

## モバイルワイヤレスネットワーク上での 連続したマルチメディア配信のパラダイム

村尾 高秋<sup>\*</sup>、駒木 寛隆<sup>\*</sup>

萩野 浩明<sup>\*\*</sup>、尾上 裕子<sup>\*\*</sup>、安木 成比古<sup>\*\*</sup>

山内長承<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> 日本アイ・ピー・エム株式会社 東京基礎研究所

<sup>\*\*</sup> 株式会社NTTドコモ マルチメディア研究所

<sup>\*\*\*</sup> 東邦大学理学部情報科学科

私達のグループでは3Gワイヤレスネットワークを介して移動端末にマルチメディア配信を行うための技術として、エンド-エンドでのサーバ、クライアントによるQuality of Service (QoS)制御、基地局からの情報提供によるエンドでのQoS制御技術の開発を行って来た。本稿では3Gワイヤレスネットワークに加え、最近様々なサービスが始まり、普及が期待される無線LANによるホットスポットサービスを想定し、これらのモバイルワイヤレスマルチメディアネットワーク上で連続したインターネット上のサーバより、円滑な動画ストリーミングを行うためのパラダイムについて述べる。

### A Paradigm of A Continuous Content Distribution System for A Mobile Multimedia Wireless Network

Takaaki Murao<sup>\*</sup>, Hirotaka Komaki<sup>\*</sup>

Hiroaki Hagino<sup>\*\*</sup>, Yuko Oonoe<sup>\*\*</sup>, Narihiko Yasuki<sup>\*\*</sup>

Nagatsugu Yamanouchi<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> IBM Research, Tokyo Research Laboratory

<sup>\*\*</sup> Multimedia Laboratories NTT DoCoMo, Inc.

<sup>\*\*\*</sup> Dept. Information Science, Toho University

We developed end-to-end QoS control techniques to stream multimedia contents over 3<sup>rd</sup> Generation Wireless Network last year. The techniques consist of pure end-to-end QoS control techniques, and end QoS control using network information provided by Base Station. In this paper we describe new paradigm that enables stream multimedia contents continuously not only over 3<sup>rd</sup> generation wireless network but also over wireless LAN such as IEEE802.11b network provided by Hotspot service, even when client moves over these two networks.

## 1.はじめに

最近、移動端末を取り巻く通信環境は第三世代携帯電話サービス FOMA の開始、無線 LAN の Hotspot サービスの展開により、広帯域化、サービスエリアの拡大が進んでいる。

一方インターネット上では、ADSL の普及等によるブロードバンド化の進展により、動画のストリーミングサービスの展開が急である。従来よりある、RealPlayer<sup>1</sup>、QuickTime<sup>2</sup>、WindowsMediaPlayer<sup>3</sup> が相次いでブロードバンド対応をうたった新バージョンをリリースしており、これらの技術を使ったブロードバンドネットワークでの動画ストリーミングサービスが、活用されつつあるが、さらに拍車がかかるものと思われる。

以上のような環境において携帯端末への動画ストリーミングアプリケーションも今後、広がりを見せることが期待できる。

私たちのグループはこれら第三世代携帯端末への動画ストリーミングのための要素技術としてネットワークの Quality of Service の保証という意味の QoS ではなく、エンドでの Quality of Service の制御により円滑な動画ストリーミングを実現するための技術開発を行って来た。これらの研究では 3G ワイヤレスネットワークの両端にサーバ、クライアントが接続している状況を主に想定し(図 1)、3G ワイヤレスの無線リンク上でいかに高品質の動画ストリーミングを行うかを問題としてきた [1], [7]。

<sup>1</sup> RealPlayer: 米国また諸各国において、米国 RealNetworks, Inc. 社の登録商標あるいは登録申請中の商標。

<sup>2</sup> QuickTime および QuickTime ロゴ: ライセンスに基づいて使用される商標。QuickTime: 米国およびその他の国々で登録された商標。

