

第6部

IEEE1394とインターネットの融合 技術

第1章 はじめに

近年、情報/通信/放送/家電/AV等の各業界は「デジタル化」、「マルチメディア化」、「ネットワーク化」の大きな動きの中にある。今後これらの各分野は従来の垣根を越えて、「デジタルによる融合」の方向に向かっていくと見られる。このように、家電や放送、通信などの業界を巻き込んで、デジタル機器が民生機器や家庭内に入ってくると、それらの機器を相互に接続する要求が出てくるのは自然である。この時、従来のアナログケーブルに変わる「デジタルケーブルによる接続」が必要になる。

現在、「IEEE1394」が、この「デジタル AV ケーブル」、あるいは「ホーム AV ネットワーク」の有力候補となっている。IEEE1394は、数百 Mbps(ビット/秒)の速度を持つ高速バス(ケーブル)である。同期転送の機能をもっているため、遅延や揺らぎがなく、連続的にデータのやり取りを行う必要のある映像や音声の伝送に適している。

その他、低コストでの供給が期待できること、プラグアンドプレイの機能があり家庭に受け入れられやすい等の理由から、AV業界やCATV業界等がIEEE1394の採用を決定している。これらと並行して、デジタル映像信号の標準フォーマットであるMPEG2や、DV等の転送方式も確定され、将来のAV機器のデジタル接続はIEEE1394を中心に展開されているといっても良い。また、パソコンのマルチメディア化を目指すマイクロソフト等も、IEEE1394のサポートを発表している。

このように、IEEE1394は「家庭内 AV 網」、「パソコンのマルチメディアインタフェース」、「低コストな高速インタフェース」といった色々な側面を持っている。

家庭のインターネット接続を考える場合、インターネットとAV/放送の融合を考える場合、あるいはインターネット機器を低コストで提供することを考える場合、今後IEEE1394は非常に重要な位置を占めると考えられる。

このような背景から、WIDEでは97年9月に、「IP over IEEE1394」WGを発足。「IP over IEEE1394」の相互接続実験や、IEEE1394機器制御API、IEEE1394とインターネットとの接続等の検討、実験を行ってきた。

本報告では、本WGの99年度の活動報告を行なう。次節にて、WG活動の報告として、ホームゲートウェイの検討、情報家電に適したソフトウェアアーキテクチャの検討、及び合宿で開催されたBOFの活動のそれぞれについて報告する。最後に、今後の活動予定について説明する。

第2章 WG活動の報告

本年度のWG活動としては、ホームゲートウェイについての検討と試作、情報家電を考慮したソフトウェアアーキテクチャの検討、合宿でのBOFの開催等を行ってきた。本節では、これらの活動報告を行なう。

2.1 ホームゲートウェイの検討と実装(東芝)

2.1.1 家庭網アーキテクチャとホームゲートウェイ
家庭網環境は家庭毎であり、その形態は多様であると考えられる(図2.1)[39]。種々の家庭網技術(IEEE1394、エコーネット、イーサネット、無線網等)やアクセス網(電話網、CATV、インターネット、デジタル放送等)の相互接続を実現する方式として、以下のような家庭網アーキテクチャが考えられる。

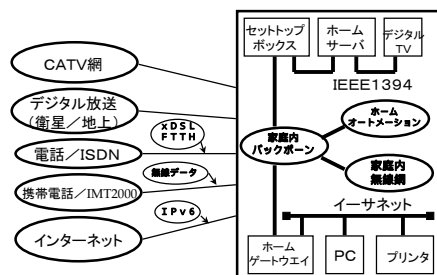


図 2.1 ホームネットワークを取り巻く環境

1. 各種家庭網/アクセス網間を相互接続装置(ゲートウェイ)にて接続する。ゲートウェイは、ルータ、ブリッジ、プロトコル変換装置等の場合がある。
2. 家庭網/アクセス網を相互接続する装置(ホームゲートウェイ)に、網種別を問わないIP(インターネットプロトコル)処理機能を持たせる。

