

NFVを活用したキャリアネットワーク 変革に向けた取り組み

Efforts to Transform Carrier Networks by Utilizing NFV

● 奥田将人

● 山田徹哉

あらまし

クラウド技術の急速な進展に伴い、従来専用ハードウェアとして提供されていた各種ネットワーク機能を、汎用サーバの仮想化されたOS上で動作するソフトウェアによって実現するNFV(Network Functions Virtualisation)の実用化に向けた動きが活発になっている。NFV運用管理ソフトウェアであるFUJITSU Network Virtuora OMおよびVirtuora RVは、仮想化技術の適用により、新しいサービスの迅速な導入やトラフィック変動に対する柔軟なリソース割当て、運用管理の簡素化・効率化などを通信事業者に提供する。更に、既存ネットワークと同等以上の信頼性や運用性をはじめ、運用ノウハウのシステム化をサポートするための仮想環境の検査ソリューション、オンデマンドなアプリケーション提供を実現するサービスチェーンニング機能、IoT(Internet of Things)基盤のコア技術となる分散サービス基盤などをNFV環境に取り込んでいく。

本稿では、NFVの概要と実用化に向けた課題、および富士通の取り組みについて述べる。

Abstract

Rapid evolution of cloud technologies invokes activities to commercialize network functions virtualisation (NFV), which provides various network functions by software application running on virtualized resources of physical servers instead of dedicated hardware appliances. Fujitsu's NFV operation management software—FUJITSU Network Virtuora OM and Virtuora RV—brings advantages of virtualization technologies to telecommunication industry and allows network operators to introduce new services with flexible resource allocation for traffic fluctuation by simplified and efficient operation management. To provide better performance and sophisticated operability, Fujitsu is providing further features, such as virtualized system test solution based on our operation knowledge, service chaining function for on-demand network service creation, distributed services platform as one of key technologies for IoT (Internet of Things) platform for network operators and so on. This paper outlines the NFV, and describes the challenges in its practical application, as well as the projects undertaken at Fujitsu.

ま え が き

近年、ICTやクラウド技術の急速な進展に伴い、従来専用ハードウェアとして提供されていた各種ネットワーク機能を汎用サーバの仮想化されたOS上で動作するソフトウェアで実現するNFV（Network Functions Virtualisation）の実現に向けた動きが活発になっている。⁽¹⁾

2013年1月に、欧州の電気通信標準化団体ETSI（European Telecommunications Standards Institute）によって、第1回NFV ISG（Industry Specification Group）プレナリ会合が開催された。以来NFVは、将来のキャリアネットワークのエコシステムを変革するキーテクノロジーの一つとして、通信事業者、通信機器ベンダーだけでなく、ICTベンダーからも注目され、業界の垣根を越えて実現に向けた取組みがなされている。

例えば、2014年10月に開催されたSDN & OpenFlow World Congressでは、富士通を含む様々な業種の企業から計12ケースのPoC（Proof of Concept）が一同に展示され、NFVを実現する様々な要素技術やシステム構築における先進的な取組

みが紹介された。⁽²⁾

富士通では、ETSIをはじめとする標準化団体やオープンソースコミュニティへの参加、およびPoCを通じて、NFVの実現に向けた技術開発を行っている。

本稿では、NFVの概要、実現に向けた課題を概説し、NFVの主要な研究開発領域である運用管理技術、特にETSIでの規定対象範囲外となる機能について述べる。更に、NFVを活用したサービス高度化と要素技術について述べる。

