

## TINAモデルに基づいたサービスアーキテクチャとVoDサービスマネージャの実現

洪 忠善、柏 大、古賀 祐匠、松下 温  
{cshong,kashiwa,yuzo,on}@myo.inst.keio.ac.jp  
慶應義塾大学 理工学部  
〒223 横浜市港北区日吉 3-14-1

分散処理環境上 (DPE) に構築されたサービスシステムの研究が、柔軟で迅速なサービスの導入を実現するために盛んに研究されている。本論文では、TINAモデルに基づいて構築されたサービスネットワークアーキテクチャを、VoDサービスをモデルとして提案している。このアーキテクチャにおけるアプリケーションは、ソフトウェアマネージャ単位で配置されている。各々のマネージャは階層構造になっている。こうすることにより、TMNやTINAのコンセプトに従ったネットワーク資源とサービスの効率的な管理と制御ができるようになっている。ユーザに対する柔軟なサービス提供と、サービスプロバイダによる効率的なサービス導入を目的として、このアーキテクチャではアドホックサービスマネージャ(例 VoD マネージャ)を採用し、それらの間でのトランザクションも実現している。本論文ではまた、TINA-likeモデルとWWW環境とのインターワーキングのレファレンスシナリオも提案している。提案したアーキテクチャは、様々な透過性を提供するDPEプラットフォーム上に実装した。

### A Novel Service Networking Architecture Using TINA Model and Its Realization to VoD Manager

Choong Seon Hong, Dai Kashiwa, Yuzo Koga and Yutaka Matsushita

Faculty of Science and Technology, Keio University  
3-14-1, Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama 223 Japan

The service system which is built on a distributed processing environment (DPE) is becoming one of the most promising techniques for the flexible and rapid introduction of services. In this paper we propose a service networking architecture suitable for VoD services based on TINA compliant model. The applications in this architecture are deployed as units of software managers. Each manager provides a layered view for the effective management and control of the network resources and services according to the concept of TMN and TINA. For the purpose of flexible service provision to users and effective service introduction by service providers, this architecture proposes the adoption of ad hoc service managers such as a video on demand (VoD) manager and the transactions between those. This paper also proposes a reference scenario for interworking TINA-like model with WWW environment. The proposed architecture is implemented on a DPE platform that provides various transparencies

## 1. はじめに

TINA-C (Telecommunication Information Networking Architecture Consortium) は、コンピュータ業界や通信ベンダのメンバーで構成されており、テレコミュニケーションにおける迅速なサービスの導入ができるようオープンなアーキテクチャを定義している。既存のネットワーク環境におけるコンセプトでは、ネットワークエレメント(例 ATM スイッチ)に依存しすぎており、ユーザの要求に迅速に応えることができなかつた。ゆえに TINA-Consortium は現在、マルチメディアサービスのためのアプリケーション間を相互接続できるようなネットワークアーキテクチャの構築を目指している。

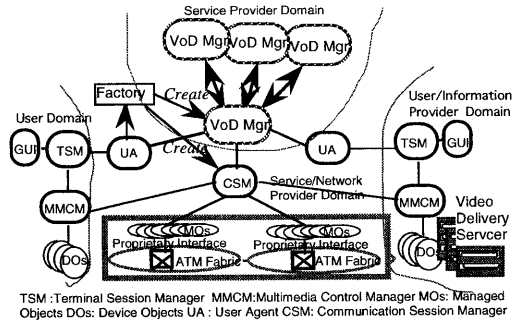
TINA-Cによるドキュメント [5], [11], [12] や、新しいサービス導入に関する論文 [13], [14] などでは、上述の問題に対する解決策が含まれている。本論文では、幾つかの点に関して、拡張を行っている。例えば TINA では、2つのサービスセッションマネージャ(本論文では VoD マネージャに該当)間のインタラクションについては言及していない。さらに、本論文では我々が提案する TINA-like モデルと、インターネット環境における WWW との間のインターワーキングのレファレンスシナリオも提案している。このアーキテクチャでは、TMN [2][3] や TINA [4][5] で言及されているサービスやコネクション、そして資源管理の機能を、論理的に区別されたマネージャやサーバ間の相互運用により実現している。それらのマネージャを機能により分類すると、サービス/ネットワークプロバイダドメインにはユーザエージェント(UA)、サービスセッションマネージャ(SSM)、コミュニケーションセッションマネージャ(CSM)、トランスポートネットワーク、そしてインフォメーションプロバイダドメインには VoD サーバやマルチメディアコントロールマネージャ(MMCM)、それらを管理するターミナルセッションマネージャ(TSM)から構成される端末となる。我々はこのアーキテクチャを分散処理環境(DPE)上に実装した。DPEは、RM-ODP (Reference Model for Open Distributed Processing) で定義されている分散透過性を利用するために、一様な実行環境を提供する。

