

# 体験共有型のネットワークサービスモデル Network Service Model for Sharing the experiences

新 麗

Ray ATARASHI

株式会社 IJ イノベーションインスティテュート IJ Innovation Institute Inc.

E-mail: ray@ijlab.net

## 1. はじめに

SNS などのソーシャルアプリケーションが普及したことにより、経験したことを離れた場所にいる人と共有する、体験共有が新たなコミュニケーションとして普及してきている。スポーツ中継をそれぞれ自宅で観戦しながらチャットする、などの中継の時間に合わせて時間、体験を共有するものから、好きな時間に同時に同じ動画などを見ながらチャットする、など、さまざまな形が出現してきている。そもそも複数人、あるいは多人数でスポーツを観戦したりショーを見学したりしながら近くの人と談笑するというのは、古くからあるコミュニケーションのひとつであり、ネットワークの広がりや文字コミュニケーション手段の発達と共に遠隔に広がっていっただけでも言える。さらに、音楽コンサートなど演奏中は声を出せないような場面では、ホールの外で中継等を見ながらのチャットであれば可能となり、これまでよりもリアルタイムに体験の共有が可能となってきている。

動画共有サイトとして日本では圧倒的な人気をもつニコニコ動画は[1]、動画に対して文字メッセージを付与できるコメント機能があることが、普及した理由とされている。コメントは、動画を提供した側への感想等を伝える交流としての役割もあれば、同じ動画を視聴しているユーザ同士の交流、つまり体験共有としての役割もある。ニコニコ動画は体験共有機能も重視し、時間的なずれがあっても視聴しても、前に視聴した人のコメントが見られるようになっている[2]。

さて体験共有をシステム・ネットワークの視点で見ると、体験を共有するユーザ同士がその一時において時間的に同期するシステムと言える。この場合の同期とは、同じ動画を同時に見ることができ、それに関するメッセージが同時にやりとりできることである。ただし、もしユーザ群 A とユーザ群 B のユーザの組が同じ動画等を視聴していたとしても、A と B 両方に属するメンバーがない限りは、A と B が同期する必要はない。つまり体験共有とは、ユーザ群 X に属するメンバー  $x(i)$  において、特定の動画を送る通信ストリーム S の再生時刻 T が等しく、特定のメッセージを送る通信

ストリーム M の表示時間  $t$  が等しいということになる。これは、限定された範囲で、ネットワークシステムへの要求条件として提示できるものとなる。

ネットワーク技術は、すべての人がつながることをめざして発展してきており、ユーザごとの対応はあまり考慮されてきていない。近年になって、アプリケーション指向、サービス指向のネットワークの研究開発が始まったばかりである。筆者らもこのようなユーザ要求に答えるために SvDI (Service Defined Infrastructure) を提案し研究している。現在は特に動画視聴時の体験共有の実現に取り組んでおり、今回ユーザ間で動画視聴の時間に差があるのかどうかを測定した。実際にストレスを感じる程度の時間差が観測できたため、アプリケーションとネットワークを連動させて解決することが必要と考え、研究を進めている。

なお、体験共有をネットワークでサポートするためには、利用するユーザを特定することが不可欠である。その点で、ユーザがある程度特定できるコミュニティをサービスの対象とするのは一つの選択肢と言える。コミュニティごとに持つネットワークへの要求をネットワーク管理、あるいはクライアントソフトウェアに反映することができれば、体験共有がスムーズに行えると考えられる。

本稿では、第 2 章でサービス指向に関する関連技術を概観し、第 3 章で著者らが提案する SvDI について紹介する。第 4 章で、実環境での体験共有の測定実験を報告し、第 5 章でコミュニティにおける体験共有とそのためのサービス定義について考察する。

## 2. サービス指向技術

近年、サービス指向、ユーザ指向のネットワークに関する研究開発が進み始めている。本章では、関連する研究・標準化活動を概観する。

### 2.1 SOA (Service Oriented Architecture)

Service Oriented Architecture (SOA) は、ソフトウェアをサービスとして部品化し、それらを組み合わせてシステムを構成するアーキテクチャである。概念は古く、CORBA などでも提唱され実装の試みが行われていた

が、一般に広く知られるようになったのは Web サービスでの利用に注目されてからである。Web サービスでの利用では、メッセージの定義や記述には XML を使用し、サービス間の連携には SOAP が用いられる。サービスの呼び出し・応答インターフェースを定義するために WSDL (Web Service Description Language) が、WSDL で記述されたサービスを登録、検索するための技術として UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) が開発されたが、大規模には普及していない。