NFVの概要

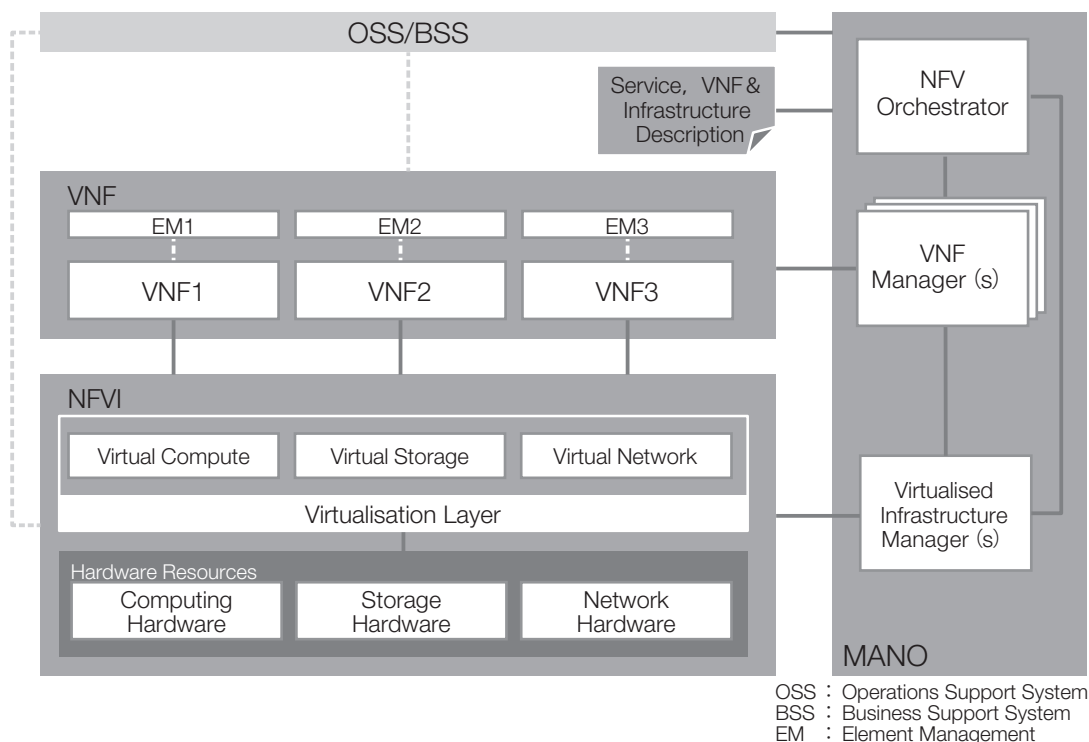
ETSI NFV ISGが規定するEnd-to-Endアーキテクチャーを図-1に示す。同アーキテクチャーは、大きく三つのパートから構成される。⁽³⁾

(1) VNF（Virtualised Network Function）

仮想リソース上で動作するネットワーク機能を実現するアプリケーションソフトウェア。

(2) NFVI（NFV Infrastructure）

ハードウェアやそれを仮想化するソフトウェアを含み、VNFの実行に必要なリソースを提供する基盤。



ETSI「Network Functions Virtualisation (NFV) : Architectural Framework」⁽³⁾で掲載の図を基に作成

図-1 ETSI NFV End-to-Endアーキテクチャー

(3) MANO (Management and Orchestration)

物理/仮想リソースを管理し、一つ、あるいは複数のVNFを組み合わせたネットワークサービスのライフサイクルを管理する運用管理システム。

MANOとNFVIからなる共通基盤上で様々なVNFを動作させることで、多様なサービスやソリューションの実現が期待されている。⁽⁴⁾

例えば、モバイルコアネットワーク（EPC：Evolved Packet Core）やIMS（Internet Protocol Multimedia Subsystem）へのNFV適用により、トラフィック変動に対して柔軟なシステムの構築が可能となる。また、宅内設備（CPE：Customer Premises Equipment）へのNFV適用では、ルータ、ファイアーウォールなどのセキュリティ装置を仮想化して、局舎内サーバに実装する。これにより、保守運用作業が効率化され、更にユーザー要求に応じて複数のVNFから構成されるネットワークサービスを迅速に構築できるようになり、新規サービス導入による収益機会の増加も期待できる。

