

サービスウェアな多地点通信プラットフォームの提案

野上耕介[†] 鈴木基広[‡] 谷口邦弘[‡]

[‡] NEC インターネットシステム研究所 〒216-8666 川崎市中原区下沼部 1753

E-mail: {k-nogami@bp, motohiro@cj, k-taniguchi@da}.jp.nec.com

概要

多地点コミュニケーションサービスの円滑な進行を実現するためには、ネットワークの変動に柔軟に対応できること、ユーザ数の増加への対応できるスケーラビリティが必要となる。そこで、スケーラビリティ及び柔軟な配信形態を提供するデータ配信機能とデータ配信機能を対象とした可制御性を提供する AP/NW 連携機能を有するサービスウェアな多地点通信プラットフォームを提案する。データ配信機能では、アプリケーションマルチキャストを採用し、スケーラビリティ及び柔軟な配信形態を実現している。AP/NW 連携機能では、サービスに対し、ネットワークの監視及び操作を可能とするインタフェースを提供する。この2つの機能を組み合わせることにより、ネットワークの変動に対し、コミュニケーションを円滑に進めることが可能となる。また、提案アーキテクチャの試行及び評価を行い、スケーラビリティを有することを確認した。

キーワード 多地点コミュニケーションサービス、アプリケーションレベルマルチキャスト、データ配信、アプリケーション・ネットワーク連携

Service-aware middleware for real-time multi-party application

Kousuke Nogami[†] Motohiro Suzuki[‡] and Kunihiro Taniguchi[‡]

[†] Internet System Laboratories NEC Corp. Shimonumabe 1753, Nakaharaku, Kawasaki, 216-8666 Japan

E-mail: {k-nogami@bp, motohiro@cj, k-taniguchi@da}.jp.nec.com

Abstract Many multi-party applications can not achieve communication stability in the case of network congestion. This is because they can not easily grasp network conditions and can not properly deal with network accidents. We have proposed a service-aware network middleware to provide applications with stable and scalable multi-party communications. In this paper, we explain the architecture that has possesses two functions, data distribution and network controller. Scalability and flexibility of data flow are achieved by data distribution that adopts application level multicast. And the network controller function provides applications with capability of network monitoring/operating through inter-working interface. Our architecture is extremely promising as a means to enable applications to work stably even in congested networks and to implement large-scale real-time multi-party communication services. In the evaluation experiment, this architecture shows good scalability.

Keyword multi-party application, application level multicast, data distribution, inter-working between an application and a network

1. 背景

ブロードバンドの普及に伴い、Web や IM 等を利用したチャット、オンラインゲーム等のコミュニケーションサービスが多数提供され、サービスとしてのコミュニケーションの重要性が認識されつつあり、今後も多くのサービスが提供されていくことが予想される。このようなコミュニケーションにおいて、重要となるのは、“伝えたい情報がある一定の時間内に、確実に相手に届くこと”である。

この要件を満足するため、従来のコミュニケーションサービスでは、ユーザがサービス品質を維持できるネットワーク環境を有していることを要求していた。しかし、この方法では、ネットワークに大きな遅延が発生すると、ユーザだけではなく、サービスを提供する側であっても何の対応を取ることも出来ず、ユーザはコミュニケーションの進行から取り残されてしまうことになる。このような事態を招く原因としては、1. ネットワークが複雑であるため、全体像やその状態を把握することが難しいこと、2. サービスは対象となるネットワークを制御できないため、サービス自身でネットワーク状態の変化に対応せざるを得ない、という2つの点にあると考えている。

コミュニケーションサービスにおいて、今後、特にSOHOの普及等から会議サービスのような多地点間を結ぶコミュニケーションサービスが徐々に増加していくと予想される。これまでも多くの会議サービスが提供されているが、ユーザにサービス品質を満足するだけのネットワーク環境を要求するという制約に加え、参加可能なユーザ数に制約がある場合が多い。これは会議サービスのシステムの多くが、サーバに全参加者のデータを集め、サーバからデータを配信する形態を採用しているため、サーバが過負荷になるためである。多地点、多人数での会議が可能なシステムとして、MCU(Multi-point Control Unit)[1]を利用するシステムがある。このシステムでは、MCUを複数台連結させることで、参加ユーザ数を増加させることが可能である。しかし、MCUは参加者数を増やすことはできても、参加者に一定の環境を要求するため、ネットワークの変動等に対応できない。

