

## (1) 将来のサービス基盤とミドルウェア技術

欧州研究所では、ユーザ指向型のサービス提供を実現するためのパーソナル化、コンテキスト認識、サービスモビリティなどの先進のサービス基盤能力、ユビキタス環境のためのモバイルミドルウェア、およびクロスレイヤデザインなどのミドルウェア基盤に関する研究を進めている。

ヴォルフガング ケレラー      のだ ち え      マルコ スグロイ  
 Wolfgang Kellerer   野田 千恵   Marco Sgroi  
 アンソニー タルラノ   スリスアクル タコルスリ  
 Anthony Tarlano   Srisakul Thakolsri  
 マティアス ワーグナー   ヘンドリック ベルント  
 Matthias Wagner   Hendrik Berndt

### 1. まえがき

ネットワーク機能が複雑化しサービスが多様化するに従い、ユーザ指向型 (user-centric) のサービス提供が不可欠となってきている。ユーザがパーソナル化されたサービスを「いつでもどこでも」利用するためには、異種アクセス網上でシームレスなサービス提供、サービス基盤上でのユーザが享受できるサービス品質 (QoS: Quality of Service) の最適化が重要である。よって、ユーザの置かれている環境、および状況を認識し、ユーザの嗜好に基づく適切なサービスを提供する機能を備えたサービス基盤が要求される。また、異種アクセス網および移動端末間においてシームレスなサービスを提供するには、サービス情報の転送・同期を行う機能が必要である。さらに、サービス提供者によるアプリケーションの拡充を図るためには、網固有のパラメータを抽象化し、使いやすいサービスを提供するためのオープンインタフェースが必要となる。

将来の移動通信網の実現に向けたもう1つの課題は、大規模なユビキタスコンピューティング環境を実現することである。この環境下において、スマートデバイス (将来のスマートカード、センサなどの高性能小型移動端末) を提供し、それらを相互接続するためには、適切なミドルウェアが重要な役割を果たす。

本稿では、「先進のサービス基盤能力」および「ユーザ指向型のミドルウェア基盤」の2分野について、これまでの研究成果と今後の研究計画について述べる。

### 2. 先進のサービス基盤能力

コンテキストを利用したサービスを提供するための枠組み、ユーザの嗜好に基づきパーソナル化するための動的な

サービス検出と選択の仕組み、およびプロファイルなどのサービス情報を交換するための技術について述べる[1][2]。

#### 2.1 コンテキスト認識型サービスの提供

コンテキスト認識 (context awareness) に関する研究は、ユビキタスコンピューティングの分野と密接に関連している[3]。特に、アプリケーションがユーザの置かれている環境 (例えば、位置、気温)、および状況 (例えば、工作中、運転中) に関するコンテキスト情報<sup>\*1</sup>を利用することにより、実行時に動作を決定・適応させるコンテキスト認識に関して、下記の課題に取り組んでいる。

センサによるコンテキストの認識と収集

収集したコンテキストの配布と選択

選択されたコンテキストに基づくアプリケーションの適応

コンテキスト認識型アプリケーション開発における課題は、アプリケーション開発時にセンサの数量や種類が推定できない点である。よって、センサを用いた環境の動的な変化 (例えば、センサ数の増加、新しい種類のセンサの追加など) に対してアプリケーションをスケラブルに適応させるためには、コンテキスト認識型アプリケーションの枠組みが必要となる。

本研究が提案している枠組みには、図1で示すようなコンテキスト空間 (context space) の概念モデル、情報共有のためのプロトコルAMI (Application Message Interface) およびコンテキスト取得 (context acquisition) による動的なアプリケーションの動作方法が含まれる[4]。

コンテキスト空間とは、階層化された分散空間ベースの情報システムモデルの概念である。空間ピア (space peer) として表現されるセンサが、コンテキストを共有・格納するためにコンテキスト空間を使用する。コンテキスト空間は、ピアグループに属する空間ピアの仮想ミーティングポイントとなる。共通のコンテキストに関連する複数のピアは、ピアグループを形成し、共通のコンテキスト空間に存在する。コンテキスト空間はアドレス指定され、動的に変化するコンテキストに常時アクセス可能なAMIをアプリケーションに提供する。この枠組みにより、アプリケーションに関するスケラビリティや可用性といった動的な環境における一般的な問題を軽減することが可能となる。

さらに、空間ピア間、すなわち、センサ間においての通

\*1 コンテキスト情報 (context information) : エンティティの状況を特徴付けるために使用可能なあらゆる情報。エンティティはユーザとアプリケーションの相互作用に関連すると見なされる人、場所、またはオブジェクトで、ユーザとアプリケーション自体も含む。