NFV実現に向けた要件

NFVをキャリアネットワークに適用していくための要件と、富士通の取り組みについて紹介する。

● マルチベンダー対応

従来、ハードウェアとソフトウェアがバンドルされて提供されていた専用機器とは異なり、NFVでは、ハードウェアと仮想化されたハードウェア上で動作するアプリケーションソフトウェアが別々のベンダーから提供されることを想定したエコシステムを志向している。すなわち、通信事業者の要求に応じて、ハードウェア、ハイパーバイザ、アプリケーションソフトウェア、そしてそれらを運用管理するソフトウェアがそれぞれ異なるベンダーから部品として提供され、一つのシステムにインテグレーションされる。そのため、異なるベンダーから提供されるサーバ、アプリケーションソフトウェア、運用管理システムが相互接続可能で、キャリアネットワークに要求されるSLA（Service Level Agreement）を満たし、また既存システムと共存できることが重要となる。

富士通では、ETSIアーキテクチャーに準拠し、オープンなインターフェースを持つ製品を開発している。更に、自社の検証環境において、他社ア

プリケーションソフトウェアの徹底した相互接続試験を行い、インテグレーションすることでマルチベンダー環境に対応したソリューションを提供している。

● 信頼性保証

サービスの継続性やSLA保証は、キャリアネットワークを構築する上で極めて重要な要素である。NFVでは、汎用サーバを活用して高信頼なネットワークサービスを構築するために、アプリケーションソフトウェアや運用管理システムが信頼性担保に果たす役割が大きくなる。一般的な冗長方式であるActive/Standbyは、リソースの活用という観点では非効率であるという欠点がある。富士通は他社と共同で、効率的なリソース活用が可能なN+1冗長を実現するミドルウェアを開発し、⁽⁵⁾アプリケーションソフトウェアへの適用を推進している。また、運用管理システムと連携することで、冗長構成を維持するヒーリング機能も提供している。

● 性能保証

専用ハードウェアから汎用サーバとソフトウェアで構成されるNFVへ移行するには、NFVで安定した性能を提供できなければならない。そのため、富士通はDPDK（Data Plane Development Kit）、⁽⁶⁾SR-IOV（Single Root I/O Virtualization）⁽⁷⁾などのパケット処理の高速化技術をサポートしている。また、アプリケーションを安定した性能で動作させるために、アプリケーションに高速化技術を適用したときの動作検証や解析を進めるとともに、仮想化処理のオーバーヘッドを削減するためのコンテナ技術やNIC（Network Interface Card）のハードウェアアシスト機能の効果的な活用を推進していく。更に、リソースの有効活用の観点から、C-Plane（制御プレーン：シグナリングなどのメッセージ処理を行う）とU-Plane（ユーザープレーン：パケット処理を行う）を個別にスケール可能なVNF構成、および運用管理手法を実現していく。

NFV運用管理技術

本章では、ETSI NFV ISGをベースとするNFVシステムの運用管理と、NFVシステムの動作状態の正常性を確認する仮想化運用検査ソリューションについて紹介する。

● ETSI NFV運用管理

ETSI NFVアーキテクチャで規定されるMANOが、基本的なNFVの運用管理機能を提供する。図-1に示すように、MANOは以下の三つのパートから構成され、これらのパートが連携して、基本的な運用管理プロセスを実現する。

(1) NFV Orchestrator (NFVO)

複数のアプリケーションソフトウェアから構成されるネットワークサービスのライフサイクル管理（生成、監視、運用中のイベントに対するアクション、削除など）を行い、システム全体の運用管理をつかさどる。

(2) VNF Manager (VNFM)

個別アプリケーションソフトウェアのライフサイクル管理を行い、状況に応じて、オートスケールアウトなどのアクションを起動する。

(3) Virtualised Infrastructure Manager (VIM)

