

光ブロードバンドセットトップボックスの開発

Development of HIKARI broadband set top box

青木 岳，宮川 顕，池上 俊二

Takashi Aoki, Ken Miyagawa, Shunji Ikegami,

戸崎 明宏，中村 浩

Akihiro Tozaki, Hiroshi Nakamura

要 旨 FTTH時代にサービスが想定されるインターネット経由でのMPEG-2映像のストリーミング受信機の試作機を NTTサイバーソリューション研究所と共同で開発した。HSAC(光サービスアーキテクチャコンソーシアム)において策定されたストリーミング方式の標準方式に準拠し、また、最大25Mbpsのストリーミング受信再生に成功した。

Summary We have developed a prototype of the MPEG-2 video stream receiver for the internet, expected to come into service in the FTTH internet age, in collaboration with NTT Cyber Solutions Laboratories. This receiver conforms to the domestic standard approved by HSAC, the HIKARI Service Architecture Consortium, and is able to receive and play the video stream at 25Mbps max.

キーワード : インターネット, FTTH, MPEG-2 TS, ストリーミング, HSAC

1. まえがき

近年インターネットのブロードバンド化が著しく、PCを対象としたRealVideoやWindows Mediaなどを用いた数百kbps～1Mbps程度の映像配信サービスがすでにインターネット上のあちこちで開始されている。一方、光ファイバーを用いた100Mbps程度の高速なインターネット網も徐々に家庭への普及を始めている。

上述の高速回線が広く一般家庭にまで普及する、いわゆるFTTH時代においては、6～8Mbps(MPEG-2)といったDVDと同等以上の品質の映像をインターネット経由でストリーミング配信・蓄積するようなサービスが十分可能となる。さらに、建物内部の専用線などの限定的なネットワーク内であれば、現在のBSデジタル放送の

ハイビジョン(MPEG-2, 20Mbps前後)と同等の品質の映像をリアルタイム配信することも可能である。

そこで、そのような環境を想定し、一般ユーザが気軽にサービスを受けられるために、家電としてのインターネット映像受信端末をNTTサイバーソリューション研究所との共同開発によって試作した。試作機の概要については2章で述べる。

このようなストリーミングサービス像は図1のようなイメージであるが、こうしたサービスが実際に運用されるためには、

- ・映像の配信フォーマット
- ・著作権保護方式
- ・サーバ-端末間の通信方式

・課金システム

などの検討が必要である。また、これらの方式が複数のサーバ・端末ベンダ間で統一されており、相互接続が可能であることがユーザの利便性のためにもサービスの拡大のためにも重要である。

これらの項目について検討を行った結果、今回の試作では次に述べる方式を採用することとした。

まず、配信する映像のフォーマットについては前述のReal/Windows Media系やMPEG-4をベースにした方法などさまざまな方法が考えられるが、高品質であり、現在すでにコンテンツが豊富にあることなどから、本機ではMPEG-2(TS)をターゲットとした。特に品質という点では、BSデジタル放送のハイビジョン品質の映像をリアルタイムで受信・再生できることを目標とし、この目標のために新規にハードウェアを設計した。このハードウェアについて3章で述べる。

また、著作権保護の観点から、通信路内ではコンテンツを暗号化し、端末側で復号する形式をとることとした。本機ではNTTの開発したCamellia暗号化方式⁽¹⁾を採用した。暗号化については4章で述べる。

サーバ - 端末間の通信方式については、約80社からなる業界団体HSAC⁽²⁾において映像配信サービスの標準化についての協議が行われており、2002年3月にはMPEG-2のビデオ・オン・デマンド配信に関する通信プロトコルについての標準方式が策定された。本機ではこの方式に準拠することとした。通信方式の詳細は5章で述べる。

課金システムについては実際のサービス運用に依存することもあり、また業界全体としての標準が存在していない段階であり、本機では課金システムについては検討しておらず、今後の課題となっている。

2. 試作機の概要

システムの根幹となる部分には、筆者らが開発を進めていたHL-Platformのシステムを改造して用いた。実際には、システム・アプリケーション用CPUとMPEG-2デコーダチップを核とするシステム基板(以下、メイン基板)であり、CPUとしてNEC VR5432(公称347MIPS)、MPEG-2デコーダとしてBroadcom BCM7030を使用している。それはBSデジタルハイビジョンで用

