

TINA に基づく公衆網とインターネット間で シームレスなサービス利用を提供する インターワーキングアーキテクチャ

古 賀 祐 匠[†] 重 野 寛[†]
塩 見 和 紀[†] 松 下 温[†]

本論文では、将来の情報通信インフラストラクチャとして次世代公衆網とインターネットという2つのネットワークが存在すると考え、それぞれのネットワーク上で展開されているサービスを、どちらの環境からでもシームレスに利用することができるようなインターワーキングアーキテクチャについて述べる。本論文で提案する、公衆網環境を対象とするアーキテクチャはTINAのコンセプトに基づいて構築されており、オープンな分散処理環境上で動作するソフトウェアである複数のサービスコンポーネントにより構成されている。また、そのような公衆網環境と、分散処理環境等をまったく具備していないインターネットは性格が異なるネットワークであるので、それら2つのネットワークの接続には、違いを吸収するノードであるIWUを導入する。特に、ユーザごとに異なるインターネット環境から公衆網環境上のサービスを利用できるようにするため、新たに公衆網環境上のサービスを受けるためのプラットフォームとしてPLUS-TINAを提案/構築する。このIWUとプラットフォームを利用することにより、インターネット環境上のユーザもシームレスに公衆網環境上のサービスにアクセスすることができるようになる。

Interworking Architecture for Seamless Service Utilization between the TINA-based Public Network and the Internet

YUZO KOGA,[†] HIROSHI SHIGENO,[†] KAZUNORI SHIOMI[†]
and YUTAKA MATSUSHITA[†]

In this paper, we assume that there will be two networks as the future information network infrastructure, the next-generation public network and the Internet, and propose the interworking architecture that allows users to utilize services deployed on each network seamlessly from both network environments. In a public network environment, our proposed architecture is constructed based on TINA, and consists of various service components that are softwares applied on the open distributed processing environment. We have introduced the IWU as a gateway at the boundary between these network environments, because the Internet does not have the distributed processing environment. We also proposed/constructed a platform, named PLUS-TINA, especially for making use of the TINA-based public network's services, from any Internet environment. The user on the Internet environment is able to make access to the public network's services using the PLUS-TINA via the IWU.

1. はじめに

現在、我々は情報通信インフラストラクチャの歴史的転換点に直面している。FTTH (Fiber to the Home) が現実味を帯びるにつれ、次世代の公衆網に期待が寄せられるようになってきた。この新しい公衆網上では、音声やデータ、画像等のマルチメディアを用いた多様な

サービスが、複数のプロバイダによって展開されていくものと思われる。このような状況下では、プロバイダはユーザニーズに迅速に対応しなければならないため、新サービスを柔軟に効率良く提供できるオープンなネットワーク環境が不可欠である。そこで、既存の公衆網アーキテクチャに代わる新しいネットワークアーキテクチャとして TINA (Telecommunications Information Networking Architecture)¹⁾が注目されている。TINA は、世界の約 40 社の主要なキャリアやコンピュータベンダ、通信機器ベンダによって構成され

[†] 慶應義塾大学理工学部
Faculty of Science and Technology, Keio University

ている TINA-C (TINA-Consortium) で研究・仕様が
行われている。TINA は OMG CORBA²⁾ のスーパー
セットとして実現される分散処理環境 (TINA-DPE:
Distributed Processing Environment) を基本とし、
その上で実行される複数のソフトウェアオブジェクト
が協調動作することにより、ネットワークを運用・管
理し、エンドユーザに対してサービスを提供するアー
キテクチャである。この TINA で運用される次世代公
衆網が将来の情報通信インフラストラクチャの基幹的
存在になる可能性は高い。

一方、比較的新しいインフラストラクチャの代表例
としてインターネットが注目されている。元々米国防
総省が軍用に構築したインターネットは、政府機関や
研究機関のネットワークから徐々に拡大して企業を包
括し、ブラウザの登場により急激に普及した。そし
て現在では様々な商用サービスが展開されたり、イン
ターネット電話等の研究・開発が行われる等、インター
ネットは現在の公衆網の機能も包括した、社会の基幹
的な存在になりつつある。

このように、将来のマルチメディアネットワーク社
会の情報通信インフラストラクチャとなりうるネット
ワークには、次世代公衆網と既存インターネットとの
2つの環境が存在することになる。しかし、これらの
環境間には、分散処理環境の有無等の技術的な境界
が存在するため、一方のネットワークを利用している
ユーザが、他方のネットワーク上に存在するサービス
を直接利用することはできない。このまま2つの環
境間にサービスの互換性がないまま発展が続くと、将
来、ユーザが利用するネットワーク/サービスが2種
類独立に存在することになってしまう。これは、たと
えば、公衆網加入者が出張等でインターネットしか利
用できないような環境に移動した場合や、エンドユー
ザが企業や大学等の LAN を中心としたインターネッ
ト環境を日常的に利用している場合等は、次世代公衆
網上で展開されている様々なサービスをまったく利用
できないといった状況を引き起こし、来たるべきマル
チメディアネットワーク社会の発展に弊害をもたらす
ことは間違いない。そこで、本論文では TINA に基
づく次世代公衆網とインターネットとの間で、シーム
レスなサービス利用を実現するアーキテクチャを提案
する。

以下、2章では我々が参考とする次世代網アーキテ
クチャである TINA の概観について、3章では提案
する次世代公衆網とインターネットとの間でシームレ
スなサービスの利用を実現するための提案アーキテク
チャについて、4章では提案アーキテクチャ上で実際

に次世代公衆網側からとインターネット側からそれぞ
れもう一方のネットワーク上に展開されるサービスを
利用するための手順について述べる。さらに5章で
は提案アーキテクチャに対する考察と実装について述
べ、最後に6章で結論を述べる。

2. TINA の概観

TINA は、TMN (Telecommunication Manage-
ment Network)³⁾等のテレコミュニケーション技
術と ODP (Open Distributed Processing)^{4),5)}や
CORBA (Common Object Request Broker Archi-
tecture)²⁾といった分散コンピューティング技術とを
融合した、次世代のネットワークアーキテクチャ
である。本章では、TINA を概観する。

2.1 TINA におけるアーキテクチャの分類

次世代のテレコミュニケーションネットワークのアー
キテクチャは、広範な事柄や概念を取り扱うため非常
に複雑である。そこで TINA では、アーキテクチャ
をサービスアーキテクチャ、ネットワークアーキテク
チャ、マネジメントアーキテクチャ、そしてコンピュ
ティングアーキテクチャという4つのカテゴリに
分類している⁶⁾。これら4つの中で、次世代公衆網と
インターネットとの間でのシームレスなサービス利用
を実現するために最も関連が深いものはサービスアー
キテクチャ⁷⁾である。以下にそのサービスアーキテク
チャについて簡単に述べる。

