

A-15

DLNA 機器広域相互接続のためのネットワークアーキテクチャの設計 Design of Network Architecture for Wide-Area Interconnections between DLNA Devices

川本 絵葉^{†1} 小川 将弘^{†2} 島田 秀輝^{†3} 小坂 隆浩^{†3} 佐藤 健哉^{†1}
 Ema Kawamoto^{†1} Masahiro Ogawa^{†2} Hideki Shimada^{†3} Takahiro Koita^{†3} Kenya Satou^{†1}

1. はじめに

近年、テレビや HDD/DVD レコーダ、オーディオシステム、ファイルサーバなどにおいて、DLNA (Digital Living Network Alliance) [1] 対応機器が増加している。DLNA では、ホームネットワーク上にあるこれら情報家電機器を相互接続するための技術仕様として UPnP (Universal Plug and Play) を利用する。UPnP ではネットワークに接続された機器を発見するためにマルチキャストを利用するため、インターネットを介して他のホームネットワークにある機器を発見し制御することができない。

本研究では、自宅のホームネットワークに接続された DLNA 対応機器でコンテンツを保持している利用者が、他のホームネットワークに接続された機器からセキュリティを確保して自宅にあるコンテンツを視聴できるネットワークアーキテクチャを構築する。

2. DLNA

2.1 DLNA の問題点

DLNA においては、コンテンツを保持する DMS (Digital Media Server) とコンテンツを再生する DMP (Digital Media Player) があり、DMP が同じネットワークに接続された DMS を検索し連携する際のメッセージのシーケンスを図 1 に示す。機器を発見するための M-SEARCH はマルチキャストされるため、異なるホームネットワークにある機器を発見することができない。

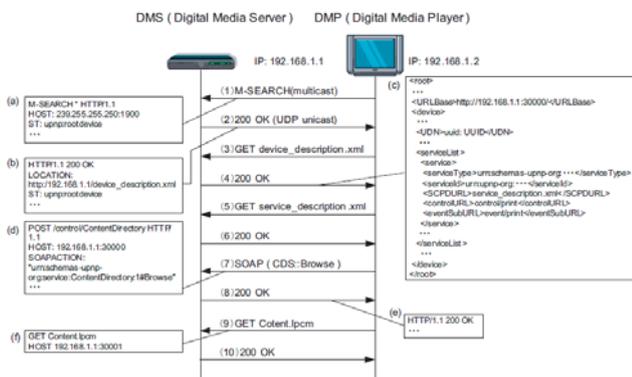


図 1 UPnP ネットワークにおける機器連携例

^{†1}同志社大学大学院 工学研究科、Graduate School of Engineering, Doshisha University

^{†2}同志社大学大学院 工学研究科 (現 株式会社 IIJ テクノロジー)、Graduate School of Engineering, Doshisha University (Currently with IIJ Technology Inc.)

^{†3}同志社大学 理工学部、Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

2.2 関連研究

(1) VPN

インターネットを介してホームネットワーク間を VPN で接続し、コンテンツの視聴を可能とする方式である[2]。しかし、VPN 接続でホームネットワーク間を接続した場合、一方のホームネットワークから他方のホームネットワークの全てのコンテンツが視聴可能となるため、コンテンツ単位でのアクセス制御を行えない。

(2) W-DLNA

ホームネットワークゲートウェイ間を、SIP を利用して UPnP でやりとりされるメッセージを中継する方式である[3]。W-DLNA では、他の WEB サービスとの連携が困難であり、DMS の移動を考慮しておらず、外出先のホームネットワークから、ユーザが所有する DMS のコンテンツを自宅ホームネットワークで設定したアクセス制御ポリシーに従って公開することができない。

(3) ワームホールデバイス

各ホームネットワーク内にワームホールデバイスを設置し、DMP からのメッセージを遠隔地の DMS に中継する方式である[4]。UPnP 機能を持たないルータが導入されている場合、動作しない問題がある。ワームホールデバイスでは、他の WEB サービスとの連携が困難であり、また、DMS の移動が考慮されておらず、外出先のホームネットワークから、ユーザが所有する DMS のコンテンツを自宅ホームネットワークで設定したアクセス制御ポリシーに従って公開することができない。

(4) m2m-x

m2m-x は、ホームサーバやプロキシなどを介さず、機器同士がエンドツーエンドで安全に通信を行うためのプラットフォームである[5]。m2m-x では、SIP を利用して異なるローカルネットワーク間の機器が通信を行うため、SIP に対応していない既存の UPnP 機器は通信を行うことができない。

