

## ホームネットワークとパブリックネットワーク間 連携サービスネットワークアーキテクチャ

古賀 祐匠 宮本 伸朗 町田 修一 重野 寛 松下 温

慶應義塾大学 理工学部 松下研究室

〒 223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1

電話：045-563-1141（内線 43257）

{yuzo,miyamoto,machida,shigeno,on}@mos.ics.keio.ac.jp

あらまし：本稿では、ホームネットワークとパブリックネットワーク間の相互運用を実現するサービスネットワークアーキテクチャを提案している。提案アーキテクチャでは、新しいコンポーネントとして、Jini クライアント間のコネクションを確立するためのものと、両ネットワーク間を仲介するためのものを導入している。更に、ホームネットワークを Jini で、パブリックネットワークを TINA で実装し、パブリックネットワークを介して遠隔のホームネットワーク間を接続するサービスシナリオを示している。

### A Service Networking Architecture between Home- and Public- Networks

Yuzo KOGA, Shinro MIYAMOTO, Shuichi MACHIDA,

Hiroshi SHIGENO, Yutaka MATSUSHITA

Matsushita Lab., Faculty of Science and Technology, Keio University

3-14-1, Hiyoshi, Kouhoku-ku, Yokohama, 223-8522 Japan

Tel: +81 45 563 1141 (ext. 43257)

{yuzo,miyamoto,machida,shigeno,on}@mos.ics.keio.ac.jp

**Abstract:** In this paper, we propose a service networking architecture that realize an interworking between the home- and public- networks. In the proposed architecture, we introduce two service components. The one establishes a connection between Jini clients, and the other provides service components in the home network domain, with an access to the public network. Moreover, we implement the home- and public- networks with Jini and TINA respectively, and shows a service scenario that realize the end-to-end connectivity service between remote home networks that are connected via the public network.

## 1 導入

世界規模で起きているテレコミュニケーション産業の規制緩和や様々なエンドユーザの要求に応えるため、柔軟で動的なネットワーク管理を、OMG CORBA に代表される分散コンピューティング技術を用いて実現しようとする動きが活発である。しかしながら、テレコミュニケーション環境上の様々なネットワークやシステムを考えた場合、利用可能なリソースや技術の違いにより、複数の技術ドメインが相互接続されている状況が考えられる。これらの技術ドメインは、ドメインごとにポリシーや情報に対するシンタックス、そしてセマンティクスを持つ

ていたり、採用しているプラットフォーム技術が異なったりするため、それらドメイン間の相互運用を実現するためには未だに様々な問題が存在する。

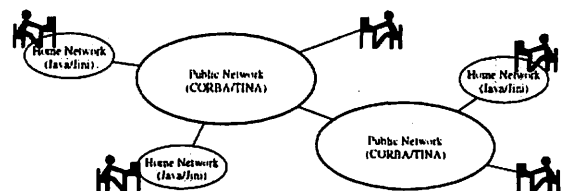


図 1: Hnet ドメインと Pnet ドメインの相互接続

そこで本稿では、インターネットや ISDN のよ

うなパブリックネットワーク（以下 Pnet）に複数のホームネットワーク（以下 Hnet）が接続されている状況を仮定し（図 1 参照）、両者間におけるサービスの相互運用を考える。特に、分散処理環境を提供してくれるプラットフォーム技術として Jini と CORBA/TINA の 2 つの技術に着目し、技術ドメインとして Jini ドメインと CORBA/TINA ドメインを想定し、Jini ドメインをコンシューマが運用する Hnet、CORBA/TINA ドメインをテレコムオペレータが運用する Pnet として、それらの間の相互運用により、エンドユーザに対してサービスを提供できるアーキテクチャを提案する。

## 2 サービスの相互運用例

CORBA/TINA に基づくシステムは Pnet ドメイン上に数多く存在し、それらが提供するサービスも多岐に渡る。両ドメイン間の相互運用を実現することにより、Hnet ドメイン上から Pnet ドメインによって提供されるサービスを利用することが可能となる。以下に、いくつか考えられる例を示す。