## 2. DPE上におけるネットワークアーキテクチャの概要

分散処理環境上におけるネットワークアーキテクチャのデザインの主たる目的は、独立分散している異機種間におけるアプリケーションをサポートしていくことである。我々が提案する、マルチメディアサービスのためのネットワークアーキテクチャは、分散処理環境上で様々な機能マネージャにより構成されており、ハイスピードトランスポートネットワークに基づく柔軟なサービス提供ができるようになっている。TINAの拡張モデルである我々のアーキテクチャは、サービスプロバイダが特別なサービス要求に対してアドホックサービスマネージャを構築することにより、新しいサービスを迅速に導入できるようにもなっている。我々のシステムの概観図を図1に示す。図1にはネットワークコンポーネント(マネージャ、サーバ、ネットワークエレメント)間のインタラクションが記述されている。

ユーザエージェントはサービスのためのアクティベーションの役割を果たす。ユーザエージェントはサービスのユー

ザにリンクされており、それらの中でインタラクションや、サービスエンティティの共有が可能である。これにより、ユーザがサービスを設定したり、参加したり、抜けたりすることができるようになるオペレーションを提供することになる。サービスによっては、サービスのサスペンドやレジュームといったオペレーションを提供するかもしれない。コミュニケーションセッションマネージャによるコネクション管理は、トランスポートネットワークにおけるコネクションのサービス指向なアブストラクションである。



TSM: Terminal Session Manager MMCM: Multimedia Control Manager MOs: Managed Objects DOs: Device Objects UA: User Agent CSM: Communication Session Manager

図1. 提案したアーキテクチャの概観

コミュニケーションセッションマネージャは、コミュニケーションパスやエンドポイント、サービス品質(QoS)などの、ある特定のサービスにおけるコネクションの状態を管理する。

コールセッションとコネクションセッションの分離により、存在するコネクションのセットからコールセッションにおける変化を分離することができている。この分離には2つの明確な理由がある。まず第1に、コールセッションによりサポートされる全てのサービスがトランスポートネットワークの使用を要求するわけではないことである。この場合サービスはユーザエージェントにより提供されることになる。第2に、もしサービスがトランスポートネットワーク上にコネクションを設立したとしても、他のサービスがそれに代わって置き換わることもある。サービスに含まれるものと、サービスの一部としてのトランスポートコネクションが1対1に対応している必要は必ずしもない。続いて述べることは、[13]で言及されていることで、新しいコンセプトにより少々修正されている。

### 2.1 サービスセッション管理

ユーザの端末におけるサービスセッションを管理するターミナルセッションマネージャ(TSM)は、カスタマイズされたビューをユーザに提供する。TSMはGUI (Graphical User Interface)とマルチメディアコントロールマネージャ(MMCM)とユーザエージェント(UA)の間の折衝の役割を果たす。このマネージャは、UAやGUIから抽象的な要求を受け、その要求を満たすためにUAもしくはGUIが理解することができるフォーマットで制御メッセージを送信することになる。また、UAにメッセージを送信する前に、TSMはローカル端末の資源を予約するよう、MMCMに要求を出す。また、TSMは、端末資源を管理し、ネットワークにおけるメディアコネクションのためのQoSネゴシエーション

