

能動的環境適応型コンテンツ配信アーキテクチャの提案

中川 郁夫、永見 健一、小柏 伸夫 (株式会社インテック・ネットコア)

東 正美 (パナソニックネットワークサービス株式会社)

内田 豊一 (松下電器産業株式会社)

あらまし 地上波デジタル放送が開始されたことに加えて、インターネットにおけるブロードバンド環境の普及などにより、ユビキタスネットワーク環境における放送サービスの開始が現実味を帯びてきている。既に、インターネット上で放送を行うサービスも実用化が進んでいるが、ユビキタスネットワーク環境において放送コンテンツを自由に視聴するためには、インターネットにおける帯域、棄却率、遅延等の通信品質の変動を考慮した映像の選択、及び視聴の仕組みが必要である。

本稿では、放送受信端末がユビキタスネットワーク環境に柔軟に適応することにより、受信可能な放送コンテンツを能動的に選択、視聴するアーキテクチャを提案する。本研究で提案する仕組みは、受信端末が伝送路(放送波、データ通信ネットワークを含む)を動的に検出、放送品質を計測することにより、受信端末自らが視聴条件に応じて適切な放送コンテンツを選択する。本技術により、放送波、あるいは複数のブロードバンドネットワーク環境に柔軟に適応する、ユビキタスネットワークにおける新たな通信放送融合サービスの基盤技術が確立できる

Active Adjusting Architecture for Broadcast Contents Delivery

Ikuo Nakagawa, Kenichi Nagami, Nobuo Ogashiwa (Intec NetCore, Inc.)

Masami Azuma (Panasonic Network Services)

Toyokazu Uchida (Matsushita Electric Industrial Co.,Ltd.)

Abstract Digital broadcasting technologies and evolution of broadband Internet services will cause the realization of broadcasting services over "Ubiquitous Network" environment soon. Although that some service providers already provide broadcasting services over the Internet, we need a mechanism to choose broadcasting contents based on bandwidth, packet loss, delay, jitter, and so on, to realize broadcasting services over the Internet.

In this paper, we propose the Active Adjusting Architecture for broadcast contents delivery, in that, broadcast terminal adjusting not only the broadcast infrastructure but also broadcast contents. In this architecture, broadcast terminal choose the route of broadcast contents delivery flexibly, and choose broadcast contents itself based on the infrastructure. This architecture provides base technology for the migration of telecommunication and broadcasting services, for ubiquitous network.

1. はじめに

本稿では、ユビキタスネットワーク環境における次世代の放送サービスの実現に向け、放送受信端末が多種多様なネットワーク環境に柔軟に適応することにより、受信可能な放送コンテンツを能動的に選択・視聴する「能動的環境適応型コンテンツ配信アーキテクチャ」を提案する。本研究で提案するアーキテクチャは、受信端末が伝送路(放送波、データ通信ネットワークを含む)を動的に検出し、視聴条件に適した伝送路を放送インフラとして能動的に選択する。さらに、選択した放送インフラに適した放送コンテンツを柔軟に選択することが可能である。昨今、地上波デジタル放送

の開始とブロードバンドインターネットの急速な普及により、ユビキタスネットワーク環境における放送サービスが実現味を帯びてきた。地上派デジタル放送については、2011年までにアナログ放送波を停止し、すべての放送コンテンツがデジタル化されることが決まっている。また、FTTH (Fiber To The Home) などのブロードバンドインターネットの急速な普及は、高速・広帯域なネットワーク上で映像コンテンツの送受信・視聴を可能にし、いくつかの通信キャリアは商用サービスとして VOD (Video On Demand) 型の映像サービスや、マルチキャストを用いた放送型のサービスなどを開始している。こうした背景から、放送波とブロー

ドバンドインターネットの環境を適宜使い分ける、ユビキタスネットワーク環境における放送サービスが実現可能になりつつある。

一方で、ユビキタスネットワーク環境における放送サービスの実現には、放送・映像サービス特有のいくつかの問題があることがわかっている。特に、FTTHなどの有線でのブロードバンドインターネットや、屋外での無線LAN環境、あるいはWiFi、WiMAXなどの各種の通信技術が存在する、多種多様な通信環境を前提にしたユビキタスネットワーク環境では、利用する通信環境によって、ネットワークが提供する通信品質が大きく異なることが問題となる。

