

分散機器間連携によるエンドユーザ環境の構築

井上 亮文* 吉田 竜二* 平石 絢子* 重野 寛* 松下 温*

E-mail : akifumi@mos.ics.keio.ac.jp

本稿では利用機器及びアプリケーションの連続性を実現するエンドユーザ環境について述べている。筆者らは計算機の小型化によるデータの提示機能の不足に対して、データ受信の際に周辺リソースが連携する環境を提案してきた。本研究では、ユーザが利用するアプリケーションを変更しないで様々なネットワークサービスにアクセスできるようにシステムを再構築した上で、これを実現するプロトタイプ EXWeb Browsing の実装について述べる。

Building End-User Environment with Distributed Devices' Cooperation

Akifumi Inoue* , Ryuji Yoshida* , Junko Hiraishi* , Hiroshi Shigeno*
and Yutaka Matsushita*

In this paper, we describe an end-user environment that provides a terminal and application continuity for network service. We have proposed an approach which makes surrounding resources cooperate with WWW service for insufficiency of terminal capability. We improve this system so that user can access various network services without changing access application, and describe about the prototype system "EXWeb Browsing".

1 はじめに

近年の WWW を中心としたネットワークサービスの普及は目覚ましいものがある。WWW は Web ページでの情報発信にとどまらず、ユーザ間のコミュニケーションやスケジュールの管理にも用いられるなど、今やあらゆる情報通信の基盤として発展している。さらに今後は家庭内のビデオカメラ等、遠隔 AV 機器へのアクセスが検討されるなど、これら応用レベルのネットワークサービスへの期待と需要はますます高まっている。

また、そのサービスを利用する際のエンドユーザ環境が変化しつつある。計算機の小型化、単機能化により、携帯電話のような機能や処理能力の限定された端末が登場した。PC ではアプリケーションの起動など、必要な手続きが複雑で時間がかかるのに比べ、これら

の端末はボタン一つでアクセスが可能など利便性に優れていることから、その利用者が急激に増加している。将来のネットワークコンピューティングはこのように、ユーザの携帯するモバイル端末から様々な情報にアクセスする、という形が中心になっていくと考えられる。

しかし計算機の小型化、単機能化により、アクセス端末にサービス利用のためのアプリケーションが存在しない、データを処理や表示しきれないといった問題が発生する。これに対して、データ提供者がアクセスした端末の能力に合わせた複製を用意したり、自動的に変換するサービスなどが検討されている。しかしこれらの手法は多くの端末からのアクセスを実現する反面、本来のデータの持つ雰囲気や失ってしまう可能性がある。またサービスごとにアクセスアプリケーションが異なるという問題から、結果としてユーザはサービスごとにアプリケーションを、より「良い」情報を取得するために利用する機器自体を逐次切り替えていく必要がある。

我々はこの機器の切り替えの必要性に対して、ユー

* 慶応義塾大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻
School of Science for OPEN and Environmental Systems,
Graduate School of Science and Technology,
Keio University

ザの周辺に存在する [1] リソースを利用することに注目し、モバイル機器とホームネットワークをウェブベースで連携させる方式 [2] を研究してきた。そこで新たに、機器の連続性以外にアプリケーションの連続性に注目し、一般的なブラウザから様々なネットワークサービスにアクセスできるようにシステムを構築し直した。本稿ではこの新システムにおけるエンドユーザ環境の構築及び実装について報告する。

2 提案する環境

2.1 拡張型受信環境

従来の WWW は、サービスへアクセスする端末と結果を受信する端末が固定的な関係であり、それにより能力以上のデータが配信されてしまうといったことが発生した。本提案ではこれらの問題点に鑑み、クライアントの受信機能を分散した機器コンポーネントを用いて動的に構成し、ブラウザの内部ではなく外部に仮想的に機能拡張できるようにした。

ユーザは様々な環境間を移動することを想定しているので、その周辺に存在する機器も変化する。これら周辺環境の機器の発見機構を提供し、自由に受信環境を設定することができる。以降のサービス利用の際には、この時設定した機器が自動的に連携動作してデータの取得及び表示を代行してくれる。