を行う。もしユーザが使用中の端末資源を他のプロセスが必要とした場合、TSMはGUIを介してユーザにその旨伝える。

ネットワークサイドでサービスセッションを管理するUAは、TSMからユーザ要求(エンドポイントの追加や削除、回復の要求等)を受取り、分析する。またユーザプロフィールを管理し、現在の呼の状態(セッションプロフィール)を表記する。ユーザや呼の状態は、セッションの参加者、セッション名前、呼のオーナーシップ、呼発生時間、各々のメディアのQoS値、ユーザの契約帯域幅を含む。

我々の提案するモデルにおけるUAは、ノーマルコール(電話やテレビ会議)ではTINA [5]におけるユーザエージェント、サブスクライバマネージャそしてサービスセッションマネージャに相当する働きをすることになる。TINAのドキュメントではテレビ会議は特別なサービスとして扱われているので、新しいサービスセッションマネージャが作られることになる。しかし我々のモデルでは、サービス制御容量をモデル化するために定義されているSSSO (Service Substance Support Object) をサービスセッションマネージャは使用していない。なぜならば、SSSO (例、ビデオブリッジ)は我々のアーキテクチャでは、CSMで扱われているからである。我々はビデオブリッジのようなSSSOは、ネットワーク資源を効果的に管理するためのネットワーク資源の1つにすぎないという結論に達した。また、我々のモデルでは、分散ディレクトリシステム (DDS : Distributed Directory System) ITU-T Rec. X.500 [6] を使用し、ユーザプロフィールとセッションプロフィールを管理している。ITU-Tで標準化されているこのシステムを利用することにより、DIBにアクセスするオープンな環境を提供している。

我々の提案では、DDSIは、電話やテレビ会議そして他のサービスによって使用されるユーザプロフィールやセッションプロフィールを構築するのに使用される。DSA (Directory System Agent) のクライアントとして、DUA (Directory User Agent) は DSA に必要な情報を要求する。DSAは静的な情報も、動的な情報も保持している。静的な情報としては、オペレーションによってその状態が稀にしか変化しないオブジェクトがある。そのような情報の例としては、アドレスやそのオブジェクトの属性(ユーザの名前)に関連したオブジェクトがある。アドレスに関連した情報は「ユーザプロフィール」と呼ばれる。このプロフィールはユーザがネットワークの使用を契約した時に作られる。一方、頻繁な変化を伴うオブジェクトは動的な情報と呼ばれる。例としては、ネットワーク資源を利用する時のセッション識別子やセッション状態が挙げられる。この情報は「セッションプロフィール」と呼ばれる。このプロフィールはセッションの間に作られセッションを閉じるとともに削除される。上述の2つのプロフィールを生成するために、我々はDITを構築した[15]で提案されているモデルにセッションコンセプトとして追加されたDIT構造を図2に示す。ADD\_CL、ADD\_SUB\_CLそして、User\_addressエンタリは、セッションオペレーションの間変化しない静的な情報である。これらのエンタリはユーザプロフィールを構成する要素であり、ITU-TのE.164に従って作られている。Session\_idは1つかそれ以上のCall\_idを持っている。そしてそれらはUser\_idの中のエンタリとなる。Session\_idエンタリ、Session\_idの中のエンタリであるCall\_idエンタリそしてMedium\_idエンタリによりセッションプロフィールが構成される。各々の呼の識別子は複数のメディア(audio, video, data, その他)により構成されており、複数