物理/仮想リソース（サーバ、ネットワーク、ストレージ）の運用管理を行う。通常、OpenStackを活用することが多い。

輻輳ふくそうなどが発生したときに、負荷分散することで回避し、ユーザーのQoE（Quality of Experience）

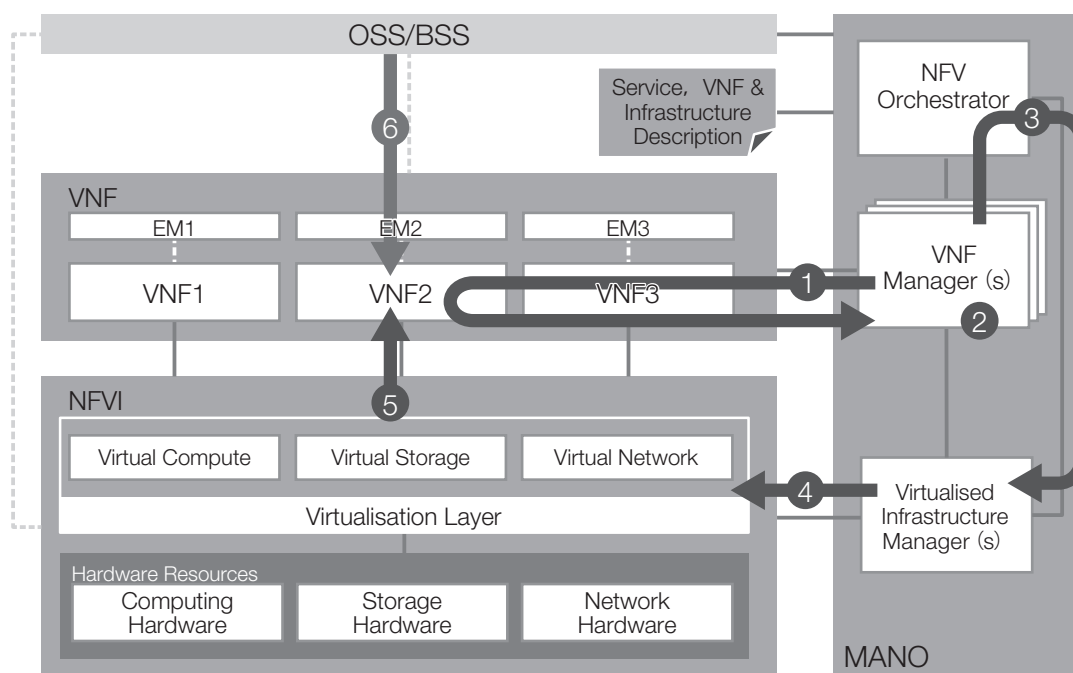
の低下を防ぐオートスケールアウトの動作イメージを図-2に示す。オートスケールアウトは以下の手順で実施される。

- ①VNFの性能情報収集
- ②輻輳検出、リソース割当て要求送出の判断
- ③リソース割当て要求をNFVO経由でVIMに通知
- ④ハイパーバイザに仮想リソース割当て指示
- ⑤仮想リソースの配備を実施
- ⑥VNFのパラメーター設定

2014年11月に公開されたMANO仕様⁽⁸⁾に規定される機能だけでは、既存ネットワークと同等以上の信頼性や運用性でキャリアネットワークに仮想化ネットワークサービスの導入・運用を行うには不十分である。このため、足りない機能の補完や運用ノウハウのシステム化が必要である。

そこで富士通は、キャリアネットワーク事業者向けに、MANO機能を提供する管理ソフトウェア製品として、FUJITSU Network Virtuora OMおよびVirtuora RVを発表している。⁽⁹⁾ Virtuora OMがOrchestratorおよびVNFMの各種機能を提供し、Virtuora RVがVIMをはじめ、NFVIの仮想化機能を提供する。Virtuora OMおよびRVは、ETSI

オートスケールアウト動作例



ETSI「Network Functions Virtualisation (NFV) ; Architectural Framework」⁽⁹⁾で掲載の図を基に作成

図-2 オートスケールアウトプロセス

NFV ISGが規定する基本機能に加えて、MANOの二重化、仮想化基盤の自動インストール、物理リソースと論理リソースのマッピングなど、キャリアネットワーク保守運用に必要な機能を付加している。

