

ユビキタスサービスを実現するユーザ主導型ネットワークアーキテクチャに関する研究 (041103008)

A Research of User-Centric Network Architecture for Ubiquitous Communication Services

研究代表者

森川博之 東京大学大学院工学系研究科

Hiroyuki Morikawa The University of Tokyo, Graduate School of Engineering

研究期間 平成 16 年度～平成 18 年度

本研究開発の概要

本研究では、様々なデバイスやアプリケーションプログラムがネットワーク上に遍在し相互に通信できる環境において、それらをつなぐ通信チャネルそのものをユーザが直接管理し制御できるネットワークアーキテクチャを構築することにより、ユーザが、遍在するネットワークサービスの指定、開始、変更、終了を意のままに操れるようになるだけでなく、複数の通信チャネルを組み合わせて制御することでサービスの連携をも可能にする柔軟で適応的なユビキタスサービスの実現を図った。さらに、ユーザ主導のネットワークアーキテクチャの評価を逐次行うためのテストベッド環境を構築し、テストベッド上で動作検証、設計へのフィードバックを通して、既存ネットワークでの実用時のスケーラビリティや安全性の確認、さらにはサービスとしての利用可能性を探った。

Abstract

In this report, we show an user-centric network architecture which has fundamental functions for ubiquitous network services beyond the Internet. The most important originality of this architecture is that users can handle directly their communication channels between the two application programs without any operation from application programs themselves. Specifically, our research contributes to making not only a design of this architecture, but also prototype of this architecture and some service application programs from the application service viewpoint.

1. まえがき

インターネットに接続可能なデバイスやアプリケーションプログラムの遍在化・多様化は、インターネットの著しい普及を裏付けるものである。しかし、ネットワーク上に遍在した多様性のある資源を十分に活用できていないのが現状である。これは、インターネットのアーキテクチャがネットワークとネットワークを相互に接続することだけを目的としており、ネットワークサービスを実現する機構を保持していないことに起因している。

すなわち、現在のインターネットは広く接続性が確保され利用されるようになるにつれて、インターネット開発当初に普及のためにあえて設計しなかったネットワークサービスを実現するための機構をインターネット上に構築することを求められるようになってきている。ネットワークサービスを実現するための機構とは、現在のインターネットのようなアプリケーションプログラム間の単なる通信プロトコルではなく、ネットワーク上で展開されるサービスの種類によらずどのようなサービスにも共通して必要となる、通信の中心にユーザを据えたユーザ主導型通信システムである。たとえば、通信相手を正しく識別する認証機構、通信デバイスの自由な選択を可能にする通信機構である。

本研究は、様々なデバイスやアプリケーションプログラムが相互に接続し通信できる環境において、ユーザが望むサービスをユーザ主導により実現するためのネットワークアーキテクチャを構築することにより、WWW 閲覧やメールに限定しない多種多様なネットワークサービスを提供可能、利用可能にすることを目的としている。特に本研究では、ユーザが享受するネットワークサービスを、ユーザ自身が管理制御しカスタマイズ可能にするために、サービスアプリケーションプログラム間の通信チャネルをユーザが直接管理制御すること、通信チャネルはユーザ間

で認証されることによって初めて構築されることを特徴としたネットワークアーキテクチャ（以下、ユーザ主導型ネットワークアーキテクチャ）の構築を図った。

2. 研究内容及び成果

2.1 概要

ユーザ主導型ネットワークアーキテクチャの構築にあたり、下記の技術課題に取り組み、東京大学本郷・柏キャンパス、慶應義塾大学三田キャンパスを接続したテストベッド上で統合して動作させ検証を行った。

- (1) ネットワークサービス実現の上で必要不可欠な通信チャネルをユーザがすべて管理し制御する技術
- (2) 課金を伴うネットワークサービスを実現するために必要不可欠な、確実かつ安全に通信チャネルを管理・制御する技術
- (3) ユーザの要求に応じて、柔軟に通信チャネルのエンドポイント（利用デバイス・アプリケーション）の変更を可能にする技術
- (4) マルチメディア通信など、通信チャネルを複数組み合わせるネットワークサービスにおいて、通信チャネル間の関連性をユーザが動的に定義し活用する技術
- (5) ユーザが公衆ネットワーク・公衆デバイスを利用する場合でも安心して利用できるローミング技術
- (6) ネットワークからの意図していない攻撃からネットワークデバイスを保護する柔軟で厳密なファイアウォール技術
- (7) 遠隔会議システムや IPTV システムなど、ネットワークサービスアプリケーション技術

本稿では、紙面の都合より、ユーザ主導型ネットワークアーキテクチャの基本機構を、ネットワーク応用としてファイアウォール技術を、アプリケーション技術として IPTV システムを中心に研究成果を示す。

2.2 アーキテクチャの基本構成

ユーザ主導型ネットワークアーキテクチャの最も特徴的な点は、ユーザ間の認証によってすべての通信が開始されるということにある。これは、現在のインターネットサービスのよう、どのようなアプリケーションプログラムに対してもまず接続を行って、その後必要に応じて認証プロセスに入るというモデルとは大きく異なる。ユーザ間の認証を先に行うことで、ユーザに利用デバイスやアプリケーションプログラムの選択の自由度を与えることが可能になり、またデバイスの安全性を気にすることなく通信認証を行うことが可能になる。

