを取得する。この時、Publisher がいない場合は既に他のルータに移動したものとみなし HER-RT を参照し、RER に Interest と移動後の Prefix を返し、Publisher 移動前後の Prefix をテーブル (RER-RT: request edge router - redirection table) に記録する。そして、RER は RER-RT を参照し、Interest の Prefix を移動後の Prefix に書き換える。そして FER に Interest を送信し Publisher に Interest が届く。Publisher は要求コンテンツを送信し、コンテンツを受信した FER は自身の AS 名と FER 名を取得コンテンツ名に付与しコンテンツを RER に転送する。RER に到着するとコンテンツ名の Prefix を移動前の prefix に書き換え、Subscriber にコンテンツを転送する。以後、FER への Interest が到着するたびに、RER は FER に直接 Interest を転送する。

3. 性能評価

コンテンツの名称として Alexa の Web ページから 16 のカテゴリの各上位 500 の Web ページの URL を考え、米国にオリジナルが存在するコンテンツに絞った 12,010 個を評価に用いる [2]。またネットワークポロジには研究や教育を目的とした米国のバックボーンネットワークである Internet 2 の Layer 3 service を提供するノード 12 個を使用する [3]。ここでは 1 つの AS 内でのパケット転送を想定する。

図 1 に全 Publisher の移動したものの比率を変化させたときの、各ノードの平均 FIB サイズ (HER-RT と RER-RT を含む) と各配信の平均ホップ長を示す。平均ホップ長とは Subscriber が Interest 送信後にコンテンツを取得するまでに経由するノード数である。図 1(a) より Publisher の移動比率が小さい時は、提案両方式は既存の方式に比べ高い FIB 集約効果が見込まれ、さらに RNRF では Publisher の移動比率の広い範囲で高い集約効果が維持される。しかし RNDF は Publisher の移動比率が約 90% を超えると既存の方式よりも FIB サイズが大きくなる。これは Publisher 移動時に RER-RT と HER-RT の両方にエントリが追加されるためである。

また図 1(b) より、RNRF は HER 経由で FER からコンテンツを取得するため、既存方式よりホップ長が増加する。RNDF は FER から直接コンテンツを取得するため既存方式と同様の結果になる。RNRF、RNDF とともに一長一短な部分があり、どちらが優れているかは一概には言えないが、ルータのメモリ量の削減を重視する場合は RNRF を、配信フローのホップ長の低減を重視する場合は RNDF を用いるのが望ましい。

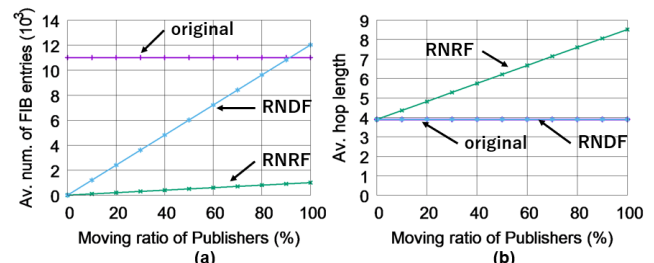


図 1: (a) 平均 FIB サイズ, (b) 平均ホップ長

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] 佐々木優, 上山憲昭, "ICN の FIB 集約のためのコンテンツ配置制御", NS 研究会, NS2019-133, 2019 年 11 月
- [2] Alexa webpage, <https://www.alexa.com/siteinfo>
- [3] Internet 2, <https://www.internet2.edu>