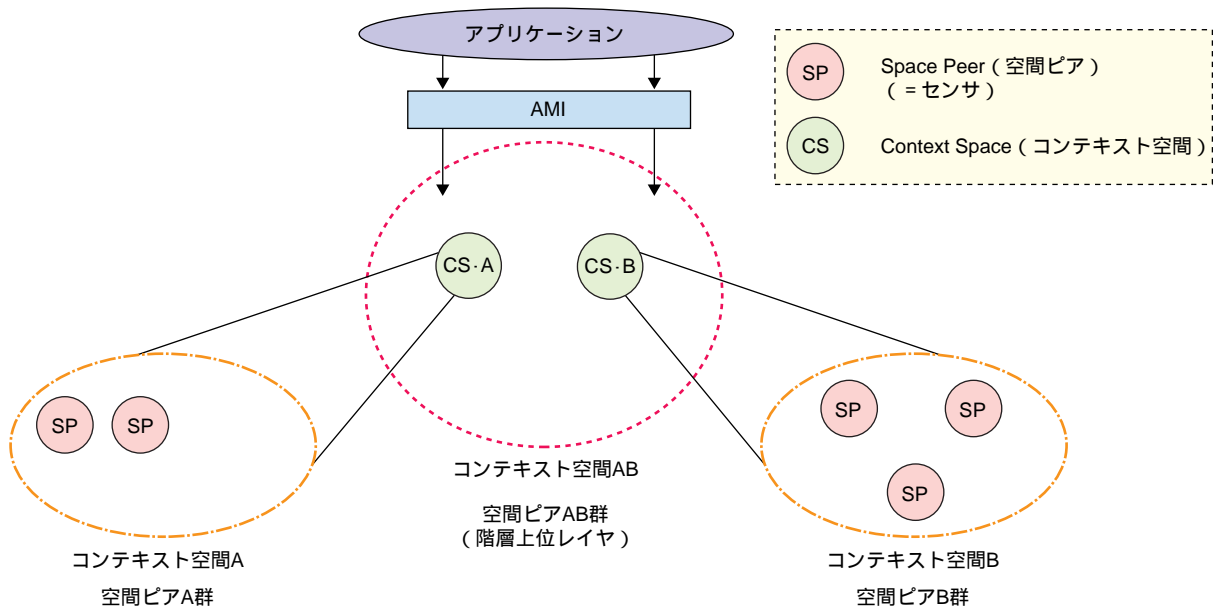


図1 コンテキスト認識型アプリケーションの枠組み

信をサポートするためには、移動環境においてセンサが利用可能かどうかの状況が変化することを想定する必要がある。サーバ・クライアントモデルでは、サーバがいつでも利用可能でなければならないが、常に利用可能なピアは存在しないと想定するのが自然である。そこで、本研究では、空間ピアがサーバおよびクライアント双方の役割を果たすために、ピア間でピア・ツー・ピア (P2P: Peer to Peer) 通信モデル (JXTA<sup>\*2</sup> など) を利用する。ピア間の無線インタフェースを想定し、無線帯域幅の制限を考慮することが重要となる。既存の P2P システムにおける制御信号のオーバーヘッドを軽減し、コンテキスト空間を形成するグループ通信に最適化する必要がある。

今後の研究では、コンテキスト空間に情報を提供するだけでなく、自律的に実行可能 (プロアクティブネス: proactiveness) な空間ピアを含める予定である。これにより、空間ピアへ論理プログラムを導入し、アプリケーションに提供する前にコンテキスト情報を推測したり、アプリケーションに対して自律的にコンテキスト情報をプッシュしたりといったことが可能となる。

## 2.2 パーソナル化サービスの提供

コンテキストの取得と処理に加え、個々のユーザの嗜好に基づいたパーソナル化を実現するためのサービスとユーザのモデル化、および連携サービス提供を提案している。

### (1) サービスのモデル化

サービスのモデル化とそれにより実現されるサービス提供に焦点を絞って、知識ベースのモデル化およびセマ

ンティック Web の研究を行っている。一般的に、セマンティック Web とは、インターネットにおける形式的コンテンツ意味構造と豊富なサービス記述を促進する拡張 Web の構想である。あらゆる情報を機器により識別可能なデータでその意味を記述し、サービスによる自動処理を可能とする。セマンティックベースのサービスにより、ユーザの嗜好を的確に表現し、特定の状況、またはコンテキストに適応したサービス提供のための検出、分類、およびパーソナル化された選択が可能となる。

図2はレストランの予約サービスに関する分類の一例を示している[5]。この例は、「アジア料理」の分類では、「中華料理」レストランがより具体的であり、さらに「広東料理」、「四川料理」、および「山東料理」のレストランに細分できることを示す。

DAML-S (DAPRA Agent Markup Language - Service ontology) は、最も成熟した形式的 Web サービスフレームと考えられる[6]。これはオントロジ<sup>\*3</sup>ベースで Web サービスを記述し、セマンティック Web のサービスに共通のオントロジを提供することを目的としている。セマンティック Web の記述言語として、DAML-S は DAML + OIL (DAPRA Agent Markup Language plus Ontology Interface Layer) の上位レイヤとなるが[7]、W3C (World Wide Web Consortium) において DAML + OIL は OWL