<sup>3</sup> WindowsMedia, Windows MediaPlayer: 米国その他の国において、米国 Microsoft(R) 社の登録商標、登録申請中商標。

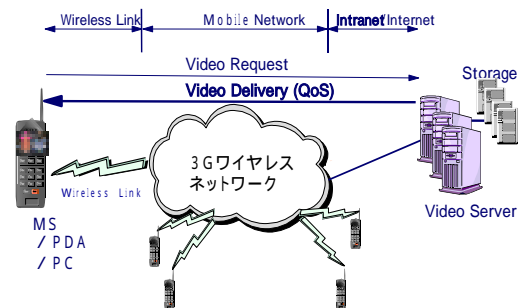


図 1 エンド - エンド QoS 制御が前提とする環境

私達が提案してきた要素技術を実現するための枠組みであるフレームワークがモバイルワイヤレスネットワークへの動画ストリーミングを可能にする「特殊」なサーバを対象としていたことに対し、本稿で提案するフレームワークは対象とするサーバをインターネットに接続する多様なストリーミングサーバとし、ネットワークから提供される一般的なサービス（コモンサービス）としてモバイルワイヤレスネットワーク上のノードである中継ノードから QoS 制御に必要な機能を提供することで、円滑なストリーミングを助けるパラダイムを定義することである(図 2)。

また本稿では前提とする環境として従来私達のグループが対象としてきた 3G ワイヤレスネットワークに加え無線 LAN も対象としている。

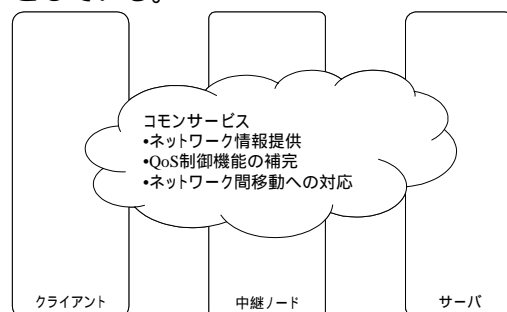


図 2 ネットワークのコモンサービス

本稿は 2 章にて 3G ワイヤレスネットワー

クを対象とした私達のエンド - エンドでのストリーミング技術とその周辺の技術について触れ、3章にて本稿で定義するフレームワークが前提とする環境に触れ、4章にてコモンサービスの制御モデル5章にてコモンサービスのフレームワークについてそれぞれ述べ、6章でコモンサービスのフレームワークの応用例を挙げ、7章で全体のサービスイメージについて述べて行く。

## 2. 今までの経緯

前に述べたとおり私達は3Gワイヤレスネットワークを対象として、エンドにてユーザに配信する動画の質を制御するという意味でのQoS制御のための要素技術の開発を行ってきた。これらの技術の枠組みであるフレームワークは図3に示すようにトランスポート層とアプリケーション層の間に位置するミドルウェア層として定義され、アプリケーション層の持つユーザの希望するサービスの品質を表すパラメータ(QoSポリシー)と、現実のネットワークのトランスポート層以下の状況を表すパラメータとの対応付け(マッピング)を行うために必要なパラメータをミドルウェア層において定義した[3]。

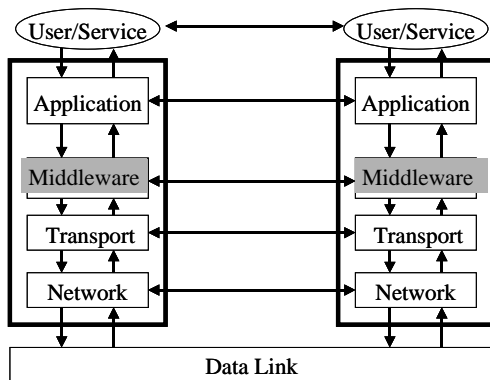


図3 ミドルウェアのフレームワーク

QoS制御のモデルはミドルウェア層を含む各層にて内部パラメータ(層内パラメータ)を定義し、次いで層間をやりとりするパラメータ(層間パラメータ)を定義し、下位層の層内パラメータを、層間パラメータを介して上位層の層内へパラメータへの

