

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

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 コンテンツ名でパケットを転送する情報指向ネットワーク (NDN: named data networking) が、次世代のネットワークとして注目されている。しかし、NDN は ISP やネットワーク事業者などが独立に運営する Autonomous System (AS) の単位で導入されるため、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。そのため、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 IP ホストと NDN ホスト間でパケットを転送する仕組みが必要となる。この問題に対し我々は、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、そのサーバの情報を GateWay (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手法を提案した [1]。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る。そこで本稿では、IP-AS と NDN-AS が 1 つずつ存在し、Gateway (GW) を介して接続した状況において、これら 2 つの AS 間で名前解決を行う仕組みと、パケットを転送する仕組みを提案する。なお、本稿で提案する方式はパケット転送前に行う事前処理と、実際にパケット転送を行う際の処理の 2 部で構成される。

2. 提案方式の事前処理 パケット転送前に行われる処理は、NDN-AS 上のコンテンツを GW の IP アドレスで DNS に登録、GW からルーティング情報を AS 内に広告、NDN ルータでの転送テーブル作成の 3 つである。

ユーザホストが IP-AS 上に存在する場合、NDN-AS 上のコンテンツを要求する際にもパケット転送先の IP アドレスが必要となる。そのため、GW は NDN-AS 上のコンテンツを自身の IP アドレスで DNS に登録する必要がある。NDN-AS 上の Publisher はコンテンツを公開する際に登録メッセージを隣接ルータに広告する。その登録メッセージを GW が受信した際は、GW はドメイン名を公開されたコンテンツの名前、IP アドレスを GW 自身の IP アドレスで DNS に登録する。また、NDN-AS に複数の GW が接続している場合、ネットワークの中心に近くなるように DNS に登録する GW を一意に定める。

本稿の提案方式では異なる AS 間での通信を行う際、従来通り AS 間のルーティング情報を AS 内に広告する必要がある。このルーティング情報をもとに、異種のネットワークの AS を経由する場合でもどの GW にパケットを転送するかを判別することが可能になる。

NDN-AS 内に転送先のエントリが存在しない場合、Next Hop (NH) が解決不可能となる。このような状態になることを防ぐため、広告されるルーティング情報をもとに NDN-AS 内で転送テーブルを作成する必要がある。

3. 提案方式のパケット転送処理 パケット転送時に行う処理は IP-AS から NDN-AS に通信を行う場合と、NDN-AS から IP-AS に通信を行う際に異なる。図 1 は IP-AS から NDN-AS への要求パケット転送と、NDN-AS から IP-AS への Data パケット転送を行う際の手順を示している。同様に図 2 は、NDN-AS から IP-AS への要求パケット転送と、IP-AS から NDN-AS への Data パケット転送の手順を示している。

ユーザが IP-AS 上に存在し NDN-AS 上のコンテンツを取得する場合 (図 1)、最初にユーザは DNS サーバで名前解決を行う (①)。この時、2 節で示した通り NDN-AS 上のコンテンツは GW の IP アドレスで DNS に登録されているため、DNS は NDN-AS と接続している GW の IP アドレスをユーザに返す。名前解決が完了するとユーザは GW に、要求するコンテンツ名とユーザ自身の IP アドレスを登録させるためのパケットを送信する。GW は要求管理テーブルに、ユーザの IP アドレスと要求しているコンテンツの対応を記録する。その後、ユーザは改めて IP-Interest パケットを送信し、GW は要求管理テーブルをもとに IP-Interest を NDN-Interest に変換し、NDN-AS に転送する (②)。NDN-AS 内で、変換された NDN-Interest

パケットは従来通りの NDN パケット転送法で転送される (③)。Publisher からデータを取得すると、GW で要求管理テーブルに従い NDN-Data パケットを IP-Data パケットに変換 (④) し、ユーザホストまで返送する (⑤)。

一方、ユーザが NDN-AS 上に存在し、IP-AS 上のコンテンツを取得する場合 (図 2)、ユーザは 2 節で示した通り事前で作成した転送テーブルに従い NDN-Interest パケットを GW まで転送する (①)。GW では DNS で名前解決を行い、要求されている IP-AS 上のコンテンツの IP アドレスを取得し (②)、NDN-Interest パケットを IP-Interest パケットに変換し、IP-AS 内を従来通りの IP パケット手法で転送する (③)。要求するコンテンツが存在するサーバまで IP-Interest パケットが到達し、データを取得すると IP-Data パケットを GW まで返送し (④)、GW で NDN-Data パケットに変換する。その後は、Pending Interest Table (PIT) に従ってユーザまで NDN-Data パケットを返送する (⑤)。NDN パケットと IP パケットを変換する手法は [1] で示された手法を使用する。

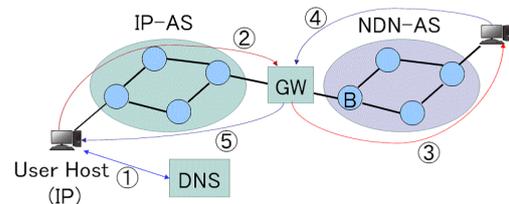


図 1: Request packet forwarding from IP-AS to NDN-AS and data packet forwarding from NDN-AS to IP-AS

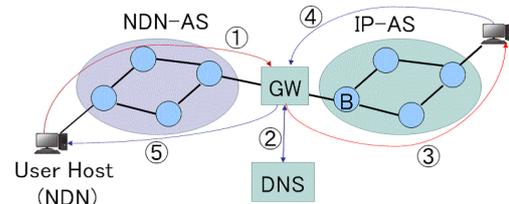


図 2: Request packet forwarding from NDN-AS to IP-AS and data packet forwarding from IP-AS to NDN-AS

4. まとめ 本稿では NDN-AS と IP-AS が GW を介して接続した状態において、両 AS を経由したパケット転送が行えるよう、事前に行う NDN-AS 上のコンテンツを GW の IP アドレスで DNS に登録、GW からルーティング情報を AS 内に広告、NDN ルータでの転送テーブル作成という 3 つの処理と、GW での IP-NDN 変換によって IP-AS と NDN-AS 間での通信を実現する方法を提案した。今後は AS 間の繋がりが複雑化した、より現実的なネットワークで発生する問題を考慮した手法を検討し、その性能を評価する。

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。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