\*2 JXTA™: JXTA™ は、P2P アプリケーションが必要となる機能をサポートするプラットフォームとして、プロトコル群を定義している。Sun Microsystems により提唱され、現在、Project JXTA でソースコード、ドキュメント等が公開されている。

(<http://www.aisland.jxta.org/>)

\*3 オントロジ: 形式的語彙と実世界の概念の相対的な関係を規定した理論。

(Ontology Web Language) として標準化される予定である。

## (2) パーソナル化

パーソナル化の取り組みでは、ユーザにとって使い勝手のよいサービスを提供する仕組みを研究している。主にサービス配信に確立された最近のプロファイリングに関する標準化 (W3C の CC/PP (Composite Capability/Preference Profiles), OMA (Open Mobile Alliance) の UAProf (User Agent Profiles), および 3GPP (3rd Generation Partnership Project) の GUP (Generic User Profile) など) の動向に注目している。これらのプロファイリング言語では、移動端末に依存しないサービスへのアクセスを前提とするため、XML (eXtensible Markup Language), RDF (Resource Description Framework)[8] ベースの枠組みを規定している。これらは、プロフィールのメタデータ記述レベルには相互運用性を有するが、先進的なプロファイリングの要求には不十分である。一方、セマンティック Web[9], およびデータベースシステムで用いられている連携応答 (cooperative answering) の手法は、特に将来のプロファイリングおよびユーザモデル化言語の設計に役立つと考えている。

図3は、本研究所で提案するユーザモデル化を拡張する手法の2つの基本概念を示す。はサービスとその属性に関する選好順序を使用してユーザの嗜好を表現する。この場合、特定のユーザが「四川料理」よりも「インド料理」または「タイ料理」のレストランを好むが、その間には偏りがないことを表している。は利用パターンに関する概念を示し、あるユーザグループとデフォルトの嗜好を関連付けるのに使用される。この例では「辛い」または「スパイシー」な料理を好むユーザは、一般に「四川料理」よりも「インド料理」または「タイ料理」のレストランを好むことを表している。

基本的な選好順序や利用パターンに加えて、先に述べたとおり、セマンティックベースのオントロジは、ユーザプロファイリングやサービスのパーソナル化にも役立つ。適切なオントロジにより、例えば、ユーザまたはユーザグループ間の依存性や相互関係を表現することが可能となる。さらに、利用可能なサービス提供に対して、複数の視点を導入することも可能となる。

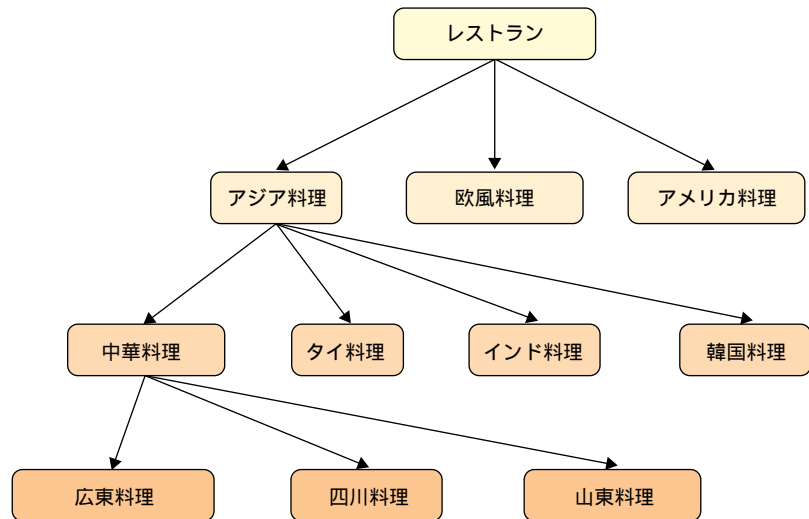


図2 サービスの分類例

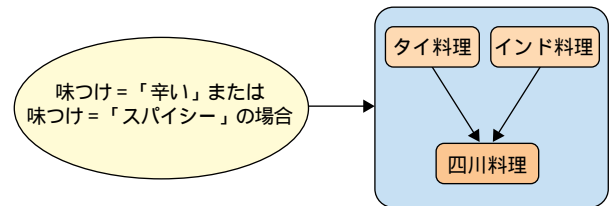


図3 選好と利用パターン

## (3) 連携サービス提供

UDDI (the Universal Description, Discovery, and Integration), WSDL (Web Services Description Language), および SOAP (Simple Object Access Protocol) に関する最近の取組みは、Web のサービスレベルを高めると期待されている。新しい Web サービスは、サービスの検出、選択、および合成に対して、ガイドラインを示すこと、または自動化する方法を提供することで、Web アーキテクチャの可能性を著しく高めるであろう。