2.2 TINA サービスアーキテクチャ

TINA サービスアーキテクチャは、TINA サービス
を構築、展開、操作、削除するためのコンセプト、原
理、ルール、ガイドラインのセットで構成されている。
ここでいうサービスとは、ある任意のシステムが、そ
れを利用するすべての利用者 (ビジネスロール)⁸⁾に対
して提供する機能の集合を指す。TINA サービスには、
1) ネットワークに接続されている端末間の情報のビット
転送に基本をおくテレコミュニケーションサービス、
2) リソースの管理に責任を持つマネジメントサービ
ス、そして3) 映画やサウンド、ドキュメントといっ
た情報リソースを取り扱うことができるインフォメー
ションサービス等が含まれる。これらのサービスを組
み合わせて、プロバイダはエンドユーザに対して様々
なマルチメディアサービスを提供することになる。

また、このサービスアーキテクチャにより、エン
ドユーザにはパーソナルモビリティが提供される⁹⁾。
サービスアーキテクチャでは、パーソナルモビリティ
を「ユーザの好みやアイデンティティによってパーソ
ナライズされたサービスを、物理的位置や利用端末と

は独立に利用できること」と定義している。つまり、どのようなネットワーク環境を利用していても、エンドユーザに対して統一的な方法でサービスを提供することもサービスアーキテクチャの目的の1つである。

2.2.1 TINA セッションコンセプト

TINA では、分散処理環境 (TINA-DPE) 上に存在する複数のサービスコンポーネント (以下 SC) 間のインタラクションによって、実際にエンドユーザに対してサービスを提供する。このインタラクションは、基本的に大きく「アクセスパート」と「使用パート」に分けることができる。プロバイダがエンドユーザを認証し、さらにユーザがサービスを発見・要求するためのインタラクションはアクセスパートに属し、サービスの振舞いを制御したりストリームコンテンツを届けたりするのは使用パートに属する。使用パートは、さらにサービス固有のインタラクションである「サービスパート」と、エンド・ツー・エンドのコネクションを設立するためのインタラクションである「コミュニケーションパート」に分けることができる。各パートは、あるタスクを時間内に協力して達成するために割り当てられた SC 間の一時的な関係であり、TINA ではセッションと呼んでいる。セッションの特徴として、1) ライフタイムの間に变化しうる状態を保持し、2) SC の管理や使用、あるいはそれらの間で共有される情報の抽象的で簡略化された視点を持つ、ということをあげることができる。

3. 提案アーキテクチャ

本章では、次世代公衆網とインターネットの間でシームレスなサービス利用を実現する提案アーキテクチャについて述べる。一般にネットワーク環境は、情報の転送に責任を持つデータ転送レベルと、そのデータ転送を利用したサービスをエンドユーザに提供する応用レベルとの2つのレベルで考えることができる。議論を明確にするため、本論文ではそれぞれのネットワーク環境を以下のように定義する。

TINA に基づく次世代公衆網環境： 応用レベルにおいて、TINA に基づく提案アーキテクチャによって管理・運用されている環境である。本環境内のすべてのノードやエンドユーザ端末は分散処理環境をサポートしており、それらの上で稼働する複数の SC が協調動作することにより、ネットワークの運用や様々なマルチメディアサービスの提供を行う。またデータ転送レベルは ATM (Asynchronous Transfer Mode) 方式を用いると仮定し、本環境に接続された端末間にはエンド・ツー・エンドの ATM コネクションを提供する

ことができ、ビデオ・オン・デマンドサービスのようになりリアルタイム系のデータ転送も可能であるとする。
インターネット環境： 現在普及しているインターネットの環境であり、原則的に専用線や私設網の相互接続によって形成されているものと定義する。本環境に接続されているノード・端末は分散処理環境をサポートしていないものとする。したがって、応用レベルにおいて、本環境に存在するエンドユーザは直接次世代公衆網環境上で展開されているサービスにアクセスすることができない。またデータ転送レベルは IP (Internet Protocol) で実現されており、網はベストエフォートでデータを転送するものとする。

本論文では、応用レベルにおけるサービスの利用に着目している。したがって、次世代公衆網環境上からインターネット環境上のサービスを利用する場合には、エンドユーザ端末は次世代公衆網環境のデータ転送機能を利用することになり、逆の場合には、インターネット環境のデータ転送機能を利用することになる^{*}。こういった状況を現状のネットワーク環境で考えた場合、インターネット環境上のサービスを公衆網環境から利用する例としては、PPP 等で接続する方法があげられる。また、逆に公衆網環境上のサービスをインターネット環境から利用する例としては、今のところ通話サービスに限られているが、インターネット電話から公衆網環境への電話ゲートウェイを介して公衆網上の端末と接続するサービスがあげられる¹⁰⁾。

しかしながら、次世代の公衆網環境上では電話サービス以外にも様々なサービスが分散処理環境上で提供されることが予想される。一方で、インターネット環境は分散処理環境をサポートしていないため、このままでは両環境間でのサービスの相互運用に支障をきたすことになる。したがって、双方のサービスに技術的な境界を意識せずアクセスするための、サービスの種類に依存しない汎用的なアーキテクチャを構築する必要がある。本論文で述べる提案アーキテクチャでは、次世代公衆網環境とインターネット環境の間のゲートウェイとして IWU (InterWorking Unit) を導入する。この IWU は、応用レベルにおいて両環境間の相互運用性を確保し、さらにデータ転送レベルにおいて転送プロトコルの変換等の機能を提供する。図 1 に提案アーキテクチャの概観を示す。

提案アーキテクチャは TINA サービスアーキテクチャ⁷⁾のコンセプトに基づいて構築されており、公衆

^{*} 実際に両環境間でサービスを相互運用することを考えた場合、当然双方のデータ転送レベルの機能を利用しなければ、エンド・ツー・エンドでのサービス利用は実現できない。

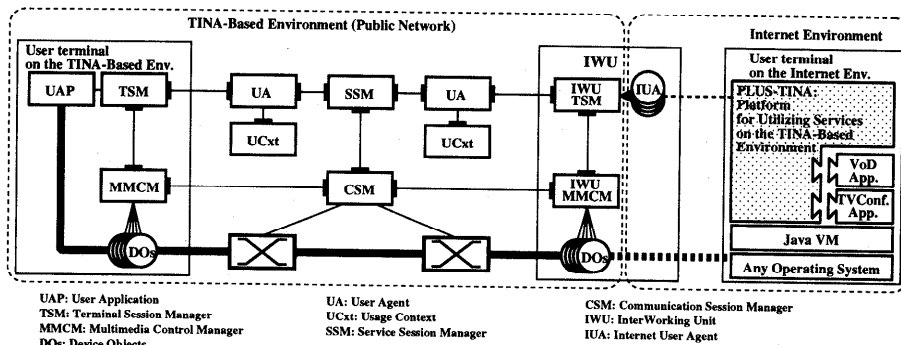


図1 提案アーキテクチャ概観

Fig. 1 Overview of proposed architecture.