### 2.1 テレコムサービスの利用

Pnet 上で提供されるビデオ会議サービスやビデオ・オン・デマンドサービス等のテレコムサービスを、Hnet 上のエンドユーザやシステムが利用することが考えられる。また、OMG が仕様化している CORBA 共通ファシリティや各種サービスを Hnet 上から利用することも考えられる。これらのサービスには、ネーミングサービス等の共通的なもの [2] から、例えばメディカルサービス [3] のような、ビジネスの視点に立って各目的毎に定義されたものも考えられる。

### 2.2 品質保証型伝送サービスの利用

TINA-C は、TINA-SA[1] や TINA-NRA[4] において、サービスの運用や利用、そしてネットワークリソースの管理に関するアーキテクチャを仕様化している。Pnet ドメインで展開されるこれらのサービスと Hnet ドメイン内の Jini サービスが連携することにより、テレコムオペレータが提供するエンド・ツー・エンドの接続サービスを利用し、サービス品質（QoS）が保証されたデータ伝送を行うこと

が考えられる。

## 2.3 Jini Lookup サービス間の仲介

Jini のアーキテクチャでは、サービスを管理する LUS が大変重要な存在であり、分散処理環境上に存在する複数の LUS は、ツリー構造等を形成することにより互いに連携することになっている [5]。しかしながら、この LUS 間の連携に関する具体的な仕様や解は未だに存在しない。Hnet と Pnet の連携により、Pnet ドメインの CORBA/TINA が提供する分散位置透過性を利用して、地理的に分散している LUS どうしの連携の橋渡しをすることが考えられる。更には、Pnet ドメイン上のトレーダサービスが提供する情報を利用して、目的サービスを提供している Jini サービスの発見や、それに関する情報を取り扱っている他の LUS の発見の補助を行うこともできる。

## 3 提案アーキテクチャ

本章では、Hnet と Pnet を連携させる提案アーキテクチャについて述べる。本アーキテクチャは、RM-ODP[6] に従ってモデル化されている。エンタープライズモデルは、TINA で定義されているビジネスモデルに従うものとする [7]。以下では、一般的なモデルを構築する上で重要である、インフォメーションとコンピューショナルの 2 つの観点から見たモデルについて述べる。

### 3.1 情報モデル

一般に Pnet には、他のプロバイダのネットワーク、企業イントラネット、Hnet など、様々なネットワークドメインが接続されることが考えられる。これらドメイン間の連携を円滑に行うためには、ドメインプロファイルをグローバルに定義する必要がある。図 2 にドメインプロファイルに関する提案情報モデルを示す。ドメインプロファイルは以下の 4 つの情報オブジェクトの集約と定義する。

**Network Description:** そのドメインが運用するネットワークに関する記述である。ネットワークタイプ（インターネット、イントラネット、Hnet 等）やサポートプロトコル（ATM, IP, IEEE1394 等）が記述される。ネットワークの境界も記述される。