● 仮想化運用検査ソリューション

NFVは、マルチベンダー環境であるため、障害発生時の被疑箇所特定・切分けが非常に重要である。仮想化されたことで、従来よりも障害解析の難易度が高くなるため、システム全体でのトラブルシューティングの仕組みが必要である。富士通では、仮想化基盤からアプリケーションまで、各階層での正常性検査の仕組みをMANO機能と連携して動作させるソリューションを提供する。

仮想化された検査アプリケーションにより、専用の試験設備を用意することなく、仮想的な検査環境を商用ネットワーク上に構築し、オンデマンドでの動作確認や問題切分けを実現する。こうして、新しいサービスや機能の商用ネットワークへの安全な導入・運用を実現する。

NFVシステムを想定対象とした仮想化運用検査ソリューションのイメージを図-3に示す。

本仮想化運用検査ソリューションでは、下記3種の検査機能を提供する。

(1) Host間接続検査

全ての物理サーバに検査アプリケーションを配備することで、物理サーバ間の疎通確認を行い、物理サーバの接続性を確認する。

(2) VM間接続検査

検査アプリケーションから検査対象VNFとの接続検査を実施することで、仮想ネットワークの接

続性を確認する。

(3) APL正常性確認

検査対象VNFに対向する検査アプリケーションを配置し、試験呼（C-Plane/U-Plane）を疎通することで、VNFの状態や動作を確認する。

サービス高度化と要素技術

NFVは、モバイルコアネットワークなどの既存システムを仮想化して、柔軟性の向上やリソース効率化、運用自動化を実現する。それだけでなく、新しいサービスの創出や高度化を実現する基盤技術としても位置づけることもできる。

本章では、様々なアプリケーションソフトウェアを柔軟に導入可能なNFVを活用した高度なオンデマンドアプリケーション提供サービスと、IoT（Internet of Things）サービスを提供するIoT基盤について紹介する。

● オンデマンドアプリケーション提供サービス

ユーザーが必要なアプリケーション機能（ファイアーウォールなどの各種セキュリティ機能やルータ機能など）を選択し、通信事業者が自社のクラウド上のサーバでそのアプリケーション機能を提供するサービスが今後増加していくものと予想される。こうしたサービスの提供に当たっては、初期導入コストを抑えながら多数のアプリケーションソフトウェアを提供することが重要であり、NFV技術の優位性が効果を発揮するビジネス領域の一つである。すなわち、様々なアプリケーションを柔軟かつ迅速に同一サーバプラットフォーム上に導入可能なNFVの特徴を生かして、複数のアプリケーションをオンデマンドに組み合わせるサービ

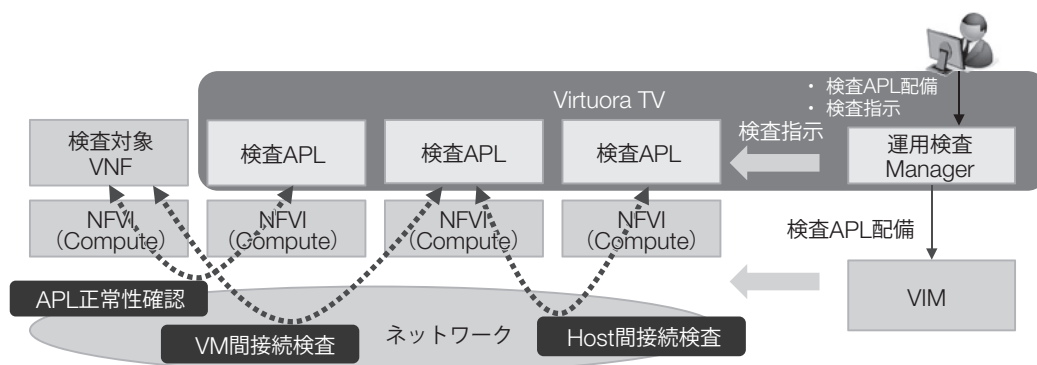


図-3 仮想化運用検査ソリューション

スケーニングを活用して、このようなサービスの提供を可能とする⁽⁴⁾ サービススケーニングの実現方式の一つであるIETF (Internet Engineering Task Force) のNSH (Network Service Header)⁽¹⁰⁾を用いる経路制御方式では、ネットワーク機器やアプリケーションソフトウェアのNSH対応が必要となる。このため富士通では、既存ネットワークに配備されている機器を置き換えるのではなく、継続して活用してサービススケーニングを実現可能な方式をVirtuora OMに実装している。