ユーザ指向型のパーソナル化されたサービス提供とは、個々のユーザ要求を満たすことである。ユーザ要求は複雑なタスクとして表現されるが、これはより単純なサブタスクに分割され、さまざまなサービスに対応づけられる[5][10]。連携サービス提供とは、図4に示すとおり、ユーザの嗜好に完全に一致しない場合でも、要求に最も近いサービスを提供するものである。ユーザ情報 (ユーザの嗜好を含むプロフィールなど) がサービス提供の各段階 (サービスの検出、選択、実行) で重要な役割を果たす。文献[10]ではパーソナル化された選択と実行を詳しく扱っているが、文献[5]ではパーソナル化されたサービスの宣伝と検出に焦点を合わせている。豊富なサ



サービスオントログをユーザの嗜好や利用パターンとともに使用することで、特定の状況における個人の要求に最も適したサービスが提供可能となる。

さらに、(2)でも述べた連携応答を適用すれば、ユーザ要求に最も近いサービスの検出と選択が可能となる。ユーザ嗜好を表した図3の例では、「インド料理」または「タイ料理」のレストランを利用できない場合に「四川料理」のレストランを提案するといったように、ユーザが開始したレストラン（図2）の検索条件を緩めることができる。これは、サービスオントログに格納されている共通情報より、ユーザの嗜好を優先させることにより実現される。このようなオントログ、およびユーザ嗜好主導型の手法は、特定のサービスオントログとユーザの個人的嗜好に応じ、サービス要求を緩和して連続的に実行することで、より高品質なサービスをユーザに提供することができる。文献[10]の研究と統合することにより、パーソナリ化されたユーザ指向型サービスが可能になるであろう。

### 2.3 ユビキタスサービス(ubiquitous service)の提供

ユビキタスサービスを促進するためには、異種環境でサービス情報や実行中のサービスを転送、同期させるための機能が必要になる。そのための要求条件を以下に示す。

- ・いつでもどこでもユーザにサービスを提供できること
- ・異種の移動端末や異種のアクセス網に対応するサービスを提供できること
- ・アクセス網を移動、変更してもサービスが継続されること
- ・システム動作をユーザ定義のポリシーに委任できると（ユーザとシステム間の直接的なやり取りが不要）

#### (1) アプリケーションレイヤのモビリティの定義

ユビキタスサービスのモビリティの適応範囲は、移動端末やユーザのモビリティだけでなく、サービス、プロファイル、セッションのモビリティも含む。したがって、前述の要求条件をすべて満たすには、ネットワークレイヤよりもアプリケーションレイヤにおいて提供するほうが、より適切であろう。各種モビリティの定義は以下のとおりである。

- ・移動端末モビリティとは、移動端末の位置が変化しても

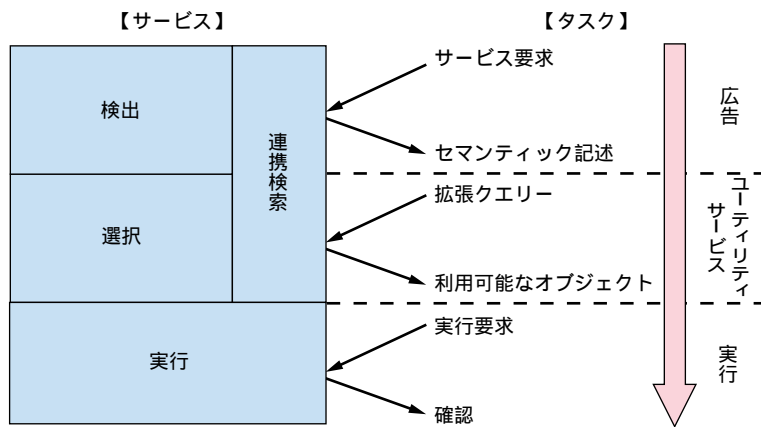


図4 連携サービス提供

移動端末が通信可能で、セッションが継続されること。

- ・パーソナルモビリティとは、移動端末やアクセスポイントに関係なく、ユーザが同じユーザIDを継続利用できること。
- ・サービスモビリティとは、位置や移動端末に関係なく、ユーザが同じサービスを利用できること。
- ・プロファイルモビリティとは、ユーザが任意の移動端末上にある自身のユーザプロフィールにアクセスし、同期できること。
- ・セッションモビリティとは、実行中のセッションをさまざまな移動端末に移動させ、維持できること。

#### (2) 手法

本研究では、すでに3GPP IMS (IP Multimedia Subsystem)の一部としてセッション制御に使用されているIETF (Internet Engineering Task Force)のSIP (Session Initiation Protocol)を利用する。SIPをアプリケーションレイヤ制御用プロトコルとして使用することで、マルチメディアセッションを確立、変更、終了する。また、SIPは機能拡張に関して柔軟で[11]、移動端末モビリティやパーソナルモビリティなどを提供する[12]。しかし、リアルタイム転送、プロファイルモビリティ、移動端末の自動検出、および設定記述の機能拡張は必要である。

