

# データセンタネットワークに対する遅延解析モデルに基づく拡張グラフと動的計画法を用いたサービスチェーン構成法

横野 智紀<sup>†</sup> 林 裕平<sup>††</sup> 鎌村 星平<sup>†††</sup> 橘 拓至<sup>††††</sup>

<sup>†</sup> 福井大学 工学部 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

<sup>††</sup> 日本電信電話株式会社 NTT ネットワークイノベーションセンタ 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町 3-9-11

<sup>†††</sup> 成蹊大学 理工学部 〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町 3-3-1

<sup>††††</sup> 福井大学 大学院工学研究科 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

E-mail: <sup>†</sup>tomonori-y@network.fuis.u-fukui.ac.jp, <sup>††</sup>yuhei.hayashi.mr@hco.ntt.co.jp,

<sup>†††</sup>shohei-kamamura@st.seikei.ac.jp, <sup>††††</sup>takuji-t@u-fukui.ac.jp

**あらまし** データセンタネットワーク内でサービスチェーンを構築する際には、VNF（Virtual Network Function）を配置するデータセンタと伝送経路を適切に決定して総伝送遅延を抑制することが期待される。本稿では、データセンタへの入出力トラフィックを考慮した遅延解析モデルを定式化し、VNF 配置数によって階層が変化する拡張グラフと動的計画法を用いて総伝送遅延を最小化するサービスチェーン構成法を提案する。拡張グラフでは、サービスチェーンの新規構築によって増加する既存サービスチェーンの遅延増加時間を考慮する。提案法の性能をシミュレーションで評価し、他手法との比較によって有効性を調査する。この単一のサービスチェーンに対する最適構成法を発展させ、既設のサービスチェーンへの影響を含めた遅延解析法を導出し、全サービスチェーンの遅延の総和を最小とする構成法を提案する。この構成法と従来法について、全サービスチェーンの遅延の総和という観点で比較した結果、サービスチェーンの数が増えれば増える程、従来法より改善されることが示された。

**キーワード** サービスチェイニング, 動的計画法, 遅延解析モデル, 拡張グラフ

## Service Chain Construction with Dynamic Programming and Augmented Graph Based on Delay Analytical Model in Data Center Networks

Tomonori YOKONO<sup>†</sup>, Yuhei HAYASHI<sup>††</sup>, Shohei KAMAMURA<sup>†††</sup>, and Takuji TACHIBANA<sup>††††</sup>

<sup>†</sup> School of Engineering, University of Fukui 3-9-1 Bunkyo, Fukui-shi, Fukui, 910-8507 Japan

<sup>††</sup> NTT Network Innovation Center, NTT Corporation 3-9-11 Midoricho, Musashino-shi, Tokyo, 180-8585 Japan

<sup>†††</sup> Faculty of Science and Technology, Seikei University 3-3-1 Kichijojikitamachi, Musashino-shi, Tokyo, 180-8633 Japan

<sup>††††</sup> Graduate School of Engineering, University of Fukui 3-9-1 Bunkyo, Fukui-shi, Fukui, 910-8507 Japan

E-mail: <sup>†</sup>tomonori-y@network.fuis.u-fukui.ac.jp, <sup>††</sup>yuhei.hayashi.mr@hco.ntt.co.jp,

<sup>†††</sup>shohei-kamamura@st.seikei.ac.jp, <sup>††††</sup>takuji-t@u-fukui.ac.jp

**Abstract** When constructing service chains in a data center network, it is expected that the data centers where virtual network functions (VNFs) are to be placed and the transmission paths are to be determined appropriately to suppress the total transmission delay. In this paper, we formulate a delay analysis model that takes into account the input and output traffic to the data center, and propose a service chain construction that minimizes the total transmission delay by using an augmented graph whose hierarchy changes depending on the number of VNFs deployed and a dynamic programming method. Our augmented graph considers the increase in processing delay of existing service chains for a new service chain construction. The performance of the proposed method is evaluated by simulation and its effectiveness is investigated by comparing it with other methods. We extend the optimal composition method for a single service chain to include the effects on existing service chains, and propose a composition method that minimizes the sum of the delays of all service chains. The results of the comparison between this composition method and the conventional method in terms of the sum of the delays of all the service chains show that the more the number of service chains increases, the more the improvement over the conventional method.

— 1 —

**Key words** Service chaining, Dynamic programming, Delay analytical model, Augmented graph