のユーザ情報を持つことになる。

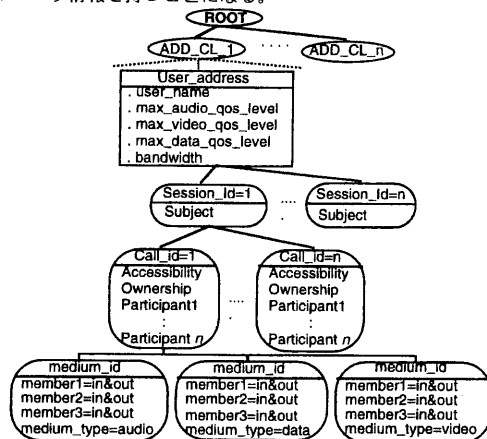


図2. プロファイルのためのDIT構造

メディア識別子(Medium\_id)により管理されている情報の定義は以下のようにまとめられる。in\_QoSとout\_QoSは、各々ユーザの入、出力QoSレベルを表す。デリバリ・オン・デマンドサービスの場合、デリバリサーバのin\_QoSの値は'none'になるであろう。なぜならば、例えばビデオサーバはデリバリサービスを提供するためには出力チャネルしか持たないからである。

Medium\_typeとMembernにおけるnの値は、それぞれユーザの端末の機能とネットワークプロバイダのポリシーによって決定される。よって上述の定義は、対称的な特徴も非対称的な特徴も扱うことができる。CSMはコネクションを設立するためにこの情報を用いる。

## 2.2 コネクション制御と管理

コネクションの設立を管理するコミュニケーションセッションマネージャ (CSM) は、UA やアドホックサービスマネージャから要求されたコネクションを修正したり、解放したりする。CSMは論理アドレスを物理アドレスに変換させることができる。またこのマネージャは、ネットワークのトポロジについても管理する。トポロジ情報を用いて、CSMは最適な経路づけも同様に提供する。このマネージャはTINAのドキュメントにおけるコミュニケーションセッションマネージャ、コネクションコーディネータそしてコネクションパフォーマの役割を果たすことになる。本論文では、コネクションコーディネータとコネクションパフォーマの役割については言及していない。これらのマネージャに関してはTINAのコンセプトに従うものとする。

マルチメディア資源制御モデル : 新しいオブジェクトの生成、コネクションの効果的な管理、ユーザ要求の効果的に処理を実現するため、マルチメディア資源制御モデルを示す。このスキームではいくつかの制御オブジェクトを準備しておき、MO(Managed Objects) がATM交換機の中の資源を管理できるようにしている。ネットワークエレメントを制御する管理オブジェクトは、これらのオブジェクトの管理エージェントを介して間接的に管理される。マルチメディアコネクションのために我々が定義しているオブジェ

クトはマルチキャスト、ミキサ、リンク、QoSコンバータ、エンドポイント等である。例としてはもしCSMに、UAもしくはアドホックサービスマネージャから3者の間にaudioコネクションをはるよう要求がなされた場合、CSMは最初にオブジェクトを生成するよう要求し、そしてエンドポイントとミキサ/マルチキャストを接続する。最後に、ミキサやマルチキャストはお互いに接続するよう要求を出すのである。よってこのスキームを用いることにより、UAおよびアドホックサービスマネージャからの各々のサービスタイプ(例: audio, video, メッセージデリバリーサービス)のマルチポイント-マルチポイントコネクションのリクエストを、論理オブジェクトを制御することにより柔軟に構築することができるわけである。特に、もしユーザの要求と端末の能力に対して、異なったQoSで対応しなければならぬ場合、このスキームQoSコンバータを用いる[15]。

マルチメディア資源とユーザの要求に対するマルチメディア端末メカニズム[15]は様々なタイプのマルチメディア資源を論理資源として一様に扱う。このメカニズムを実現するため、我々はマルチメディア端末にTSMとMMCMを配置した。TSMについては2.1章で述べた通りである。MMCMは端末の資源を管理する基本的なマネージャである。このマネージャは資源予約メッセージをTSMから、制御メッセージをCSMから受取り、必要なデバイスオブジェクトを用意し、ポートなどのローカル端末資源やネットワーク資源を表すデバイスオブジェクトを操る。

