

Poznań University of Technology  
Institute of Computing Science



inż. Paweł Szafer

# UPNP DLNA

Master's Thesis

Supervisor: prof. dr hab inż. Jan Brzeziński  
Poznań, 2012

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>O UPnP i DLNA</b>	<b>4</b>
2.1	Standard UPnP . . . . .	4
2.2	Zbiór protokołów UPnP, a sieć . . . . .	5
2.2.1	Adresowanie . . . . .	7
2.2.2	Wykrywanie . . . . .	7
2.2.2.1	Wykrywanie: Ogłaszanie . . . . .	8
2.2.3	Opis urządzeń i usług . . . . .	11
2.2.4	Kontrola . . . . .	12
2.2.5	Zdarzenia . . . . .	13
2.2.6	Prezentacja . . . . .	14
2.3	Klasy urządzeń multimedialnych UPnP . . . . .	15
2.3.1	Serwer multimedialny . . . . .	17
2.3.2	Odtwarzacz multimedii oraz odtwarzacz renderujący . . . . .	18
2.3.3	Punkt kontrolny oraz kontroler multimedialny . . . . .	20
2.3.4	Odmiany mobilne . . . . .	20
<b>3</b>	<b>Multimedia w UPnP AV/DLNA</b>	<b>22</b>
3.1	Rodzaje multimedii . . . . .	22
3.1.1	Filmy . . . . .	23
3.1.2	Sposoby odtwarzania . . . . .	23
3.1.3	Ścieżka dźwiękowa . . . . .	23
3.1.4	Napisy w filmach . . . . .	23
3.1.5	Kodowanie filmów . . . . .	23
3.1.6	Muzyka . . . . .	23
3.1.7	Zdjęcia . . . . .	23
3.1.8	Miniatury multimedii . . . . .	23
<b>4</b>	<b>Teoria, a praktyka UPnP AV/DLNA</b>	<b>24</b>
4.1	Standard . . . . .	24
4.1.1	Polecenia protokołu . . . . .	24
4.1.2	Różnice działania odtwarzaczy różnych producentów . . . . .	24
4.1.3	Porównanie oprogramowania serwerów UPnP/DLNA. . . . .	24
4.1.4	Porównanie oprogramowania odtwarzaczy UPnP/DLNA . . . . .	24

<b>5</b>	<b>Realizacja oprogramowania serwera UPnP</b>	<b>25</b>
5.1	Zdefiniowane wymagania. . . . .	25
5.2	Porównanie różnych dostępnych framework'ów UPnP . . . . .	25
5.3	Sposób realizacji serwera. . . . .	25
5.4	Napotkane problemy . . . . .	25
5.5	Współpraca z odtwarzaczami w oprogramowaniu telewizorów . . . . .	25
	<b>Bibliografia</b>	<b>26</b>

# Wstęp

Technologie udostępniania multimediów w sieciach, zarówno lokalnych, jak i sieci Internetowej stają się coraz bardziej powszechne. Jakkolwiek dostęp do multimediów znajdujących się w Internecie przy pomocy komputera jest bardzo prosty, to problem powstaje w przypadku chęci odtworzenia na ekranie telewizora filmu z wakacji, który znajduje się na dysku komputera. Dotychczas trzeba było nagrać taki materiał na dysk DVD, bądź w nowszych telewizorach “najprostszym” rozwiązaniem było podłączenie dysku USB. Sieci komputerowe LAN zostały stworzone w celu łatwej komunikacji między stacjami roboczymi. Udostępnianie plików było i jest jedną z podstawowych usług, do których można wykorzystywać sieć lokalną. Jednakże wykorzystywane do dzisiaj protokoły udostępniania plików nie zostały zaprojektowane do odtwarzania multimediów i do ich oddzielnego rozpoznawania. Odtwarzacz sieciowy DLNA potrafi odtworzyć film, muzykę, obraz, jednak w większości przypadków nie poradzi sobie skutecznie z dokumentami, arkuszami kalkulacyjnymi i innymi nietypowymi dla niego plikami. Natomiast użytkownik takiego odtwarzacza w przypadku filmów oczekuje możliwości wyboru ścieżki dźwiękowej, napisów oraz tak jak w przypadku odtwarzaczy kaset VHS czy płyt DVD możliwości przewijania materiałów. W ostatnich latach wraz z upowszechnianiem się w gospodarstwach domowych różnego rodzaju urządzeń multimedialnych typu komputery PC, laptopy, netbooki, tablety, smartfony, odtwarzacze Blu-Ray, DVD, telewizory, ramki do zdjęć, przenoszenie multimediów między wieloma urządzeniami stało się uciążliwe. Co gorsza odtworzenie

# O UPnP i DLNA

Technologia UPnP, której skrót rozwijany jest jako Universal Plug and Play, co w łatwy sposób można zrozumieć jako podłącz i graj (lub odtwarzaj) jest zbiorem protokołów sieciowych, których celem powstania była możliwość wzajemnego wykrywania się przez urządzenia sieciowe takie jak komputery PC, drukarki, punkty dostępu WiFi, routery czy urządzenia mobilne.