Virtuora OMが具備するサービススケーニング機能は、アプリケーションソフトウェアのアドレス処理方式の違いに応じた経路情報の生成・配布を行う機能を有している。ファイアーウォールのようにIPパケットが透過するアプリケーションと、WebプロキシのようにIPパケットのアドレスを変更するアプリケーションなどの特性に応じた経路情報の生成機能を有しており、様々な仮想アプリケーションを組み込んだサービススケーニングの構成を可能としている。

サービススケーニングの構成イメージを図-4に示す。

● IoT基盤

今後、様々なセンサーデバイスや端末などがネットワークにつながることで、トラフィック特性の多様化、トラフィック量の変動などに耐え得るネットワークインフラの構築が必要となってくる。

こうしたネットワークに対する要求の変化に対

応するために、センサーデバイスからのデータを処理するアプリケーションソフトウェアのサービス要件に応じて、通信事業者の広域ネットワーク内に分散配備されたサーバ上で、柔軟にシステムを構築できるIoT基盤が必要である。すなわち、データ発生源の周辺や広域ネットワーク上の中間サーバに分散配備されたアプリケーションでデータ処理することにより、トラフィック量の削減や、データのリアルタイム処理を実現する。富士通は、IoT基盤の主要な要素となる分散サービス基盤を開発している⁽¹¹⁾。その動作イメージを図-5に示す。