### 2.3 アドホックサービス管理

UAとアドホックサービスマネージャの間のインタラクションのタイプが[15]に提案されている。本論文では、新たなアーキテクチャのためにいくつかのインタラクションを修正してある。アドホックサービスマネージャはサービスセッションマネージャの一つである。アドホックサービスマネージャは、一般目的用マネージャとしてUAとCSMに対して標準的なインタフェースを持っている。アドホックサービスマネージャは、VoD、ホームショッピング、CSCW(Computer Supported Cooperative Work)等の特別なサービスを提供するのに用いられ、サービスプロバイダにより提供されることになる。従って、一般目的用マネージャを管理するサービス/ネットワークプロバイダは、UAとCSMに、アドホックサービスマネージャに対する標準的なインタフェースを準備しておかなければならず、それにより上述のような特別なサービスの開発と提供を促進しなければならない。アドホックサービスマネージャは2つのクラスに分類される。セッションライフタイムの間中管理されているdedicatedclass(例: CSCW)と、サービスを選択する間だけ管理されるsemi-dedicated class(例: VoD、ホームショッピング)である。各々のアドホックサービスマネージャは、特別なサービスの加入者の情報を管理している。例えば、サービスの内容、ユーザのセレクションサービスをサポートするドメイン、そして協調作業空間のドメイン等である。付け加えて、アドホックサービスマネージャとUA、CSM間のインタラクションを説明しているシグナルフローについては3章で述べる。

### 3. マネージャ間のシグナルインタラクション

この章では、シグナルメッセージのインタラクションに

ついて述べる。我々のアーキテクチャにおいてアドホックサービスマネージャも含めたシグナルフローを図3に示す。ここで、bold italic で示されているシグナルメッセージは特別なサービスのために付加されるものである。UAは要求された呼が電話か、テレビ会議か、特別サービスかを区別する。この図の中で、oとtはoriginating ユーザエージェントかterminating ユーザエージェントを表している。

我々のアーキテクチャでは、QoSネゴシエーションが2つのフェイズで行なわれる。1番目のフェイズはユーザの契約状況と端末の能力に基づき、UAの間で行なわれる。2番目のフェイズはネットワーク資源の可用性をチェックするため、CSMにより管理されるレイヤネットワークコーディネータの間で行なわれる。また、DPE上における、ITU-TのB-ISDNシグナリングへの我々のアーキテクチャのプロトコルのマッピングは今後の課題である。

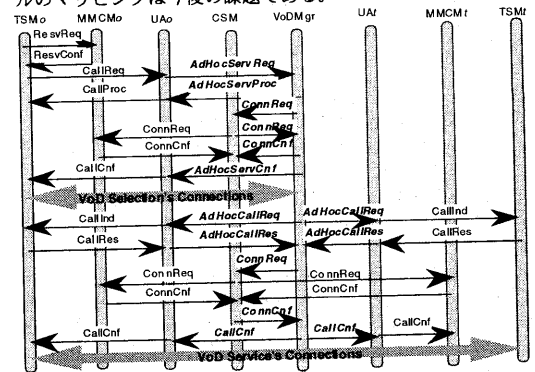


図3. マネージャ間のシグナリングのフロー

### 4. サービスセッションマネージャ間のインタラクションとインターネットとのインターワーキング

TINAにおけるサービスセッションマネージャとしてのVoDマネージャは、ビデオタイトル、ビデオのQoS、プレビュー、ビデオを所有するサーバアドレス、などの情報を提供するために、いくつかのVoDデリバリーサーバと契約する。VoDマネージャがユーザが要望するビデオをコンテンツを持つVoDサーバを一つも持たない場合、VoDマネージャは契約先の他のVoDマネージャにサーチリクエストをマルチキャストすることができる。問い合わせ元VoDマネージャが他からの返答シグナルに基づいた決定を下した後、ユーザ要求を満たすビデオデリバリーサーバと契約しているVoDマネージャを選択する。VoDマネージャがビデオデリバリーサーバを選択する時、ビデオコンテンツのコストを考慮に入れる。コストの計算には例えば、ユーザとビデオデリバリーサーバ間の距離、ビデオデリバリー費などを考慮に入れる。一方、ビデオサーチメッセージを受けとったVoDマネージャは、サーバとユーザ間のストリームコネクションのためのビデオデリバリーサーバのリソースを確保する。ビデオサーチのためのサービスセッションマネージャ間のインタラクションシグナリングフローを図4に示す。ここで、VoDCommitメッセージは問い合わせ先VoDマネージャが所有しているビデオコンテンツの利用を確認する最終メッセージである。更に、各々のVoDマネージャは2つのインタフェースを持っている。1つはセッションのための