3. 同一リンクに閉じる通信は、そのリンクに依存するプロトコルで通信を行い、家庭外との通信 (VOD 等) や、複数網をまたがる通信に IP (シグナリング) やプロトコル変換を用いる。
4. ゲートウェイ上に代理サーバ機能を用意することにより、一方の網のサービスを、もう一方の網側からアクセス出来るようにする。
5. 家庭網上の機器やサービス、コンテンツに関する情報を自動的に収集、公開する自動構成認識方式 / ディレクトリサービスを定める。

このように本アーキテクチャでは、複数網間を接続する「ゲートウェイ」が重要な役割を果たす。この中で、特に公衆網と家庭網の間に入る、いわば「家庭網の入口」的なノードがホームゲートウェイ (HGW) である。HGW は、「入口」を実現するためのサーバ機能を持つ。ここでは、通信系の機能に絞り、ホームゲートウェイに求められる機能について整理する。

1. 公衆網からのアクセスに対するユーザインタフェース
2. ファイアウォール機能
3. 家庭内機器やサービス、コンテンツについての情報を収集 / 公開する家庭ディレクトリサービス機能
4. 家庭内機器の遠隔操作機能
5. 家庭機器が特定のプロトコルに依存している場合に、他の網からその機器 / サービスへのアクセス機能を提供する代理サーバ機能
6. アドレス変換 / プロトコル変換 / ルータ機能
7. ホームゲートウェイに接続される網の能力 (例えば帯域など) の違いを吸収するメディア変換機能

以下に、上記機能の実現方法の一例について示す。

1. については、ホームゲートウェイに WWW サーバ機能を持たせ、ホームページ (Web ページ) の形で家庭網に関する情報を外部に公開する。PC や携帯電話等に既に提供されている Web ブラウザをそのまま使うことが出来る。
2. については、SOHO で用いられる認証方式 (PAP や CHAP 等) を用いることが考えられる。常時接続を考慮した SSL 等の利用も考えられる。
3. については、例えば IEEE1394 における IEEE1212 や HAVi のレジストリ等、家庭網種別に

応じた情報収集を行い、これをインタラクティブな Web ページ (HTML 文) の形でまとめて表示する。

4., 5. については、Web ブラウザに対するアクセスを WWW サーバ上の Servlet 等を経由して家庭網コマンドに変換する方法が考えられる。

6. については、IP / 家庭網のプロトコル変換や、家庭内を IP プライベートアドレス / 家庭外を IP グローバルユニークアドレスとして運営する場合や家庭内を IPv6 / 家庭外を IPv4 として運営する場合等のアドレス変換、ホームルータ機能等が考えられる。

また、最近の家庭網の特徴の一つは、AV データの転送機能が備わっていることである。デジタル放送やデジタル AV 技術は、IEEE1394 のような家庭 AV ネットワークを必要としている。この場合、家庭の外から家庭内の、あるいは異なる部屋の AV コンテンツを見たいと考えるのは自然であろう。しかし、家庭内外のネットワーク能力 (例えば帯域など) には著しい違いがある。その為、適当なメディア変換能力が必要となる (7.)。

この他に、ホームゲートウェイに家庭網の管理を行わせる場合のサーバ機能 (DHCP 機能やメールサーバ機能等) が加わることも有り得るが、これらの機能は家庭網内外の別のノードに任せてもよい。

2.1.2 実装

以上を考慮し、下記の様な構成でホームゲートウェイの実装を行なった。

- クライアント側は Web ブラウザ (Java-VM サポート) + アプレット
- クライアント=ゲートウェイ間の通信は、ファイアウォール越えを考慮して http 上で行なう
- プラットホーム非依存を考慮し、Java ベースで実装
- AV 網 (IEEE1394)、ホームオートメーション網 (X10 電灯線 LAN) の 2 種類の家庭網を、インターネットから統合的に制御 (図 2.2)
- リアルタイム MPEG4 コーデックを実装し、家庭内の AV コンテンツ (IEEE 上の DV 映像 : 30Mbps) を、公衆網の帯域 (32kbps ~ 512kbps) に変換する。その際は、MPEG4 over RTP/IP プロトコルにて転送。