網環境には分散処理環境をベースに TINA において仕様化されている複数の SC を拡張・再定義したものを配置している。また、インターネット環境には、公衆網環境上のサービスを利用するためのプラットフォームとして PLUS-TINA (Platform for Utilizing Services on the TINA-based Environment) を開発・導入した。PLUS-TINA は Java 言語で構築されており、インターネット環境のどのような端末・オペレーティングシステム上でも Java VM (Virtual Machine) 上で動作させることが可能となっている。この提案アーキテクチャによって、以下のことが実現される。

- インターネット環境上の任意の端末から、次世代公衆網環境上のサービスを IWU を介して利用可能である。これにより、TINA サービスアーキテクチャ⁷⁾の重要な概念の1つであるパーソナルモビリティ(2.2 節参照)が、インターネット環境をユーザが利用している場合でも実現される。

- 次世代公衆網環境上の SC は、インターネット環境上のエンドユーザがあたかも IWU にいるかのように動作することができる。すなわち、次世代公衆網環境は、エンドユーザがインターネットのどこに存在しても、その物理的な位置に関係なく、統一的な方法でそのユーザに対してサービスを提供できる。

以下では、次世代公衆網環境と IWU 内の各 SC について説明する。

3.1 TINA に基づく次世代公衆網環境内のサービスコンポーネント

UAP (User Application) : UAP は、アクセスセッションにおいてエンドユーザの認証等を行う部分と、サービスセッションにおいてサービスそのものを実現する部分とに分かれる。

TSM (Terminal Session Manager) : 端末リソース、ネットワーク、ユーザの3者間の折衝を仲介するエンドユーザ端末内の SC である。アクセス/サー

ビスセッションにおいて公衆網環境上の SC とインタラクションを行う。またサービスセッションにおいては、本来通信とは独立な端末リソースをそのサービスのために確保するよう MMCM に要求する。

MMCM (MultiMedia Control Manager) : エンドユーザ端末内の様々なデバイスを管理する。各デバイスはオブジェクト (DO: Device Object) として抽象化されており、オブジェクトを制御することで実際にデバイスが動作する。また、コミュニケーションセッションにおいて CSM とインタラクションを行うことにより、実際のストリームを転送するためのエンド・ツー・エンドのコネクションを設定する。

UA (User Agent) : 公衆網上でエンドユーザを表す SC であり、ユーザごとに存在する。ユーザが利用する各サービスには独立であり、ユーザプロファイル进行管理する。アクセスセッションにおいてはユーザの認証および契約情報等のユーザプロファイルをチェックする。また、提案アーキテクチャでは、TINA において定義されている USM (User Service Session Manager) の役割も兼ねており、サービスセッションにおいてはセッションプロファイルの作成や対応する SSM に対してサービス要求を送信する等の機能を提供する。

UCxt (Usage Context) : ユーザと、そのユーザが現在使用している複数の端末の関係を管理する。

SSM (Service Session Manager) : サービスを管理/制御する SC であり、サービスごとに存在する。サービス特有のデータを保持や、セッションのライフサイクルの管理等、サービスセッションにおいて中心的な機能を提供する。

CSM (Communication Session Manager) : SSM が要求するコネクションを設定/変更/解放することに責任を持つ。その際上位レベルで扱う論理アドレスを物理アドレスに変換する。

3.2 IWU 内のサービスコンポーネント

IWU は、公衆網環境とインターネット環境の様々なプロトコル/データ転送方式の違いを、応用レベルとデータ転送レベルのそれぞれにおいて吸収するノードである。IWU は以下の SC により構成される。

IWU-TSM: 公衆網環境上の SC に対して、インターネット環境の入口としての機能を提供する。IWU を統括的に管理/制御し、公衆網上からの制御メッセージを適切な IUA に転送する。

IWU-MMCM: IWU 内のデバイスを管理する。デバイスには、公衆網上のストリームやインターネット上のパケットを相互に変換する DO も含まれる。

IUA (Internet User Agent): インターネット環境上に存在するエンドユーザを表す SC であり、ユーザごとに生成される。インターネット上から見える公衆網環境の入口である。

以上述べたような SC がインタラクション/協調動作することにより、エンドユーザに対して様々なマルチメディアサービスを提供する。

4. サービスシナリオ

以下に提案アーキテクチャにおいて、ユーザがサービスを利用するまでの手順について述べる。

4.1 公衆網からインターネット上のサービスの利用

応用レベルにおいて、次世代公衆網環境上のユーザがインターネット環境上のサービスを利用するには、データ転送レベルにおいて、インターネット環境から IWU にルーティングされてきたパケットを加入者端末まで転送することを公衆網環境が保証しなければならない。これには、次の 2 つの形態が考えられる。

- 加入者端末に IP アドレスが半永久的に割り当てられ、公衆網自体が IP パケットのルーティングをサポートする形態。
- ISP (Internet Service Provider) に加入し、ISP の提供するゲートウェイまでダイヤルアップで接続し、一時的に IP アドレスを割り当ててもらい、そこからインターネットを利用する形態。

前者の形態は、次世代公衆網のバックボーンが ATM 網であると仮定すると、ATM 網上で IP をいかに取り扱うかという議論に相当する。これに関しては、現在様々なところで研究が行われており、さらに MPOA (Multi Protocol Over ATM)¹¹⁾ や IP Switching^{12),13)}, CLSF (ConnectionLess Server Function)¹⁴⁾ 等のいくつかの標準的な技術も存在する。将来においてはこれらの技術のうちのいずれかがデファクトとして用いられることになるものと思われる。

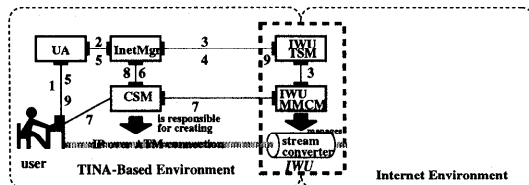


図2 公衆網環境からインターネットサービスを利用する手順
Fig. 2 Procedure to utilize Internet services from the TINA-based public network.