もので、もう一方はサービスセッションマネージャ間のトランザクションのためのものである。図5にVoDマネージャの内部の様子を示す。VoDマネージャ内の各々の

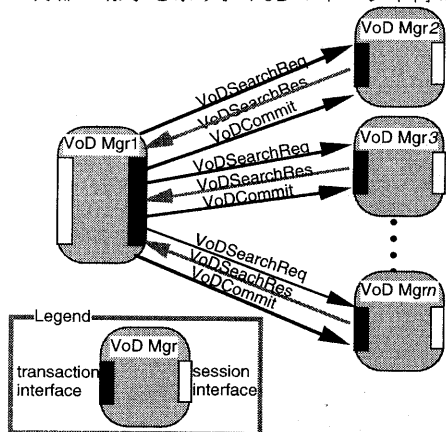


図4. VoDマネージャ間のインタラクションフロー

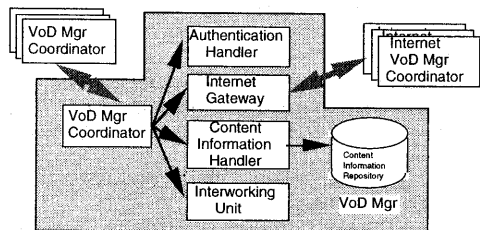


図5. VoDマネージャアーキテクチャと他のVoDマネージャ間のインタラクション

コンポーネントの役割は以下の通りである。

- VoD Coordinator : VoDマネージャのフロントエンド。クライアントリクエストを解釈し、適当なコンポーネントに要求情報を送る。リクエストを解釈する知識が必要になる。第一に、ユーザ情報をauthentication handlerに渡す。要求サービスがローカルなVoDマネージャで提供できない場合には、他のVoDマネージャやインターネットVoDマネージャと交渉するためのインタラクションが行なわれる。

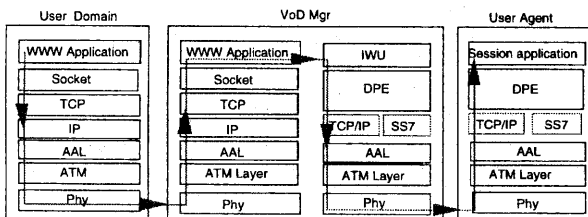


図6. アプリケーション間の運動の例

- Authentication Handler : ここでは、クライアントがサービスを要求する資格があるかどうかをチェックする。我々のモデルでは、データの管理はX.500ディレクトリを使って行なっている。

- Internet Gateway : インターネット環境でVoDサーバを利用したい要求がある場合に用いられる。クライアントの要求をインターネットVoDマネージャにマルチキャストし交渉することで、クライアント要求にあったVoDサーバを決定する。さらに、クライアントリクエストをリモートインターネットVoDマネージャにわかる形へ翻訳を行なう。我々のアーキテクチャにおけるVoDマネージャとインターネット環境でのVoDマネージャ間のオペレーションのインタラクションはRPC (remote procedure call) によって達成される。このような環境においては、サーバとユーザ端末間のストリームコネクションをサポートする、インターネットATMコネクションゲートウェイが必要になる。

- Content Information Handler : コンテンツ情報のインデックスが管理されたデータベースから、ユーザの要求に対する検索を行うインターフェース機能を提供する。また、コンテンツプロバイダーからコンテンツ情報を集める役割もある。