サービスの粒度について規定はないが、Web サービスでの利用が検討されたため、処理をするアプリケーションが単位として捉えられることが多い。インターフェースの記述が主であり、ネットワークのふるまいへの要求は考慮されていない。ネットワークを介しての体験共有をひとつのサービスとして定義するような利用法には、粒度が小さく適さないとと言えるだろう。

## 2.2 ユーザ指向ネットワーク

ネットワーク分野では、仮想化技術と SDN (Software Defined Network) 技術の普及により、ネットワーク制御技術が向上している。SDN による新しいネットワーク基盤を利用して、ユーザ指向、サービス指向のネットワーク制御の研究が行われるようになった。これまでは、QoS (Quality of Service) の確保が主であったが、ユーザ指向になるとユーザの体感、つまり QoE (Quality of Experience) の確保が注目されるようになっている。

ユーザ指向のネットワークサービスは、EU を中心に進行中の User Centric Networking プロジェクトが存在する [3]。このプロジェクトは、ユーザのふるまいと物理ネットワークとの双方を対象にし、各ユーザに対応したコンテンツを配信することを目的としている。ユーザの好みの解析やプライバシーから WiFi のアクセスリンクまで幅広く取り組んでいる。

また、ユーザ要求に連動したネットワークの研究としては、Service-Controlled Network (SCN) が提案されている [4]。SCN は、ユーザが定義したアプリケーションの構造とアプリケーションに対する性能指標を基にネットワークの構成を変更し、性能指標を達成できるようにする仕組みである。Openflow ネットワークに対応しており、性能指標を記述する言語、それをネットワーク設定に翻訳する機能、ネットワークを監視する機能から成り立っている。現状の SCN で定義できるのは、転送帯域やパケットロス率などのネットワークにおける QoS 機能である。

## 2.4 Intent Based Network

ネットワーク運用にあたっては、どうやって実現するかではなく何を実現するかに注目し(要求、ポリシー)、ポリシーを言語化し、再利用可能、どのような環

境でも実現可能とする、Intent Based Networking が提唱されている [5]。物理的なネットワーク機器を設定するにあたって、管理ポリシーを切り離して抽象化することで、ネットワークの構成変更の簡易化、高速化、管理規模の拡大などを目的としている。

またネットワークの標準化分野でも、ネットワーク機能を抽象化し、ユーザの視点に近づけるためのモデル化の試みが始まっている。IETF (Internet Engineering Task Force) の Simplified Use of Policy Abstraction (SUPA) ワーキンググループでは、運用者(ネットワークにおけるユーザ)要求をポリシーとしてモデル化する標準化が行われている [6]。ネットワーク側での取組みは機器とネットワークリソースの管理が中心となるためアプリケーションを利用するユーザには直接提供されても利用は難しいが、ソフトウェアやアプリケーションを通じて提供されることで機能向上が望める。

## 3. Service Defined Infrastructure

著者らは、アプリケーションに対応したネットワークを構成・制御する概念として、サービスを定義することでネットワークを自動構成する Service Defined Infrastructure (SvDI) を提唱している [7][8][9]。SvDI は、仮想サーバ、ストレージ、ネットワーク機器をリソースとして一括して扱う概念である。リソース割り当て要求に対して、仮想サーバ、ストレージを割り当て、それらを接続するネットワーク機器を選択し接続するための設定を行う。サーバのみ、ストレージのみを増減する場合にも同様に割り当てと設定を行う。サービスには種々あるが、例えばストレージとサーバとのアクセスが多いサービスであれば当該の通信がスムーズに行くように考慮し、サーバとインターネットとの通信量が多いサービスは、外部接続を強化するなどの対応を行う。

SvDI の目的の一つは、数年ごとにハードウェアを交換しながらも、サービスを維持しつづけることにある。サービスを維持するためには、ハードウェアとその機能の抽象化が必要であり、現在、モデル化を進めている。図 1 に SvDI の概念図を示す。

SvDI は、大きく分けて機器コントローラとサービス定義との 2 つのコンポーネントがある。これまでは、機器コントローラが存在しなかったため、NETCONF プロトコルによる機器の設定システム、設定のためのモデル化、広域分散環境での設定管理システムの実装実験など、主に機器コントローラの研究開発を行ってきた [10]。その間、機器設定の標準化と仮想化技術、SDN 技術が進展し、機器および仮想ネットワーク管理に関するプロジェクトが出現し [11][12]、オープンソースの管理ソフトウェアも公開されている。機器コント

ローラは、各ネットワーク機器の変更のたびに対応が必要であり開発・維持コストがかかる作業である。これがオープンソースとして公開され、デファクトの実装標準として利用できるようになったのは画期的である。