#### (3) プロファイルモビリティ

図5はSIPイベントメッセージの拡張機能 (SUBSCRIBE, NOTIFY, およびPUBLISHメソッドなど)を使用するプロファイルモビリティについての本研究での実装を示す。あるユーザが異なる移動端末から自分自身のプロフィールにアクセスすることを前提とする。ある移動端末からプロフィールを変更した場合、他の移動端末上のプロフィールも動的に更新することが可能となる。

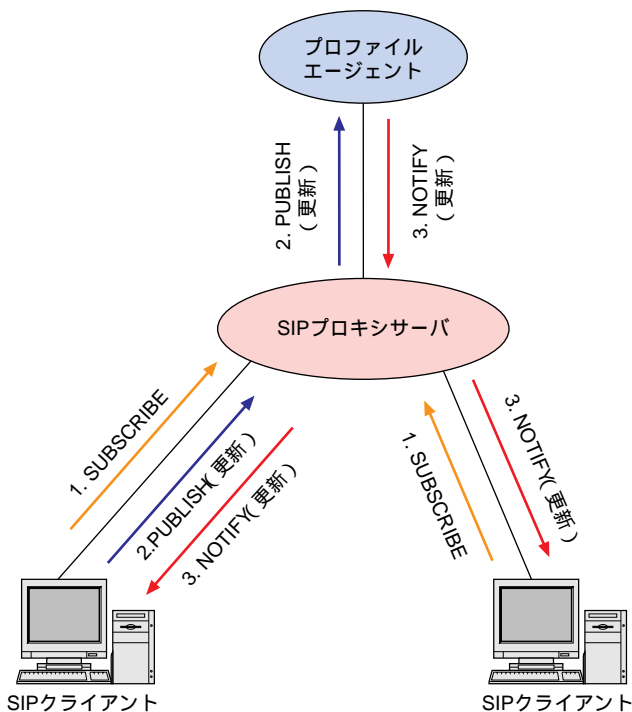


図5 SIPベースのシステムにおけるプロフィールモビリティの実装

今後の研究では、高度なコンテキスト認識サービスやパーソナル化されたユビキタスサービスを提供するために、IP (Internet Protocol) ベースの無線システム向けのセッションモビリティとその性能評価に焦点をあてる。

### 3. ユーザ指向型 (user-centric) のミドルウェア基盤

本章では、2章で述べたサービス基盤能力を提供するための将来のミドルウェアアーキテクチャ、および複数レイヤにまたがる通信プロトコルを同時に考慮することで、ユーザが享受できるQoSを提供する手法について述べる。

#### 3.1 ミドルウェアアーキテクチャ

将来の移動通信における「ユーザ指向型」のサービス提供に適したサービスミドルウェアの論理アーキテクチャを提案している。コンテキスト認識やユビキタスサービスを実現するには、以下の主要な構成要素が必要となる。

- ・ユーザのプロファイル (例えばユーザ嗜好) やコンテキストに応じてパーソナル化されたサービスを提供し、移動機端末などの利用可能なリソースに応じてサービスを動的に実行するための「パーソナル化」と「適応」
- ・共通ゴールの達成を目指した仮想ユーザグループをアドホック的に編成し、コミュニティのメンバー間で調整を行うための「コミュニティ」と「調整」

図6は、本研究所で提案するミドルウェアアーキテクチャを示す。既存のミドルウェアのサブシステムを再利用することを想定し、従来のOSI (Open Systems Interconnection) 参照モデルベースの階層レイヤ上に適用する[13]。このサービスミドルウェアは3つのレイヤ、すなわちユーザサポートレイヤ、サービスサポートレイヤ、およびネットワークサポートレイヤからなる。

ユーザサポートレイヤには、先に述べた4つのサブシステム、すなわち「パーソナル化」、「適応」、「コミュニティ」、および「調整」が含まれており、これまでのサービスミドルウェアにはない自律的に実行可能な機能を持たせる。コンテキストの分析、プロファイルから得られるユーザ嗜好に応じたパーソナル化、およびコミュニティ形成やコミュニティ内の調整を自律的に実行するため、ユーザとシステム間の不要なやり取りを削減した点が重要であり、これにより、ユーザ指向型のサービスを提供することができる。

サービスサポートレイヤは、従来のミドルウェアの機能に相当するが、動的サービス配信パターンというモデルを導入する。これは、「検出および宣伝」、「契約公証」、および「認証および許可」の3つのサブシステムを使用して、ユーザの要求に応じたサービスを発見し、さらにサービス配信の条件を交渉することが可能となる。サービス契約については記述の枠組みのみを規定し、特定の認証の後、契約内容を動的に更新し、それに基づいたサービス配信が行われる。

ネットワークサポートレイヤは、異種環境に対するネットワーク通信制御機能を提供する。モビリティ管理は、ルーティングも含めて、IPベースのネットワークにおいて統一された方法で処理される[14]。

現在、ここで紹介したミドルウェアアーキテクチャ概念を実証するため、プロトタイプを開発中である。P2P通信 (JXTAなど) 上に、上述の動的サービス配信パターンを実装する。さらに、ネットワーク切断に起因する非同期通信に対応する要求条件を考慮して、モバイルエージェント技術も適用する。これにより、動的にコードをロードすることが可能となるため、リソースの限られた移動端末への適用が容易となるという利点も得られる。

