

モバイル連携ホームゲートウェイシステム

吉川 貴, 三宅 基治, 竹下 敦

{yoshikawatak, miyake, takeshitaa}@nttdocomo.co.jp

NTT ドコモ 総合研究所

ホームネットワーク内のコンテンツ共有手段や操作手段として、DLNA 等の標準化技術が普及し始めている。今後、ホームネットワークに宅外からリモートアクセスして遠隔視聴や遠隔操作を行いたいという要求の増加が予想される。これらを踏まえ、ホームネットワークへのリモートアクセスを実現するモバイル連携ホームゲートウェイシステムを提案する。本稿では、モバイル連携ホームゲートウェイシステムを実現するための必要機能と実装内容、検証結果について説明する。

A Mobile Home Gateway System

Takashi Yoshikawa, Motoharu Miyake, Masaharu Nakatsuchi and Atsushi Takeshita
Research Laboratories, NTT DoCoMo, Inc.

More and more home appliances and devices are equipped with home network standard technologies which enables us to share contents and to control devices. DLNA is a promising example of such technologies, and targets audio/visual equipments. In addition to the home networks, many people expect remote access to their home networks, but equipments with proprietary extension for the remote access cannot be expected because the extension impacts development costs. We prototyped a Mobile Home Gateway, which enable the remote access, i.e., interworking between a home network and a cellular network. Our design policy was to utilize as much existing technologies as possible. Necessary functions, including content filtering, security, access control, protocol conversion and event notification, are tested and verified.

1 はじめに

昨今、セルラー通信や無線 LAN、短距離無線通信といった無線通信技術の発展に伴ってモバイルコンピューティング環境が実現されてきており、ホームネットワーク内でも、PC や情報家電等の宅内機器を相互接続する試みが盛んに行われている。また、宅外モバイルコンピューティング環境とホームネットワーク内の相互通信サービスとの連携で可能となる様々なサービスも提案されている。図 1 にその一例を示すが、宅内機器の宅外からの遠隔操作 (電源 On/Off や録画予約など) や、宅内機器内コンテンツの宅外からの遠隔視聴などが挙げられる。

本稿では、既存の宅内機器連携技術や宅外連携を視野に入れた相互通信技術について概観した後、既存のモバイル機器や宅内機器を用いてリモートアクセスを実現するモバイル連携ホームゲートウェイシステム (以下、モバイル GW と呼ぶ) を提案し、提案に基づいて実装した試

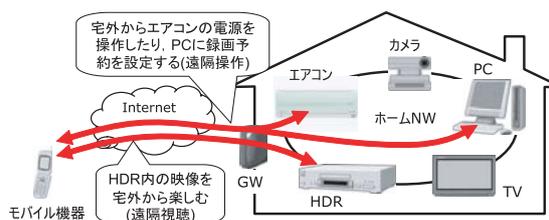


図 1: 宅外連携のユースケース

作システムの説明、課題や解決法、評価結果について述べる。

2 既存の規格について

既存の宅内機器連携技術や宅外連携を視野に入れた相互通信技術から、DLNA[1], ECHONET[2], UOPF[3], PUC[4] について触れ、モバイル GW での利用の観点から各方式を比較する。

2.1 DLNA

DLNA (Digital Living Network Alliance) とは、ホームネットワーク内の PC や情報家電、モバイル機器を相互に接続し、連携して利用するためのガイドラインを策定する業界団体である。

討範囲は図 2 に示すように、物理層から通信プロトコル、ネットワークサービス、メディアフォーマットまで広く扱っており、それぞれに必須事項、推奨事項、オプション事項等を DLNA ガイドラインとして規定している。また、DLNA では新規プロトコルの開発を行うのではなく、既存規格や汎用プロトコルを活用する。具体的には UPnP (Universal Plug and Play) を積極的に採用している。アプリケーションは音楽や静止画、動画などのコンテンツ視聴であり、DMS(Digital Media Server) と呼ばれるコンテンツサーバ内のコンテンツを DMP(Digital Media Player) と呼ばれるプレイヤーで視聴するモデルが提案されている。