本研究では、多種多様な通信環境が存在するようなユビキタスネットワーク環境を前提として、放送端末が、能動的に最適な通信路を選択するとともに、受信可能な放送コンテンツを能動的に選択する、環境適応型の放送アーキテクチャを提案する。本稿で提案するアーキテクチャでは、放送サービスの視聴端末は、複数の異なる放送インフラ（地上波、有線/無線データ通信ネットワークを含む）上で、映像を能動的に選択し、視聴環境に適した放送サービスを受けることができる。なお、一般に映像サービスは蓄積配信型のVOD (Video On Demand) サービス、及び放送サービス (Broadcasting) に分類されるが、本稿では後者のサービスを対象として議論を行う。

第2節では、本稿で提案するアーキテクチャを実現するためにもっとも重要な要素技術である、動的経路選択機構について紹介する。本機構はマルチホーム技術とも呼ばれ、通信を行う2者間に複数の通信路が存在する際に、最適な通信路を選択するための技術に分類される。

第3節では、本稿で提案する放送アーキテクチャの全体像について述べる。ここでは、アーキテクチャを構成する要素として、ネットワークを能動的に選択するマルチホーム技術、視聴条件に合わせて複数の放送コンテンツを提供する放送プラットフォーム、能動的にネットワークと視聴コンテンツを選択することが可能な能動型視聴端末の3つについて述べる。

第4節では、考察および全体のまとめを行う。

2. ユビキタスネットワークにおける放送サービス

本節では、次世代の放送サービスとして、ユビキタスネットワークにおける放送サービスの概要について述べる。以下では、最初に、本稿で想定しているユビキタスネットワークの概要について述べる。その後、同ネットワーク上で提供される放送サービスについて触れ、同サービスに関する課題について述べる。

2.1. ユビキタスネットワーク

本稿ではユビキタスネットワーク上での放送サービスについて考える。以下では、本稿で想定しているユビキタスネットワークについて述べる。

本稿では、放送サービスの視聴端末がユビキタスネットワークに接続されることを想定している。視聴端末は地上波デジタル放送を受信するとともに、データ通信ネットワークを介して、ネットワーク経由でVODや放送を視聴することができる。本稿では、視聴端末が放送・映像サービスを視聴するための放送インフラ（媒体）を以下のように分類する。

- (1) 地上波
- (2) 有線ブロードバンドネットワーク
- (3) 無線LAN (WiFi)
- (4) 次世代無線通信サービス (WiMAX)
- (5) 携帯電話による高速通信 (3.5G, Super 3G, etc)

視聴端末は上記にリストされた放送インフラのうち、複数の異なるインフラを利用することができる。

ユビキタスネットワークでは、単一のサービスを任意のネットワークインフラを用いて利用できる。本稿で想定している、放送サービスも、ユビキタスネットワーク上で提供され、ユーザは自身の視聴端末から任意の放送インフラを用いて放送サービスを受信することができる。

2.2. ユビキタス環境での放送サービス

本稿ではユビキタスネットワーク上で放送サービスを提供することを想定している。放送サービスは放送局が運営する放送プラットフォームが提供するサービスとして位置づけられる

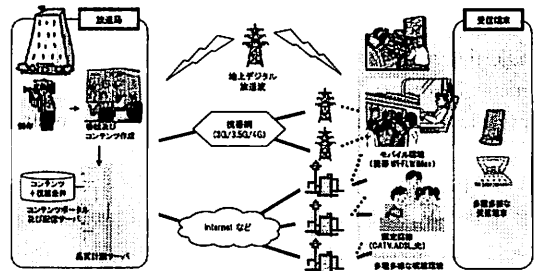


図1. ユビキタス環境での放送サービスの概念図

図1では、放送プラットフォームが、地上波、有線/無線データ通信ネットワークなど、複数の放送インフラ (= 伝送路) を介して放送サービスを提供してい

る。前述のユビキタスネットワークの定義から、ユビキタスネットワーク上で提供される放送サービスは、すべての放送インフラを介して利用することができる。すなわち、ユーザは任意の放送インフラを介して放送サービスを受信できることが期待される。