- そこで、本論文では後者の形態に注目する。ここでいうゲートウェイとは IWU に相当するノードであり、加入者端末と IWU の間にストリームコネクションが張られることになる。提案アーキテクチャ上において、実際にユーザがインターネットサービスを利用できるようになるまでの使用セッションにおける各 SC 間のインタラクションの手順を図 2 で説明する。ただし、アクセスセッションはすでに終了しているものとする。
- (1) エンドユーザはインターネットサービスを利用するため、UA に対してサービス要求を送信する。
 - (2) UA は、インターネットサービスを提供する SSM である InetMgr にサービス要求を送信する。
 - (3) InetMgr は、ユーザとの契約やユーザ所望の QoS レベル、負荷分散等を考慮して、自身が管轄/契約する適切な IWU を選択し、さらに IWU 内の IWU-TSM に対して呼参加要求を送信する。この際 InetMgr はブローカビジネスロールに、適切な IWU の位置情報を要求するかもしれない。
 - (4) 呼参加要求を受け取った IWU-TSM は、その呼を受け付けることが可能であると、受け付ける旨の応答を InetMgr にまで返す。
 - (5) サービス要求に対する応答がユーザにまで返る。
 - (6) InetMgr は、ユーザ端末と IWU との間にストリームコネクション (例: IP over ATM コネクション) を設立するために、CSM に要求を送信する。
 - (7) CSM はユーザ端末内の MMCM と IWU 内の IWU-MMCM の双方に、コネクション確立要求を送信し、ストリームコネクションが確立される。
 - (8) CSM は InetMgr に対して、ストリームコネクションの確立が成功した旨を応答として返す。
 - (9) InetMgr は、最終的にユーザ端末と IWU の双方に、サービス提供の準備ができた旨を返す。

以上の手順により、IWU とユーザ端末との間に通信経路が確保され、ユーザはインターネットサービスを利用することが可能になる。

4.2 インターネットから公衆網上のサービスの利用

この章では 4.1 節とは逆に、インターネット環境上

からの公衆網環境上で展開されているサービスの利用手順に関して述べる。

4.2.1 インターネット上からのアクセスセッション

公衆網はキャリアが提供するネットワークであり、一般的には公衆網加入者のみがアクセス/利用できる。しかし、インターネット環境上には公衆網加入者以外のユーザも多数存在し、次世代公衆網環境上で展開されるであろう様々な魅力的なサービスを受けることを望むことが予想される。したがって、インターネット上から公衆網上のサービスを利用するといった状況は、公衆網加入者がふだん利用している公衆網の環境から、学校や企業の LAN といったインターネットしか利用できないような環境へ移動したときに起こりうる状況だけに限定されるのではなく、ふだん学校や企業の LAN 等を介してインターネットにアクセスしているといった、インターネット環境上に存在するユーザが利用する状況も考えるべきである。いずれにしろ、インターネット環境上にいるユーザは、公衆網側から認証されなければならない。さらに、場合によってはサービスを利用するための契約をオン・ラインで結ばなければならない⁹⁾。これらは TINA セッションコンセプトのアクセスセッションで行われる。我々のアーキテクチャでは、アクセスセッションにおいて、インターネット環境上に存在するユーザの認証にレベルを設けることにより、公衆網加入者のアクセスと匿名ユーザのアクセスとのそれぞれに対応している。以下に、例として、提案アーキテクチャ上で公衆網加入者が公衆網環境上のサービスを利用するためのアクセスセッション手順を述べる (図 3 参照)。

- (1) インターネット環境上に移動してきたユーザは、Web 上の TINA アクセスサーバにブラウザを介してアクセスする。
- (2) 認証のための Java アプレットがブラウザ上にダウンロードされる。
- (3) ユーザはパーソナル ID およびパスワードを入力して、TINA アクセスサーバに送信する。パーソナル ID は、パーソナルモビリティを達成するために公衆網加入者に対して一意に割り当てられている。
- (4) TINA アクセスサーバは、プロバイダドメイン上のディレクトリサーバにアクセスし、そのユーザのパスワード情報を取得する。そして、ユーザが提出したパスワードとディレクトリサーバから取得したパスワードを比較して認証を行う。
- (5) 認証が成功したならば、TINA アクセスサーバは UA に対してログイン要求を送る。
- (6) UA は IWU-TSM に対してユーザ登録要求を

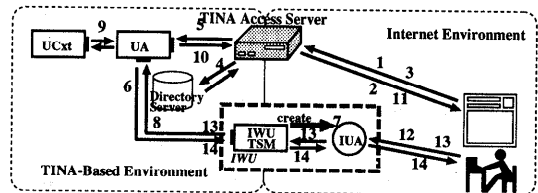


図 3 インターネット環境上からのアクセスセッションの手順
Fig. 3 Procedure of the access session from the Internet environment.

送信する。この際 UA は公衆網上に数多く散在する IWUの中から適当な IWUを選択する。この選択には、TINA ビジネスロールのプロローカとのインタラクションが必要になるかもしれない。本論文では、そういったプロローカの存在は前提としている。

- (7) IWU-TSM はメッセージを受け取ると IUA を生成する。IUA は生成されると、インターネット上の端末からの接続を待つことになる。
- (8) IWU-TSM から UA にまで、ユーザ登録要求に対する応答が返る。
- (9) UA は UCxt に対して位置登録要求を送信する。このとき、UCxt にはそのユーザの使用端末として IWU ノードを登録する。こうすることにより、インターネット環境上に存在するユーザが含まれる呼を作成する際には、公衆網環境上ではあたかも IWU にエンドユーザが存在するかのように振る舞うことが可能となる。
- (10) ログイン要求に対するレスポンスが返る。
- (11) ユーザ登録が成功した場合、TINA アクセスサーバはユーザに対して認証が成功したことを知らせるため、認証成功のページをユーザのブラウザに表示させる。同時に、IWU のホスト名やポート番号等の位置情報をそのページで示す。これらの情報はユーザがインターネット環境上の端末に公衆網上のサービスを受けるためのプラットフォーム PLUS-TINA と、IWU 内の IUA を接続する際に用いる。PLUS-TINA は、ユーザに示されたページからダウンロードできるようになっている。
- (12) PLUS-TINA は Java VM さえあれば動作するように構築されており、手順 (11) で示された IWU ノードのホスト名およびポート番号を用いて、IWU 内の IUA と PLUS-TINA との接続を確立する。
- (13) ユーザが公衆網で契約しているサービスのリストを取得するために、サービスリスト要求を IUA に対して送信する。要求は IUA, IWU-TSM, UA を介してディレクトリサーバに送信される。
- (14) サービスリスト要求に対する応答が返ってくる。

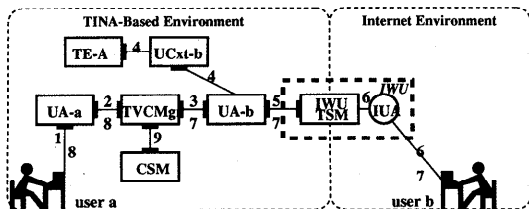


図4 公衆網環境からの発呼の場合のサービスセッションにおけるインタラクション

Fig. 4 Interaction when the user on the TINA-based public network calls to the user on the Internet.