2.2 改善点

従来の提案では利用対象を WWW サービスに限定していた。そこでより将来を見据えて遠隔の AV 機器へのアクセスも考慮して新たに改善した点を挙げる。

2.2.1 統合アクセス環境

現在最も一般的なサービスは WWW であり、それを利用するアプリケーションは Web ブラウザである。一方将来登場するようなネットワーク AV 機器を制御するには新たに別の専用アプリケーションが必要になる可能性がある。これでは我々が目指す「アプリケーションの連続性」が保たれず、サービスを変更するとにアプリケーションの切り替えが生じる。

そこでアクセスに利用するアプリケーションを 1 種類に統合する。中でも最も汎用的かつ利用頻度の高い Web ブラウザで異種サービスへの統合アクセスを実現

する。

2.2.2 仲介サーバ・周辺機器の改善

上記の統合アクセス環境の実現や、遠隔の AV 機器など様々なサービスを利用するようになると、受信機器の新たな機能の拡張や、ホームネットワークとユーザネットワークの連携が必要となる。これらを実現するために、以前提案した仲介サーバや周辺機器サービスなど各コンポーネントを新たに実装し直した。

3 実現例：EXWeb Browsing

本章では、提案した統合アクセス環境と拡張受信環境を利用して実現したプロトタイプアプリケーション EXWeb Browsing について述べる。EXWeb Browsing では、ユーザは従来どおり世界中に膨大に存在する WWW サーバの情報に既存のブラウザでアクセスできる。その一方でホームネットワークに存在する AV 機器のデータへのアクセスもブラウザで実現する。そしてこれらのアクセスで得られるデータはユーザの周辺のネットワーク機器と連携して取得することが可能である。

図 1 に本実装のオブジェクトを示し、以降その詳細を述べる。

3.1 エンドユーザ環境

情報提供型サービスにアクセスしようとするユーザが存在するネットワークの環境であり、以下の要素が存在する。

Browser : ユーザの利用する機器に搭載されている、サービスへのアクセスを行うインタフェース。

Display : ネットワークを通じて、画像や映像のデコード、描画機能を代行するデバイス。

Audio : Display と同様に、サウンドファイルやストリームのデコード、再生を代行する。

SReg(Service Registry) : Display や Audio といったネットワークデバイスの情報を管理しているディレクトリサービスの一つ。機器の検索と、その制御に必要なプログラムを提供する。

