

# ネットワーク仕様定義による広域分散ネットワークの自動運用管理システムの開発 (140202008)

## Large-scale Automatic Configuration and Control Over Open Network for SvDI

### 研究代表者

林 達也 株式会社レピダム  
Tatsuya Hayashi Lepidum Co., Ltd.

### 研究分担者

三屋光史朗<sup>†</sup> 前田薫<sup>†</sup> 片山 健一郎<sup>†</sup> 菊池 正史<sup>†</sup> 山田 聖<sup>†</sup> 岡田 耕司<sup>†</sup> 大塚 隼人<sup>†</sup> 宇野 沙吏菜<sup>†</sup>  
岡部 寿男<sup>††</sup> 津崎 善晴<sup>††</sup>  
中村修<sup>†††</sup> 楠本博之<sup>†††</sup> 鈴木茂哉<sup>†††</sup>  
新麗<sup>††††</sup>

Koushiro Mitsuya<sup>†</sup> Kaoru Maeda<sup>†</sup> Kenichiro Katayama<sup>†</sup> Masashi Kikuchi<sup>†</sup> Kiyoshi Yamada<sup>†</sup>  
Hayato Otsuka<sup>†</sup> Kouji Okada<sup>†</sup>  
Yasuo Okabe<sup>††</sup> Yoshiharu Tsuzaki<sup>††</sup>  
Osamu Nakamura<sup>†††</sup> Hiroyuki Kusunoki<sup>†††</sup> Sigeya Suzuki<sup>†††</sup>  
Ray Atarashi<sup>††††</sup>

<sup>†</sup>株式会社レピダム <sup>††</sup>京都大学 <sup>†††</sup>慶應義塾大学 <sup>††††</sup>株式会社 IIJ イノベーションインスティテュート  
<sup>†</sup>Lepidum Co., Ltd. <sup>††</sup>Kyoto University <sup>†††</sup>Keio University <sup>††††</sup>IIJ Innovation Institute Inc.

研究期間 平成 26 年度～平成 26 年度

## 概要

本研究開発では、マルチメディアコンテンツ配信やクライアント間同期を対象とした適切なネットワークリソースの予約を実現するネットワーク管理機構を設計・実装した。この技術により、現在主流となっている Web アプリケーションでのネットワーク構成変更が可能となる。また、策定した API について IETF において標準化提案を行い、さらに有識者に対してヒアリングを行うことで事業化に向けた準備活動を行った。

## 1. まえがき

クラウドコンピューティングやモバイル、4K マルチメディアコンテンツ配信といった新しいネットワーク利用方法の普及により、ネットワーク管理の複雑さが増してきている。具体的には、ネットワーク管理者が管理すべきネットワーク機器の数や種類、管理対象機器の地理的な広がり、ネットワーク構成の多様さ・複雑さ・変更頻度など、いずれの点においても拡大の一途をたどっている。従来のネットワーク管理では、管理者がネットワークの構成を把握し、個々の機器に対してそれぞれ設定を行ってきた。しかし、管理対象ネットワークの規模拡大に伴い、そのような人手によりネットワークの多くを管理する方法では、適切かつ安全にネットワークを運用することが困難になってきた。

一方、新しいサービスとしてインターネット上での体験共有型コミュニケーションが発展しつつある。例えば、あるライブ動画ストリーミングに対して各種 SNS 上でリアルタイムな体験情報の共有が行われ、それが臨場感としてコンテンツに付加価値を提供している。この様に、現在のインターネット上に存在するコンテンツは、それを視聴するユーザ間の相互交流により新しい体験情報が付加されるものとなっている。このようなコンテンツ体験の共有を行うためには、コンテンツ配信の同報性を全てのエンドクライアントに対して保証する必要がある。したがって、エンドクライアントの要望に従ったネットワークの構成変更が望まれる。

柔軟なネットワーク管理やネットワーク設計を行うための基盤技術として Software Defined Network (以下 SDN) が注目を集めている。SDN では、コントローラと呼ばれる集中管理サーバに対してコマンドを投入するこ

とでネットワーク機器に対して設定が投入される。コントローラの存在によりネットワーク管理の一元化を図ることが可能となる。さらに、SDN を用いることでトラフィックの柔軟な制御が可能となり、仮想ネットワークの柔軟な構成変更が実現できる。しかし、SDN を用いても個々のネットワーク機器を意識した設定記述を行う必要があり、ネットワーク管理の諸問題の解決を行うことはできない。また、SDN コントローラはエンドクライアントからの要求を受け付けることができない。

本研究開発では、フェーズ I においてネットワーク管理者が記述したサービス仕様記述に基づいたネットワーク管理アプリケーションの開発を行った。本年度開発では、動画配信アプリケーションを想定した、アプリケーション起点での動的ネットワーク構成変更システムの開発を行った。開発項目として、まず、ネットワーク管理者のネットワーク資源制約を記述するため、サービス仕様記述言語を拡張した。これにより、ネットワーク管理者は特定のクライアントアプリケーションに対する割り当て資源上限などのサービス仕様定義を記述することが可能となる。これらの拡張に加え、本年度開発ではクライアントアプリケーションからネットワーク管理アプリケーションに対するネットワーク資源要求を行うための WebAPI の設計・実装を行った。