マッピングするモデル(図4)として表現される。QoS制御はミドルウェア層内パラメータのアプリケーション層との層間パラメータへの最適化として実現される[2][3]。

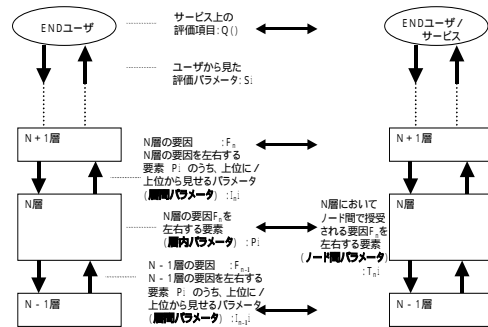


図4 階層構造を持つQoSモデル

以上のようなフレームワークにより、例えばスポーツコンテンツを視聴する場合には現在利用できる帯域でなるべく動画の更新レートを確保するようなQoS制御を、ニュースコンテンツを視聴する場合には現在利用できる帯域でなるべく1枚1枚のフレームの画質を確保し、キャプションを読むことができるようなQoS制御(図5)を実現した[4][5][6][8][9]。



図5 QoSポリシーによる違い(左:ニュースモード 右:スポーツモード)

またこのフレームワークを実現したシステムは3GPP TS 26.234[10]で採用されている規格に準拠する形で実現されている。

## 3. 想定する環境

本稿で想定する環境を図6に示す。

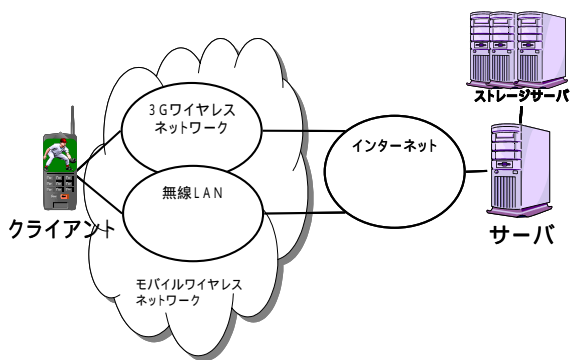


図 6 想定する環境

図 1 での従来の想定環境との違いは

- 1) モバイルワイヤレスネットワーク専用のサーバだけではなく、一般のインターネット向けのサーバも想定しており、QoS 制御機能の実現レベルが異なることを考慮する必要があること
- 2) 無線ネットワークは複数の種類があり、クライアントはこれらの無線ネットワークを渡り歩くこと

である。このように異なる無線区間を移動することを前提とする場合、エンド - エンドで対応しようとする、無線区間の種類が増える度にサーバ、クライアントでの対応が必要となる。一方、ストリーミングを行う経路上のネットワークのサービスが対応方法を知っているというモデルとし、ネットワークのサービスと、サーバ、クライアント間のプロトコルを決めておけば、新しい無線区間が追加されたときに対処方法を知るネットワークサービスを追加するのみで対応が可能となる。

またネットワークのサービスのモデルにより、3Gワイヤレスネットワーク専用のサーバだけでなく、QoS 制御をしないサーバ、インターネット向けのQoS 制御を行うサーバに対して、ネットワークのサービスから不足する機能が提供可能なため、より多くの種類のサーバがモバイルワイヤレスネットワークへの動画ストリーミングを可能となる。本稿では以上のようなネットワークのサービスをコモンサービスと呼び、サーバクライアント間にあるネットワーク