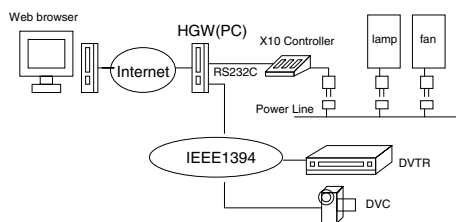


図 2.2 ホームゲートウェイ実験システム

開発環境は以下の通りである。

- Pentium 搭載 PC
- OS: Windows 98
- Internet Explorer 5.0, Java plug-in (1.2.1)
- JDK: 1.2.1, JSDK 2.0
- HTTP サーバ : Apache 1.3 + JServ 1.0

試作したホームゲートウェイの GUI を図 2.3 に示す。



図 2.3 ホームゲートウェイの GUI

2.2 柔軟な情報家電フレームワークの概要 (北陸先端大の研究)

本節では、提案する柔軟な情報家電フレームワークについて説明する。

2.2.1 基本アーキテクチャ

本フレームワークの目標は以下にあげる 3 つである。

- 1 つのリモコンにより様々なデバイスの制御を可能とする。

制御対象として、コンピュータ上のアプリケーションや A/V デバイス以外の家電も制御可能にすることである。

- 複数デバイスのコンポジションを可能にする。
つまり、複数のデバイスを 1 つのデバイスであるかのように扱うことを可能とする。この機能により、例えば複数のカメラとディスプレイを接続することにより作られたビデオコンファレンスアプリケーションを全体を 1 つのビデオコンファレンスデバイスとして用いることを可能とする。
- デバイスの制御の方式をカスタマイズ可能にする。

GUI の表示を各ユーザの好みを反映させるとか、デバイスのコンポジションをユーザの好みや近くにあるデバイスに応じてアドホックに接続することなどを可能とする。

以下に、本システムの基本アーキテクチャについて説明する。本システムは図 2.4 に表されている、以下の 7 つのコンポーネントから構成される。

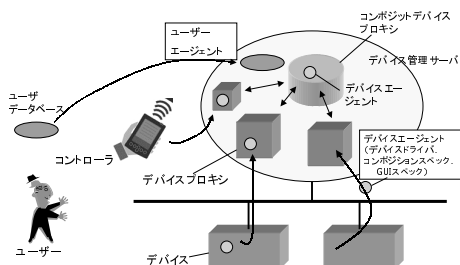


図 2.4 基本アーキテクチャ

- デバイス (device)
家電などの実際に動作して機能を果たす。本システムのデバイスは各機器を単機能のコンポーネント単位まで分解して取り扱う (HAVi [40] の FCM に相当)。例えば、TV は、チューナー、アンプ、ディスプレイ、コンバーターといった単機能のデバイスがコンポジットしたものとして構築する。
- デバイスプロキシ (device proxy)
デバイスをコントロールためのインターフェー

スとなる。リモートに存在するデバイスのコントロールは全てデバイスプロキシを通して行われる。実際にデバイスをコントロールするための通信手段、手順はデバイスプロキシが把握しており、さまざまな通信メディアを混在させることができる。

- デバイス管理サーバ (server)
デバイスプロキシを生成、エージェントが転送され実行される。Lookup サービスも行う。
- デバイスエージェント (device agent)
各デバイスの持っている機能や性能情報を保有している。複数のデバイスを接続しコンポジションする際の設定を持つことも可能。
- パーソナルエージェント (personal agent)
ユーザーの位置や使用するデバイスのコンフィグレーションをカスタマイズに必要な情報を持つ。
- 環境エージェント (environment agent)
デバイスがネットワークへ接続されたり、ネットワークから切り離されたという、環境の変化を監視、状態を把握するエージェント。
- コントローラ (controller)
ユーザーインターフェースを司り、ユーザーに対してボタンなどを表示したり、ユーザーからの入力を受けつけることができる。

2.2.2 システムの基本動作

本節では、実際にデバイスをネットワークに接続したときどのように制御されるかについて述べる。我々のフレームワーク全体は Java によって記述し、ディレクトリサービスとしては Jini[41] [42] を利用する。