3. ネットワークアーキテクチャ

3.1 DLNA プロキシ (UPnP ゲートウェイ)

本研究では、インターネットとホームネットワークの間に設置されるホームゲートウェイに DLNA プロキシを設置することで、離れたホームネットワーク間において UPnP のメッセージが相互に伝送可能となる[6]。DLNA プロキシのメッセージのやりとりを図 2 に示す。ホームゲートウェイが DLNA でやりとりされるメッセージを SOAP メッセージで中継する方式を採る。

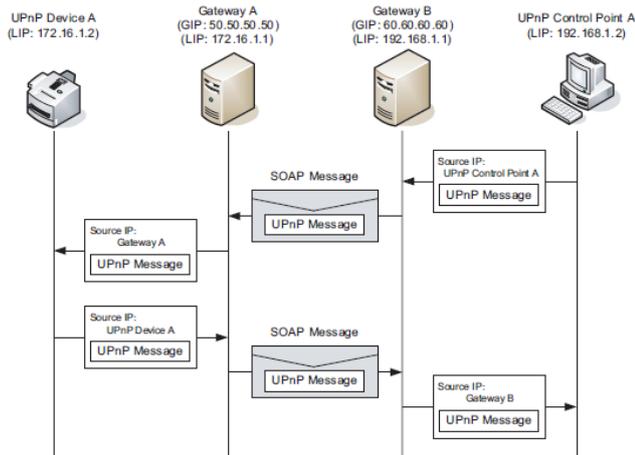


図2 DLNA プロキシのメッセージのやりとり

3.2 セキュリティ機能

本研究で想定するネットワーク構成を図3に示す。DLNA プロキシは、単にホームネットワーク間を接続するだけでなく、ユーザや DMS がホームネットワーク間を移動しても、異なるホームネットワーク間でコンテンツの共有が行える仕組みも提供する。インターネット上にゲートウェイ管理サーバを設置し、要求定義のユーザ証明機能は、ホームゲートウェイがユーザ情報を管理することで実現する。ユーザは携帯端末の WEB ブラウザを利用し、ユーザ認証を行い、認証に成功すれば、遠隔地のホームネットワークに接続された DMS のプロキシ DMS を生成する形式をとる。ユーザは自宅のホームネットワークから、ホームゲートウェイが公開する WEB インタフェースを用い、機器と所有者を関連付けるために所有者登録を行う。ホームゲートウェイは、機器の所有者情報をゲートウェイ管理サーバに登録する。他のホームゲートウェイからゲートウェイ管理サーバに所有者を問い合わせることで、機器の所有者を特定することが可能となる。ユーザは携帯端末の WEB ブラウザを利用し、自分が所有する機器の外部ホームネットワークに対するアクセス制御設定を行うことも可能である。

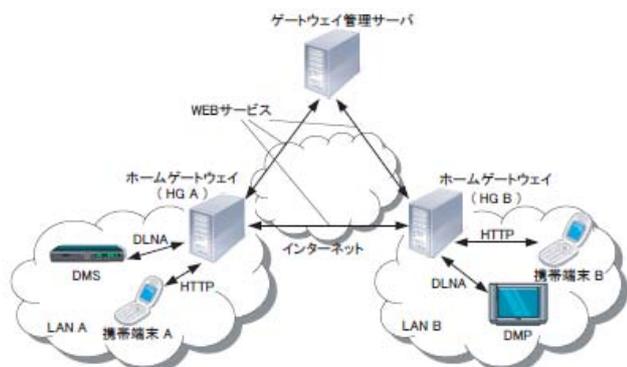


図3 提案システムのネットワーク構成

4. システム構成

4.1 位置情報管理機能

ホームゲートウェイの IP アドレスをゲートウェイ管理サーバが管理する機能である。ホームゲートウェイは、自身の IP アドレスが変更されるたびに、ホームゲートウェイ自身の識別子と IP アドレスをゲートウェイ管理サーバに通知する。ゲートウェイ管理サーバは、この情報をデータベースに保持し、ホームゲートウェイからホームゲートウェイ識別子のアドレス解決を求められた場合、この情報をもとにアドレス解決を行う。

4.2 DMS 管理機能

DMS 管理機能により、ホームゲートウェイが自身のホームネットワークに接続されている DMS の情報を管理する。ホームゲートウェイに格納された DMS 管理テーブルを利用し、MS は、デバイスディスクリプションとサービスディスクリプションを転送する。

4.3 アクセス制御設定機能

アクセス制御機能により、ユーザが所有する DMS を外部ホームネットワークに公開するための設定が可能となる。この機能では、外部ホームネットワークからの DMS に対するアクセス制御ポリシーを設定する。