ここで紹介したアーキテクチャは、第6次欧州研究計画のSIMPLICITY (Secure, Internet-able, Mobile Platforms Leading Citizens Towards simplicityY)[15]プロジェクトに対しても提案中である。

#### 3.2 クロスレイヤデザイン

クロスレイヤデザイン (CLD : Cross-Layer Design) は、

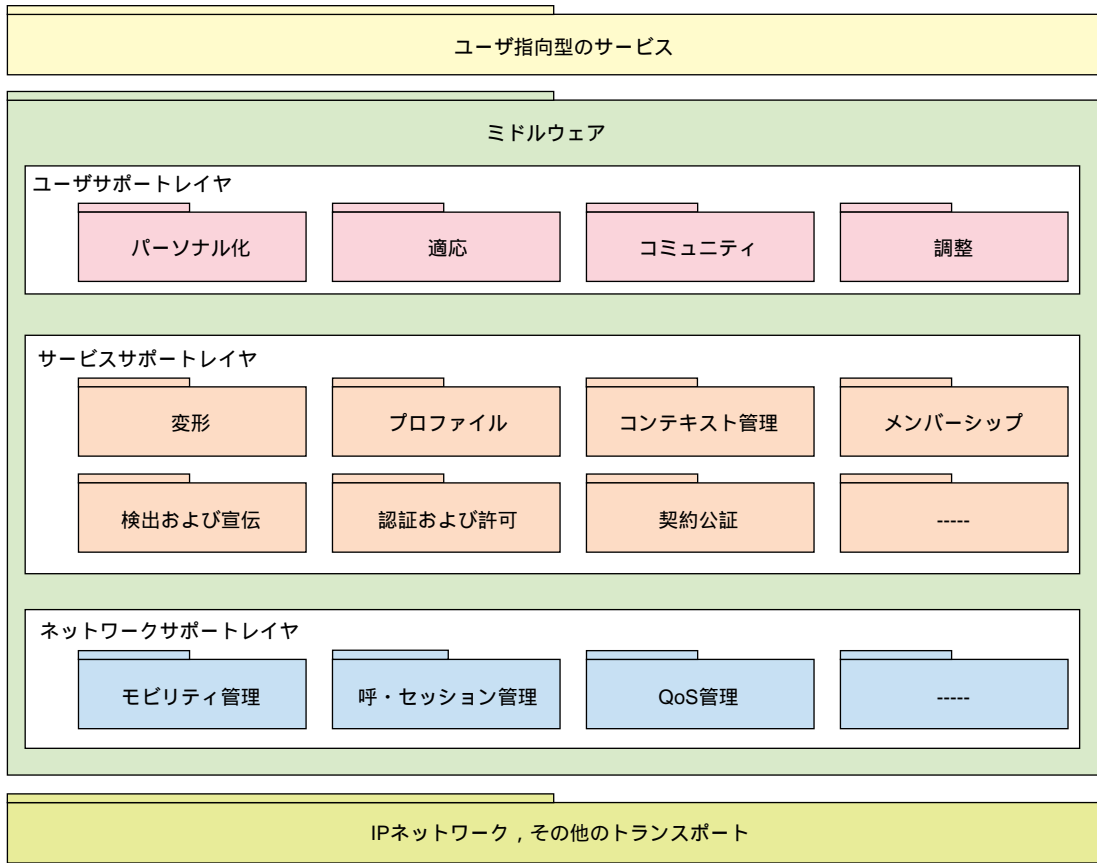


図6 ミドルウェアアーキテクチャ

ユーザが享受できるQoSを向上させると同時に、ネットワークリソースの使用を最適化するミドルウェア基盤の実現を目指すものである。

3.1節でも述べたとおり、通信網のアーキテクチャ設計に対する従来の手法は、OSI参照モデルにしたがって複数レイヤに分割することを基本にしている。これは設計のモジュール化に適しており、問題を分割することで、単純化することが可能となる。一方、その手法は、容量（収容可能なユーザ数）およびユーザが享受できるQoS双方に影響を及ぼす可能性がある。また、移動通信システムでは、無線チャネルの品質が動的に変化するために、別々にレイヤを設計すると性能が低下する恐れもある（例えば、TCP（Transmission Control Protocol）の場合は、無線チャネルの誤りによる遅延を、ネットワークの混雑状態と判断し、伝送速度を低下させる）。

本研究の提案するCLDは、アプリケーションレイヤを含む従来のプロトコルスタックのレイヤ間での情報交換を可能とする、ミドルウェアアーキテクチャの新しい手法となる。

本研究では、マルチメディア通信のアプリケーションと無線リンクレイヤを最適化する場合のCLD適用を評価し

た。実験に使用したシステムは、ビデオストリーミングサーバと複数の移動端末で構成される。本実験システムにおけるCLDの目標は、ユーザが享受できるビデオ品質を最適化することである。