上にある中継ノードよりコモンサービスを提供する枠組みであるフレームワークを以下の方針で定義して行く。

- 1) サーバの機能が不足している場合にはネットワークからの不足しているQoS 制御機能を提供するコモンサービスを行う。
- 2) サーバがネットワークからのサービスに対応していない場合であっても可能ならばそのサーバの利用するプロトコルを使い、透過的にコモンサービスを提供する。

#### 4. コモンサービスのフレームワーク

##### QoS 制御モデル：

私達のフレームワークは図 3 に示したとおり 6 層のレイヤーからなりレイヤー内のパラメータの上位層のパラメータに対するマッピングと、下位層パラメータの上位層パラメータへの最適化によりQoS 制御を実現する。図 7 にコモンサービスを提供するミドルウェアのQoS 制御モデルを示す。N層にてコモンサービスを着目する前提で、N層での制御の流れを示すと以下の通りになる。

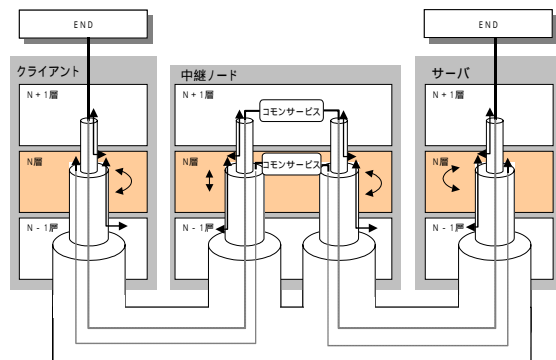


図 7 QoS 制御モデル

- 1) クライアントのN層ではエンドユーザからの要求は、N+1層から層間パラメータ(図7中の )を通してN層に伝えられる。
- 2) 各ノードのN層では、ノード間パラメータ(図7中の )がクライアント、サー

バ、中継ノード間で伝えられ、クライアントとサーバ間、中継ノードサーバ間、中継ノードとクライアント間でサービスの品質を制御することについて事前に合意する。

3) 中継ノードのN層ではノード間パラメータ(図7中の )を中継する際に適用可能なコンモンスサービスがある場合には処理を行う。

4) 各ノードのN層では、層内パラメータ(図7中の )により、上位の階層からの要求と、サーバ、中継ノード、クライアント間の合意に基づいてN-1層への要求を設定する。次に層間パラメータ(図7中の )を使ってN-1層に状態通知の要求を出す。

5) 各ノードのN層では、層間パラメータ(図7中の )を通してN-1層から送られてきた状態通知に基づいて合意された品質に基づいた制御を層内パラメータ(図7中の )で行う。

**フレームワーク：**

本稿のフレームワークでは図3で述べたエンド-エンドのフレームワーク、1) ユーザ・サービス層 (User/Service Layer)、2) アプリケーション層 (Application Layer)、3) ミドルウェア層 (Middleware Layer)、4) トランスポート層 (Transport Layer)、5) ネットワーク層 (Network Layer)、6) データリンク層 (Data Link Layer)のレイヤの内、ミドルウェア層に中継ノードによるコンモンスサービスのフレームワークを追加する。(図8)

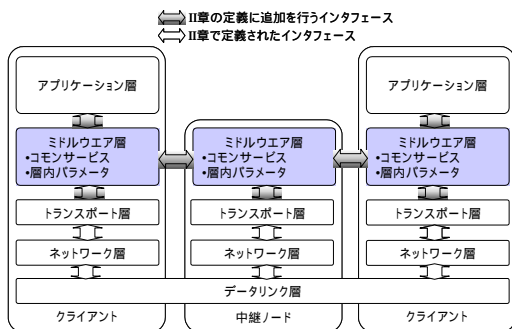


図8 フレームワーク全体像

コンモンスサービスのフレームワークは中継ノードが提供する機能とそのインタフェースから成る。

次にミドルウェア層内のコンモンスサービスの位置付けについて述べて行く。コンモンスサービスは中継ノードで機能を提供するために機能の単位である機能コンポーネントを包含する。(図9)コンモンスサービスのフレームワークは機能コンポーネントとして提供する機能と、コンモンスサービスのためのミドルウェア層に追加されたの層内、層間、ノード間でやりとりするパラメータ(インタフェース)として定義される。