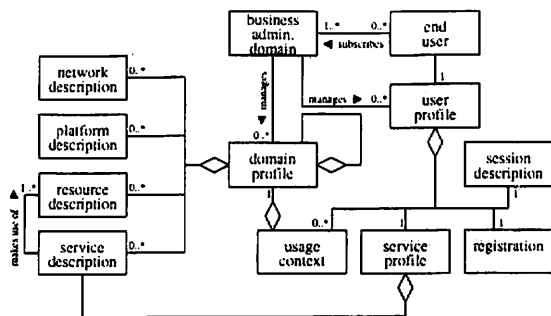


図 2: 提案情報モデル

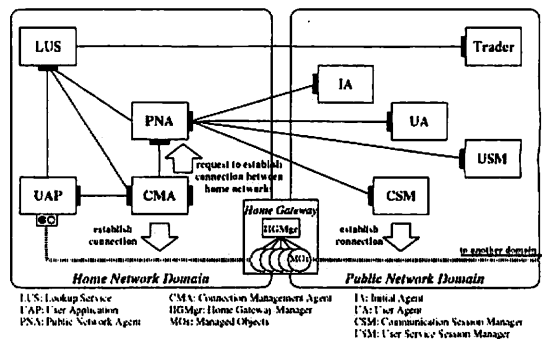


図 3: 提案コンピューショナルモデル

**Platform Description:** そのドメインを管理する技術 (CORBA/TINA, Jini 等) に関する記述である。ドメイン間インタラクションを行う際の技術的な違いを明確にするのに用いる。

**Resource Description:** そのドメインで利用可能なリソースに関する記述である。

**Service Description:** そのドメインで提供しているサービスに関する記述である。サービス名や各種プロパティで構成される。

### 3.2 コンピューショナルモデル

一般に Hnet ドメインと Pnet ドメインでは、それぞれが運用されているプラットフォーム技術が異なることが予想される。従って Hnet から Pnet にアクセスするためには、Pnet ドメインへのアクセスを仲介してくれる機構が必要になる。また Hnet ドメイン内の機器間を接続する場合、データ送信の際の QoS を考慮する等、機器間の接続を柔軟に制御するための機構も必要になると考えられる。そこで提案モデルでは、Hnet ドメイン内に PNA (Public Network Agent) と CMA (Connection Management Agent) という 2 つのコンポーネントを導入する (図 3 参照)。

PNA は、Hnet ドメインと Pnet ドメインのプロトコルの違いを吸収する機能や認証機能を持つとともに、Pnet から見た Hnet のエントランスポイントとなる。PNA は Pnet を運営するプロバイダ毎に存在し、Hnet ドメイン内で統一されたインタフェースを提供することにより、Hnet ドメイン内のオブジェクトから Pnet ドメインの実装や、アクセスのための詳細な機構を隠蔽する。

CMA は、機器からの要求に基づき、基本的には

Hnet 内の機器を接続する機能を提供するが、機器間の接続が Pnet を跨って遠隔の Hnet ドメインに及ぶ場合でも、要求を出した機器から Pnet の存在を隠蔽しつつそれらの間を接続する機能も提供する。即ち、PNA と CMA の機能を組み合わせることにより、Hnet ドメイン内の機器は PNA の存在を意識することなく、グローバルに広がった他の Hnet ドメインの機器と相互接続することが可能になる。実際には、Hnet と Pnet の間を物理的に接続するノードであるホームゲートウェイ (以下 HG) を介して、エンド・ツー・エンドのコネクションが確立されることになる。

## 4 プロトタイプシステムの実装

提案アーキテクチャのプロトタイプシステムを実装した。Hnet ドメインを PC/AT 互換機 (Windows 98) 上に Jini 1.0 を用いて、Pnet ドメインを Sun SS20 ワークステーション (Solaris 2.6) 上に Visibroker for Java 3.4 を用いて、それぞれ Jini ドメインと CORBA/TINA ドメインとして構築した。更に Hnet ドメイン上では、3.2 節で述べた PNA と CMA を Jini サービスとして実装した。PNA は Hnet と Pnet の間で Java RMI と IIOP との間の変換を行う。また CMA は、Hnet ドメイン内の機器間の接続を確立し、更に遠隔に存在する Hnet ドメイン内の機器との接続を確立する場合には、PNA を介して Pnet ドメインに接続を要求する。

インタフェースとしては、PNA と CMA はともに、インタラクションの初期化を行う initialize() オペレーションを実装しており、呼び出し側はクライアント識別子とコールバック用リファレンスを引

数として渡す。また PNA は、requestAccess() オペレーションを実装しており、Pnet ドメインにアクセスするための認証情報、利用したいサービスのサービス識別子、そしてサービス固有の情報を渡すためのサービスプロパティが引数として渡される。更に CMA は connect() オペレーションを実装しており、接続相手識別子と希望 QoS レベルが引数として渡される。そして Pnet ドメインに関しては、TINA-SCS[8] の仕様に従い、各コンポーネントが実装されている。

#### 4.1 サービスシナリオ

プロトタイプシステム上で提供されるサービスとして、遠隔に離れた 2 つの Hnet 間を Pnet を介して接続し、一方の Hnet に接続したビデオカメラの映像を、もう一方の Hnet ドメインにリアルタイムに伝送するものを実装した。この場合、映像を配信する側のビデオカメラが Jini クライアントであり、映像を受け取る側のテレビやストレージ装置が Jini サービスと考える。図 4 に接続元 Hnet ドメイン側から映像が送信できるようになるまでの各コンポーネント間のインタラクション手順を示す。

