

UPnP 機器をグローバルネットワーク越えて利用するためのネットワーク構成の提案

Proposal of Network Architecture for UPnP Device Connection over Global Network

小川 将弘 † 早川 裕志 ‡ 小坂 隆浩 † 佐藤 健哉 †
Masahiro Ogawa Hiroshi Hayakawa Takahiro Koita Kenya Sato

1 はじめに

電化製品や情報機器を家庭内(ローカルエリア)のネットワークに接続し、相互に機能を提供し連携するための技術に UPnP[1] がある。UPnP の仕様では、リクエストやイベントなどのメッセージをグローバルネットワーク(インターネット)経由で、他のローカルエリア内の機器に対して送信する規定がなく、このような状況にある機器同士は連携することができない。本稿では、この問題の解決策として、SOAP を利用した WEB サービスによるメッセージの送受信により、グローバルネットワークを越えて UPnP 機器を連携させるためのネットワーク構成を提案する。

2 UPnP

2.1 概要

UPnP とは、電化製品や情報機器を家庭内(ローカルエリア)のネットワークに接続し、相互に機能を提供し連携するための技術である。UPnP では機器同士の連携を実現するために様々なメッセージ交換を行う。以下にメッセージ交換で利用されるプロトコル[2]について述べる。

2.2 SSDP

ネットワークに接続された UPnP 機器は、まずアドレスの取得を行い、その後接続したことを他の機器に知らせるために SSDP (Simple Service Discovery Protocol) を利用し、Advertisement メッセージをローカルエリア内でマルチキャストする。

2.3 GENA

機器の状態を把握したい場合、クライアントは状態を把握したい機器に対して登録メッセージを送信する。プリンタを例に挙げると、インク切れや紙切れなどはクライアント側が把握すべき状態である。Subscription メッセージを受け取った機器は自身の状態が変化するたびに、登録してきた全てのクライアントに対して GENA (General Event Notification Architecture) と呼ばれるプロトコルを利用しマルチキャストを行う。また、機器自身の情報をアドバタイズする場合以外にも、機器自身の状態が変化したときに、機器自身が変化状態をクライアントに対して通知する際にもマルチキャストを行う。

2.4 問題点

グローバルネットワークを介して異なるローカルエリアネットワーク間で機器が連携を行うには、両ローカル

ネットワーク内の機器に対して新たに接続された機器の情報をアドバタイズする必要があるため、前述したマルチキャストパケットを両ローカルエリアネットワーク内で送信しなければいけない。しかし、既存の IPv4 では、基本的にマルチキャストパケットがグローバルネットワークを通過することを想定していない。また、UPnP においてもマルチキャストパケットをグローバルネットワークを介して他のローカルエリアネットワークに対して送信する手法を規定していない。本稿では、グローバルネットワークを介して、マルチキャストパケットを異なるローカルエリアへの送信を可能にし、グローバルネットワークを越えて、機器の連携を実現させる手法を提案する。

3 提案手法

3.1 ネットワーク構成

本システムを検討する上でのネットワーク構成を図 1 に示す。

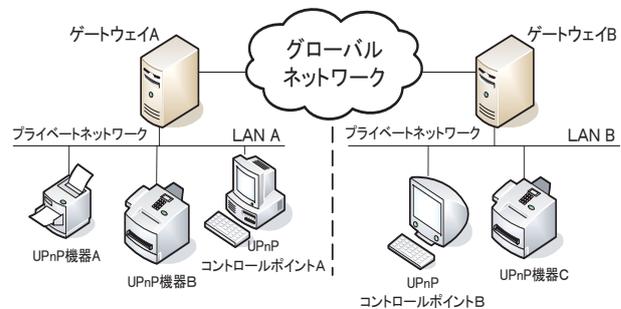


図 1 ネットワーク構成図

LAN A および、LAN B はプライベートネットワークである。LAN A には UPnP 機器 A と UPnP 機器 B と UPnP コントロールポイント A の機器が接続しており、LAN B には UPnP コントロールポイント A, B の機器が接続している。LAN A はゲートウェイ A を介してグローバルネットワークに繋がっており、ゲートウェイ A でアドレス変換を行う。本研究では、アドレス変換は NAT (Network Address Port Translation) を利用することを想定している。LAN B も同様にゲートウェイ B を介してアドレス変換を行う。

3.2 連携手法

2.4 節で述べた問題点の解決手法として、SOAP を利用した WEB サービスによるメッセージ転送を利用する。連携させたい互いのローカルエリアのゲートウェイ上でゲートウェイが属するローカルエリア内のマルチ

† 同志社大学 工学部 情報システムデザイン学科

‡ 同志社大学大学院 工学研究科 知識工学専攻

キャストパケットを受信する機能と受信したマルチキャストパケットを SOAP メッセージに変換して、他のゲートウェイに送信する機能と SOAP メッセージを受信する機能を持つサービスを起動する。SOAP を利用する理由としては以下の点が挙げられる。