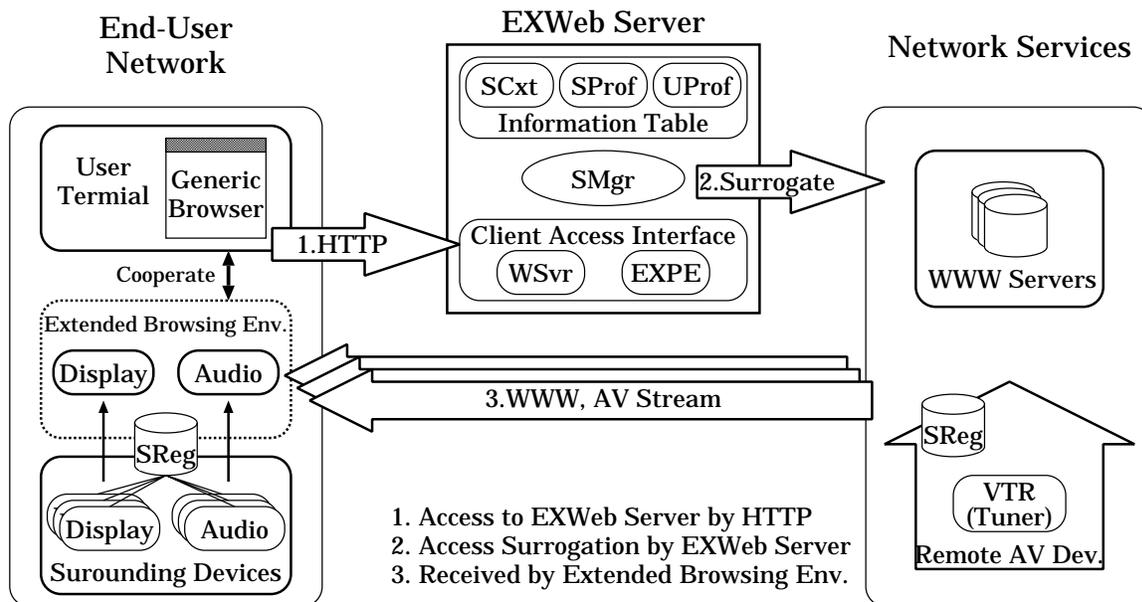


図 1: EXWeb Browsing 全体像

3.2 ネットワークサービス

ネットワークを通じてユーザからアクセスされる情報提供型サービス。本プロトタイプでは以下の要素が存在する。

WWW contents : 現在の WWW サービス。Webサーバ上より提供されるドキュメントや画像などのマルチメディアファイルを HTTP で提供する。

Remote AV Device : 遠隔のホームネットワーク上に存在する AV 機器が提供するマルチメディアデータ。

SReg : エンドユーザ環境の SReg と同じように、遠隔のホームネットワークに存在する機器の検索と実行プログラムの提供を実現する。

3.3 EXWeb Server

本提案の中心的存在で、プロキシタイプのサーバオブジェクトである。サービスへのアクセスの代行処理と、受信機器として指定したリソースの制御を行うことにより、アプリケーションと機器の連続性を提供する。本サーバオブジェクトはさらに以下の要素で構成されている。

WSvr(Web Server) : ユーザのブラウザからの

HTTP によるアクセスを受け付けるウェブサーバ機能を提供し、後述の SMgr へのメッセージ伝達や EXPE から生成されたページを受け取る。

EXPE(EXPage Engine) : エンドユーザ環境に存在する機器を連動させるための特殊な HTML ページを作成する Servlet。

SMgr(Service Manager) : ユーザの認証情報、利用している機器の状態を管理し、それらの情報を用いて、ユーザ端末に代わって SReg で管理される機器の検索や制御を行う。

UProf(User Profile) : EXWeb Server を利用するユーザの認証情報を保持している。

SProf(Service Profile) : 各 AV 機器の制御方法を保持する。プロトタイプは VTR であり、再生、停止、チャンネルの上下等一般的なものをサポートしている。

SCxt(Service Context) : ユーザが現在のブラウジングに利用している拡張受信環境の状態を管理する。

4 拡張受信環境の構築

本章では 3.1 に示したオブジェクトを用いたエンドユーザの拡張型受信環境の構築について述べる。

4.1 受信機器について

ネットワークサービスから提供されるデータのタイプは、テキスト、画像など多岐にわたる。プロトタイプではこれらの取得を代行する受信機器を大きく Display と Audio の 2 つに分け、それぞれが取得するデータを表 1 のように定めた。これらは網羅的なものではなく、現在一般的に提供されているものを考慮して選択した。新たに実装したのは動画機能とストリーム受信実現である。

Display	Audio
画像 (JPEG 等)	蓄積型音声 (MP3 等)
蓄積動画 (MPEG)	ストリーム音声 (RTP)
ストリーム動画 (RTP)	

表 1: 受信機器の分類

またこれらの機器は SReg に登録される。この時登録された属性情報を元にユーザはサービスを自由に選択することができる。この属性情報としてベンダー名など一般的なもの他に、Display は描画領域の大きさ、Audio は再生可能なフォーマット情報用意した。

4.2 機器連動型リンク

EXPE は、ユーザの指定した周辺の機器が連係動作するようにオリジナルのソースを変換する。受信機器の制御を EXWeb Server 上の SMgr が行うため、まず全てのリンクを EXWeb Server へのリンクに置換し、HTTP のメッセージを SMgr が受け取れるようにする。さらにそのリンクに対してパラメータが付加され、それを元に SMgr がその動作を決定するという方式を取る。パラメータで重要なものは以下の 2 つである。

- URL
本来のリンクが張られていた URL。全てのリンクが EXWeb Server へのリンクに変換されてしまうため、リンク中にパラメータとして本来の URL を保存し、元のページに戻りたい場合などに利用される。

- type
本来の HTML ソースでリンクが張られていたコンテンツの特性を示す。実装では通常のウェブページへのリンク web、画像へのリンク image、音声へのリンク music、動画へのリンク movie の 4 種を定義し、これに応じた動作を SMgr が行う。type に付随した他のパラメータも存在する。