エンドユーザはビデオカメラを Hnet に接続し、LUS にアクセスすることにより Hnet ドメイン内で利用可能なサービスをリストする。この中から CMA により提供される接続サービスを選択し、Pnet ドメインにアクセスするための自分の識別番号と認証情報、更に Pnet ドメイン上で用いられる電話番号のような接続先の識別番号と、希望の QoS に関する情報を提出する(図 5 参照)。CMA は提出された情報をもとに、Pnet にアクセスするためのサービスである PNA を LUS から選択する。PNA は Pnet にアクセスするための認証手続き等を代行する。認証されると、PNA は CMA の接続要求に従いサービス開始要求を Pnet ドメインに出す。

Pnet ドメインでは、TINA-SA[1] に定義された手順で、接続元 Hnet ドメインとの間にアクセスセッションを、続けてサービスセッションを確立する。サービスセッションでは、Pnet ドメインは接続先 Hnet ドメインにドメイン内の機器間の接続を確立するように PNA 経由で要求する。この接続は、接続元ビデオカメラから送られてきた映像を、例えばリアルタイムに映し出すならばテレビの Jini サービスを、また蓄積する場合にはストレージメ

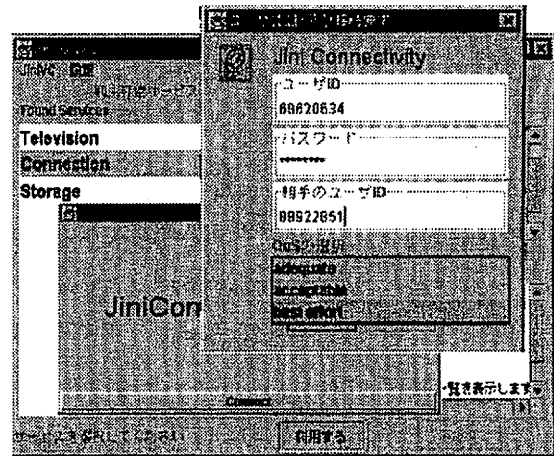


図 5: 実装画面

ディアの Jini サービスを選択できるようになっている。更に、受け入れ可能な QoS も選択できるようになっている。接続先 Hnet ドメイン内における、これらの機器と Pnet からの映像が伝送されてくる HG との間の接続は、CMA によって確立される。

次に Pnet ドメインの TINA コンポーネントが、コミュニケーションセッションで Pnet ドメイン内の接続 (HG-HG 間) を確立すると、接続元 Hnet ドメインの PNA に応答を返す。最後に接続元 Hnet ドメインで CMA がローカルの接続 (ビデオカメラから HG の間) を確立することにより、エンド・ツー・エンドのコネクションが実現され、ビデオカメラの映像が伝送され始める。

#### 4.2 Jini-CORBA 接続方法の比較

本節では、Jini-CORBA 間連携のうち、Jini クライアントが CORBA サーバのオペレーションを呼び出す方法について考察する。この実現には、ブリッジアプローチとプロキシアプローチの 2 つが考えられる。以下にそれぞれについて述べ、比較する。

##### 4.2.1 ブリッジアプローチ

Jini ドメインと CORBA ドメインの間に、オブジェクト会話プロトコルの違いを吸収するブリッジサービスを配置する方法である(図 6 参照)。ブリッジは、Jini クライアントのメッセージを CORBA オブジェクトが理解できる形に変換し、中継する役割を持つ。インタラクションをする際には、Jini クラ