4.4 デバイス同期機能

デバイス同期機能により、遠隔ホームネットワークに接続されている DMS を利用するために、ユーザが接続しているホームネットワーク上のホームゲートウェイにプロキシ DMS を生成することができる。

4.5 プロキシ DMS 機能

プロキシ DMS 機能とは、遠隔ホームネットワークに接続された DMS の代理を行うことで、DMP は DMS が同一ネットワークに存在するかのように動作可能となる。

5. 実装と評価

5.1 実装環境

ホームゲートウェイの実装には、Fedora Core 7 Linux (Kernel 2.6)を用い、プロキシ DMS 機能として UPnP ライブラリ Portable SDK (libupnp ver 1.6.6)を用いた。DMS の情報やユーザ情報を管理するための DBMS (DataBase Management System)には MySQL Server (ver 5.0)、ホームゲートウェイ間を接続するための WEB サービスには、Apache Axis2/C (ver 1.5.0)を用い開発した。ユーザが、デバイス同期機能などを利用するための WEB アプリケーションは CGI として実装し、WEB サーバとして Apache HTTP Server (ver 2.2.8)を用いた。以上の環境で、Intel Celeron D 2.66GHz、メモリは 512MB の PC 上に実装した。

5.2 ソフトウェア構成

実装したホームゲートウェイは、UPnP-WS, UPnP-WS, ProxyDMS, MediaProxy, DMS Manager から構成される。UPnP-WS は、UPnP メッセージを DMS に転送したり、他のホームゲートウェイからの要求に応じる役割を果たす WEB サービス群である。ProxyDMS は、DMP からの UPnP メッセージを連携先のホームゲートウェイ上の UPnP-WS に転送する役割を果たす。MediaProxy は、DMP からのコンテンツ要求を DMS に転送する機能を持つ。DMS Manager は、ホームネットワークに接続された DMS の情報を取得しデータベースに保存する機能を持つ。また、ディスクリプションドキュメントをキャッシュする機能も持つ。

5.3 評価

外部から自宅の DVD レコーダに保存したコンテンツを視聴するシナリオを用い、以下の項目の時間を計測した。

- (1) ユーザが利用可能なデバイスリストからデバイスを選択してから、プロキシ DMS を生成するまでの時間
- (2) DMP がコンテンツリストを要求し、コンテンツリストを取得するまでの時間
- (3) DMP がコンテンツ伝送リクエストを出してから、コンテンツ再生が開始されるまでの時間

表 1 評価結果

| 評価項目 | ローカルシステム | 提案システム |
|---------------|----------|--------|
| プロキシ DMS 生成時間 | 0 ms | 150 ms |
| コンテンツリスト取得時間 | 400 ms | 590 ms |
| コンテンツ再生開始時間 | 40 ms | 230 ms |

4. まとめ

近年、DLNA 対応家電機器が増加している。DLNA で利用される UPnP は、ネットワークに接続された機器を発見するためにマルチキャストを利用するため、インターネットを介して他のホームネットワークにある機器を発見し制御することができない。本研究では、自宅のホームネットワークに接続された DLNA 対応機器でコンテンツを保持している利用者が、他のホームネットワークに接続された機器からセキュリティを確保して自宅にあるコンテンツを視聴できるネットワークアーキテクチャを構築した。システムを設計、実装、評価した結果、機器がローカルネットワークにある場合と比較すると、ゲートウェイを通過する際の遅延が発生するが、その遅延は利用者にとって許容範囲である。また、ストリーミングデータも途切れることなく再生できることを確認した。

参考文献

- (1) Digital Living Network Alliance: DLNA Networked Device Interoperability Guidelines, <http://www.dlna.org/>
- (2) Kim, J. T., Oh, Y. J., Lee, H. K., Paik, E. H., and Park, K. R.: Implementation of the DLNA Proxy System for Sharing

Home Media Contents, IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 53, no. 1, pp. 139–144 (2007)

- (3) Motegi, S., Tasaka, K., Idoue, A., Horiuchi, H.: Proposal on Wide Area DLNA Communication System, In: 5th IEEE Consumer Communications and Networking Conference, pp. 233–237 (2008)
- (4) 武藤大悟, 吉永努: ワームホールデバイス: DLNA 情報家電の遠隔相互接続支援機構, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2007) シンポジウム, pp.134-138 (2007)
- (5) NTT Communications: m2m-x (machine-to-machine for anything, anyplace and anytime), <http://www.m2m-x.net/>
- (6) Ogawa, M., Hayakawa, H., Koita, T., and Sato, K.: Transparent UPnP Interactions over Global Network, Proc of SPIE (ICMIT 2007), vol. 6794, no. 4p, pp. 1–6 (2007)