

氏名	ふえり ふありあんと FERI FAHRIANTO		
学位の種類	博士（工学）		
報告番号	甲第 1966 号		
学位授与の日付	令和 5 年 3 月 16 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当（課程博士）		
学位論文題目	THE DUAL CHANNEL IP-TO-NDN TRANSLATION GATEWAY: A SEMANTIC NETWORK PROTOCOL TRANSLATION		
論文審査委員	(主 査) 福岡大学	教授	大橋 正良
	(副 査) 福岡大学	教授	太郎丸 眞
	早稲田大学	教授	中里 秀則

内 容 の 要 旨

現在通信ネットワークの分野では ICN (Information-Centric Networking) と呼ばれる新しいネットワークデザインが提案されてきており、その中でも NDN (Named-Data Networking) は、効率的なコンテンツ転送を可能にするデザインとして注目されている。

IP から NDN への移行過程において、現在の IP ルータをすべて即座に NDN に置き換えるのは高価で現実的ではない。そこで本論文ではデュアルチャネル IP-NDN 変換ゲートウェイを提案する。このゲートウェイはネットワーク層で IP プロトコルのセマンティクス（意味）を NDN のセマンティクスと等価に置き換える役割を持つ。すなわちゲートウェイは、名前バインディング機構を用い、IP パケットと NDN パケットをシームレスに相互変換を行う。具体的には、2つのユニークな IP アドレスを NDN で言うところのインタレストパケットとデータパケットが通るチャネルとみなして使用する。

本論文では静的および動的バインディングスキームを使用した際のゲートウェイのスループット性能を評価した。評価に当たっては、推定スループットモデルを立てて分析するとともに、ソフトウェアでのエミュレーション結果と比較を行った。併せて、ヒット率、処理遅延とスループットの関係も明らかにした。評価によりスループット推定モデルは、ゲートウェイのスループットを約 90%、処理遅延を約 85%の精度で予測できていた。

さらに、遅延キャッシングと呼ばれるゲートウェイのヒット率低下を引き起こす現象について検討し、ヒット率低下を防ぐための抑制方法について述べた。

(以下原文)

The emergence of communication networks has resulted in a system of content-based networks. A novel network design called information-centric networking

(ICN) pro-motes the efficient transfer of content objects, especially through named-data net-working (NDN), as one of the most promising candidates. While migration from Internet Protocol (IP) to NDN is inevitable, it is prohibitively expensive to replace all routers instantaneously with NDN routers. As a result, we propose the dual-channel IP-to-NDN translation gateway to address this problem. The gateway pro-motes the semantics of the IP protocol to be equal to those of NDN at the network layer. The proposed gateway uses two unique IP addresses as channels to distinguish an IP packet as either an interest or data packet without checking the payload of packets. The proposed gateway uses a name-binding mechanism to seamlessly trans-mit packets between IP and NDN hosts. Using static and dynamic binding schemes, the performance of the dual-channel gateway, especially throughput, is examined. The estimation throughput model is analyzed and evaluated by comparing it with the emulation testbed. The relationship between the hit ratio, processing delay, and throughput is also highlighted. Through numerical evaluation, we show that the throughput estimation model successfully predicts the gateway throughput with an accuracy of about 90% and 85% in static and dynamic prefix-name binding schemes, respectively. Furthermore, a phenomenon called delayed caching that creates a hit ratio decline in the gateway is investigated and analyzed. The suppressing method to prevent the hit ratio decline is also presented.

審査の結果の要旨

現在通信ネットワークの分野においてICN (Information-Centric Networking) と呼ばれるコンテンツ指向の新しいデザインが提案されてきており、その中でもコンテンツ名をベースとしたNDN (Named-Data Net-Working) は、効率的なコンテンツ転送を可能にするものと期待されている。一方NDNはそのアーキテクチャが従来のIPネットワークと全く異なった構造を持っており、両者の共存もしくは混在は非常に困難である。その意味でIPネットワークが世界全体に行き渡った中、NDNの普及には大きな課題がある。この課題に対して、申請者のフェリ・ファリアント氏は、デュアルチャネルIP-NDN変換ゲートウェイを用いることでこの二つのネットワーク間の相互変換を行うことを提案している。具体的には、NDNのプッシュ・プルという2つの基本フローをIPネットワーク上における2つのIPならびにポート番号に対応付け(バインディング)でデータを転送することで、NDNでのコンテンツ転送と等価なフローをIPネットワーク上で実現しようとするものである。

論文では静的および動的バインディングでのスループット・遅延・キャッシュのヒット率が推定モデルとソフトウェアエミュレーションによって評価され、両者が良く一致していることが示された。さらに、遅延キャッシングと呼ばれるゲートウェイのヒット率低下を引き起こす現象について検討され、ヒット率低下を防ぐための抑制方法が示されている。

本研究成果は、今後普及が期待されるNDNとデフォルトとなったIPネットワークとの共存発展シナリオを支える技術の一つになりえる研究成果であり、情報・制御システム工学への寄与が大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位論文に値すると認める。

本論文に対し審査委員から質問や指摘があったが、フェリ・ファリアント氏からは的確な回答がなされた。公聴会での聴講者からの質問でも、同氏の説明により質問者の理解が得られた。以上の結果、フェリ・ファリアント氏は試験に合格したものと認める。