- Interworking Unit : DPE上または非DPE上の異なるシグナリング環境におけるシグナルインターワーキングに使われる (図6参照)。

公衆網ユーザがインターネットドメインの情報を利用したい場合、DPE上の我々のアーキテクチャと、WWWを使った非DPEアーキテクチャとのインターワークが必要になる。最初にインタラクティブVoD選択サービスを受けるために、我々はWebブラウザを利用する。Webブラウザを利用する理由は以下の通りである。

- インターネットサービスのための既存のユーザアプリケーションの再利用

- ユーザが扱い慣れているGUIの利用

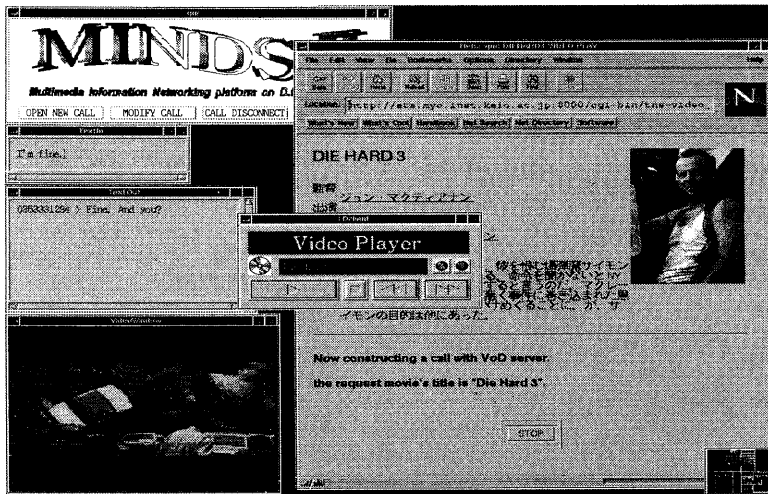
- インターネットとのインタラクションの容易性

DPE環境とインターネット環境上のWWWサーバとのインタラクションのために、我々はCGI (Common Gateway Interface) スクリプトを使い、これによってDPEのシグナリングモジュールを起動する。ビデオ検索のためのユーザとVoDマネージャ間のインターネットコネクションは、トランスポートネットワークによって提供されるIP over ATMを利用する。よって、ブラウジングサービスとプレビューサービスは、IPコネクションによって提供され、ユーザとVoDデリバリーサーバ間のストリームコネクションは通常のATMコネクションによって提供される。我々が本論文で示すVoDマネージャは、先に述べたTINE-like環境、インターネット環境上のVoDマネージャをサポートする。

図6は、VoDマネージャが図3に示したプロトコルにしたがって、ユーザエージェントと交渉を行なうための手順のプロトコルスタックを示したものである。このシグナルは、VoD検索コネクションを通してユーザがVoDサービスを要求した時に発信される。我々のアーキテクチャでは、KTN (Kernel Transport Network)としてTCP/IPを使っている。KTNとしてSS7 (signaling system No.7)を利用することは今後の課題である。

## 5. 実現と評価

本論文で我々が提案したアーキテクチャは、ANSAware環境[8]においてインプリメントされている。サービスコンポーネントは、サービスタイプ、インターフェースリファレンスとともにトレーダに登録される。ビデオ会議において2つのInRefs(interface references)をインポートする処理時



window for live video sent by a VoD delivery server  
 図7. VoDサービスの実現の例

間は約20.2msであった。近年、リアルタイムDPEプラットフォーム(e.g. ANSAware/RT)に関する開発が活発に行なわれていることから、トレーダを使った処理時間はすぐに改善されるだろう。SUN SPARCstation 20によって制御されるVoDデリバリーサーバにおいては、我々はPioneer laser disc playerを利用している。更にATMスイッチとビデオボードに関してはASX-200とParallax XVideoを利用している。ユーザ/セッションプロファイルの管理にUAが持っているディレクトリシステムはISODE/QUIPU[9]である。特に、DUA機能を我々のシステムに組み入れるため、ISODE/QUIPUによって提供されるプロシージャコールを使ってDUA機能をインプリメントした。DIT(2.1章参照)でのセッションプロファイルはオペレーション中、柔軟に変更できる。処理時間を向上させるため、我々は、ISODEコンソーシアムが提唱しているLDAP(Lightweight Directory Access Protocol)[10]を利用することができる。このプロトコルを我々のアーキテクチャに適合させることにより、パフォーマンスはDAPと比較して約24%向上した。アドホックサービスマネージャの有用性を証明するため、我々はVoDマネージャを構築した。初期ウィンドウのビューと、アドホックサービスマネージャとしてVoDマネージャを利用したVoDデリバリーサービスの様子を図7に示す。