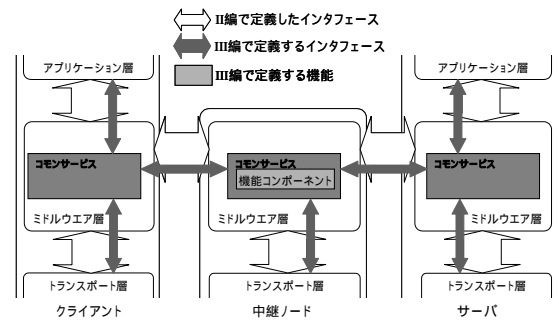


図9 ミドルウェア層内のコンモンスサービスの位置付け

さらにコンモンスサービスの詳細に着目すると、コンモンスサービスはそれぞれ異なる機能を分担する複数の機能コンポーネントとそのインタフェースとなるパラメータから構成されている(図10)。機能コンポーネントのパラメータは以下のように分類される。

1) 機能コンポーネント共通パラメータ：コンモンスサービスの中で共通して扱うパラメータはコンモンスサービスのパラメータと分類する。例えばコンモンスサービスとしてどの機能コンポーネントを利用するか、のネゴシエーションに関するパラメータおよび、機能コンポーネントの個別機能をどのノードで実行するか、のネゴシエーションに関するパラメータはコンモンスサービスの共通パラメータである。これらにはノード間、層間のパ



ラメータがある。(図 10 中の黒い矢印部分。)

2) 機能コンポーネント内パラメータ：機能コンポーネントの機能を実現するために必要な内部パラメータ。

3) 機能コンポーネント間パラメータ：機能コンポーネント間でやりとりするパラメータ、上位層階層へのインタフェース、ノード間のパラメータからなる。(図 10 中のグレーの矢印部分。)

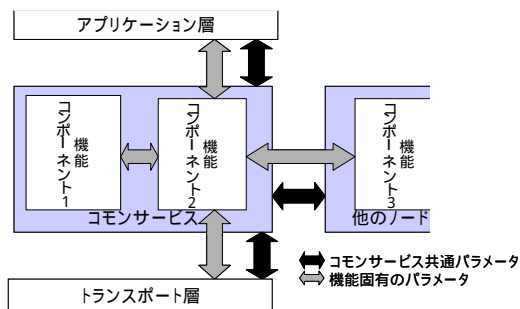


図 10 コモンサービスのフレームワーク

## 5. サービスイメージ

以下に 4 章で示したフレームワークの応用例を述べて行く。

### ネットワーク情報提供サービス：

基地局情報を取得してサーバ側で QoS 制御を行う場合に、基地局から情報を取得し、エンド-エンドでのプロトコルに基地局情報を変換し、透過的に基地局情報を提供する中継ノードがあれば、基地局情報の有無にかかわらずストリーミングサービスが可能で、かつ基地局情報を取得できる場合にはより良い品質のストリーミングを可能にする枠組みを提供できる。この場合機能コンポーネントは図 11 の中継ノードにあり、基地局から取得可能なデータの有無を中継ノードは取得し、機能コンポーネント共通パラメータのやりとりによってどの情報をサーバに送るかを決め、基地局情報を中継ノードに取得し、サーバに送出しはじめる。