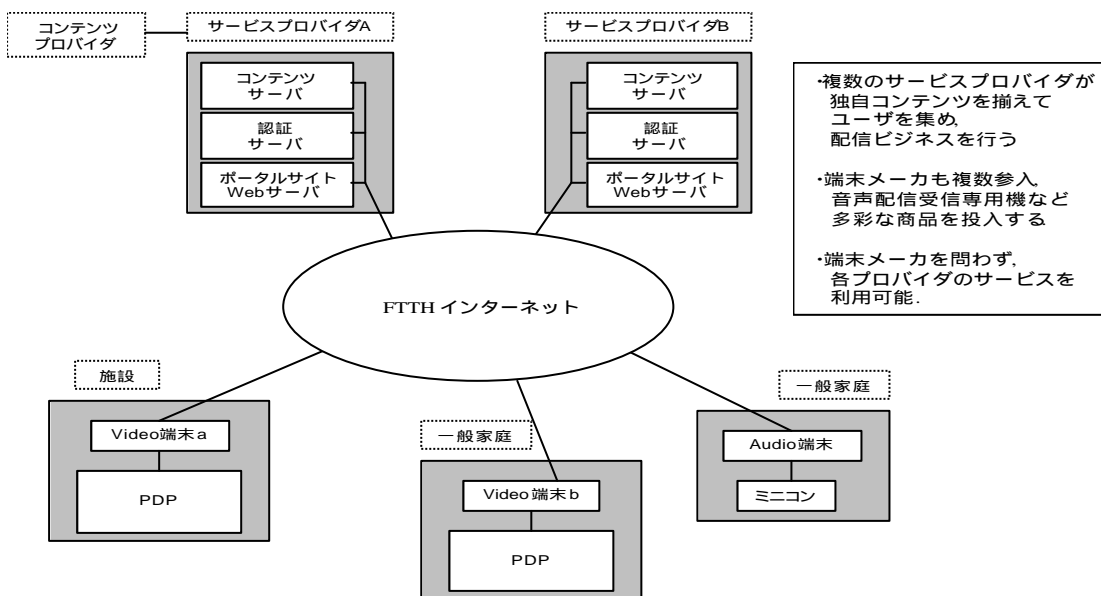


図1 映像配信サービス像

図 1 映像配信サービス像

いられる1080iのMPEG-2 TSをデコード可能であり、BSデジタルチューナーおよび地上波アナログチューナーも搭載している。

メイン基板上のソフトウェアもHL-Platformのソフトウェアシステム(VxWorks上で動作)を転用してカスタマイズを行った。また、本機はインターネット端末であり当然Webブラウザが必須であるが、ブラウザにはフェニックステクノロジー社⁽³⁾製のFirst View Connect 2.1を搭載している。元来Linux用のブラウザであるが、それをVxWorks上に移植、さらにカスタマイズが施されたものである。本機においては、ブラウザはインターネット上で映像ポータルサイトのメニュー表示の他、BSデジタル放送受信時には番組情報を表示する目的にも用いられている。

また、次章以降で述べるネットワーク処理および復号処理のために、BB-NIM(Broadband Network Interface Module)なるハードウェアを新規に設計し、メイン基板にPCIカードとして増設する形で搭載した。BB-NIMはSH-3を2個搭載し、それぞれをストリーム処理用(SH7709A)・暗号の復号処理用(SH7708R)として使用する。処理の高速化のためOSは搭載せずに単体として動作するが、メイン基板からはne2000互換のネットワークインタフェースカードとして認識される。

さらに、本機は60GBのHDDを搭載している。インターネットからの映像受信形態としてストリーミングの他にもHDDへのダウンロードという方式も想定されているため、ダウンロードコンテンツの蓄積を主目的としている。最近流行となっているHDDレコーダーのように、放送の録画再生を行うPVR機能を持つためにもHDDは重要な位置を占められると思われるが、本機ではPVR機能は実現されていない。

Webブラウザが内蔵するJava VMや日本語フォントなども含め、メイン基板用のソフトウェアオブジェクトの総サイズは30MB弱あるが、このソフトウェアもHDDに記録されており、HDDは本機のブートドライブとしての役割も担っている。

3. 高速ストリーム受信処理

本機が想定する、サーバからの映像データの伝送方式は、MPEG-2 TSデータをそのままUDPパケットに乗せて送る方式である。端末側では、到着したUDPパケットからTSパケットを抽出する処理が必要になるが、この処理は負荷が大きく、特に本機が目標とする20Mbps以上のストリームにおいて、TSパケットの抽出処理をアプリケーション処理と並列にソフトウェアで行うことは組み込み機器の処理能力では困難である。