まずはじめに、デバイスのプラグアンドプレイは図 2.5 で示されるシーケンスに従っておこなわれる。ネットワークにデバイスがプラグインされると、デバイス管理サーバ内に接続されたデバイスに対応するデバイスプロキシが生成される。この時、プロキシデバイスはデバイスのネットワーク上のアドレスを保持し、デバイスはデバイスプロキシにデバイスエージェントを転送する。デバイスエージェントはデバイスプロキシがデバイスと通信するために必要なコードと GUI を生成するための GUI スペック、

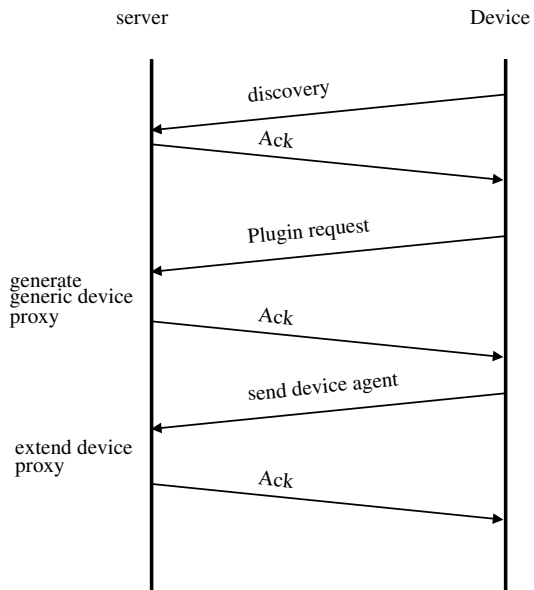


図 2.5 プラグアンドプレイ

デバイスのコンポジションを決定するコンポジション仕様を含んでいる。

GUI スペックは、ディスプレイに表示すべき GUI パーツと、パーツを操作した場合に発生するイベントに関して記述されている。

コンポジション仕様はデバイス間の接続を制御することにより、複数のデバイスを 1 つのデバイスであるかのように見せることを可能とする。コンポジション仕様はコントローラプロキシが生成したイベントを複数のデバイスプロキシがエクスポートするイベントにマッピングするための仕様を記述したドキュメントである。

デバイス管理サーバがコンポジション仕様を受け取るとコンポジットデバイスプロキシを生成する。コンポジットデバイスプロキシはコンポジション仕様に従いデバイスプロキシの接続を行う。ここで言う接続とは、コントローラにより生成されたイベントをどのプロキシデバイスのイベントに配送するかを決定することである。また、コンポジットデバイスプロキシは結合されている各デバイスの GUI スペックを集めてマージすることによりコンポジットデバイスの GUI スペックを生成し、コントローラに転送する。

現在の実装では移動エージェントしてお茶の水大で開発された MobileSpace [43] を用いている。また、イベント配送のメカニズムとしては JavaBeans

を用いている。

現在の実装では GUI スペックやコンポジションスペックを記述するための言語として XML の拡張言語である BML(Beans Markup Language) [44] を用いている。

リモートコントローラもデバイスとして同様の手順でプラグインされる。はじめに、リモートコントローラ上にはコントロール可能なデバイスのリストが生成される。このリストはユーザエージェントから送られてきたプリファレンスや現在のユーザの位置などの環境情報を元にカスタマイズすることが可能である。例えば、ユーザの好みに応じて GUI を配置したり、ユーザが不必要な GUI 部品を表示しないことでユーザに応じた制御が可能となる。