以上のような手順を踏むことによりアクセスセッションが終了し、インターネット環境に移動したユーザは、どのような端末でも、ブラウザとJava VMさえあれば公衆網環境上のサービスを利用すること（発呼および受呼すること）が可能になる。

4.2.2 公衆網上サービスを利用するためのサービスセッション

例として、図4に、公衆網環境上のユーザ（ユーザa）から、テレビ会議サービスをインターネット環境上のユーザ（ユーザb）に発呼した場合のSC間のサービスセッションにおけるインタラクションを示す。

以下に図4に従って手順を説明する。

- (1) 公衆網上のエンドユーザ（以下ユーザa）はUAP, TSMを介してUA-aにサービス要求を送信する。ユーザbが現在どこでどの端末を使用しているかわからない場合は、ユーザbのパーソナルIDだけを指定する。
- (2) UA-aは、サービス要求中のサービスIDフィールドを見ることによりユーザaがどのサービスを要求しているかを判断し、対応するSSMに対してサービス要求を送信する。この場合、ユーザaはテレビ会議サービスを要求しているので、このサービスを提供するSSMにあたるTVCMgrに対してサービス要求を送信する。
- (3) TVCMgrはこの呼の参加者を指定されたパーソナルIDにより判断し、対応するユーザのUAに呼参加要求を送信する。この場合ユーザbのパーソナルIDが指定されているので、UA-bに対して呼参加要求を送信する。
- (4) UA-bは、ユーザbの現在のリソースコンフィギュレーション情報を獲得するために、UCxt-bにアクセスする。これにより、現在ユーザbがどのIWUに登録されているかといった情報を獲得する。
- (5) UA-bは手順(4)により、ユーザbが現在インターネット環境上の端末に存在し、どこのIWUに登録されているかといった情報を取得することができる。

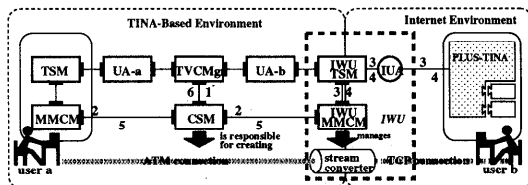


図5 インターネット環境と公衆網環境にまたがるコミュニケーションセッションの際のメッセージシーケンス

Fig. 5 Procedure of the communication session between TINA-based public network and the Internet.

ので、対応するIWUのIWU-TSMに対して呼参加要求を送信する。

(6) IWU-TSMは要求中のユーザbのパーソナルIDを調べることにより、ユーザbに対応するIUAに対して要求を送信する。要求を受け取ったIUAは、要求中の端末情報を見ることによりどのインターネット環境上の端末に送信すべきかを判断し、ユーザbに対して最終的に呼参加要求が送信される。

(7) 呼参加要求を受信したユーザbは、その呼を受理するかどうかを判断し、応答をIUAに対して送信する。その際、そのサービスに必要なアプリケーションが自端末内に存在しない場合、そのサービスアプリケーションを動的にダウンロードすることになる。IUAは、IWU-TSM, UA-bを介してTVCMgrまで応答を返す。

(8) TVCMgrは、呼参加要求に対する応答をUA-aを介してユーザaのもとに送信する。もしユーザbによって呼への参加が拒否された場合、ここでユーザaに対してその旨が通知され、この呼のためのサービスセッションは終了する。

(9) TVCMgrは、端末間のストリームコネクションを設立するために、CSMに対してコネクション設立要求を送信する。

4.2.3 公衆網とインターネット間のコミュニケーションセッション

インターネット環境と公衆網環境にまたがるコミュニケーションセッションの際のSC間のインタラクション手順を図5に示す。本論文では、特にアクセスセッションおよびサービスセッションに注目してアーキテクチャを提案しているため、コミュニケーションセッションは非常に簡略化されており、公衆網環境におけるそれは、CSMがすべての機能を持ち、操作を行っている。

提案アーキテクチャでは、インターネット環境はATMをサポートしていないものと仮定しているため、帯域を保証できる厳密な意味でのコネクションという

概念は存在しない。したがって、公衆網環境上のエンドユーザ端末からのストリームコネクション（ATMコネクション）はIWUでいったん終端し、IWUとインターネット環境上の端末との間はTCP/IPソケットで接続される。将来IPがIP over ATM等の技術を利用してATM上でサポートされるようになると、エンド・ツー・エンドのATMコネクションを公衆網環境上の端末とインターネット環境上の端末との間に設立することが可能になる。

(1) TVCMgrは、実際にサービスを受ける際のストリームを流すためのコネクションを設立するよう、コネクション要求をCSMに送信する。

(2) CSMは、公衆網上でのストリームコネクションを設立するよう、公衆網端末のMMCMとIWU-MMCM双方にコネクション確立要求を送信する。この要求はメディアごとに送信され、送信される情報としてはそのメディアID、QoS情報、ポート番号、その端末に最も近いATM交換機のアドレス等である。各MMCMではこれらの情報をもとに各デバイスのチャンネルを生成し、コネクションを確立していく。

(3) IWU-MMCMではさらにIWUとインターネット上のユーザが利用している端末との間にTCP/IPソケットによる接続を確立するために、IWU-TSM、IUAを介してインターネット端末上のPLUS-TINAへ接続要求を送る。

(4) IWUとの接続をメディアごとに確立したPLUS-TINAは、接続要求に対する応答をIUAとIWU-TSMを介してIWU-MMCMに返す。

(5) すべてのメディアのコネクションが確立したら、各MMCMはCSMに対してコネクション設立要求に対する応答をメディアごとに返す。

(6) 最終的にすべてのコネクションが確立したならばCSMはTVCMgrに対してコネクションが確立した旨の応答を返す。

このようにして公衆網環境とインターネット環境にまたがるエンド・ツー・エンドの接続が確立され、実際にサービスを受けることが可能となる。

以上、本章で述べたような手順を提案アーキテクチャで踏むことにより、TINAに基づく公衆網環境とインターネット環境のそれぞれで展開されるサービスを、両環境からシームレスに利用することが可能となる。

5. 考察および実装

5.1 PLUS-TINAの実現

本節では、インターネット環境から次世代公衆網環境上に展開されているサービスを利用するためのプ

ラットフォームであるPLUS-TINAの実現について考察する。このような状況を考えた場合、エンドユーザが利用する端末やオペレーティングシステムは不確定要素である。しかしどのような環境からでも公衆網上のサービスを利用することが望まれることは明白である。したがって、我々はこのPLUS-TINAを端末やオペレーティングシステムの種類に依存しないプログラミング言語であるJavaで構築した。