図 2: DLNA ガイドライン策定のフレームワーク

2.2 ECHONET

ECHONET (Energy Conservation and Homecare Network) は、日本の大手電機メーカーなどが設立したエコーネットコンソーシアムが提唱している家庭内の電灯線や無線を利用したネットワークの規格である。

ECHONET の開発範囲は伝送メディア、下位通信ソ

フトウェア、通信ミドルウェア及び、サービスミドルウェアの部分であり、伝送メディアには電灯線や赤外線、イーサネットなど複数のインタフェースを許容している (図 3)。アプリケーションとしては主に家電機器の制御が提案されている。また、ECHONET では通信回線と繋がったゲートウェイを介して外部からの接続が可能であり、宅内利用だけでなく宅外からの遠隔操作による制御やガス漏れ通知などのリモート保守も可能になっている。

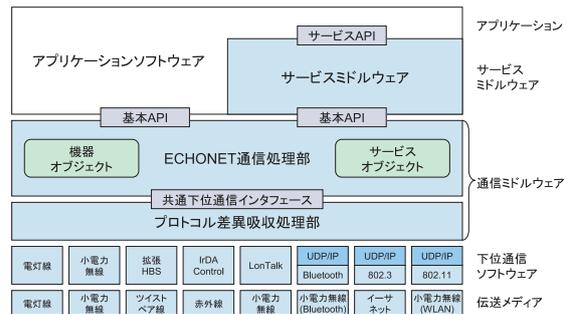


図 3: ECHONET の開発範囲

2.3 UOPF

UOPF (Ubiquitous Open Platform Forum) は「誰でも・簡単・安心×情報家電×ブロードバンドの新たなマーケット創造」のための共通仕様・ルールの策定を目的とした団体である。

UOPF の検討範囲は機器間の認証とアクセス制御であり、NTT コミュニケーションズの提案する m2m-x 技術を基本としている [5]。m2m-x では SIP の独自拡張を利用し、中央の m2m-x マネジメントサーバが認証やアクセス制御を仲介する。また、サービスレベルでは任意のプロトコルを使用し、各機器間の直接通信となる。アプリケーションにはコンテンツ・広告配信や、宅外からのコンテンツ視聴及び、家庭間での TV 電話などが提案されている。

2.4 PUC

PUC (P2P Universal Computing Consortium) は P2P 技術による様々な機器との相互接続ネットワークおよびサービス提供に関する仕様策定を行う団体である。UPnP や ECHONET といった既存の規格の上に共通のアプリケーションサービスレイヤーを P2P で構成し、相互接続性を向上させる事が目的である。また、携帯電話などによるリモート接続を意識している点も特徴であり、

表 1: 従来技術の特徴

	DLNA	ECHONET	UOPF	PUCC
普及の度合い	◎	△	×	×
リモート接続	×	△	○	○
携帯電話との親和性	△	△	△	△

携帯電話と宅内機器間に変換ゲートウェイを設置し、ゲートウェイの外(宅外)ではPUCCプロトコル, 中(宅内)では既存の家電制御プロトコルを使用することが可能である。

2.5 各方式の比較

表 1 にモバイル GW への利用の観点から各方式の特徴をまとめた。

まず普及度合いについては DLNA が最も進んでいる。既にメーカ各社から DLNA ガイドライン v1.0 に準拠した製品が発売されている他、参加企業数においても他に比べて優位である。ECHONET も同様に白物家電を中心に発売されているが、対応製品の普及があまり進んでいない。UOPF, PUCC については対応製品の発売には至っていない。

ECHONET ではゲートウェイを介した宅外からのリモート接続がサポートされているが、宅内・宅外の機器全てに ECHONET ミドルウェアが必要である。UOPF はリモート接続を主眼としており、認証やセキュリティに独自プロトコルを必要とするが、アプリケーションレベルでは特に制約はない。PUCC でも宅外からのリモート接続については提案しており、宅内に既存のプロトコルを使うことも可能な仕様となっている。一方、DLNA はホームネットワーク内に閉じた利用となっている。

携帯電話との親和性では大きな差異はなく、どの方式を採用したとしても携帯電話上に新規プロトコルの実装が必要となる。

上記の比較から、本検討では以下の点に着目した。

- 宅内機器に対する普及度合いでは DLNA が最も進んでいる。これは、家電機器で新規のプロトコルやミドルウェアを導入することが困難であることを考慮すると大きなアドバンテージである。
- ECHONET や UOPF, PUCC ではリモート接続が可能であるが、宅外機器に新規プロトコルを実装する必要がある。
- 携帯電話では HTTP による WWW サービスが利用可能である。