これら2つの問題を解決する方法として、サービスアウェアな多地点通信プラットフォーム[9][10][11]を提案している。本論文では提案プラットフォームが解決する課題、解決方法及びその効果について述べる。

2. 従来の問題点

まず、従来の多地点コミュニケーションサービスの

問題点について整理する。

2.1. ネットワークの把握・操作の必要性

対象とするサービスに問題が発生した際、サービスを円滑に進行させるためには、何らかの対応が必要となる。このとき、次のような作業を行う必要がある。

- ①問題の原因や問題の原因やその内容を把握する
 - ②問題の分析を行い、最適な対応策を選択、実行する
- サービスが利用しているネットワークに問題が発生した場合にも同様の対応が必要となる。

まず、①を実現する方法について、ある2地点間のネットワークの状態(帯域や遅延情報)を把握するための方法について考えてみる。“traceroute”のようなコマンドにより得られる2地点間を結ぶ経路上に存在するルータ情報及び各ルータとのレスポンスタイム情報から、遅延情報を得ることが出来る。帯域情報については、テストパケットを利用するアクティブ計測[2]のような方法を利用し、帯域を測定することが可能である。これらの方法を組み合わせることで、サービスがネットワーク状況を把握することは可能であるが、この方法では、遅延や帯域が発生していることは把握できるが、その原因に関する情報を得ることができない。また、多地点間を結ぶコミュニケーションサービスの場合、対象となる経路が増加してしまい、状態を把握することがさらに困難になる。

ネットワーク状況が把握できたと仮定し、②の実現方法について説明する。サービスがネットワークを操作する場合、対象となるネットワーク構成、構成機器、機器毎の操作方法及び必要な情報等の知識[3][4]が必要であるが、これらの情報は一般に公開されていない場合が多く、このため、ネットワーク状況の変動に対応した操作を行うことは困難となる。

従って、ネットワークで発生する問題に対して、柔軟な対応を取ることをためには、次の2つの課題を解決する必要がある。

- 1)ネットワーク状況を容易に把握できること
- 2)ネットワークを容易に操作できること

2.2. スケーラビリティの必要性について

会議サービスやe-learningのような多人数を前提とするコミュニケーションサービスの多くは、専用サーバを用意し、ユーザのデータをサーバに集約、サーバがデータを加工し、全ユーザにデータを配信するという形態を採用している。このため、サーバ及び周辺のネットワークへの負荷が大きくなり、参加ユーザ数を制限せざるを得ない状況にある。このため、多人数が参加可能なコミュニケーションサービスを実現するためには、次の2点を解決する必要がある。

- 1) ネットワークを効率的に利用できること
- 2) サーバの負荷を分散できること

3. 提案アプローチ

3.1. スケーラビリティの提供

上記スケーラビリティに関する2つの問題を解消する技術として、マルチキャストがある。マルチキャストの実現方法として、IPマルチキャストとアプリケーションマルチキャストの2つの方法が挙げられる。

- ✓ IPマルチキャスト[5][6]

マルチキャスト対応ルータが配置されていれば、広域での同報配信が可能。ただし、配置及び管理コストが大きい。IPマルチキャストでは、データの種類に関係なく転送を行うため、QoSを考える場合、全ての経路で同一の品質を満足させる必要がある。しかし、この条件を満足することは非常に困難である。

- ✓ アプリケーションレベルマルチキャスト(以下、ALM) [7][8]

アプリケーションレベルで実現するため、制御の自由度が高く、また配置コストも安い。しかし、一方で標準的な制御方式が存在しないため、アプリケーション提供者が設計及び実装を行う必要がある。QoSを考える場合、アプリケーションレベルでデータ転送を制御するため、すべての経路の品質が同一である必要はない。

インターネットを含むネットワークは、ネットワーク品質において、その多くが非対称である。この点を考慮し、本論文では、スケーラビリティを実現する方法として、アプリケーションレベルマルチキャストを採用した。

3.2. ネットワークの可制御性について

サービスを円滑な進行を実現するために、ネットワークの状況に応じて、サービスを変化させる方法を提案する。そのためには、2.1で述べた以下の2つの問題点を解決する必要がある。

- 1) ネットワーク状況を容易に把握できること
- 2) ネットワークを容易に操作できること

この2つの問題を解決するためには、ネットワークが提供可能な情報や機能を抽象化し、それらを一括して制御・管理を可能とするような仕組みが必要となる。これらの機能を提供するために、図1のコントローラのような存在を提案する。コントローラは、サービスからの要求を受け、必要な情報の展開を行い、各ネットワーク機器の操作を行う。また、逆にネットワーク機器から提供される情報を、サービスが必要とする情報に展開し、サービスに提供する機能を提供する。