また、UDPによる通信では、帯域幅やパケットが到着するタイミング・順序が一切保証されない。そのような環境下でも映像の破綻を最小限に抑える必要がある。本機ではそれらの処理をBB-NIMが担当することにより、メイン基板のCPUの負荷を軽減することとした。以下に動作の詳細を図2示す。

HSAC仕様では、サーバと通信を開始する際に、TSパケットの含まれるデータを受信するポート番号を端末側から指定する。BB-NIMでは、そのポート番号宛に送られてきたUDPパケットは映像データを含む物として、その他のパケットとは別の経路を通すことで一般パケットの混雑を防いでいる。この映像データ専用経路にはまず1MBのバッファがあり、この中で、正しい順序で到着しなかったUDPパケットの順番を整列する。その後TSパケットを抽出、暗号コンテンツであれば後述の復号処理を行った後、他方の小容量バッファに入り、事前にサーバとの通信で得た映像コンテンツのビットレート情報とTSパケットのタイムスタンプをもとに、タイミングを調整しながらメイン基板上のデコーダに送出する。

4. 暗号化方式

映像データはインターネットを通る以上、通信路内で傍受される可能性がある。そのため、著作権保護の観点から、この映像データは暗号化されていなければならない。一方、そのこと

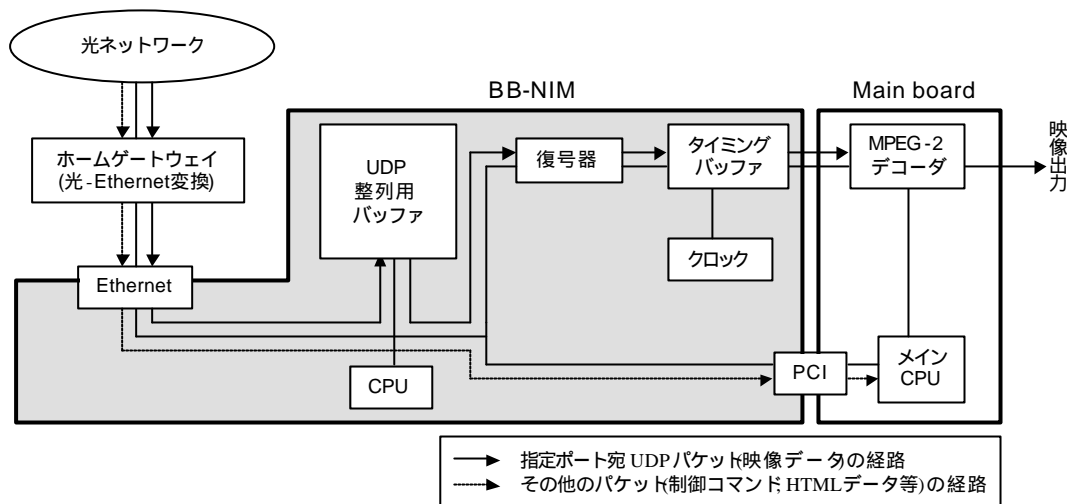


図 2 BB-NIM の処理イメージ

は同時に、コンテンツを端末側でリアルタイムに復号しながら再生することを意味するため、暗号化の方式は復号時の負荷が少ないことが望ましい。

本機では、TSパケットのペイロードの一部のみを暗号化する方式をとることによって、適度な不可視性と復号処理の軽さを両立している。また、タイムスタンプなどの書かれたヘッダ部分は暗号化しないため、復号しない状態でも映像が乱れるだけで再生自体は行われる。そのため、コンテンツが復号されないままデコーダに解釈不能なデータが入力され、システム全体が影響を受けることを回避できる。

本機で復号処理を行うのは BB-NIM であり、現段階で6Mbpsの暗号化コンテンツのリアルタイム復号動作を確認している。暗号化するTSパケットの総数、および1パケット内の暗号化部分の長さを調整することで、リアルタイム処理が可能な最大ビットレートや、非復号映像の乱れ具合を調整することが可能である。暗号化するTSパケットを1パケットおきとし、暗号化するパケット内の実際に暗号化する範囲を各パケットの末尾128ビットに設定することで、(実動作としては未確認であるが)BB-NIM単体の能力としては22Mbps程度のコンテンツの復号が

可能となっている。

Camelliaは共通鍵暗号方式であり、復号の際にはサーバから復号鍵を受け取る必要がある。実際のサービス運用においては、この鍵の配送自体も適切な認証方式を伴って強度に暗号化された形で行われなければならないが、現段階では鍵配送方式は定まっておらず、試験中はhttpの平文通信で鍵の配送を行っている。