2.3.ユビキタス環境での放送サービス利用例

ユビキタス環境で放送サービスを提供する特徴のひとつは、ユーザが任意の放送インフラを介して放送サービスを受信することができることである。このことは、視聴端末が固定ネットワークに接続される場合に限らず、移動中でも同様のことが期待される。すなわち、ユビキタス環境での放送サービスの典型的な利用例のひとつとして、次のようなシーンが考えられる。

(1)ユーザは無線 LAN (Wi-Fi) をアクセス回線としてユビキタスネットワークに接続、同アクセス回線上で放送・映像サービスを視聴する。視聴端末は無線 LAN に適した解像度、画面サイズによる映像を選択して視聴を行う。

(2)ユーザが移動することにより、無線 LAN のサービス提供範囲から外れた場合、携帯電話による高速データ通信サービス (3.5G など) を用いて放送・映像サービスを視聴するが、アクセス回線の切り替えの際に、映像も、切り替え後のアクセス回線に適した映像品質に切り替えて視聴を継続する。

3. 能動的適応型コンテンツ配信

本節では、ユビキタスネットワーク環境において、視聴端末が能動的に利用する放送インフラと視聴する映像を選択することにより、環境に適した放送サービスの受信が可能なアーキテクチャを提案する。

本稿で提案するコンテンツ配信アーキテクチャは主として3つの機能から構成される。

(1)「ユビキタスネットワーク環境における仮想的な放送インフラ」は、放送サービスの提供から受信端末にいたる複数の異なるデータ通信ネットワークの品質計測と回線選択の仕組みを提供する。

(2)「能動的環境適応型放送サービスプラットフォーム」はユビキタスネットワークにおいて、複数の異なるデータ通信ネットワーク向けに放送・映像コンテンツを配信するためのサーバ環境に位置づけられる。

(3)「能動的環境適応型放送受信端末」はユビキタスネットワークにおける複数の異なるデータ通信ネットワークを使い分け、端末環境に適した放送・映像コンテンツを受信し、視聴することができる端末として位置づけられる。

以下では、これらの3つの機能について述べる。

3.1.ユビキタスネットワーク環境における仮想的な放送インフラ

「ユビキタスネットワーク環境における仮想的な放送インフラ」は、ユビキタスネットワーク環境において、放送局と受信端末間に存在する伝送路を自動的に検出し、放送サービスで利用するための品質や信頼性を計測し、最適な伝送路を選択するための仕組みを提供する。

通信と放送の融合を加速するためには、通信ネットワーク上での放送品質が問題になる。特に、ユビキタスネットワーク環境では、放送局と受信端末間に携帯 (3G/3.5G/4G) や WiFi、WiMax あるいは多様な固定回線 (CATV、ADSL、光) など、複数のデータ通信ネットワークの伝送路が存在する。本研究では通信におけるマルチホーム技術を応用し、放送局と放送受信端末間に存在する複数の伝送路を放送品質に応じて使い分けを可能にする。本システムでは、放送局と受信端末間で利用できるすべての伝送路について帯域・遅延・ゆらぎ・パケットロスを各々算出し、放送で利用するための視聴条件 (帯域・表示サイズ・fps など) としての情報を保持し、リアルタイムに更新することで視聴条件に応じた伝送路の使い分けを可能にする。

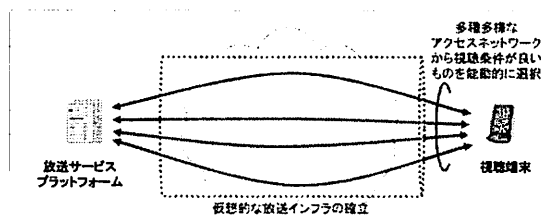


図 2. ユビキタスネットワークにおける仮想的な放送インフラの確立

3.2.能動的環境適応型放送サービスプラットフォーム

「能動的環境適応型放送サービスプラットフォーム」は、放送サービスを提供する放送局側のシステムとして位置づけられる。本システムは、上記 3.1.の放送品質の計測を行なうためのサーバ機能を有する。