インターネット環境から公衆網環境上のサービスを利用する際には、アクセスセッション（4.2.1項参照）において認証が行われた後、プラットフォームであるPLUS-TINAをそのときログインしている端末にダウンロードすることになる。PLUS-TINAの目的は、インターネット環境から、分散処理環境上に存在するSCやサービスにアクセスできるようにすることである。実現方法としては、以下の3つのアプローチが考えられる。

アプローチ1: 端末に、PLUS-TINAをJavaアプリケーションとしてダウンロードする。本アプローチでは、IWUとこのアプリケーションが接続される。

アプローチ2: ブラウザ上に、PLUS-TINAを通常のJavaアプレットとしてダウンロードする。本アプローチでは、ウェブサーバとアプレットが接続され、ブラウザを通して公衆網上のサービスへアクセスする。

アプローチ3: ブラウザ上に、PLUS-TINAを分散処理環境に直接アクセスするためのスタブを組み込んだJavaアプレットとしてダウンロードする。本アプローチでは、アプレット自体が分散処理環境をクライアントとして利用でき、研究例も多数存在する^{15)~18)}。

PLUS-TINAはプラットフォームとしての機能を提供するだけであるため、いずれのアプローチにおいても、サービスを実現するアプリケーション（例：VoDアプリケーション）をさらにダウンロードしなければならない。これらのサービスアプリケーションは、当然そのサービスを展開するサービスプロバイダが提供することになる。アプローチ2および3でブラウザを用いた場合、アプリケーションとしてプラグ・イン機能を用いたものが利用できる。さらに現在ではNetscape Communications社のLive Connect¹⁹⁾といった製品も発表されており、ブラウザベースでより柔軟なアプリケーションの構築が可能となってきた。

これら3つのアプローチの比較を表1に示す。

今日のブラウザの普及を考慮すると、ブラウザを介したアプローチ2および3が適当であると思われる。たとえばVoDサービス等のように、エンドユーザが能動的にサービス要求を送信する、すなわちブラウザ

表1 インターネット環境からのアクセス方法の比較

Table 1 comparison of the methods for making access from the Internet environment.

比較項目	アプローチ1	アプローチ2	アプローチ3
端末の負荷	Javaはインタープリタ言語であるので、C/C++言語等に比べれば、パフォーマンスは悪くなる	Javaの潜在的な実行速度の遅さに加えてブラウザの負荷の高さも加わるため、パフォーマンスは非常に悪くなる	
汎用/拡張性	Javaが提供する機能範囲内で拡張可能である	プラグ・イン機能を拡張することにより、ある程度の汎用性/拡張性は期待できるが、アプレットの行動は制限される	
メッセージの送信/受信	発呼/受呼のいずれにも柔軟に対応可能である	アプレットとサーバがソケットで接続されているため、アプレットのメソッドを利用して動的にページを変更することにより、ユーザに対してサービス参加要求を受け取ったことを提示できるが、負荷の高いブラウザを起動し続ける必要がある	アプレットはクライアントとしてしか機能することができない。すなわち、他のオブジェクトからメソッドを起動されることができないので、発呼は可能であるが受呼することはできない

が発呼側になるような場合については研究例^{15)~18)}がある。しかし、これらの研究例では、インターネット環境上のエンドユーザが呼参加要求を受け取る、すなわちブラウザが受呼側になるような受動的なサービス利用については実現されていない。これは、Javaアプレットによる実現では、一般的に負荷が高いといわれるブラウザを起動し続けておかなければならず、さらにJava VMが持つ「サンドボックス」と呼ばれるセキュリティ機能のためにJavaアプレットの動作が制限されてしまうからである^{*}。本提案アーキテクチャの目的は、インターネット環境の端末を疑似的な公衆網端末にすることであるので、受動的にもサービスを利用できるようにしなければならない。アプローチ1では、受呼・発呼とも可能になると同時に、接続する仲介役のIWUは、必ずしもそのJavaアプリケーションをダウンロードしたサーバである必要がないため、状況に応じた負荷分散が行えるといった利点も考えられる。

これらの理由により、今回我々は、インターネット環境上にいるユーザの認証にはJavaアプレットを用い、そして実際のサービスに対しての受呼・発呼にはJavaアプリケーションによる公衆網サービスを受けるためのプラットフォームPLUS-TINAを用いる、ハイブリッドな方法を採用した。

5.2 提案アーキテクチャの実装

我々は提案アーキテクチャをワークステーション(Sun SparcStation 20)上で実装した。実装では、分散処理環境(TINA-DPE)をIONA社のOrbix 2.2 MTおよびOrbixWeb 3.0で、各SCをC++(SPARCCompiler C++ 4.0.1)およびJava(JDK

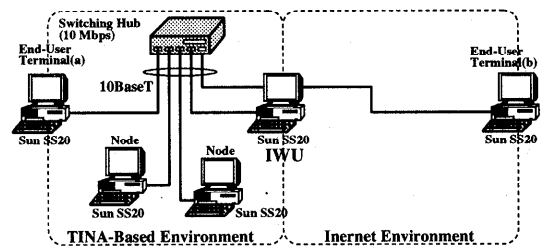


図6 実装環境

Fig. 6 Implemented environment.

1.1.4)で構築した。さらに、サービス例として、テレビ会議サービスを実装した。このサービスは、ビデオツールとしてParallax社のXVideo 2.0を、公衆網環境上のストリームコネクションにはFore System社のATMスイッチ(ASX-200)を用いた。

実装システムにおける公衆網環境上のkTN(kernel Transport Network)は、各端末をイーサネット(MAX 10Mbps)で接続し、分散処理環境としてTCP/IPベースのOrbixを用いて実現されている。また、ストリームコネクションは各端末を光ファイバで接続し、ATMスイッチを介したATMコネクションで実現されている(図6参照)。

公衆網環境上に配置されるSCの実装に関しては、MINDS^{20)~22)}を参考に再定義・拡張したものを実装した。以下ではインターワーキングにおいて重要な役割を担うIWUとPLUS-TINAを中心に述べる。

5.3 IWUの実装および考察

3.2節で述べたように、IWUは、IWU-TSM, IWU-MMCM, IUAの3種類のSCで構成される。

IWU-TSM: IWUを統括的に制御する。提案アーキテクチャでは、IWU-MMCMとインターネット上の端末内のPLUS-TINAは、本SCを介してインタラクションする。これは、PLUS-TINAへの入口を1つ

^{*} さらに、本セキュリティ機能のために、Javaアプレットが接続できるノードはダウンロード元となったサーバのみに制限される。

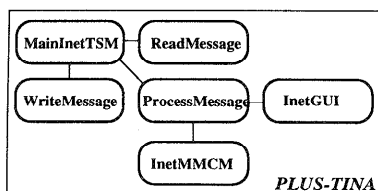


図7 インターネット環境上のプラットフォームのクラス構造
Fig. 7 Class structure of the PLUS-TINA.