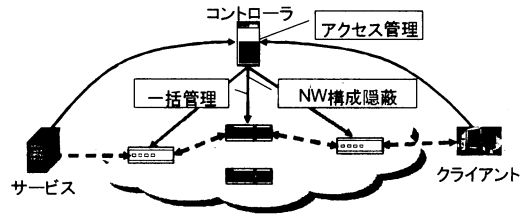


図 1 コントローラの提案

4. 多地点通信プラットフォームの提案

4.1. アーキテクチャの提案

提案するプラットフォームでは、3節で述べた機能を組み合わせ、図2のアーキテクチャを提供する。提案するアーキテクチャは次の機能を提供する。

- ✓ データ配信機能

ALMを利用した広域網でのマルチキャスト機能、マルチキャストツリー上を流れるデータフローの監視及び操作機能を提供する。

- ✓ AP/NW連携機能

ALMの制御インターフェースの提供、ネットワーク及びアプリケーション間の情報の翻訳機能をアプリケーションに提供する。

アプリケーションは、AP/NW連携機能が提供するインターフェースを利用して、サービスを提供する。この2つの機能を理解するために、会議サービスを例にその動作を説明する。

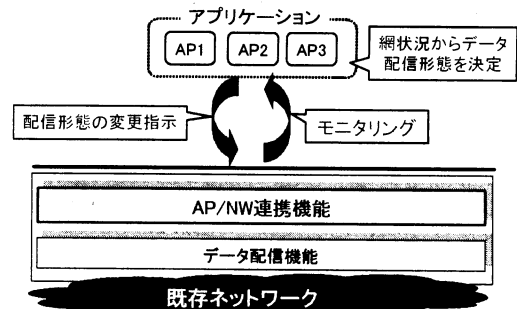


図 2 提案アーキテクチャ

4.2. アプリケーションへの適用例

提案プラットフォームを利用した会議サービスは、図2の構成を採る。ALMを構成するALMノードが各拠点に配置され、会議データはALMノード間で構成されるマルチキャスト網上を流れる。AP/NW連携機能は会議サーバの指示に従い、ALMノード上を流れる会議データの配信フローを制御する。会議サーバは、AP/NW連携機能により提供される監視・配信制御機能

を利用した次の2つの動作により、会議の円滑な進行を実現する。

- 1) ALM ノードは、ALM ノード間で転送される会議の映像・音声データのトラフィック情報を監視し、AP/NW 連携機能を通じて、トラフィック情報を会議サーバに通知する。
- 2) 会議サーバは遅延量に応じた最適な配信制御を決定し、AP/NW 連携機能を通じて、ALM ノードの配信形態を変更する。配信形態の変更により、遅延の影響を抑え、会議の円滑な進行を実現する。

例えば、会議サーバは、データ監視機能により、拠点 B-拠点 C 間で会議の進行に影響を与える遅延の発生を検出したとする。会議サービスは、拠点 B-C 間の遅延の影響を小さくするため、AP/NW 連携機能により提供されるデータ配信制御機能を利用して、拠点 C の参加者に対し、音声は全参加者のデータを配信するが、映像は発言者のデータのみを流すような配信制御を行う。これは、一般に映像データは音声データに比べ、より多くの帯域を消費するため、発言者の映像のみを配信することで、トラフィック量を大幅に減らすことが可能なためである。これ以外の方法として、発言者のデータのみを転送する、映像・音声のビットレートを下げる等の方法がある。これらの対応方法は、サービスの種類やネットワーク変動の原因等に応じて選択可能である。

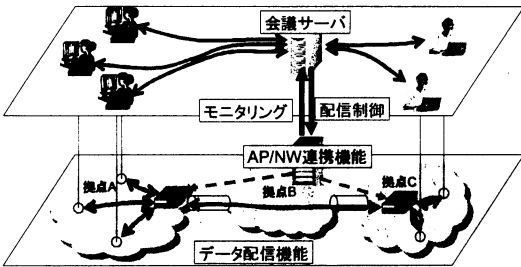


図 3 会議サービスへの適用

4.3. 提供機能について

4.3.1. データ配信機能

ALM により実現されるデータ配信機能では次の 2 つの機能を提供する。

- 1) アプリケーションへのネットワーク情報の提供
サービスに対するネットワークの影響を把握するためのネットワークの情報、経路や遅延情報を提供する。
- 2) データの種類に応じた配信形態操作
アプリケーションがネットワーク状況に応じた最適な配信形態を選択するために、図 4 に挙げたようなデータフローの変更を可能とする。