本機能は後述の放送受信端末と連携し、ユビキタスネットワーク環境における伝送路に関する放送品質の計測を可能にする。本システムは、放送局側システムとして、インターネットなどのデータ通信ネットワークで放送サービスを提供する放送局設備を想定している。

また、伝送用コンテンツを作成する際に、放送デジタルコンテンツ情報として、帯域・表示サイズ・fps・音声の他、帯域・遅延・ゆらぎ・パケットロス等の放

送品質に関わる条件（視聴条件）を付与する。コンテンツの付与情報は XML による放送デジタルコンテンツのメタデータと同じ形式とし、汎用性を持たせる。また、放送デジタルコンテンツを、受信端末の視聴条件に最適化された伝送用コンテンツに変換するため、コンテンツの変換、登録、最適化条件の付与など、XML データを用い作業の自動化を図る仕組みを持つことも可能である。

3.3.能動的環境適応型放送受信端末

「能動的環境適応型放送受信端末」は能動的にユビキタスネットワーク環境に適応する受信端末として位置づけられる。本端末機能は、上記 3.1. の仮想的な放送インフラのクライアント機能を有する。

受信端末は、ユビキタスネットワーク環境で通信と放送の融合型のサービスを受信することを想定し、地上デジタル放送波の他、携帯、WiFi、固定回線などの複数かつ多様な受信インターフェースを持ったものを利用する。計測機能は、3.1.の技術を用いて、各伝送路についての放送品質を計測し、視聴条件として保持、動的に更新を行う。

また、受信端末には、放送サーバより受信した放送デジタルコンテンツのサービス提供条件と端末の仕様、及び上記の視聴条件などを考慮し、能動的に受信可能な放送デジタルコンテンツを選択、視聴する機能を実装する。最適化条件が動的に変化した場合には、自動的に条件が更新され受信端末に通知され、その更新された条件に適した伝送用コンテンツが再配信される。

3.4.能動的環境適応型コンテンツ配信の動作例

本節では、前述の3つの機能を用いた、能動的環境適応型コンテンツ配信アーキテクチャを用いた、放送・映像コンテンツの配信例について述べる。

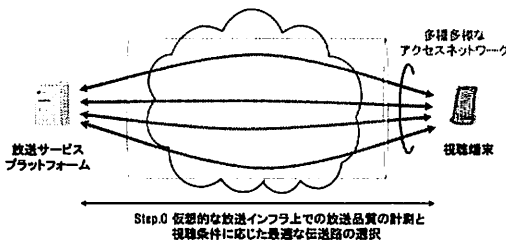


図 3. 仮想的な放送インフラの構築例

最初に、ユビキタスネットワーク環境において、放送サービスプラットフォームと視聴端末の間に、仮想的な放送インフラを確立する。ユビキタス環境では、放送サービスプラットフォームと視聴端末の間に複数

の異なる伝送路が存在する可能性があるが、本稿で提案するアーキテクチャでは、これらの伝送路を品質などの条件に基づいて能動的に選択する。

具体的には、視聴端末は利用できるアクセス回線を自動的に検出し、そのそれぞれのアクセス回線を用いて放送サービスプラットフォームにアクセスする際の通信品質を計測する。実際に視聴する放送・映像コンテンツを送受信する際には、通信品質が最も優れた伝送路を選択することにより、視聴条件に適した伝送路を能動的に選択することになる。

なお、伝送路の選択にあたっては、視聴条件として帯域、表示サイズ、fps、音声品質などの条件から、視聴にもっとも適したものを選択する。

図 4 は仮想的な放送インフラを確立したのち、視聴端末が視聴条件に応じた放送・映像コンテンツを能動的に選択し、視聴するまでの処理について示している。

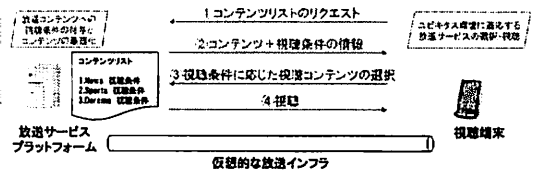


図 4. 視聴までの処理の流れ

(1) は視聴端末から放送サービスプラットフォームに対して、視聴可能な放送・映像コンテンツに関する情報を取得するためのリクエストを行う処理である。ここでは、通常の TCP/IP の通信により、XML を用いてリクエストを発行する。