今後、サービス要件の変化に応じて、システム

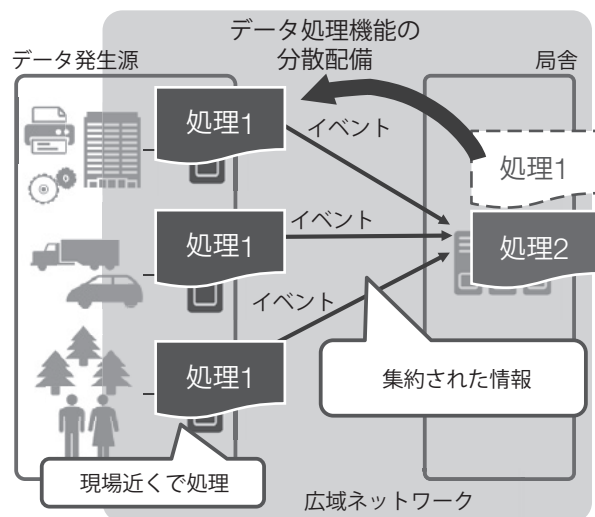


図-5 分散サービス基盤の提供イメージ

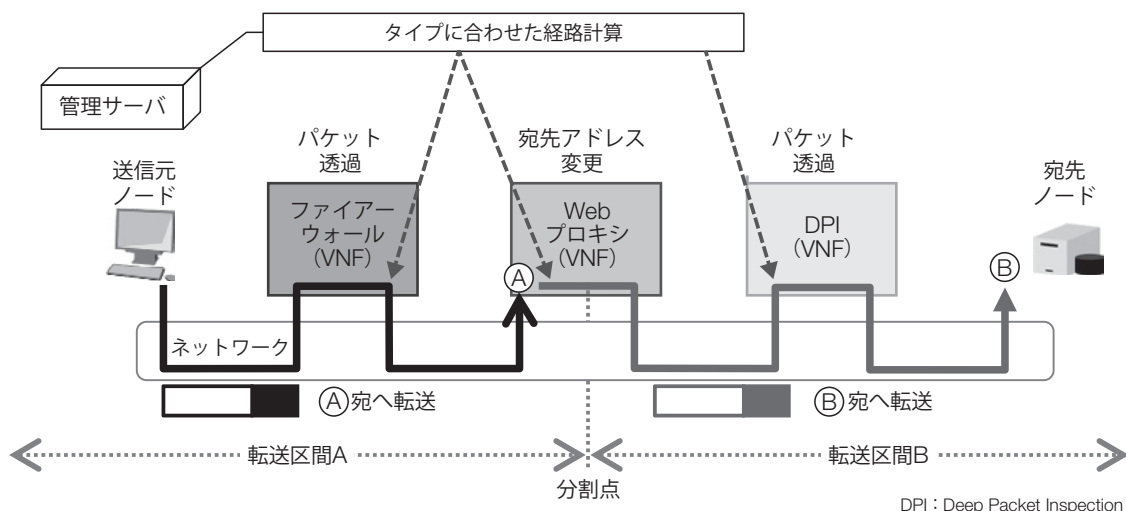


図-4 サービススケーニング方式

の構築・運用を自動化する分散サービス基盤とMANOとの連携を行う。また、これまでの通信事業者向け大規模ネットワーク構築で培ったミッションクリティカル技術（負荷分散、過負荷制御など）を組み合わせることで、堅ろうでスケーラブルな社会変革の基盤となるIoT基盤を実現していく。

む す び

本稿では、NFVを活用したキャリアネットワーク変革の実現に向けた富士通の取り組みについて述べた。富士通が提供するNFV管理ソフトウェアVirtuora OM/RVにより、クラウド環境で提供される仮想化のメリットを通信事業者が享受できる土台の提供が可能になった。今後、更なる運用管理の簡素化・効率化に向けた自動化や信頼性向上に加え、IoTをはじめとする新たな通信サービスインフラ構築に向けた取り組みを推進し、NFVなどの新しいネットワーク構築技術の研究開発をリードしていく。

なお、本技術の一部は、総務省「大規模通信混雑時における通信処理機能のネットワーク化に関する研究開発」〔平成24年度一般会計補正予算（第一号）〕の委託を受け実施した研究開発による成果である。

参考文献

- (1) ETSI : Network Functions Virtualisation.
<http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/nfv>
- (2) ETSI : ETSI NFV PoC ZONE 2015 @ SDN & OpenFlow World Congress.
<http://www.etsi.org/index.php/news-events/events/>

871-nfv-poc-zone-2015

- (3) ETSI : Network Functions Virtualisation (NFV) ; Architectural Framework.
http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/002/01.02.01_60/gs_NFV002v010201p.pdf
- (4) ETSI : Network Functions Virtualisation (NFV) ; Use Cases.
http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/001/01.01.01_60/gs_NFV001v010101p.pdf
- (5) NTT, 日本アルカテル・ルーセント, 富士通 : サービスアプリケーションが求める信頼性・拡張性にえるプラットフォーム技術が欧州の標準化団体ETSIのコンセプト実証として認定.
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2014/05/1.html>
- (6) DPDK : Data Plane Development Kit.
<http://dpdk.org/>
- (7) PCI-SIG : Single Root I/O Virtualization.
<http://pcisig.com/specifications/iov/>
- (8) ETSI : Network Functions Virtualisation (NFV) ; Management and Orchestration.
http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV-MAN/001_099/001/01.01.01_60/gs_NFV-MAN001v010101p.pdf
- (9) 富士通 : 通信キャリアのネットワークサービス創出を支援する「ネットワークDevOpsソリューション」を体系化.
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2015/05/12-1.html>
- (10) IETF : Service Function Chaining (sfc).
<https://datatracker.ietf.org/wg/sfc/documents/>
- (11) 富士通研究所 : クラウド環境を広域ネットワーク上で最適化する分散サービス基盤技術を開発.
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2014/03/14.html>

著者紹介



奥田将人 (おくだ まさと)

ネットワークソリューション事業本部
NFVソリューション事業部 所属
現在、NFVソリューションの企画・開発に従事。



山田徹哉 (やまだ てつや)

ネットワークソリューション事業本部
NFVソリューション事業部 所属
現在、NFVソリューションの企画・開発に従事。