このことから本検討では、宅内機器に DLNA, 携帯電話などの宅外機器では HTTP による WWW サービス

といった既存技術を利用し、双方を相互接続するホームゲートウェイの実現可能性を探ることとした。

3 モバイル GW

宅外モバイル機器から宅内の DLNA 対応機器に保存されたコンテンツの遠隔視聴実現のため、モバイル GW による宅外連携についての試作検討を行った。ここでは、モバイル GW を試作するにあたっての必要条件と技術課題、その解決方法について述べる。

3.1 モバイル GW の要求条件と技術課題

宅内の DLNA 対応機器と宅外モバイル機器との連携を実現するためには、以下に示す必要条件と技術課題の解決にモバイル GW の導入が必要となる。

1. **通信セキュリティの確保**: 宅外モバイル機器として携帯電話に加え、有線・無線 LAN 接続の PC を含むことやモバイル GW との接続経路にインターネットが含まれることから、第三者からの盗聴、なりすまし、改ざんを防ぐためのセキュリティの確保が必要となる。
2. **アクセス制御機能**: ホームネットワーク内の 1 つまたは、複数のサーバに保存されたコンテンツを宅外モバイル機器に表示する場合、ユーザ毎に希望するコンテンツが異なるため、コンテンツリストの制御が必要となる。
3. **フィルタリング機能**: 宅外モバイル機器には、携帯電話や PC など複数の選択肢がある。また、通信ベアラやネットワーク状態、ユーザの利用状況も多岐に渡って動的に変化することが考えられる。一方、宅内機器側でもコンテンツの追加・削除などの変更が行われるため、双方の状況に応じて表示の最適化を動的に行う必要がある。例えば、宅外ユーザが FOMA から HSDPA エリア内や無線 LAN のホットスポットに入った場合や、電車に乗っている場合など、様々なコンテキストに応じて表示の最適化を行う機能が必要となる。
4. **プロトコル変換機能**: DLNA 対応機器では、ネットワーク上の機器発見、コンテンツ選択、管理のため XML (eXtensible Markup Language) で記述された情報が送受信される。これに対して、既存の携帯電話機器では HTML のみが利用可能であるため、宅外モバイル機器と DLNA 対応機器との接続には XML と HTML のプロトコル変換を行う必要がある。
5. **状態通知機能**: ホームネットワーク内の DLNA 対応機器は、電源 ON/OFF, コンテンツの追加/削除などの状態変化を通知する機能をもつ。そこで、ホー

ムネットワークとの非通信時にも、宅外モバイル機器から機器状態を把握できることが必要となる。

3.2 モバイルGWのシステム構成

図4にモバイルGWの外観を、図5にシステム構成をそれぞれ示す。以下では、前節で述べた各課題の解決方法および、これに関連する処理について説明する。



図4: モバイルGWの外観

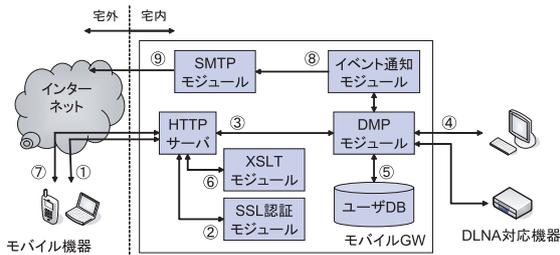


図5: モバイルGWのシステム構成図

3.2.1 セキュリティ

モバイルGWは、モバイル機器からの接続に対してFirstPassによるSSL (Secure Sockets Layer) クライアント認証と、通常の携帯電話やPCで用いられるSSLサーバ認証及び暗号化通信を採用した。FirstPassとは、NTTドコモが提供している公開鍵暗号基盤 (PKI) を使用した電子認証サービスである [6]。宅外モバイル機器のブラウザからHTTPサーバに接続要求が伝えられるとSSLモジュールを呼び出し、FirstPassによるモバイル機器の認証 (SSLクライアント認証) と暗号化通信が行われる (図5-①②)。これにより、PKIを基にした個人認証による高いセキュリティの確保を実現した。