(2) は放送サービスプラットフォームが、視聴端末に対して放送・映像コンテンツに関する情報を提供するための処理である。放送サービスプラットフォームは、視聴端末に対して、拡張された XML を用いて、自身が提供している放送・映像コンテンツに関する情報を提供する。なお、放送サービスプラットフォームは、複数の異なる品質のアクセス回線を介して放送・映像コンテンツを提供するため、視聴条件に応じた解像度や品質で保存された放送・映像コンテンツを持ち、拡張された XML により視聴端末に、当該コンテンツ情報を提供する。

(3) は視聴端末が現在利用可能な放送インフラについて、視聴条件を考慮して視聴する映像コンテンツを選択する。視聴条件は、データ通信ネットワークにおける遅延、パケットロス、揺らぎ、などから、映像に関する解像度、画面サイズ、fps などのパラメータを算出して利用する。前述の (2) により、放送サービスプラットフォームが提供する放送・映像コンテンツに

関する情報には視聴条件が付与されており、視聴端末は、視聴条件に適した放送・映像コンテンツを適宜選択して放送・映像コンテンツをリクエストする。

(4) 以上の処理を受けて、放送サービスプラットフォームから視聴端末に向けて放送・映像コンテンツの送信が開始される。視聴端末は、放送インフラ（伝送路）に適した映像コンテンツを視聴することができる。

4. 考察

本稿で提案するコンテンツ配信アーキテクチャは、放送・映像コンテンツを配信する際の伝送路として、複数の異なるデータ通信ネットワークを利用する場合を想定し、視聴端末がユビキタスネットワーク環境に、自立的、かつ、能動的に適応することで環境に適した映像を視聴するための仕組みである。

以下では、本アーキテクチャを実現するにあたり、その特徴と課題となる事項についてまとめる。

本アーキテクチャの特徴は次の2点にまとめられる。ひとつは、本アーキテクチャにおいて、視聴端末は、自ら複数の異なるアクセス回線（データ通信ネットワーク）の有無を検出し、視聴にもっとも適したアクセス回線を放送・映像コンテンツの配信に利用するための、経路選択技術の実現である。

もうひとつは、視聴端末が、放送インフラとして利用しているアクセス回線（データ通信ネットワーク）の状態を把握し、その状態に最適な放送・映像コンテンツを選択するためのアルゴリズムを放送サービスプラットフォームと視聴端末が有することである。

放送のデジタル化（地上波デジタル放送）とブロードバンド環境の急速な普及（FTTH、ケーブル、etc）、および無線技術の急速な進歩（3.5G、4G、WiFi、WiMAX、etc）により、放送・映像サービスの伝送路は多種多様な選択肢を持つようになる。ユビキタスネットワーク環境では、これらの多様な伝送路を放送インフラとして利用することが可能な放送サービスの実現が求められる。

本研究で提案するアーキテクチャは、複数の異なる種類の伝送路を仮想的な放送インフラとして位置づけ、放送品質・視聴条件に応じて能動的に伝送路を使い分けることにより、ユビキタスネットワーク環境での放送・映像サービスの送受信を可能にする。また、同時に、利用可能な伝送路に適した映像を選択する機能を実現することにより、これらの多種多様な伝送路に適した放送サービスの視聴が可能なアーキテクチャを提案した。

参考文献

[1] 多 仁, 小柏 伸夫, 永見 健一, 近藤 邦昭, 中川 郁夫, 篠田 陽一, 江崎 浩: “多重ルーティング型

マルチホームアーキテクチャの提案”, 電子情報通信論文誌, 10, J87-B, 1564 -1573, Oct, 2004

[2] Uda, Ogashiwa, Nagami, Kondo, Nakagawa, Shinoda: “Design and Implementation of Overlaying Multi-Homing Architecture”, IEEE SAINT, Jan, 2004, IEEE

謝辞

本研究はNiCTによる通信放送融合型研究開発助成を受けて実施している。関係各位に感謝する。