- HTTP での通信に適したプロトコル
- SOAP ヘッダによるサービスの拡張が可能

また、SOAP メッセージの転送には HTTP を用いる。一般的に、HTTP は通信による制限が小さく、ファイアウォールを特別な設定をすることなく通過できる利点がある。

3.3 メッセージ構成

前述したとおり、マルチキャストパケットを受信したゲートウェイは、SOAP メッセージを生成する。この SOAP メッセージ構成を図 2 に示す。

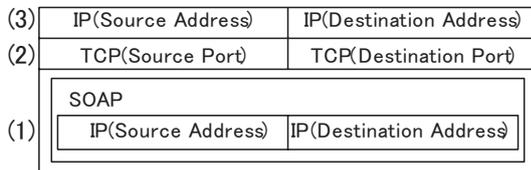


図 2 SOAP メッセージ構成

- (1) ゲートウェイがマルチキャストパケットを受信すると、マルチキャストパケットをそのまま SOAP の BODY にし、SOAP メッセージを生成する。SOAP メッセージ内にある IP ヘッダはローカル IP アドレスである。
- (2) NAPT で変換された送信元ゲートウェイのポート番号と送信先ゲートウェイのポート番号である。
- (3) 送信元ゲートウェイのグローバル IP アドレスと送信先ゲートウェイのグローバル IP アドレスである。

3.4 具体例

Discovery メッセージをマルチキャストしたときの動作を図 3 に示す。それぞれの機器のローカル IP アドレ

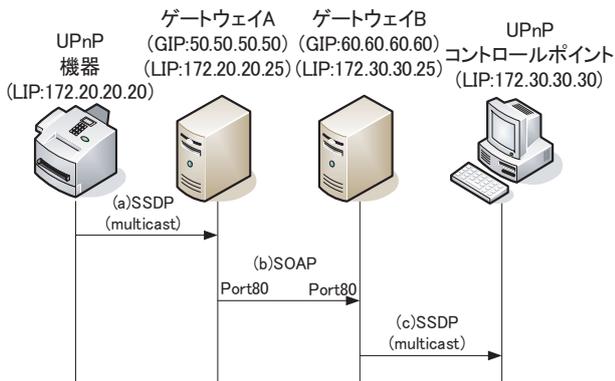


図 3 Discovery メッセージのマルチキャスト

ス (LIP)、グローバル IP アドレス (GIP) を図中のように決定する。UPnP 機器がマルチキャストしてから、UPnP コントロールポイントがマルチキャストパケットを受信するまでのメッセージ転送例について述べる。メッセージの様子を図 4 に示す。

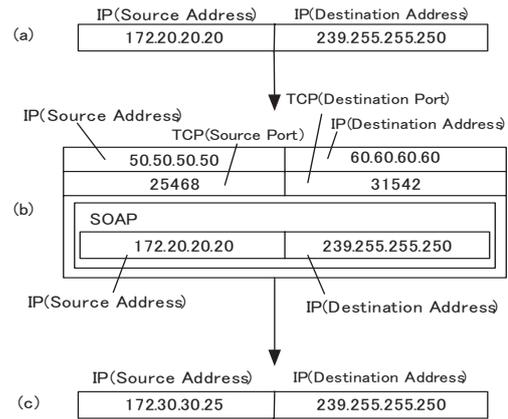


図 4 メッセージ転送例

- (a) SSDP を利用した Discovery メッセージのマルチキャストパケットである。SSDP のマルチキャストアドレスは UPnP Forum によって 239.255.255.250 に決められている。
 - (b) ゲートウェイ A のサービスによって、(a) のパケットから SOAP メッセージを生成したパケットである。(a) のパケットをそのまま SOAP の BODY としてメッセージ化したものである。
 - (c) SOAP メッセージを解析し、(a) のパケットを取得し、送信元の IP をゲートウェイ B のローカル IP アドレスである 172.30.30.25 に変換したパケットである。
- (c) の段階で送信元の IP アドレスを書き換えるため、マルチキャストパケットを受信した UPnP コントロールポイントから見ると、マルチキャストを行った UPnP 機器は、同じローカルエリアに接続されているように見える。

4 まとめと今後の課題

本稿では、UPnP のインターネット利用の問題点の解決策として、SOAP を利用した WEB サービスによるメッセージの送受信により、グローバルネットワークを越えて、ローカルエリアネットワーク内の UPnP 機器を連携させるためのネットワーク構成を検討した。また、IntelSDK[3] を利用し、UPnP の基本動作を確認した。今後は、IntelSDK をベースに Apache Axis2 と Tomcat を利用し、本稿で提案したネットワークの実装を行う予定である。

参考文献

- [1] Microsoft Corporation: Understanding Universal Plug and Play, White Paper (2000).
- [2] UPnP Forum: Universal Plug and Play Device Architecture Version 1.0 (2000).
<http://www.upnp.org/resources/documents/CleanUPnPDA101-20031202s.pdf>.
- [3] Micheael Jeronimo and Jack Weast: UPnP Design by Example, A Software Developer's Guide to Universal Plug and Play, Intel Press (2003).