3.2.2 アクセス制御機能

モバイルGWでは、アクセスしているユーザをFirstPassによるSSLクライアント認証の過程で特定する。これを利用して、機器単位 (DLNA対応機器ごとにアクセス許可/拒否を設定)、フォルダ単位 (任意のフォルダとその配下のツリーに対してアクセス許可/拒否を設定)、拡張子単位 (任意の拡張子に対してアクセス許可/拒否を設定) によるアクセス制御機能を導入し、ユーザ毎に希望するコンテンツ・リストを効率的に表示することとした。

実際の処理では、まずモバイルGWがDMPモジュールによってDLNA対応機器に保存されたコンテンツ・リストやコンテンツ本体の取得要求を行い、その応答を得る (図5-③④)。次に、ユーザDBのアクセスコントロール・リストを参照し、不要な情報を削除したXMLデータをHTTPサーバに返す (図5-⑤)。

3.2.3 フィルタリング機能

前節で述べたように、宅外モバイル機器の状態や宅内機器のコンテンツ状態に応じて表示の最適化を動的に行う必要がある。本システムでは表示最適化の枠組みとしてXSLTを用いてコンテンツ・リストの動的フィルタリングを実装した。また、変換ルールの一例としてモバイル機器の識別とそれに応じたフィルタリングルールを用意した。

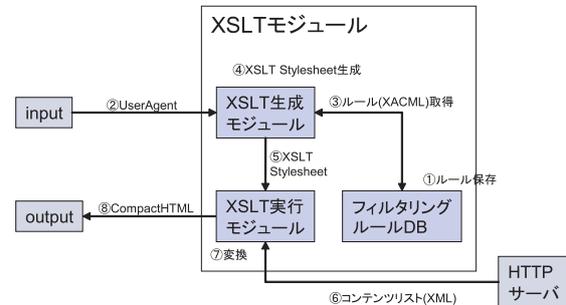


図6: フィルタリング機能の構成図

図6にXSLTモジュール内のフィルタリング機能の構成図を示す (図5の⑥⑦に該当)。まず、あらかじめモバイル機器がサポートするメディア・フォーマット、受信可能なファイルサイズなどのフィルタリングルールをXACML (eXtensible Access Control Markup Language) で記述し、保持する (図6-①)。次に、モバイル機器から送付されるHTTPリクエスト内のUser-Agentからモバイル機器の種別を識別し (図6-②)、該当するフィルタリングルールを呼び出してXSLTスタイルシートを動的生成す

る(図 6-③④⑤), その後, コンテンツ・リストを HTTP サーバから取得し, 生成された XSLT スタイルシートを用いて HTML に変換する(図 6-⑥⑦⑧).

3.2.4 プロトコル変換機能

モバイル GW では, 前述のフィルタリング処理と同時に DLNA 対応機器からの XML データをモバイル機器向けに HTML データに変換する(図 5-④⑥). 一方, モバイル機器からの HTML データは, 上記の逆処理によって XML データに変換され, DLNA 対応機器に通知される.

3.2.5 状態通知機能

モバイル GW 内の DMP モジュールが GENA による DLNA 対応機器の情報をイベント通知モジュールに通知し, SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) モジュールによって予め設定したモバイル機器のアドレスにメールを送信することで実現した(図 5-⑧⑨). メール送信は以下の場合とした.

- DLNA 対応機器の電源が ON または OFF されたとき
- DLNA 対応機器内のコンテンツが追加または, 削除されたとき

3.2.6 その他ルータ機能

本試作システムでは, WAN 側ポートを TA や ADSL モデルに直接接続してインターネットに接続するデュアルポートモードと, ブロードバンドルータを介してインターネットに接続するブロードバンドルータモードの双方を実装した.

デュアルポートモード用に DHCP サーバ機能, NAT/IP マスカレード機能, PPPoE クライアント機能を実装し, ブロードバンドルータモード用には DHCP クライアント機能と UPnP ポートマッピング機能を実装した. 特に UPnP ポートマッピング機能により, UPnP 対応のブロードバンドルータであれば自動でポートフォワード設定を行うことで, 宅外からモバイル GW へのアクセスが可能になる.

