

コンテンツ再配置が ICN ルータのツリー型 FIB の 集約効果に与える影響の評価

Evaluating Effect of Designing Content Location on Reducing Size of Tree-Type FIB of ICN Routers

小柳 真

上山 憲昭

Makoto Koyanagi

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

近年コンテンツ名を Prefix(識別子)としてルータでパケットを転送することで、効率的なコンテンツ配信を実現する情報指向ネットワーク(ICN: information-centric networking)が注目されている。従来のインターネットでは目的ホストのサブネットワークアドレスを Prefix に用いて出力フェース番号を取得する転送テーブル(FIB: forwarding information base)をルータで用いる。一方 ICN ではサブネットワーク数と比較して遥かに数が多いコンテンツ名を Prefix として FIB を構成するため、FIB で必要とするエントリ数が遙かに多くなる。またコンテンツ名には地域性がないため FIB エントリの集約が難しく、ICN では FIB のサイズの低減が重要である。そこで筆者はコンテンツのオリジナルの位置を変えることで FIB の集約を計る方式を提案した [1]。[1] ではハッシュテーブルを用いた FIB を想定し評価を行っている。しかし FIB の構成法としてはハッシュテーブルに加え、パトリシア木を用いた構成が広く検討されているが、コンテンツ再配置のパトリシア木による FIB の集約効果は明らかにされていない。そこで本稿では、パトリシア木を用いた FIB 構成において、コンテンツ位置を配置設計することによる FIB サイズ低減の効果を明らかにする。

2. ICN ルータの FIB 構成技術

ICN ルータの FIB 構成法の代表的な例としてハッシュテーブルとパトリシア木が存在する。ハッシュテーブルはキーのハッシュ値が指すメモリ領域にデータを格納するデータ構造であり、ICN の FIB を構成する場合、Prefix をキーとしてハッシュ関数により出力されたハッシュ値が示す位置に、Prefix の出力フェース番号を格納する。ところで例として URL が "abc.def.com" の場合、"abc", "def", "com" それぞれがコンポーネントであり、URL の逆順で複数コンポーネントを連結したものが Prefix となる。パトリシア木は Prefix の文字列集合を各ノードに割り当てることで文字列のコンポーネント単位にルートノードからリーフノードに向かって検索を行う。各リーフノードは個々の URL にマッチし、その URL の転送先のノード ID が記述されている。しかしネットワーク上に存在するコンテンツ数に比例し FIB のサイズも増加することから、[2] で提案されたパトリシア木の集約法を用いることで FIB エントリを集約する。

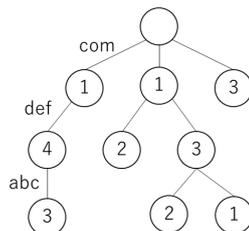


図1: パトリシア木による FIB 構成

3. コンテンツ再配置設計

[1] では FIB エントリのほとんどの集約効果は URL の最初のコンポーネントである TLD (top level domain) と 2 番目のコンポーネントである SLD (second level domain) で得られることから、各 TLD と SLD をいずれかのノードに割り当てることを提案した。これにより TLD または SLD が同じドメイン名を有するコンテンツが同じノードに配置され、各ルータにおいて TLD や SLD が同じ Prefix の転送先フェース番号が同じになるため、FIB エントリ集約効果の向上が期待される。

4. FIB サイズの比較評価

Alexa の Web ページから、各カテゴリに対して上位 500 の Web ページの URL を測定対象として選択し、これらを構成するオブジェクトのうち取得できた 679,380 個の中から、CDN を用いて配信されていると予想されるものを除いた、 $M = 11,908$

個の各 Web オブジェクトの配信ノードの位置座標をアメリカのバックボーンネットワークである Internet2 のトポロジ [3] の 12 のノードの一番近いものに各々割り当てた配置をオリジナル配置とする。そして文献 [1] ので配置を割り当てた状態との 2 つのオリジナル配置状態を比較する。

図 2(a) に元のオリジナル配置における各ノードのパトリシア木により構成された FIB の集約前と集約後のエントリ数を示す。また図 2(b) に、コンテンツ配置設計後のパトリシア木により構成された FIB の集約前と集約後のエントリ数を示す。パトリシア木で構成された FIB においても、元の配置状態に比べてコンテンツ配置設計後の FIB エントリ数は低減する。図 3(a) に元のオリジナル配置状態における各ノードのハッシュテーブルにより構成された FIB の集約前と集約後のエントリ数を示す。また図 3(b) にコンテンツ配置設計後のハッシュテーブルにより構成された FIB の集約前と集約後のエントリ数を示す。ただしハッシュテーブルの衝突の発生は想定していない。

パトリシア木の FIB はハッシュテーブルの FIB と比べ、エントリ数の集約効果が限定的である。そのため [1] の方式でコンテンツを配置設計することはハッシュテーブルを用いた FIB がより有効である。パトリシア木を用いた FIB の集約効果が小さかった理由としては、パトリシア木は中間ノードを必要とするため、コンテンツを配置設計することで集約する効果が限定的になることが考えられる。しかし文献 [1] の方法でハッシュテーブルに適用した際、ハッシュ値の衝突を想定した場合にはメモリサイズが増加する可能性がある。そのため衝突を想定した評価の方法を今後、行う予定である。

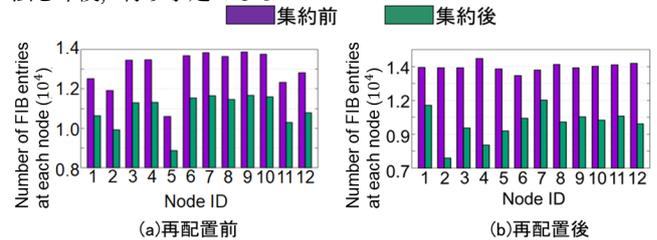


図2: パトリシア木 FIB の (a) 再配置設計前 (b) 再配置設計後のサイズ

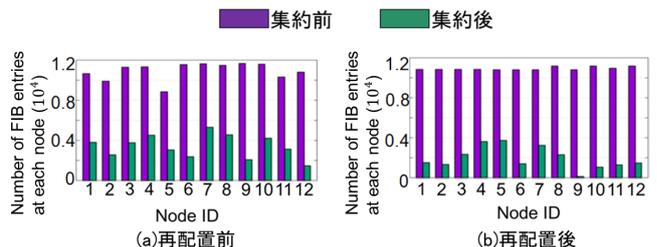


図3: ハッシュテーブル FIB の (a) 配置設計前 (b) 配置設計後のサイズ

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, 2020, pp1-6, 電子情報通信学会.
- [2] H. Dai, et al., CONCERT: Constructing optimal name-based routing tables, Computer Networks. 94, Nov. 2015
- [3] Internet2, <https://www.internet2.edu>