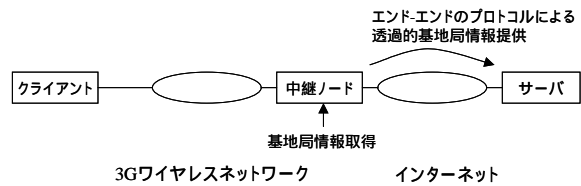


図 11 透過的基地局情報提供

### QoS 制御機能の補完サービス：

インターネットに接続する多様なサーバに対し、中継ノードにおいて、QoS 制御の有無、実現レベルの違いを吸収するよう QoS 制御機能を補完する機能を提供することでサーバ側にモバイルワイヤレスネットワークの特性を隠蔽することが可能となる。この場合、コモンサービスの機能コンポーネントは個々の QoS 制御の要素技術となり、機能コンポーネント共通パラメータのやりとりによってどのノードでどの機能を実現するかをネゴシエーションを行い、それぞれのサーバに不足する QoS 制御の機能の中継ノードにて提供する(図 12)。

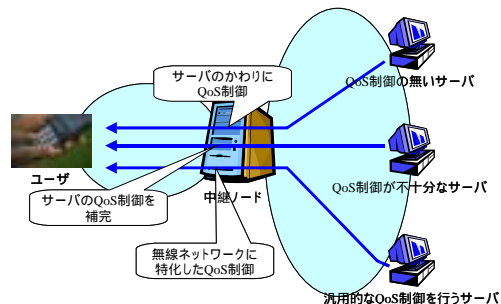


図 12 QoS 制御の補完

QoS 制御の機能を全く持たないサーバに対しても、中継ノードに QoS 制御の機能を分担させることで、インターネットに接続するサーバに透過的なサービスを提供することが可能となる。

### クライアントのネットワーク接続点変動に対応するサービス

図 13 に示すように、クライアントのネットワークに対する接続点の増減、移動が生じた場合、ストリーミングセッションを流す経路を切り替える必要がある。

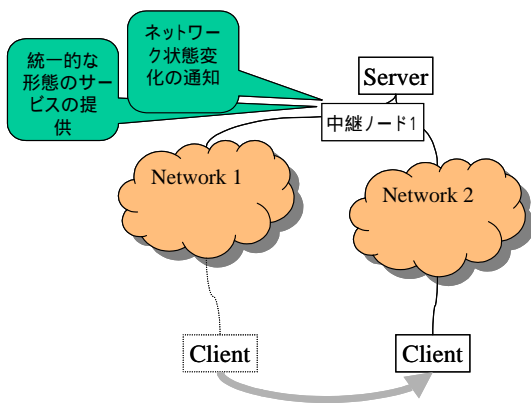


図 13 透過的な移動通知

このようにクライアントのネットワーク接続点が変わった場合、異なる性質のネットワークの切り替えにより、大きなネットワーク状況変化が起きるため、サーバ側の対応遅れを極小にとどめるためにこの状況変化を通知する機能が必要となる。中継ノードにてネットワークよりクライアントの移動を検出し、必要な初期情報をサーバ通知したり、移動初期のQoS制御を一時的に中継ノードで肩代わりするの共通サービスが提供可能となる。