にすることにより構造を簡略化し、端末に対する負荷を軽くするためである。しかしその意味でIWU-TSMは、サービスセッションだけでなく、コミュニケーションセッションにも関連してくるため、自身の構造が少々複雑になっている。

IWU-MMCM: IWU ノード内のデバイスを管理する。MMCM と異なる点は、自ノード内のデバイスを用いて公衆網環境上のユーザ端末とストリームコネクションを確立すると同時に、ATM セルを IP パケットに変換するデバイスであるストリームコンバータを介して、インターネット上の端末とソケットを利用した TCP コネクションを確立するところである。

IUA: インターネット環境上に存在するユーザごとに生成する。IWU-TSM から送信されたメッセージをインターネット上の適切な端末に送信することに責任を持つ。この際、IUA は公衆網環境上から受け取ったメッセージを PLUS-TINA が理解できる形に変換したり、その逆の操作を行う。

5.4 PLUS-TINA の実装

インターネット環境上のプラットフォームである PLUS-TINA は Java 言語で構築されている。したがって、Java をサポートする環境さえ整っていれば、どのようなオペレーションシステムの上でもこのプラットフォームを利用することができるようになっている。以下に各クラスについて述べる（図7参照）。

MainInetTSM: PLUS-TINA のメインクラスであり、main() メソッドを持っている。PLUS-TINA を起動するときは、このクラス名を指定することになる。機能としては、IUA とのソケット接続を確立し、ReadMessage クラス、WriteMessage クラス、ProcessMessage クラスのインスタンスを生成する。

WriteMessage: IUA にメッセージを送信することに責任を持つクラスである。

ReadMessage: IUA からのメッセージを受信することに責任を持ち、ソケットをつねに監視している。受け取ったメッセージは ProcessMessage クラスに渡す。

ProcessMessage: IUA から受け取ったメッセージを理解し、適切な処理を施すクラスである。操作によ

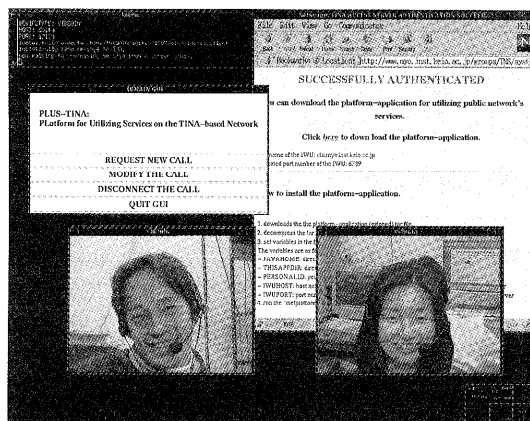


図8 実装画面

Fig. 8 Service implementation.

ては、GUI 上にユーザへのメッセージを表示するよう、InetGUI クラスに要求したり、アプリケーションを立ちあげるよう InetMMCM に要求したりする。

InetGUI: GUI 関連の処理すべてに責任を持つ。ただし、サービスアプリケーションに特有な GUI に関してはそのサービスアプリケーション自身が行う。

InetMMCM: 動的にサービスアプリケーションをダウンロードしたり、そのアプリケーションを起動したりする。サービスによって、IWU とのソケット接続が必要な場合には、このクラスが命令を出す。

5.5 実装画面および評価

図8に、ユーザがインターネット環境から公衆網環境上のテレビ会議サービスを利用している実装画面を示す。図で示されているように、ユーザはブラウザ（Netscape）を介してアクセスセッションを行い、認証が成功した後に PLUS-TINA をダウンロードする。そしてこの PLUS-TINA を介して公衆網上のテレビ会議サービスに実際にアクセス・利用する。

また、実装システムの有効性を検証するため、図6で示される環境で構築したシステムを用いてユーザ登録時間を測定した。ここでユーザ登録時間とは、アクセスセッションにおいてログイン要求を送信し、UCxt に情報が登録されるまでの時間と定義する。測定には以下の2つの場合を想定した。

- (1) 次世代公衆網環境上に接続されている端末(a)からアクセスセッションを設立し、ユーザの位置情報を UCxt に登録する場合。
- (2) インターネット環境上に接続されている端末(b)からアクセスセッションを設立し、ユーザの位置情報を UCxt に登録する場合。

表2に結果を示す。(1)の場合は、ユーザが利用す

表2 ユーザ登録時間 (単位ミリ秒)
Table 2 time for user registration (msec.)

所要時間	次世代公衆網	インターネット	合計
(1) の場合	719.0	-	719.0
(2) の場合	890.6	63.4	954.0

る端末も公衆網環境上に接続されているため、その環境上での所要時間のみが関係してくる一方、(2) の場合は、インターネットに接続されている端末から公衆網環境へのゲートウェイである IWU までに要する時間と、そこから UCxt に登録要求が伝わるまでの時間が関係してくる。

結果を見ると、公衆網環境上で要する時間は (2) の場合が、若干多くの時間を費やしている。これは、IWU 内の SC である IUA を Java 言語で構築したため、C++ で構築した SC に比べてより多くの実行時間が必要であることに起因するものと思われる。しかし、(1) と (2) のいずれの場合でも所要時間は 1 秒以内であり、IWU の実用に関しては問題ないと考えられる。また、インターネット環境で要する時間に関しては、今回は一般的な LAN を用いての実装であるため、インターネット環境のネットワークの負荷はそれほど高いものではなく、(2) の場合で要した時間は 63.4 ミリ秒と非常に短かった。しかし、実際の広域インターネットを介した公衆網環境へのアクセスを考慮した場合、インターネット環境におけるネットワークの負荷は動的に変動するため、この部分の所要時間は不定である。

6. 結 論

本論文では、次世代公衆網とインターネットのそれぞれの環境上で提供されているサービスを、どちらの環境からでもシームレスに利用できるアーキテクチャを提案した。次世代公衆網アーキテクチャとしては TINA に準拠したモデルを採用し、エンドユーザがその公衆網環境上で展開されているサービスをインターネット環境からも利用可能にするために、両ネットワークの仲介ノードとして IWU を、また、インターネット環境上のプラットフォームとして PLUS-TINA を導入・実装した。PLUS-TINA は Java 言語で構築されておりポータビリティが確保されている。本アーキテクチャを用いることにより、次世代の情報通信インフラストラクチャを担う 2 つのネットワーク間でサービスの相互運用性を確保することができる。これは、来たるべきマルチメディアネットワーク社会の発展に貢献できるものと思われる。