## 2. 研究開発内容及び成果

図 1 に、開発システムの概要を示す。ネットワークの構成変更は、ネットワーク管理アプリケーションである LACCOONS サーバにより行われる。LACCOONS サーバは、ネットワークの論理/物理構成を収集しデータベースに保存する。そして、ネットワーク管理者は予めサービ

仕様を記述し、LACCOONS サーバに対して投入する。LACCOONS サーバは、収集されたネットワーク構成とネットワーク管理者が記述したサービス仕様記述、エンドクライアントからの要求に基づき、動的にネットワーク設定を計算し、ネットワーク機器に対して新しい設定を反映していく。

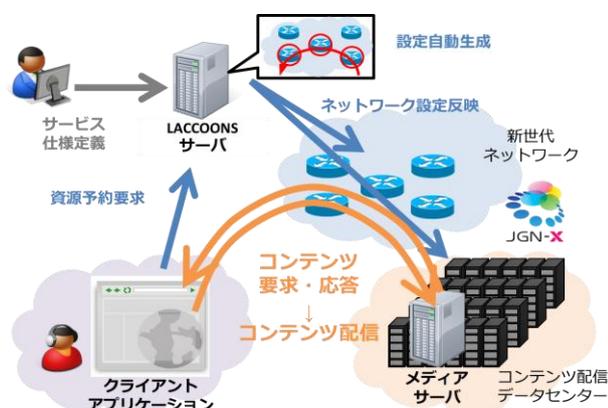


図 1 開発システムの概要

本年度開発では、エンドクライアントアプリケーションとして Web アプリケーションの中でも特に動画再生アプリケーションを想定し、エンドクライアントからの資源確保要求のための WebAPI を作成した。WebAPI は以下の 4API からなる。

- ネットワーク資源利用状況取得 API

送信元から宛先へ確保可能な通信帯域情報の取得を行う。動画アプリケーションでは、クライアントがサーバから受信可能なストリーミングビットレートの見積りのために使用される。利用状況取得要求を API から受信した LACCOONS サーバは、指定された送信元から宛先までの間で通信帯域を最大化できるリンク群を計算し、割り当て可能通信帯域を要求元へ応答する。

- ネットワーク資源要求 API

送信元から宛先へ確保可能なネットワーク資源の予約を行う。要求メッセージ内で、ネットワーク資源として通信帯域と遅延を指定する。動画アプリケーションでは、クライアントがサーバからストリーミングを受信するのに十分な通信帯域の予約が行われる。指定された通信帯域の予約が不可能である場合は、その時点で確保可能な最大通信帯域を予約する。

- ネットワーク資源利用停止 API

エンドクライアントが予約された通信帯域を開放する。

- キープアライブ API

LACCOONS サーバが、通信帯域を予約したエンドクライアントの生存確認を行うための API。

本年度実証実験環境として、バックボーンネットワークとして JGN-X を利用し、商用クラウドネットワーク (IIJ

GIO)、研究ネットワーク (JGN-X, SINET4, WIDE バックボーン)、キャンパスネットワーク (京都大学、慶應義塾大学) を相互に接続した全国規模の検証ネットワークを構築した。実証実験では、動画再生アプリケーションからの資源予約要求をネットワーク管理サーバが受け取り、実際に資源が割り当てられ、通信を開始するまでの設定変更収束時間を評価した。

実証実験では、京都大学に設置したクライアント PC から Web インターフェースを介して LACCOONS サーバに接続し、IIJ GIO 内のメディアサーバから京都大学内設置のクライアント PC までの帯域予約設定を行い、その設定収束時間を計測した。10 回の試行の結果、設定収束時間は平均 4717ms となった。

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

成果展開に向けた戦略は、以下の要素を主軸に進める。

- API 標準化による優位性の確保
- 国内外のネットワーク動向を踏まえた普及タイミングの俊敏な初期営業計画
- 4K 技術の立ち上がりを踏まえた中長期営業計画
- 形式的検証までを見据えたネットワーク仕様定義の抽象化と製品計画
- 段階的に実用化・製品化可能な適用領域の設定

### 4. むすび

管理者が作成した単一のポリシーに基づき、複数のネットワークにおいて自動的に設定が生成される LACCOONS サーバの開発を行った。そのうえで、動画再生アプリケーションを想定し、アプリケーションからの要求に基づき動的にネットワーク構成の変更が行われるシステムの開発を行った。また、開発成果物を全国規模の検証環境において検証し、実効的な検証結果を得ることができた。

本研究開発における標準化成果として、IETF に対してネットワーク資源予約 API 群の標準化提案を行い、第 92 回 IETF ミーティングにおいて SDN RG セッション中に提案に対する発表を行った。今後はビジネス化に向けた作業を進める予定である。

#### 【国際標準提案リスト】

[1] Internet Engineering Task Force(IETF), draft-tsu zaki-netconfig-webapi-00, Network configuration Web API for Bandwidth Reservation, 2015-03-09

#### 【参加国際標準会議リスト】

[1] Internet Engineering Task Force91(IETF91)、Honolulu, Hawaii, November 9-14, 2014  
 [2] Internet Engineering Task Force92(IETF92)、Dallas, TX, USA, March 22 - 27, 2015

#### 【報道掲載リスト】

[1] “「クライアントと連携した広域分散ネットワークの自動構成フレームワーク」の共同研究開発を開始”、2014 年 12 月 18 日

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<https://lepidum.co.jp/projects/laccoons/2/>