例としてサウンドファイルへのリンク (type=music) の変換例を示す。http://www.keio.ac.jp/ というページにおいて

```
<a href="http://www.keio.ac.jp/music.mp3">  
  音楽  
</a>
```

のようにサウンドファイルへはられているリンクは次のように変換される。

```
<a href="http://SMgr の URL?type=music  
&music=http://www.keio.ac.jp/music.mp3  
&action=play  
&url=http://www.keio.ac.jp/">  
  music: 音楽  
</a>
```

このリンクをクリックして発生した HTTP 要求を受け取った SMgr は、まず type からリンク先がサウンドファイルで、さらにそのファイルが 2 行目の URL にあると判断する。action は music に付随するパラメータであり、再生命令であることを示す (他に停止が存在)。これらを総合して SMgr は Audio に対して http://www.keio.ac.jp/music.mp3 を取得、再生するように命令を行う。クリック後は url に保存された元のページの URL へ移動する。つまりクリックをしても同じページが表示されていることになる。なおリンクがサウンドファイルだとわかるように「music:」というタグを付加している。

4.3 受信環境拡張シナリオ

EXWeb Browsing を行うには、まず拡張受信環境の設定と、遠隔ネットワークデバイスへの接続をする初期化処理が必要である。図 2 にその様子を示し、以下にその手順を詳しく示す。

1. Display, Audio 機能を提供する機器、及び遠隔に存在する VTR は、各ネットワークを管理する SReg に登録され管理されている。

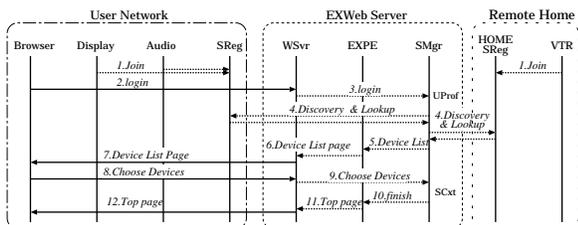


図 2: 受信環境拡張ステップ

2. ユーザは Browser から EXWeb Server へアクセスしログインを行う。この時ユーザがどこのネットワークにいるかという情報 (Locator 情報) を同時に送信する。
3. ログイン情報が WSvr から SMgr へ渡され、UPProf を元に認証を行う。
4. Locator 情報に基づいて、ユーザが現在いるネットワーク及びユーザの自宅ネットワークの SReg に対してどのような機器があるか検索する。
5. 検索の結果発見できた機器のリストを EXPE に渡す。
6. EXPE は渡されたリストをもとに Web Page を作成し WSvr に渡す。
7. Browser には HTML のページが表示される。
8. リストのページから、以降のデータ取得に連携させたい機器を選択する。
9. WSvr から SMgr へどの機器が選択されたかが渡される。
10. SMgr は渡された情報を元に SCxt としてその状態を管理する。終了を EXPE に通知する。
11. EXPE はその時点で利用可能なサービス (Web や遠隔 AV) へのアクセスを実現するトップページを作成する。
12. トップページがユーザ端末のブラウザに表示される。以降このページから Web や遠隔 AV 機器など様々なネットワークサービスへアクセスしていく。

5 実装

筆者らは EXWeb Browsing におけるユーザの周辺やホームネットワークを構成する機器の登録、検索、制

御方式に Jini[3, 4] を採用した。Jini は機能を提供するサービス、そのサービスを利用したいクライアント、サービスの登録と検索をサポートする Lookup サービスからなり、SReg に Lookup サービスを、実行には Jini Proxy モデルを用いた。Jini は Java で実装されプログラミングモデルとして確立されていること、Java プログラムと連携及び実装が容易であることからプロトタイプに最適であると考えた。

Jini で実装されたホームネットワークの VTR は、実際に Jini に対応した VTR は存在しないため、市販のビデオデッキ、PC から操作可能なリモートコントローラ、映像キャプチャ、そしてそれらを制御する Java/Jini アプリケーションとして仮想的に実現した。