5. HSAC 標準仕様

光ファイバーによる映像配信サービスが広く一般に普及するためには、複数のサーバ・端末ベンダが参入すること、さらには各ベンダ間の相互接続が実現されていることが重要である。

HSACでは、ストリーミングサーバと端末の間で再生・停止といった制御を行う方式について、既存の方式であるRTSP⁽⁴⁾をベースに、RTSPの規定ではあいまいな部分をより明確化した仕様を策定した。この仕様によって、各サーバ・端末ベンダごとに解釈の異なる部分があったRTSPがより明確に規定され、ベンダ間の相互接続性が向上している。本機ではその仕様に準拠しているが、HSACで今後の検討課題として残されていた、より詳細な部分については、主にHSACメンバで構成されるアライアンスインタ

フェース検討会において引き続き審議が行われている。

6. まとめ

FTTH時代に予想される高品位な映像配信サービスへの布石としての基礎的な開発を行い、BSデジタル放送のハイビジョンを越える品質のストリームの受信再生を実現した。また、本機を含むマルチベンダ間の相互接続に関して2002年9月27日に報道発表を行い⁽⁵⁾、本機はCEATEC Japan 2002にも出展した。

しかし、今回の試作では、課金のための仕組み全体についての検討が不十分であり、またストリーミングの方式もユニキャストによるビデオ・オン・デマンドのみを対象としている。そのため、鍵配送やユーザ認証を含めた課金方式・マルチキャスト配信・ライブ方式への対応などが今後の課題として挙げられる。今後、HSAC仕様の継続審議部分をさらに盛り込み、機能のブラッシュアップを行いつつ、インターネット映像受信端末およびサービスに必要とされる要素技術の開発を行っていく。

7. 謝辞

本開発に当たりご協力いただいたNTTサイバソリユーション研究所、フェニックステクノロジー株式会社との関係各位に厚く感謝を申し上げます。

8. 関連リンク

- (1)Camellia ホームページ:
<http://info.isl.ntt.co.jp/camellia/index-j.html>
- (2) 光サービスアーキテクチャコンソーシアム:
<http://www.hikari-sac.org/>
- (3)フェニックステクノロジー株式会社:
<http://www.phoenix.com/japan/home/default.htm>
- (4)H.Schulzrinne, A. Rao, R. Lanphier: "Real Time Streaming Protocol (RTSP)", Apr. 1998, RFC2326:
<ftp://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc2326.txt>
- (5)日本電信電話(株), パイオニア(株), 松下電器産業(株), 日本電気(株), PACE Micro Technology plc., nCube Corporation: "VODプロトコルの標準化による各社製品間の相互接続を実現", Sep. 2002:
<http://www.pioneer.co.jp/press/release350-j.html>

(注)登録商標などについて

- ・RealVideoは米国RealNetworks, Inc.の商標登録です。
- ・Windows Mediaは米国Microsoft社の登録商標です。
- ・Javaは米国Sun Microsystems, Inc.の登録商標です。
- ・VXWorksは米国Wind Rivers Systems, Inc.の登録商標です。
- ・その他,記載されている会社名,商標名は,各社の商標または登録商標です。

筆者

青木 岳 (あおき たかし)

- a. 研究開発本部 AV開発センター デジタルAVシステム開発部
- b. 1999年4月
- c. DVD Verifierの開発, HL-Platformの試作。
- d. ソフトウェア開発設計のための手法などに興味を持つ。

宮川 顕 (みやがわ けん)

- a. 研究開発本部 AV開発センター デジタルAVシステム開発部
- b. 1991年4月
- c. 高精細スキャナの開発, ストリームレコーダの試作。
- d. ハードウェアとソフトウェアの両面設計。

池上 俊二 (いけがみ しゅんじ)

- a. ホームエンタテインメントカンパニー ケーブル&サテライト事業部 開発部
- b. 1988年4月
- c. CD-I, 3DCG, カメラタイプスキャナの開発。
- d. フリーソフトウェアの活動理念に共鳴するところ大です。

戸崎 明宏 (とざき あきひろ)

- a. ホームエンタテインメントカンパニー ケーブル&サテライト事業部 開発部
- b. 1982年4月
- c. Hi-Vision LD, DVD規格, ネットワーク機器の開発。
- d. ソフトウェアの構造設計。

中村 浩 (なかむら ひろし)

- a. 研究開発本部 AV開発センター デジタルAVシステム開発部
- b. 1979年4月
- c. レーザーディスク, CD-ROM, DVDのための制御用LSIの開発。
- d. デジタルのハードウェアが専門。