提案アーキテクチャは特に応用レベルに着目してお

り、データ転送レベルにおける公衆網環境上とインターネット環境上のそれぞれの端末、そしてそれらを仲介する IWU との間のストリーム接続の確立には独自の方式を用いた。しかし、現在 TINA の NRA (Network Resource Architecture)²³⁾ をインターネットのような接続レス型ネットワークに適用する研究²⁴⁾ も行われており、今後注目すべきである。他の課題としては、本提案における IWU を用いた方式は IWU に負荷が集中してしまう可能性があり、スケーラビリティについて検討する必要がある。本論文では、ブローカサービスを利用して適切な IWU を選択することにより、負荷分散が行えるものと仮定しているが、この IWU の配置とスケーラビリティの関係は、今後研究を進めていかなければならない重要な課題であると思われる。

参 考 文 献

- 1) Barr, W.J., Boyd, T. and Inoue, Y.: TINA Initiative, *IEEE Communications Magazine*, pp.70-81 (1993).
- 2) OMG: The Common Object Request Broker: Architecture and Specification, CORBA Version 2.0 (1995).
- 3) ITU-T Rec. M.3010: Principles for a Telecommunications Management Network (1993).
- 4) ITU-T Rec. X.901-X.904: ISO/IEC 10746-1 ODP Reference Model Part 1-4 (1993-1995).
- 5) 中川路哲男, 田中 明, 浅野正一郎: 開放型分散処理の標準化の概要, 電気情報通信学会誌, Vol.77, No.3, pp.277-287 (1994).
- 6) TINA-C: Overall Concepts and Principles of TINA Version: 1.0, TINA-C Deliverable (1995).
- 7) TINA-C: Service Architecture Version: 5.0, TINA-C Deliverable (1997).
- 8) TINA-C: TINA Business Model and Reference Points Version: 4.0, TINA-C Public (1997).
- 9) 小林秀承, 川野辺彰久, 木綿一博, 可児島建: TINA サービスアーキテクチャと適用例, NTT R&D, Vol.47, No.7, pp.771-776 (1998).
- 10) 財団法人日本データ通信協会: インターネット電話の現状と展望 (1997).
- 11) The ATM Forum Technical Committee: Multi-Protocol Over ATM Version 1.0, The ATM Forum (1997).
- 12) RFC 1953: Ipsilon Flow Management Protocol Specification for IPv4 Version 1.0 (1996).
- 13) RFC 1954: Transmission of Flow Labelled IPv4 on ATM Data Links Ipsilon Version 1.0 (1996).

- 14) ITU-T Rec. I.364: Support of Broadband Connectionless Data Service on B-ISDN (1993).
- 15) 寺倉洋祐, 荒川 勤, 横地晃司, 石塚 勝: TINA サービス管理仕様へのインターネットの応用, 電子情報通信学会ネットワークアーキテクチャワークショップ予稿集, pp.A3-1-A3-8 (1998).
- 16) 石井啓之, 西川博昭, 井上友二: 分散型ネットワークへの高効率アクセスのデータ駆動型実現方法, 電子情報通信学会ネットワークアーキテクチャワークショップ予稿集, pp.A4-1-A4-8 (1998).
- 17) Licciardi, C.A., Minerva, R., Moiso, C., Spinelli, G. and Spinolo, M.: TINA and the Internet: An Evaluation of Some Scenario, *Proc. TINA '97*, pp.22-35 (1997).
- 18) Vandermeulen, F., Reynders, J., Missa, L. and Demeester, P.: TINTIN, the TINA to INTERNET Project, *Proc. TINA '97*, pp.98-110 (1997).
- 19) Netscape Communications Corporation: Live Connect, <http://www.netscape.com/> (1997).
- 20) Hong, C.S., Honda, S. and Matsushita, Y.: Networking Architecture for Multimedia Services on a Distributed Processing Environment, 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.3, pp.439-450 (1996).
- 21) 洪 忠善, 柏 大, 古賀祐匠, 松下 温: 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, 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理予稿集, Vol.DPS-76, No.29, pp.169-174 (1996).
- 22) Koga, Y., Hong, C.S. and Matsushita, Y.: An Interworking Architecture between TINA-Like Model and Internet for Mobility Services, *IEICE TRANSACTION COMMUNICATION*, Vol.E80-B, No.10, pp.1393-1400 (1997).
- 23) TINA-C: Network Resource Architecture Version: 3.0, TINA-C Deliverable (1997).
- 24) Kim, H.C., Steegmans, F., Narayanan, N., Rajahalm, J. and Wellesplein, F.: Managing TINA Streams that use Internet Transport, *Proc. TINA '97 Conference* (1997).

(平成 10 年 5 月 6 日受付)

(平成 10 年 12 月 7 日採録)



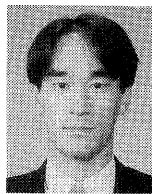
古賀 祐匠 (学生会員)

1973 年生。1998 年慶應義塾大学大学院理工学研究科計測工学専攻修士課程修了。現在同大学院同研究科後期博士課程に在学中。マルチメディア通信, 次世代ネットワークアーキテクチャ, マルチエージェントシステムの研究に従事。電子情報通信学会会員。



重野 寛 (正会員)

1968 年生。1992 年慶應義塾大学大学院理工学研究科計測工学専攻修士課程修了。1997 年同大学院同研究科後期博士課程修了。現在, 同大学理工学部情報工学科助手 (有期)。博士 (工学)。無線 LAN の構成法, 媒体アクセス制御方式, 計算機ネットワークにおけるステーション移動のサポート, モバイル・コンピューティング, マルチエージェントシステム等の研究に従事。著書「ネットワーク・ユーザのための～無線 LAN 技術講座」(ソフト・リサーチ・センター)。電子情報通信学会会員。



塩見 和紀 (学生会員)

1974 年生。1997 年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業。現在同大学大学院理工学研究科計測工学専攻修士課程に在学中。次世代モバイルサービスの研究に従事。



松下 温 (正会員)

1939 年生。1963 年慶應義塾大学工学部電気工学科卒業。同年沖電気工業 (株) 入社。1968 年イリノイ大学大学院コンピュータサイエンス学科卒業。1989 年慶應義塾大学理工学部計測工学科教授。1996 年より, 同大学同学部情報工学科教授。工学博士。コンピュータネットワーク, グループウェア, ヒューマンインタフェース等の研究に従事。著書「コンピュータネットワーク」(培風館), 「図解グループウェア入門」(オーム社), 「201X 年の世界」(共立出版) 等多数。情報処理学会理事, マルチメディア通信と分散処理研究会委員長, グループウェア研究会主査, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会委員長, マルチメディアインフラストラクチャ&サービス研究会委員長, バーチャルリアリティ学会サイバースペースと仮想都市研究会委員長等を歴任。現在情報処理学会副会長。電子情報通信学会, 人工知能学会, ファジィ学会, IEEE, ACM 各会員。