一方ユーザネットワーク側の受信環境として利用されるデバイスには画像、動画が表示可能なディスプレイと、音声再生可能なオーディオとした。ビデオと同様に実際に対応するデバイスが無い場合、Java Media Framework とそれを制御する Java/Jini アプリケーションとして実現している。

またブラウザからの HTTP によるアクセスを受け付け、サービス連動型リンクを生成及び解釈する EXPE の Servlet Engine には Tomcat3.1 を用いた。

以上の Java/Jini アプリケーションで実現された Display とブラウザの搭載された端末を用いて動作確認を行った様子を図 3 及び図 4 に示す。図 3 はブラウザと同じ端末に Display を起動し、EXPE が生成した、画像へのリンクをクリックした状態を示している。Display の写真表示用のコンポーネントが起動され、本来の写真を描画している様子が見える。また図 4 では遠隔の VTR のチューナの映像にアクセスし、ユーザの目の前の Display に描画している様子を示している。

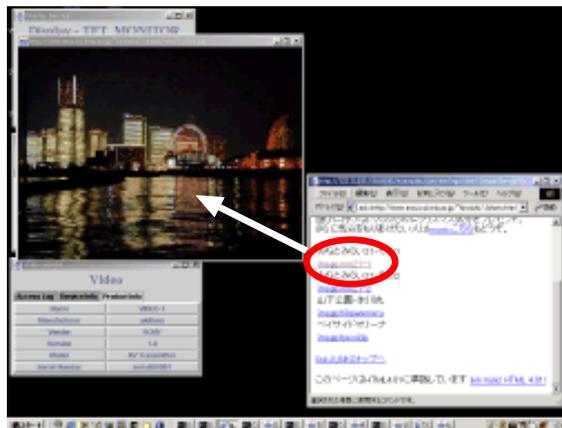


図 3: Display の動作

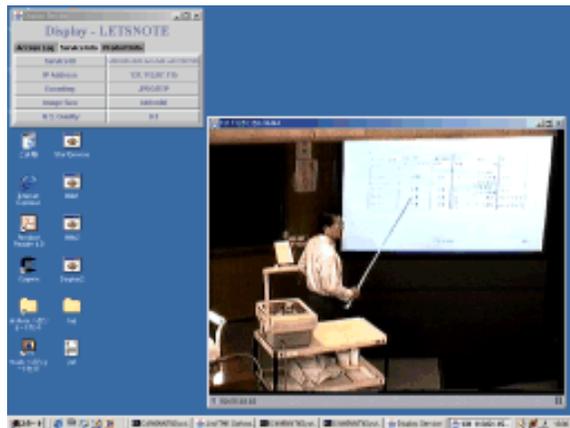


図 4: 動作画面

- [2] 平石 絢子, 井上 亮文, 吉田 竜二, 重野 寛, 松下 温 . Web ベースのモバイル ホームネットワーク連携. 情報処理学会第 62 回全国大会, 特別トラック 5, pp.139-142, 2001.
- [3] W.Keith Edwards *CORE JINI Java Series*. Prentice Hall. 1999
- [4] <http://www.sun.com/jini/>

6 まとめ

本稿では, 将来の情報サービスは WWW と AV 機器へのアクセスが混在すると想定し, 従来の提案である拡張型受信環境に対して異種サービス統合アクセス環境を融合させた. 提案では, サービスに対するユーザ側のインタフェースを汎用的な Web ブラウザに統合し, ホームネットワーク上のリソースへのアクセスのような将来のサービスへの統一的なアクセス環境を提供する. またユーザの周辺環境を連携させてデータ取得を支援する機構を実現した.

実装したプロトタイプ EXWeb Browsing では, 連携する機器の情報を埋め込んだ Web ページを自動的に生成し, アクセス時に代行機器が自動的に動作することを確認した. また遠隔のビデオデッキの制御とデータの取得を実現した. これにより統合アクセス, 拡張受信環境の有効性を確認した.

謝辞

本研究は研究プロジェクト「NAI フォーラム」のもとで行われた. 多くのご助言をいただいた方々に深く感謝する.

参考文献

- [1] Mark Weiser. *Hot Topics: Ubiquitous Computing*. IEEE Computer, Oct. 1993.