2.2.3 システムの動作例

本節では、我々のフレームワークの利用例に関して、テレビデバイスが簡単なデバイスのコンポジションにより構成されることを示す。

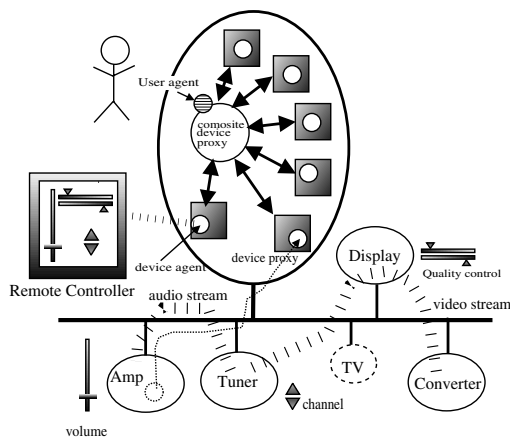


図 2.6 テレビの構成

ここでは、図 2.6 で示すように複数デバイスがコンポジションの手続きにより各デバイスがコンポジットされテレビが構築される例を説明する。最初に各デバイスはネットワークに接続されるとデバイス管理サーバーを探しサーバーにプラグイン要求を出す。プラグインされると、デバイス管理サーバー内では各デバイスのデバイスプロキシが設置される。デバイスエージェントを持っているデバイスはデバイスプロキシにエージェントを送り出す。エージェントの持つ情報に従いデバイスプロキシが機能拡張されインタフェースが追加される。この例では、仮想的な

テレビデバイスが存在し、テレビデバイスエージェントに含まれるテレビとしてのコンポジションスペックをもとにコンポジションが行われ、その結果、テレビコンポジットデバイスプロキシが作成される。

2.2.4 今後の課題

本フレームワークの今後の課題としては、

- どのようにして離れた位置にあるデバイスを制御するか
 外出先から家庭内のテレビを制御したりすることをいかに可能にするか。また、複数ユーザが異なるリモコンを用いて同一のデバイスを制御するときどのようにして排他制御をおこなうかについても検討する必要がある。
- GUI スペックとコンポジションスペックの記述
 コンポジションスペックの問題は、デバイスをどのような抽象度をもった名前を用いるか（抽象度が高い名前を用いると、アドホックなデバイス間の接続を容易に実現するが、特定のデバイス間の接続を明示的に指定することは難しい）。GUI スペックに関しては、GUI パーツの表示の仕方やどの GUI パーツがユーザに興味があるかをどのように指定するかなどに関して検討する必要がある。
- デバイス間の接続の指定をどのように行なうか
 各デバイスが持つ A/V データ用のポートをどのように接続し、それらのデバイスをどのように同時に制御するかに関して検討する必要がある。

第 3 章 合宿や研究会での BOF の開催

3.1 合宿での BOF の開催

2000 年 3 月に石和温泉にて開かれた合宿において BOF を開催した。内容は以下の通りである。(詳細は、2 章を参照のこと)

- IETF での IP1394 の動向報告

- IETF での zeroconf(設定不要ネットワーク)の動向報告
- IPv4 over IEEE1394 相互接続実験の結果報告
- ホームゲートウェイの議論 (東芝)
- 仮想情報家電の提案 (慶應大学)
- 情報家電に適したソフトウェアアーキテクチャ (北陸先端大学)

第4章 今後の予定

99年度から「WG活動の範囲を制限せず、1394に関してジェネリックに研究できるテーマをWGの目的として活動をしていくべき」とのコンセンサスを得、「1394とインターネットの融合技術の研究開発、及びIEEE1394開発環境の整備を目的として取り組んでいく」ことをチャータとした。しかし、この数年

- 携帯電話の急激な普及
- それに伴う「携帯インターネット」の爆発的普及
- デジタル家電の普及
- 家電(白物家電を含む)のネットワーク化
- ウェアラブルコンピュータの考え方の浸透

等、ネットワークを取り巻く世界は急激に変化しており、「インターネットにつながるのはパソコンばかりではない」、「一般の人達、一般家庭に広くネットワークが普及する」、「ネットワークの種類は多彩である」ことを前提に議論を進めていく必要が急激に増大してきた。このことから、2000年度のWIDEの最重要課題が「携帯電話、及び家電」であることなどを考慮し、IEEE1394のみをターゲットとするWGは99年度をもって終了することとした。今後は、IEEE1394に限らず、一般家庭や一般ユーザに広く普及が期待されるネットワーク技術全般をターゲットに、研究活動を行なっていく予定である。