サービス全体像：

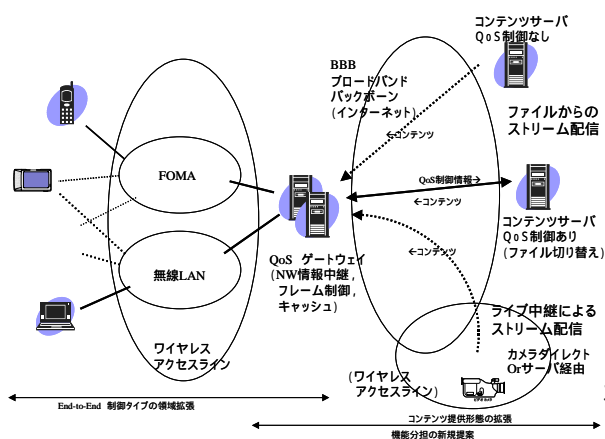


図 14 サービス全体像

以上述べてきたように中継ノードを介在させ、ネットワーク情報提供サービス、QoS制御の補完サービス、クライアントのネットワーク接続点変動に対応するサービス

の共通サービスを提供することで以下のような多様なサーバ、クライアントのモバイルワイヤレスネットワークでのサービスが可能となる。

- エンド-エンド制御型で網の提供する情報の利用を希望するタイプ
  - エンド-エンドのフィードバック情報として補助的に共通サービスとして基地局から得たネットワーク情報を提供する。
- 中継ノードでモバイルワイヤレスネットワークへのアダプテーションを希望するタイプ
  - 全て、あるいは一部のQoS制御機能をストリーミング中のコンテンツに対して共通サービスとして適用する。
- ネットワーク間移動への対応を希望するタイプ
  - クライアントのネットワーク接続点変動に伴うルーティングパス変更を共通サービスとして提供
  - 異なるネットワーク間をクライアントが移動した場合、移動先のネットワークの情報を共通サービスとして提供
  - 移動に伴うQoS制御を一時的に提供

また、これらの共通サービスの組み合わせにより多様なサーバクライアントシステムが3Gワイヤレスネットワーク、無線LAN網にまたがり、動画ストリーミングのサービスを提供できるようになる。

8. おわりに

本稿では エンド-エンド サーバクライアント環境においてネットワークから提供される共通サービスを行うための中継ノードによるパラダイムについて述べると共に、サーバからインターネット、3Gワイヤレスネットワークまたは無線LANを経由してクライアントに接続する環境での有用性をQoS制御の観点、クライアントのネットワーク間移動の観点から述べた。

今後本稿で述べたフレームワークを基に試作しシステムを開発し、実環境での有効性を検証して行く予定である。

## 参考文献

- [1] 山内, 串田, 富田, 尾上, 渥美, “再送をともなう無線区間を持つインターネットでの動画転送時のバッファ制御,” 情報処理学会 DPS 研究報告, 2001 年 5 月.
- [2] 安木, 渥美, 高橋, 尾上, 黒川, 串田, 富田, 山内, “モバイルストリーミングのための QoS 制御フレームワーク,” DICO2001, 2001 年 6 月.
- [3] 串田, 富田, 黒川, 山内, 尾上, 安木, 渥美, 高橋, “モバイルマルチメディア QoS の構成方式,” DICO2001, 2001 年 6 月.
- [4] 尾上, 安木, 渥美, 威, 村尾, 串田, 山内, “マルチメディアセッション制御プロトコルにおけるモビリティ拡張機能について,” 情報処理学会 MBL 研究報告, 2001 年 9 月.
- [5] 村尾, 谷口, 串田, 萩野, 尾上, 高橋, “ワイヤレス区間を想定したビデオストリーミングシステム,” 情報処理学会 DPS 研究報告, 2001 年 9 月.
- [6] 谷口, 村尾, 串田, 萩野, 安木, 稲村, 山内, “無線環境における帯域幅の予測とマルチメディア・コンテンツの送出量制御,” 情報処理学会 DPS 研究報告, 2001 年 11 月.
- [7] 稲村, 石川, 高橋, “W-CDMA 網での TCP トラフィック特性評価,” MBL 研究報告, 情報処理学会, 2001 年 9 月.
- [8] 駒木, 村尾, 串田, 尾上, 萩野, 石川, 稲村 “中間ネットワーク情報を用いたワイヤレスストリーミング QoS 制御” MBL 研究会報告, 情報処理学会, 2002 年 3 月
- [9] 萩野, 尾上, 安木, 渥美, 駒木, 村尾, 串田, 山内 “マルチメディアストリーミング配信のためのパケット再送制御について”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICO2002)シンポジウム, 2002 年 7 月
- [10] 3GPP “3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Transparent end-to-end packet switched streaming service (PSS); Protocols and codecs” 3GPP TS 26.234, 2001 年 9 月