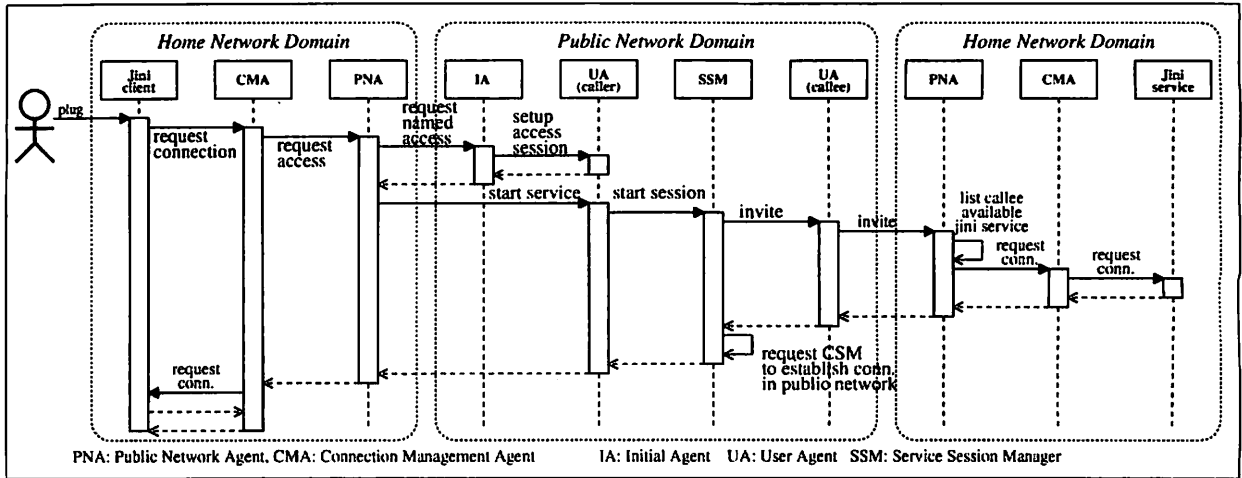


図 4: サービス提供までのシーケンス図

クライアントは LUS からブリッジへのプロキシ (RMI スタブ) を取得する。このプロキシとブリッジを介して CORBA サーバとインタラクションを行う。

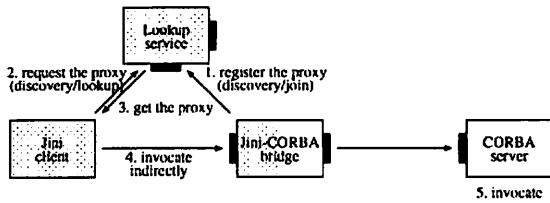


図 6: ブリッジアプローチ概念図

本アプローチの利点は、実行時に Jini-CORBA 間のプロトコル変換による負荷をブリッジに分散できることが挙げられる。問題点は、この Jini-CORBA ブリッジを「誰が」「どこに」配置するのかということ、そしてブリッジをどこまで汎用的に作成するかということが挙げられる。一般的に、分散コンピューティング環境は分散位置透過性を提供してくれるため、セキュリティ上の問題がない場合は、オブジェクトの物理的な位置は問題にならない。従ってブリッジサービスは、CORBA サーバを提供するプロバイダにより配置されることになると思われる。また汎用性に関しては、より汎用的に作成するほどブリッジ及びプロキシの実装は複雑になり、結果としてコスト高になると言える。更に、CORBA サーバがアップグレードする度にブリッジサービスもアップグレードしなければならないため、拡張性の面で優れていないとも言える。

#### 4.2.2 プロキシアプローチ

CORBA サーバへのプロキシを LUS から取得し、Jini クライアントが直接インタラクションする方法である (図 7 参照)。この場合、プロキシは CORBA サーバへのスタブを持ち、Jini クライアント内で CORBA クライアントとして振る舞う。本アプローチの利点は、Jini クライアントが CORBA サーバのサービスを利用したい時にプロキシを動的にダウンロードすればよいため、最新のバージョンのプロキシを常に利用することができ、拡張性に優れていると言える。逆に問題点は、プロキシ内で RMI-IIOP 変換という負荷の高いタスクを実行しなければいけないため、Jini クライアント側の実行負荷が増大し、スケーラビリティに欠けると言える。