この最適化は、OSI参照モデルの3つのレイヤ、アプリケーション、データリンク、および物理レイヤの状況を考慮することにより実現する。図7はCLDのアーキテクチャ例を示し、プロトコルスタックに加えて、パラメータ抽象化（parameter abstraction）、クロスレイヤ最適化機能（CLO：Cross-Layer Optimizer）、および決定配布（decision distribution）といった構成要素からなる。無線リンクレイヤは、OSIモデルのデータリンクレイヤと物理レイヤに相当する。アプリケーションレイヤおよび無線リンクレイヤのパラメータは、抽象化され、CLOに提供される。CLOはパラメータの変域を検索し、目的関数を最適化する値を選択する。目的関数は、各ユーザのQoS、または全ユーザの平均QoSの最大化などの目標に応じて変更される。決定配布は、選択したパラメータの値を両方のレイヤに返す。文献[16]では、マルチメディアアプリケーションでCLDを使用する長所を示した。この中では、CLOの入力パラメータは、無線リンクレイヤからのチャネルの帯域幅（時間多元接続

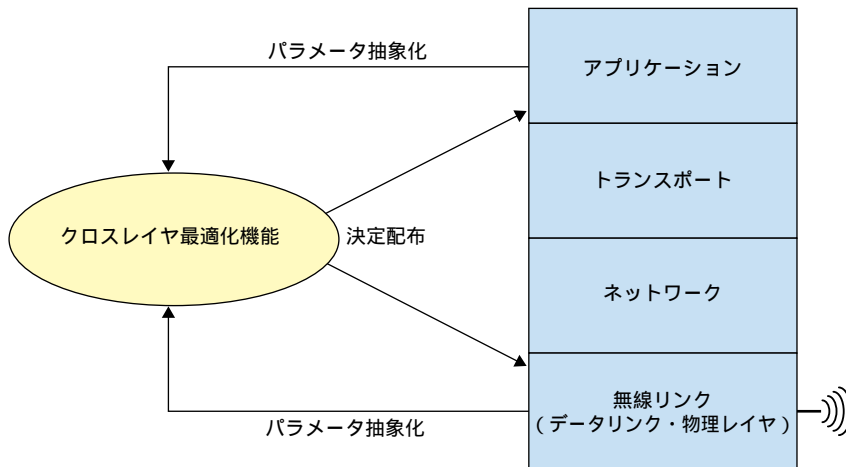


図7 CLDのアーキテクチャ例

(TDMA : Time Division Multiple Access) の場合、タイムスロットの割当て)と変調方式、およびアプリケーションレイヤからのビデオの伝送速度である。

今後の研究においては、CLD 概念のその他の用途を検討し、CLD を利用した将来の移動通信網の枠組みとミドルウェアアーキテクチャを検討する。オープンでプログラム可能なシステム環境でCLD を実現するための概念については、文献[17]で紹介している。

### 3.3 スマートデバイス向けミドルウェア

センサを含むスマートデバイスは無線インタフェースに対応することで、ユビキタスコンピューティング環境における主要な構成要素になると考えられる。今後は、アドホックネットワーク(センサネットワークなど)とインフラベースの網(セルラネットワークなど)の融合を目指し、双方の環境に適応可能なミドルウェアアーキテクチャ、およびスマートデバイスの物理的制約条件に適したミドルウェアを定義することを目指す。

## 4. あとがき

本稿では、先進のサービス基盤能力とユーザ指向型のミドルウェアアーキテクチャに関する主要な研究手法について紹介した。これらの研究課題選択の妥当性は、ヨーロッパの主要な通信事業者とともに、今後の移動通信システムの重要な推進力になると思われるシステム概念とアプリケーション分野を確認したEurescom プロジェクトP1203の結果[18]によっても裏付けられている。ユビキタスコンピューティング環境下で複雑化・多様化するサービスに対し、ユーザの満足度を向上させるためには、サービスの提供と運用に関する新しいサービス提供の概念が必要である。

ここで紹介した研究課題の一部は、ヨーロッパにおける主要な研究機関、および大学との共同研究により達成されている。将来は、主要なメーカーや通信事業者・学術機関が参加して、次世代移動通信網のための統一されたアーキテクチャ概念やそれを実現するための個別技術を検討する第6次欧州研究計画に、これらの研究成果を組み込むことを目指す。

また、OMG (Object Management Group)、W3C、IETF、WWRF WG2 (Wireless World Research Forum - Working Group2)[19]、欧州電気通信

標準化機構 (ETSI : European Telecommunications Standards Institute) SCP (Smart Card Project) といった標準化団体や業界フォーラムにも積極的に参加し、研究成果を広める活動を行っている。