本アーキテクチャの基本構成を図1に示す。ユーザが管理・制御するのはアプリケーションデータが流れる実通信チャンネルである。実通信チャンネルは、インターネットの通信フローの識別情報である一対の<IPアドレス、ポート番号>とトランスポート層プロトコルによって定義されている。管理制御は、ユーザ間の認証およびユーザ間の制御情報のやりとりを行う論理チャンネルを介して行われる。制御情報は、実通信チャンネルの構築・変更・切断の要求や構築・変更に必要なIPアドレス等の情報である。そして、ユーザは次世代携帯電話端末をイメージした通信制御端末から実通信チャンネルの制御を行い、通信相手との認証情報や通信チャンネルの情報は通信制御サーバにおいて管理される。

2.3 ネットワーク応用技術

本アーキテクチャでは、上述のように実通信チャンネルのフロー識別情報を通信制御サーバが常に把握している。フロー識別情報はインターネットにおける最も基本的な通信パラメータであることから、本アーキテクチャを用いることで通信制御サーバが保持するフロー情報を用いて、ネットワークサービスの品質を容易に向上させることが可能となる。

具体的には、通信制御サーバがユーザのリクエストに応じて、通信開始時に得られたフロー情報を、当該通信デバイスを収容する通信事業者に与えることで、柔軟で厳密なファイアウォール制御が可能になる。このようなファイアウォール制御は、現在広く利用されている宛先ポート番号を用いたサービス単位のファイアウォール制御に比べて厳密かつ柔軟性が高い。

また、仮にスイッチやルータ等のネットワーク機器がフローを識別してQoSを制御できるような網構成であれば、同様の手法を用いることで、ユーザのQoS要求を簡単にネットワークに反映させることが可能になる。

2.4 アプリケーションサービス技術

ユーザ主導型アーキテクチャを用いたサービスアプリケーションとしてIPTVシステムを開発し、テストベッド上で動作させ検証を行った(図2)。

開発したIPTVシステムは、ユーザが自由に通信デバイスを選択できる特徴を生かしたサービスである。具体的には、ユーザは自分の好きなディスプレイでコンテンツを視聴でき、IPTVサービスプロバイダはユーザのネットワークに近くて負荷の低いサーバから配信することができる。さらに、実通信チャンネルの変更技術を用いることで、視聴中のディスプレイ切り替えや配信サーバの切り替えも可能である。

現行の技術では、ディスプレイを変更する度に再接続・再認証が必要であったり、適切な配信サーバにユーザを誘導するためにDNSに過剰な負荷がかかったり、複雑なアプリケーションレベルのリダイレクション機構が必要である。

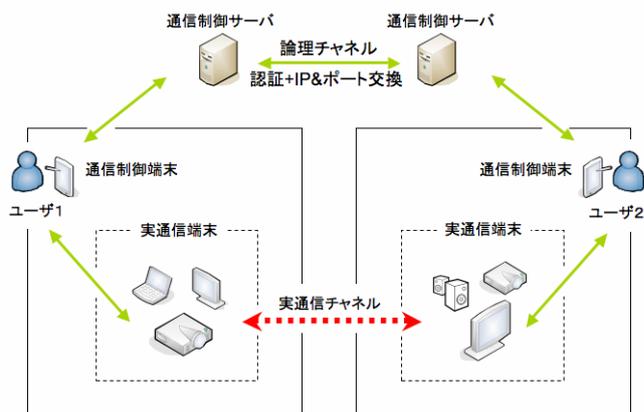


図1 ユーザ主導型ネットワークアーキテクチャの基本構成



図2 ユーザ主導型ネットワークアーキテクチャを用いたIPTVシステム

3. むすび

本研究は、通信デバイスにあふれたユビキタス社会において、ユーザがどのようにしたら通信ネットワークを活用できるかを、ユーザ主体という観点から捉えようとしたものであり、テストベッド上で実装評価を含め、十分に目的を達成できたといえよう。

【誌上发表リスト】

- [1]金子晋丈他、“通信路管理を実現するセッション層アンシエンション”、電子情報通信学会技術研究報告 MoMuC2004-20、May 2004.
- [2]栗田弘之他、“セッション層アーキテクチャにおけるフロー情報を用いた通信資源管理機構”、電子情報通信学会技術研究報告、MoMuC2005-6、May 2005.
- [3]金子晋丈他、“セッション層アーキテクチャを用いたIPTVサービスの実現”、電子情報通信学会技術研究報告、MoMuC 2005-93、March 2006.

【受賞リスト】

- [1]南正輝他、電子情報通信学会 2003 年度論文賞、“ユビキタス環境に向けたインターネットアプリケーションプラットフォーム”、2004 年 5 月 29 日
- [2]ダムラクスタナプーム他、MBL 優秀論文賞、“IEEE802.11 省電力端末の TCP プロキシ搭載 AP 間ハンドオフ機構”、2004 年 9 月 17 日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://session.mlab.t.u-tokyo.ac.jp/>