4 評価

4.1 実験環境

図 7 に評価実験環境を示す.

宅内ではモバイル GW の LAN 側ポートから HUB を経由して DLNA 対応機器 (Windows PC) 2 台を接続した. DLNA 対応機器には DLNA DMS 機能をインストールし, 各種コンテンツ (画像, 映像, 音楽) を保持・公開するように設定した. モバイル GW のはデュアルポートモードで動作しており, WAN 側ポートは TA を経由してインターネットに接続されている.

また, 宅外のモバイル機器は Windows PC を 1 台, 携帯電話を 1 台用意した. Windows PC は弊社社内網からのインターネットアクセス, 携帯電話は FOMA 網を経由している.

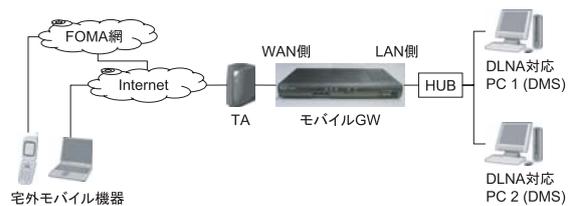


図 7: 実験環境

4.2 実験結果

モバイル GW を利用したホームネットワーク内の DLNA 対応機器と宅外のモバイル機器との接続結果を図 8 に示す. 左側が携帯電話による表示, 右側が PC による表示である. いずれも, 暗号化通信が行われており, 携帯電話には SSL のアイコンが, PC には鍵のイメージが表示され, セキュリティが確保されていることが分かる. 更に, モバイル機器の識別とフィルタリング機能の実現により, 携帯電話では自身の容量以上のファイルへのリンクが削除され, 利用するモバイル機器に合わせた表示の最適化がなされている.

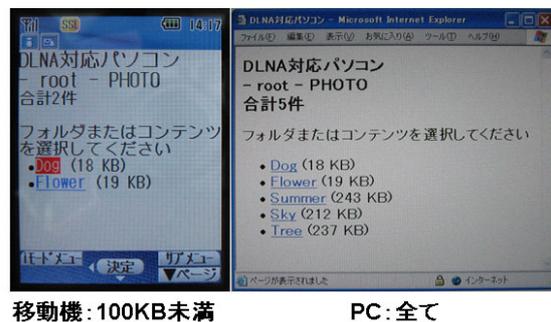


図 8: 宅外モバイル機器の画面

5 おわりに

本稿では、既存機器を利用し、宅外から宅内機器内のコンテンツの遠隔視聴を可能とするモバイル連携ホームゲートウェイシステムについて、課題および解決法とそれを実装した試作システムについて説明した。本ゲートウェイシステムは、フィルタリング機能、セキュリティ機能、アクセス制御機能、プロトコル変換機能、イベント通知機能を備え、携帯電話やノート PC などの宅外のモバイル機器から、DLNA に対応した宅内機器内のコンテンツの遠隔視聴を可能とする。

今後の課題のひとつにコンテンツ変換機能が挙げられる。現状の試作システムはプロトコル変換機能を備えるものの、コンテンツ変換機能を備えていないため、宅外モバイル機器によっては遠隔視聴できないという問題がある。例えば、DLNA ガイドライン v1.0 ではコンテンツのフォーマットに JPEG, LPCM, MPEG2 を必須と定めているが、現状の携帯電話では LPCM や MPEG2 の再生はできない。

また、今回は DLNA への対応を行ったが、他の規格についても今後の課題となる。既存プロトコル同士の変換で実現可能不可能な範囲を明らかにすることが重要であると考ええる。

その他、宅外モバイル機器に応じた UI の改善やクライアント認証によるコンテンツディレクトリのパーソナライズなどについても検討を進めていく予定である。

参考文献

- [1] <http://www.dlna.org/>
- [2] <http://www.echonet.gr.jp/>
- [3] <http://uopf.org/>
- [4] <http://www.pucc.jp/>
- [5] 齊藤允: 情報家電のセキュリティと m2m-x, 電子情報通信学会大会講演論文集, Vol.2006, 情報システム 1, Page SS.1-SS.2, March 2006.
- [6] <http://www.docomo.biz/html/product/firstpass/>