## 文 献

- [1] M. Wagner, A. Tarlano, R. Hirschfeld and W. Kellerer: " From Personal Mobility to Mobile Personality, " In Proc. Eurescom Summit 2003, Heidelberg, Germany, Oct. 2003.
- [2] W. Kellerer, R. Hirschfeld, A. Tarlano and M. Wagner: " Towards a Personalized Service Provisioning Environment, " In Proc. IST Mobile Communications Summit 2003, Aveiro, Portugal, Jun. 15 - 18, 2003.
- [3] K. Lyytinen and Y. Yoo: " Issues and Challenges in Ubiquitous Computing, " Communications of the ACM, pages 63 - 65, Dec. 2002.
- [4] A. Tarlano and W. Kellerer: " Context Spaces Architectural Framework, " SAINT 2004 workshop on Ubiquitous Services, Tokyo, Japan, Jan. 26 - 30, 2004.
- [5] W. T. Balke and M. Wagner: " Cooperative Discovery for User - centered Web Service Provisioning, " In Proc. Of the Int. Conf. on Web Services, Las Vegas, NV, 2003.
- [6] A. Ankolenkar, M. Burstein and J. Hobbs, et. Al: " DAML - S: " Web Service Description for the Semantic Web, " In Proc of the Int. Semantic Web Conf. (ISWC '02), Sardinia, Italy, LNCS 2342, Springer, 2002.
- [7] D. Connolly et al: " DAML+OIL Reference Description. " W3C Note, Dec. 2001.
- [8] O. Lassila and R. R. Swick: " Resource Description Format: Model and Syntax Specification. " W3C Recommendation, 1999.
- [9] T. Berner - Lee, J. Hendler and O. Lassila: " The Semantic Web. " Scientific American, 284 (5): 34 - 43, 2001.
- [10] W. T. Balke and M. Wagner: " Towards Personalized Selection of Web Services, " In Proc. Of the Int. World Wide Web Conf. (WWW), Budapest, Hungary, 2003.
- [11] J. Glasmann, W. Kellerer and H. Müller: " Service Architectures in H.323 and SIP - A Comparison, " IEEE Communication Surveys and Tutorials, fourth quarter 2003, Vol. 5, No. 2.



- [12]H. Schulzrinne and E. Wedlund: " Application - Layer Mobility Using SIP, " Mobile Computing and Communications Review, Vol. 1, No. 2, Jul. 2000.
- [13]C. Noda, A. Tarlano, H. Honjo, L. Strick and all: " Distributed Middleware for User Centric System, " WWRF#9 conference, Zurich, Jul. 2003.
- [14]H. Yumiba, K. Imai and M. Yabusaki: " IP - Based IMT Network Platform, " IEEE Personal Communications Magazine, Oct. 2001.
- [15]IST - Project Simplicity, <http://www.ist-simplicity.org/>
- [16]W. Kellerer, Lai - U Choi and E. Steinbach: " Cross Layer Adaptation for Optimized B3G Service Provisioning, " In Proc WPMC2003, Yokosuka, Japan, Oct. 19 - 22, 2003.
- [17]C. Prehofer, W. Kellerer, R. Hirschfeld, H. Berndt and K. Kawamura: " Architecture Supporting Adaptation and Evolution in Fourth Generation Mobile Communication Systems, " In JCN Journal of Communications and Networks, Vol. 4, No. 4, Dec. 2002.
- [18]Eurescom Project P1203: " The operators vision on systems beyond 3G, " 2003.
- [19]WWRF, Wireless World Research Forum WG2, Service Infrastructure of the Wireless World, <http://www.wireless-world-research.org/>

### 用語一覽

3GPP : 3rd Generation Partnership Project	OWL : Ontology Web Language
AMI : Application Message Interface	P2P : Peer to Peer (ピア・ツー・ピア)
CC/PP : Composite Capability/Preference Profiles	QoS : Quality of Service (サービス品質)
CLD : Cross - Layer Design (クロスレイヤデザイン)	RDF : Resource Description Framework
CLO : Cross - Layer Optimizer (クロスレイヤ最適化機能)	SCP : Smart Card Project
DAML : DAPRA Agent Markup Language	SIMPLICITY : Secure, Internet - able, Mobile Platforms Leading Citizens Towards simplicity
DAML+OIL : DAPRA Agent Markup Language plus Ontology Interface Layer	SIP : Session Initiation Protocol
DAML - S : DAML Service ontology	SOAP : Simple Object Access Protocol
ETSI : European Telecommunications Standards Institute (欧州電気通信標準化機構)	TCP : Transmission Control Protocol
GUP : Generic User Profile	TDMA : Time Division Multiple Access (時間多元接続)
IETF : Internet Engineering Task Force	UAPProf : User Agent Profiles
IMS : IP Multimedia Subsystem	UDDI : the Universal Description, Discovery, and Integration
IP : Internet Protocol	W3C : World Wide Web Consortium
OMA : Open Mobile Alliance	WSDL : Web Services Description Language
OMG : Object Management Group	WWRF WG2 : Wireless World Research Forum - Working Group2
OSI : Open Systems Interconnection	XML : eXtensible Markup Language