図 4 の左図は、全てのユーザが自身以外のユーザを

受信する形態であり、全員参加の会議のような形態に適用される。図 4 の中図は、一人のユーザが発言し、その発言を他のユーザが視聴する講演のような形態を想定している。図 4 の右図は、発言者は一人だが、発言者が受信者の一人の映像・音声を受信する講義のような形態を想定している。

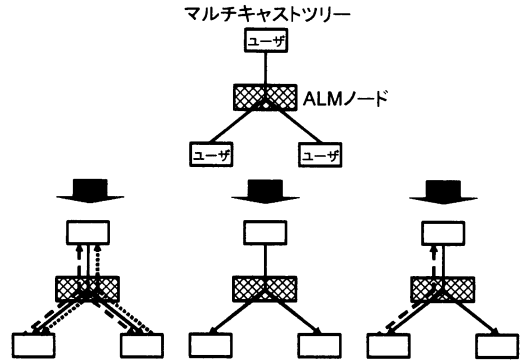


図 4 マルチキャストツリーの配信形態

図 5 のように、ALM ノードは、転送情報テーブルと転送制御モジュールから構成される。

転送情報テーブルには、メディアタイプと入力に対する出力先が記述されており、メディアタイプに対する出力先を変更することで、ALM ノードの柔軟な配信制御を実現している。

転送制御モジュールは、転送情報テーブルを参照し、指定されている出力先に入力データを転送する。また、入出力のスループットを測定することで、サービス単位での遅延状況の観測を可能としている。

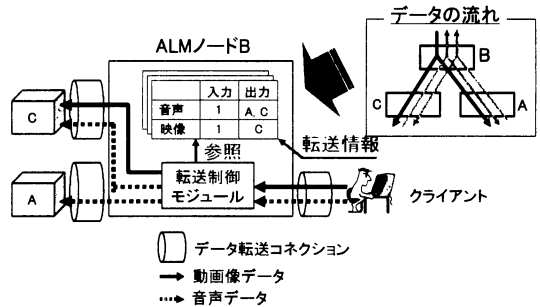


図 5 ALM ノードの内部構造

4.3.2. AP/NW 連携機能

AP/NW 連携機能が提供する機能は、次の 2 つである。

- 1) 制御インターフェースの提供
ネットワーク情報の提供と操作インターフェースを提供することで、アプリケーションがネットワーク状況に応じて、ネットワークを操作できるようにする。

2)情報の翻訳機能

ネットワークが提供/要求する情報とアプリケーションが要求/提供する情報はその内容や形式が異なる場合が多いため、両情報の翻訳を行う。

この2つの機能について、制御対象のネットワークとして4.3.1で説明したALM、サービスとしてコミュニケーションサービスを想定し、検討を行った。

制御インタフェースを通じて、以下の2つの機能が提供される。

(1)モニタリング情報の登録

ネットワークから情報を提供してもらう場合、アプリケーションがどのような情報を必要としているかをネットワークに伝える必要がある。この情報を登録するためのインタフェース、情報として、監視項目、閾値、通知先、監視期間等を登録する。

(2)配信形態変更の指示

ネットワークの変動に応じて、配信形態の変更が必要になった場合に、その配信形態を指示し、ネットワークに伝達するためのインタフェース、情報として、配信形態の種類、配信元のユーザ情報、配信メディア等を指定する。

情報の翻訳機能は、ネットワークからサービス、サービスからネットワークという2つの方向の翻訳機能を提供する。情報の翻訳機能がない状況を想定すると、アプリケーションが発言者ユーザのデータのみの転送を指示したい場合、アプリケーションは、マルチキャストツリーを構成するALMノードの情報、発言者ユーザがどのALMノードに接続しているか等の情報を把握し、各ALMノードのテーブル情報を書き換える必要がある。一方、これらの情報の翻訳機能を提供する場合、アプリケーションは発言者ユーザを指定するだけで、翻訳機能が該当するALMノードを特定し、各ALMノードへ必要な設定を実施することが可能となる。また、各ALMノードから提供されるネットワーク情報をアプリケーションが必要とする形式に変化する機能も提供する。