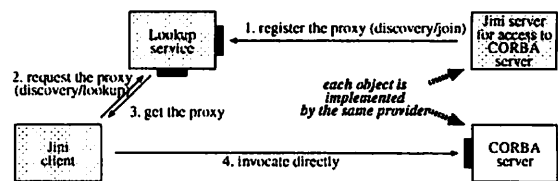


図 7: プロキシアプローチ概念図

#### 4.2.3 両アプローチの比較

4.2.1 節及び 4.2.2 節で述べた両アプローチを実装し、比較した。本比較のための CORBA サーバは、オペレーションが呼び出されると単に文字列を

返すだけの単純なものであり、2つのアプローチそれぞれで、Jini クライアントがオペレーションを呼び出してから結果が返ってくるまでの時間を測定した。この際 Jini クライアントは、オペレーションを呼び出すたびに、新たにインスタンス化されるものとしている。測定は、初回アクセスに関しては20回試行した値の平均値を、その他のものに関しては初回以外のアクセスを1000回試行した値の平均値を測定した。表1にその結果を示す。

表 1: 連携のためのアプローチの比較

アプローチ	ブリッジ	プロキシ
初回 [msec]	216	315
平均 [msec]	17	41

本結果により、ブリッジアプローチを用いた方が応答時間が早いことが分かる。これは、初回アクセス時間に関しては、ブリッジアプローチでは Jini クライアントがプロキシとして RMI スタブ (1.67K バイト) をダウンロードすればよいのに対し、プロキシアプローチは CORBA スタブを含んだプロキシ (3.45K バイト) をダウンロードしなければならないからである。更にプロキシアプローチでは、CORBA スタブをダウンロードした後に ORB を初期化するオーバーヘッドも必要になってくる。

また、初回アクセス以外の応答時間に関しては、ブリッジアプローチの場合、ブリッジサービスが CORBA サーバへのアクセスをサービスとして提供するために起動され続けているため、ブリッジサービスは初回アクセス時のみ CORBA サーバへの参照を取得し、後はその参照をブリッジサーバ内に保持しておけばよいのに対し、プロキシアプローチの場合、Jini クライアントは起動される度に CORBA サーバのプロキシをダウンロードし、参照を取得しなければならないため、そのオーバーヘッドが毎回必要になってくる。そのため、ブリッジアプローチの方が平均応答時間が早くなっていると考えられる。

以上から、応答時間やスケーラビリティの面ではブリッジアプローチの方が優れており、拡張性の面ではプロキシアプローチの方が優れていることが分かった。これらは、トレードオフの関係にあり、そのとき実装するサービスに従って、より適したアプローチを採用するべきであると考えられる。

## 5 まとめと今後の課題

本稿では、将来のテレコミュニケーション環境上に存在する様々な技術ドメイン間の相互運用例として、Hnet を Jini ドメイン、Pnet を CORBA/TINA ドメインとし、両者の間のサービスの相互運用を実現するサービスネットワークアーキテクチャを提案した。提案アーキテクチャは RM-ODP に従ってモデル化されており、その他の技術ドメインに対しても適用可能であると考えられる。また相互運用のために、情報モデルではドメインプロファイルの、そしてコンピューショナルモデルでは2つのコンポーネントの導入を提案し、プロトタイプシステムを実装することによりその有効性を示した。本研究により、将来の様々なネットワーク環境の相互運用を通して、エンドユーザにサービスを提供するアーキテクチャの一例を示すことができたと思われる。今後の課題としては、CORBA クライアントからの Jini サーバの利用及びその方法、そして相互運用の際のセキュリティの問題を解決する方法等の検討が挙げられる。

## 参考文献

- [1] TINA-C, "Service Architecture Version: 5.0," 1997.
- [2] OMG, "CORBA services: Common Object Services Specification," 98-07-05, 1997.
- [3] OMG, "CORBAMed: Healthcare Domain Specifications," 1999.
- [4] TINA-C, "TINA Network Resource Architecture Version: 3.0," 1997.
- [5] W. Keith, CORE JINI, The Sun Microsystems Press, NJ, USA, 1999.
- [6] ITU-T, "ISO/IEC 10746-1 ODP Reference Model Part 1-4," Rec. X.901-904, 1993-1995.
- [7] TINA-C, "TINA Business Model and Reference Points Version: 4.0," 1997.
- [8] TINA-C, "Service Component Specifications Version: 1.0b," 1998.