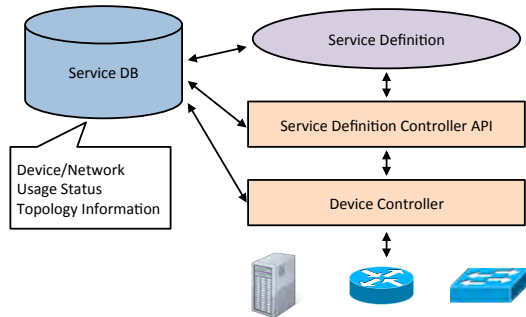


図 1. SvDI (Service Defined Infrastructure)の概念図

SvDIの研究開発は、今後はサービス定義に注力していく段階に入り、まずはサービス定義言語の検討を開始した。しかし、関連研究にあるように、帯域やパケットロス率、遅延などの QoS 保証は、これまでもネットワーク分野で多く手がけられているが、ユーザが満足できる快適性を提供できているとは言いがたい。そこで現在、ユーザの体感に近い QoE を向上させるためのサービス定義について検討を進めている。

#### 4. 体験共有のための動画の同期性計測

サービス定義の一例として、地理的に離れたユーザ同士が同じライブ映像を視聴しながらストレスなくチャットで体験を共有できることをサービス要求として定義することを試みた[13]。サービス要求は、ユーザ群 A に属するメンバー  $x(i)$  が視聴している動画の再生時間  $t(i)$  がストレスなくコミュニケーションできる一定時間内  $T$  に収まることと定義する。

$T$  の定義については、先攻研究および標準化を参照して 5 秒と定めた。クライアントが同時刻に画像を見ながら対話を行う、体験共有型アプリケーションを利用する際、どの程度の遅延であれば体験を共有していると感じるかを調査した研究[14]によると、共有手段として電話を利用した場合には、許容できる遅延は 2 秒以内とある。本研究では SNS 等のテキスト入力での対話を対象とするため、許容される時間がもう少し長いと考え、同期性の目標値は 5 秒とした。ETSI による音声コミュニケーションに付随するサービスに関する規格[15]においても、SNS の遅延の許容時間は数秒と

されており、5 秒は妥当と判断できる。

ライブ映像の再生時間の計測は、HTML ストリーミングを対象とし、外部のコンテンツサーバから配信される動画を Web ブラウザで視聴する状況で行った。最もユーザに近い数値として、HTML5 の video 要素から動画の現在の再生位置を取得し、 $t(i)$  とする。このユーザ  $i$  とユーザ  $j$  における再生時間の差  $dt$  を

$$dt = |t(i) - t(j)|$$

と定義すると、 $dt$  がユーザ間再生時間の差となり、これが 5 秒以上であると同時に体験しているという実感が得られない可能性がある。本定義の概要を図 2 に示す。



図 2. 動画視聴時の体験共有

以上の定義に基づき、Chrome ブラウザに video 要素の動画再生時間  $t(i)$  を取得する拡張機能と、拡張機能から得た再生時間  $t(i)$  を収集するサーバとを作成した。計測システムの概要を図 3 に示す。コンテンツサーバとしては YouTube のライブ配信を利用し、2 日間にわたり 2カ所で 5 種類のネットワーク環境(ホームネットワークや大学、モバイル環境など)で測定を行った。

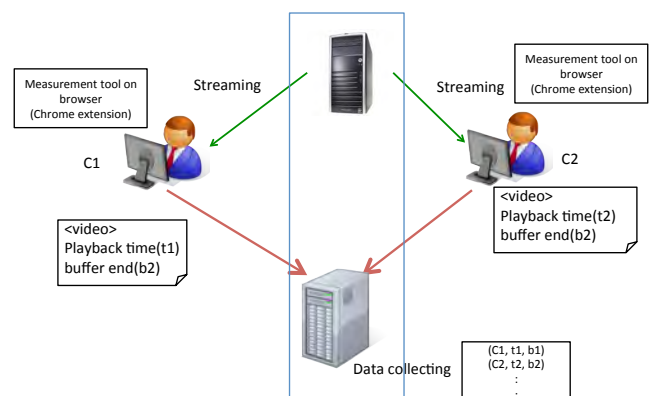


図 3. 計測システムの概要

測定の結果、ユーザ間の時間差  $dt$  の平均は 6.42 秒であり、最大は 61.56 秒であった。もしこの状態でチャットなどにより体験を共有しようとする、時間差によりストレスを感じていた可能性がある。

今後はユーザ間のコミュニケーション時にストレスを感じないよう時間差を減少させる技術の開発に取り組む。時間差の発生原因として考えられるのは、クライアントのソフトウェアのパフォーマンスに問題がある場合とネットワークに問題がある場合とが考えられる。現在、ネットワークなのかクライアントなのかを切り分けるための実験を行っている。ネットワークに問題が生じる場合の解決策は、クライアントソフトウェアでの調整とネットワーク構成、あるいは配信サーバの変更(輻輳しているネットワークを迂回するなど)との2つ、あるいは両方を組み合わせる方法を検討中である。