4.4.実装

現在、上記で説明したプラットフォームの実装を進めている。それぞれの機能を次のように実装している。

- ALMノード: クライアントと通信するプロトコルとして、HTTP及びRTPを想定しており、接続の確立にはSDPを利用することで、様々なサービスに対応することを可能としている。
- 制御インタフェース: 制御インタフェースを提供するサーバを用意している。また、このサーバは、ALMノードの情報(マルチキャストツリーの構成情報や

ALMノードの状態等)を管理しており、その情報を利用して、翻訳機能を提供している。

5. スケーラビリティ効果の検証

提案プラットフォームが提供するスケーラビリティについての評価を行った。

5.1. 評価方法

上述のアプリケーション例と同様の環境において、ALMノードが1台の場合、4台を連結させた場合において、発言者のデータを受信するユーザ数を変動させ、収容人数及び発言者のデータの転送に要する処理時間を測定した。

✓ 測定方法

リクエストを発行し、データを受信する専用のクライアントエミュレータを作成し、多数のリクエストを発行させ、収容人数の変化を測定した。また、処理時間はプログラム中に用意した測定用の関数により測定した。

✓ 評価環境

- ・ALMノードのスペック

CPU 1.0GHz / Memory 256MByte / RedHat9.0

- ・メディア情報

映像: 30kbps / 10fps / 160×120

音声: 4.5kbps

5.2. 評価結果

評価の結果、収容人数に関し、図6の数値が得られた。表中のALMノードが4台の場合の収容人数は、ALMノード1台当たりの収容人数である。

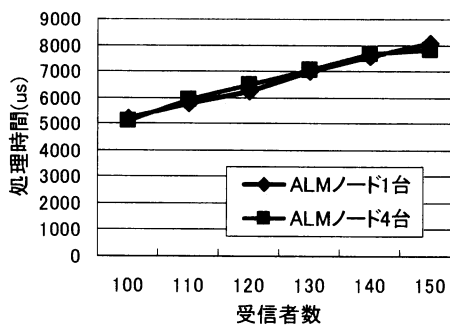


図6 収容人数と転送処理時間

上記グラフより、ALMノードはその性能を維持したまま、ALMノードの個数に応じて、収容人数が増加することが確認できる。この事実から、提案するデータ配信機能部分が十分なスケーラビリティを有していると結論付けることが出来る。

6. まとめ

多地点間コミュニケーションサービスにおける円滑持続性を実現するため、

ー スケーラビリティを有し、柔軟な配信形態を提供するデータ配信機能

ー データ配信機能を対象としたネットワーク制御を実現するインタフェース機能

の2つの機能を提供するプラットフォームを提案した。上記プラットフォームを会議サービスに適用し、ネットワーク状況に応じた配信形態を選択することで、円滑持続性が実現されことを示した。

また、提案プラットフォームの評価実験を行い、十分なスケーラビリティを有していることを確認した。

今後、様々なアプリケーションに対応するための制御インタフェースの充実、ALMの障害管理等について検討を進めていく予定である。

文 献

- [1] ITU-T H.323 勧告
[http://www. http://www.itu.int/ITU-T/](http://www.itu.int/ITU-T/)
- [2] Constantinos Dovrolis, Parameswaran Ramanathan, David Moore, "Packet dispersion techniques and capacity estimation", IEEE/ACM Transaction on Network, 2001
- [3] Parlay, "<http://www.parlay.org/>"
- [4] Simple Network Management Protocol(SNMP), "<http://www.ietf.org/rfc/rfc1157.txt>"
- [5] Internet Group Management Protocol, RFC2236, "<http://www.ietf.org/rfc/rfc2236.txt>"
- [6] Protocol Independent Multicast-Sparse Mode, RFC2362, "<http://www.ietf.org/rfc/rfc2362.txt>"
- [7] P. Francis, "Yoid : Extending the Internet Multicast Architecture," <http://www.icir.org/yoid/docs/yoidArch.ps>", April 2002.
- [8] D. Pendarakis, Sherlia Shi, D. Verma and M. Waldvogel, "ALMI: An Application Level Multicast Infrastructure," In Proc. USITS, March 2001.
- [9] 鈴木他 "サービスアウェアな多地点通信プラットフォームの提案～アプリケーションから制御可能なデータ配信方式", 2004/3 信学総大
- [10] 谷口他 "サービスアウェアな多地点通信プラットフォームの提案～アプリケーションとネットワークの連携制御", 2004/3 信学総大
- [11] 野上他 "サービスアウェアな多地点通信プラットフォームの提案～円滑な多地点間コミュニケーションサービスの実現～", 2004/3 信学総大