

## 2つ以上のGWを介したIP/NDN 間の名前解決とパケット転送法

Name Resolution and Packet Forwarding Method Between IP and NDN Over Two or More Gateways

田中 晃平

上山 憲昭

Tanaka Kohei

Noriaki Kamiyama

立命館大学 情報理工学部

College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

### 1. はじめに

現在のインターネットの諸問題に対応することが可能なNDN (named data networking) が次世代のネットワークとして注目を集めている。しかし一斉にインターネットの全てのルータをNDN ルータに置き換え、全てのホストがNDN で通信を行う環境は非現実的であり、IP のAS とNDN のAS が混在する状態が発生すると想定される。よって、このような環境においても異種のネットワークを経由してホスト間でのパケットを転送する仕組みが必要となる。そこで筆者らは、IP-AS とNDN-AS が1つずつ存在し、1つのGateway (GW) を介して接続した状況での名前解決とパケット転送法を提案した [2]。本稿では [2] の方式を拡張し、2つ以上のGW を介してIP-AS とNDN-AS を複数回、経由する場合の名前解決法とパケット転送法を提案する。

### 2. パケット変換 GW

本稿で扱うパケット変換GWは [1] で筆者らが提案した Dual-Channel Translation Gateway をもとにしたものとなっている。[1] ではIP アドレスとコンテンツ名の対応を管理する Name Resolution Service (NRS) サーバが存在するという前提で、NRS の管理情報の一部をGWがキャッシュし、その対応に基づいてGWでIPパケットとNDNパケットを変換する。しかしNRSでの対応表をどのように作成するかについては未検討であった。本稿ではNRSではなく、GWにIPコンテンツ名変換テーブル (INCT: IP-content name conversion table) というテーブルを用意し、このINCTでIPアドレスとコンテンツ名の対応を管理する手法を提案する。INCTはIP-Interest向けINCTとNDN-Interest向けINCTの2種を用意する。これはInterestを送信するホストのネットワークがIPかNDNかによってパケットヘッダを書き換えるために必要な情報が異なるからである。IP-Interest向けINCTで記録する情報 (IPホスト情報) はInterestを転送するホスト自身のIPアドレスと、そのホストが要求しているコンテンツの名称である。NDN-Interest向けINCTで記録する情報 (NDNホスト情報) は、Interestの宛先のIPアドレス、使用しているポート番号、要求しているコンテンツの名称である。

### 3. 提案手法-事前処理

本稿で提案するパケット転送法を実現するためには、パケット転送を実行する前に必要な事前処理が3つ存在する。1つ目がNDN-ASのFIB (Forwarding Information Base) の設定である。2つ目がNDNコンテンツのDNS (domain name system) 登録である。これら2つの事前処理の方法は [2] で提案したものと同様に行うが、さらにFIBに存在しないエントリに対する要求は全てパケット変換GWに転送する機能を追加し、Next Hop(NH) が解決不可能なInterestはGWで対処する。3つ目は直接接続していないNDN-AS同士でのコンテンツ情報の共有である。NDNホストからIP-ASを挟んで存在している別のNDN-ASに存在するコンテンツを要求する場合、NDN-AS内でNHが解決不可能なInterestとなり、Interestの転送先を確定させるために、目的コンテンツが存在しているASを検索する機能が必要となる。そこで、Autonomous System Resolver System (ASRS) という各NDN-ASに存在しているコンテンツの情報を共有及び管理するためのサーバを用意し、事前処理として各ASがASRSに自身のAS内のコンテンツ情報を登録する。

### 4. 提案手法-パケット転送処理

図1はNDN-ASを経由してIP-AS間でパケット転送を行う場合の手順を示している。図1の場合、最初にユーザはDNSサーバで名前解決を行う (①)。これによりInterestの転送先を決定する。経由するNDN-ASへとInterestを転送するためにGW1へIP-Interestを転送する際、GW1にIPホスト情報を登録し、IP-InterestをNDN-Interestへと変換する (②)。変換されたNDN-InterestはGW2でIP-Interestに変換する必要があるため、GW1がNDNのユーザホストとしてふるまい、

GW2にNDNホスト情報を登録する (③)。NDN-InterestをIP-Interestに変換するためにDNSを利用する (④)。変換されたInterestを転送し、目的のコンテンツを取得する (⑤)。 (⑤) で転送されたInterestの転送元はGW2であるため、取得したコンテンツのIP-DataパケットはGW2のIPアドレスを宛先IPアドレスとして転送される (⑥)。GW2ではInterest転送時に登録した、NDNホスト情報を利用してパケットのヘッダを書き換え、GW1にNDN-Dataパケットを転送する (⑦)。GW1でも同様にIPホスト情報を用いてパケットのヘッダを書き換え、IP-Dataパケットを転送する (⑧)。

図2はIP-ASを経由してNDN-AS間でパケット転送を行う場合の手順を示している。最初にNDN-InterestはGW1に転送され、NDNホスト情報が登録される (①)。次にASRSで目的のコンテンツが存在しているNDN-ASを特定し、そのNDN-ASに接続しているGWのIPアドレスを用いてIP-Interestへと変換する (②)。変換されたIP-InterestはGW2でNDN-Interestに変換する必要があるため、GW1がIPのユーザホストとしてふるまい、GW2にIPホスト情報を登録し、GW2にIP-Interestが到達するとNDN-Interestに変換する (③)。変換されたInterestを転送し、目的のコンテンツを取得する (④)。取得したDataパケットを返す時は図1の例と同様に、INCTに記録された情報を用いてユーザホストのもとに到達するまでパケットの変換を繰り返す (⑤, ⑥, ⑦)。仮に経由するIP-AS、NDN-ASの数が増え、パケットの変換を行う回数が増加した場合でもInterestの転送は図1の②か、③と④、図2の①と②か、③の繰り返しとなる。Dataパケットの転送も同様にINCTを参照してパケット変換を繰り返す処理となる。

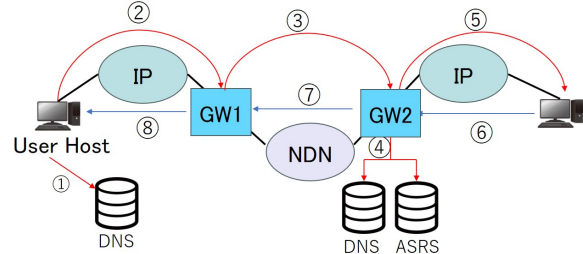


図1: Packet Transfer between IP-AS across NDN-AS

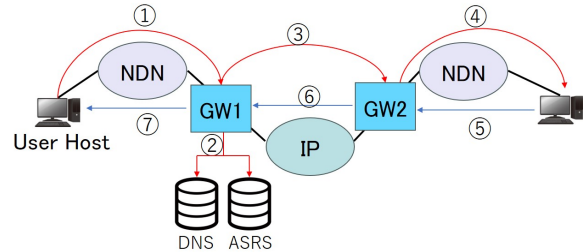


図2: Packet Transfer between NDN-AS across IP-AS

謝辞 本研究成果はJSPS 科研費 21H03436 と 21H03436 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] Feri Fahrianto and Noriaki Kamiyama, "Migrating from IP to NDN Using Dual-Channel Translation Gateway" IEEE Access, Vol. 10, pp. 70252-70268, Jul. 2022
- [2] 田中晃平 上山憲昭 "IP/NDN 間の名前解決とパケット転送法" 2023 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-6-8