## 6. 結論

本論文では、VoDマネージャを例として、サービスセッションマネージャ間のインタラクションを取り入れた、新しいサービスネットワーキングアーキテクチャを提案し、TINA-likeモデルとインターネット環境におけるWWWとのインターネットの例を提示した。X.500を使ったディレクトリシステムは、簡易性、QoSレベル、帯域、議題、セッションのオーナーといったサービス情報、オープンシステム環境におけるネットワークリソース管理のために構築されている。

提案したアーキテクチャの有用性を証明するため、我々

はサービスプロバイダーの役割を果たすアドホックサービスマネージャの1つとしてVoDマネージャを構築した。本論文で我々が提案したアーキテクチャはDPE上および、商用ATM交換機を使ったATM LAN環境上にインプリメントした。DPEは、アクセス、位置などの透過性を提供する。我々は、本論文で提案したアーキテクチャが、TINA-Cやその他で研究されている新しいネットワーキング環境上で、様々なマルチメディアサービスを提供する有効なアプローチであると考えている。

## 参考文献

- [1] Barr, W. J., Boyd, T. and Inoue, Y.: The TINA Initiative, IEEE Communications Magazine pp. 70-81 (March 1993).
- [2] ITU-T: Principles for a Telecommunications Network Management, ITU-T Draft Rec. M. 3010 (1991)
- [3] ITU-T: Generic Network Information Model, ITU-T Draft Rec. M.3100 (1992)
- [4] Appeldorn, M., Kung R., and Saracco, R.: TMN+IN = TINA, IEEE Communications Magazine(March 1993) 78-85.
- [5] TINA-C: Service Component Specification, TINA Draft Doc. (Nov. 1994)
- [6] ITU-T: Data Communication Networks Directory, Rec. 500-X.521 (Nov. 1988)
- [7] Abe, K.: Portable Thread Library", Ver. beta1.3, <http://sunfish.ics.es.osaka-u.ac.jp/PTL/> (1993)
- [8] APM Ltd: ANSAware 4.1 Application Programming in ANSAware, Document RM.102.02 (Feb. 1993)
- [9] Robbins, C. J., Kille, S. E.: The ISO Develop Environment: User's Manual Vol. 5 QUIPU, ISO Consortium (July 1991)
- [10] Yeong, W., Howes, T. and Kille, S.: X.500 Lightweight Directory Access Protocol, RFC1487, ISODE Consortium (July 1993)
- [11] TINA-C: Overall Concepts and Principles of TINA, TINA Draft Doc. (Dec. 1994)
- [12] TINA-C: Definition of Service Architecture, TINA Draft Doc. (Nov. 1994)
- [13] Hong, C. S., Honda, S., Kawachi, K., Abe, H. and Matsushita, Y.: MINDS: Multimedia Information Platform on Distributed Processing Environment and Its Services, The proceedings of TINA'95. pp.315 - 324 (Feb. 1995)
- [14] Speirs-Bridge, A., Rossiter, P., Meehan, A., Mugdan, C., Silman, J.: MSP - Practical Experiences in the Application of TINA, The proceedings of TINA'95, pp. 685 - 702 (Feb. 1995)
- [15] Hong, C. S., Honda, S. and Matsushita, Y.: Networking Architecture for Multimedia Services on a Distributed Processing Environment, Transactions of IPSJ, Vol. 37, No. 3, pp. 439-450 (Mar. 1996)