## 5. コミュニティにおける体験共有

QoEを指向したサービス定義は、不特定多数の利用者に対して提供するの難しい。対象が特定されない場合には、ネットワークで観測される品質を目標とせざるを得ないからである。このようなサービスは、誰にとってもベストな品質ではないため、誰もが不満ということになる。つまり、体験共有は不特定多数ではなく相手が決まることで、ユーザに満足感を与えるための要求定義が可能と言える。

その点、ネットワークアプリケーション上に形成されるコミュニティは、アプリケーション上で利用者が把握できるため、必要とされるネットワーク要求が定義しやすいと考えられる。たとえば、コミュニティ内で同じ動画を視聴しながら体験を共有するような勉強会や、全員が遠隔で参加する会議などが具体的に想定されるアプリケーションである。本来はコミュニティ、アプリケーションごとに異なるはずの要求を、具体的なメンバーと共にネットワーク側に伝えることができれば、各メンバーにとってベストなサービスを提供できる可能性がある。ただし、ネットワーク側からユーザ情報やサービス要求を推測するのは困難なため、アプリケーション側からネットワークに要求するという連携機能が必要となる。ネットワークの技術的な制約上、要求された品質が必ずしも提供できるとは限らないが、目標が見えるため少しでも近づけるよう調整することは可能となるだろう。今後もネットワークとアプリケーションとの連携機能を実現するための研究開発を継続して行く予定である。

## 文 献

- [1] ニコニコ動画 <http://www.nicovideo.jp/>
- [2] 濱野 智史, "CGMの現在と未来: 初音ミク, ニコニコ動画, ピアプロの切り 拓いた世界: 5.ニコニコ動画はいかなる点で特異なのか: 「擬似同期」「N次創作」「Fluxonomy(フラクソノミー)」", 情報処理, volume 53, number 5, pages 489-494, April, 2012.
- [3] User Centric Networking Project, <https://usercentricnetworking.eu/>
- [4] 木全 崇, 杉浦 孔明, 董 冕雄, 是津 耕司 Service-Controlled Networking: アプリケーション構造やユーザ要求に連動したネットワーク制御技術 第6回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2014), C9-3, 2014年3月
- [5] Cohen, Reuven, et al. "An intent-based approach for network virtualization." *Integrated Network Management (IM 2013)*, 2013 IFIP/IEEE International Symposium on. IEEE, 2013.
- [6] IETF, Simplified Use of Policy Abstraction (SUPA) WG, <https://datatracker.ietf.org/wg/supa/charter/>
- [7] 寺本泰大, 岡部寿男, 新麗, "トポロジーデータベースを利用したネットワークの自動設定変更", 電子情報通信学会技術報告[インターネットアーキテクチャ], pp.21-26, IA2011-58, 2012年1月.
- [8] 新善文, 新麗, 岡部寿男, "Service Defined Infrastructure(SvDI)の実装方法と応用の検討", 電子情報通信学会技術報告[インターネットアーキテクチャ], pp.167-172, IA2011-95, 2012年3月.
- [9] 新麗, 金田克己, 加藤雅彦, 須賀祐治, 岡部寿男, "IaaS/HaaS への Service Defined Infrastructure (SvDI)適用の検討", 電子情報通信学会技術報告[インターネットアーキテクチャ], pp.37-42, IA2012-18, 2012年9月.
- [10] Yoshiharu Tsuzaki, Ray Atarashi, Tatsuya Hayashi, "Development of an Automatic Managing System of Wide-area Distributed Networks with Defined Network Specification", 1st International Workshop on Management of SDN and NFV Systems, The International Conference on Network and Service Management (CNSM), October, 2014.
- [11] Open Daylight, <https://www.opendaylight.org/>
- [12] Open Network Operating System, <http://onosproject.org/>
- [13] 土屋俊貴, 新麗, 川原崎雅敏, "動画コンテンツの同期性計測システムの開発", 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会, 信学技報, vol. 115, no. 371, IA2015-75, pp. 37-42, 2015年12月.
- [14] 大塚 雅博, 片岡 春乃, 末田 欣子, 下村 道夫, 浅谷 耕一, 水野 修, "共同体験型コミュニケーションサービスの受容性", レター (信学論(B), Vol. J95-B, No.2, pp.366-370, 2012年2月1日), 通信技術の未来を切り拓く学生論文特集.
- [15] ETSI EG 202 057-2, "Voice telephony (and voiceband related services like fax, data transmission and SMS)".