UPnP ma za zadanie umożliwić użytkownikowi na łatwe wykrywanie urządzeń sieciowych oraz wykorzystywanie ich możliwości. Jest ono dedykowane dla małych sieci domowych w celach takich jak udostępnianie danych, komunikacja, drukowanie czy szeroko pojęta rozrywka. Niniejsza praca jest poświęcona w głównej mierze ostatniemu zagadnieniu (rozrywka), którego specyfikacja nazywana UPnP A/V (ang. UPnP Audio/Video) jest rozszerzeniem podstawowego standardu UPnP. UPNP AV została stworzona do odtwarzania plików multimedialnych. Definiuje ona takie pojęcia jak serwery multimedialne (ang. Media Servers), Media Renderers??, odtwarzacze multimedii (ang. Media Players). Określone zostały w bardzo elastyczny sposób metody przesyłania multimedii. Z tego powodu UPNP AV nie rozpropagowało się w swojej powszechnej wersji wśród producentów sprzętu elektronicznego. Każdy programista i każda firma mogła zaimplementować odtwarzacz lub serwer w taki sposób, że mogły one ze sobą nie współpracować (pomimo spełnienia wymogów standardu) lub powinny być nad wyrost skomplikowane. DLNA (ang. Digital Living Network Alliance) jest międzynarodową organizacją, powstałą w 2003 roku z inicjatywy firmy Sony. Stworzyła ona standard o tej samej nazwie (DLNA), który korzysta z protokołu UPNP A/V. Standard ten jest jednak bardziej restrykcyjny (np w postaci określenia formatów multimedii odtwarzanych przez urządzenia), dzięki czemu łatwiejszy do implementacji w większości urządzeń, a ponadto wprowadził kilka innowacyjnych cech takich jak ochrona DRM (ochrona przed kopiowaniem).

## 2.1 Standard UPNP

W 1999 została założona, w głównej mierze dzięki dotacjom firmy Microsoft, fundacja UPnP. Powołana została w celu stworzenia standardu, który umożliwi interakcję urządzeń oraz usług w obrębie sieci lokalnej oraz proste określanie ich możliwości (np. drukowanie).

UPnP jest oparty o architekturę klient - serwer, gdzie urządzenia - serwery, oferują swoje usługi dla klientów (UPnP Control Points). UPnP główny nacisk kładzie na brak konfiguracji urządzeń przez użytkownika, zgodnie z częścią nazwy zarówno fundacji, jak i standardu - plug and play (podłącz i działaj). Opisywana fundacja ustandaryzowała sposób komunikacji szeregu urządzeń, począwszy od włączników światła, drukarek, kończąc na odtwarzaczach audio-wideo. Architektura UPNP AV została stworzona do przesyłania materiałów multimedialnych. UPNP AV określa sposób komunikacji, między serwerem multimedii, a odtwarzaczem. Zbiór protokołów został zaprojektowany tak, aby być niezależny od rodzaju urządzenia, odtwarzanej treści i sposobu przesyłania danych.

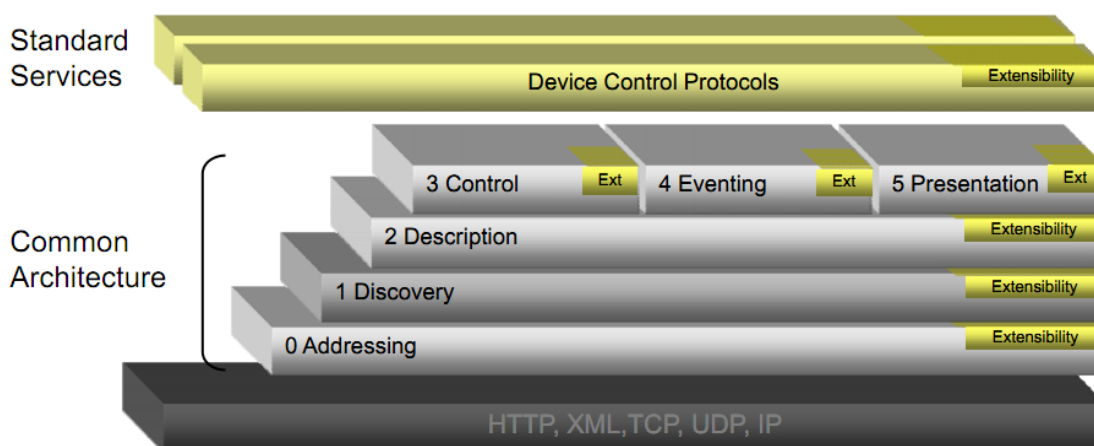
UPNP AV określa sposób komunikacji, między serwerem multimediiów, a odtwarzaczem. Zbiór protokołów został zaprojektowany tak, aby być niezależny od rodzaju urządzenia, odtwarzanej treści i sposobu przesyłania danych.

## 2.2 Zbiór protokołów UPnP, a sieć

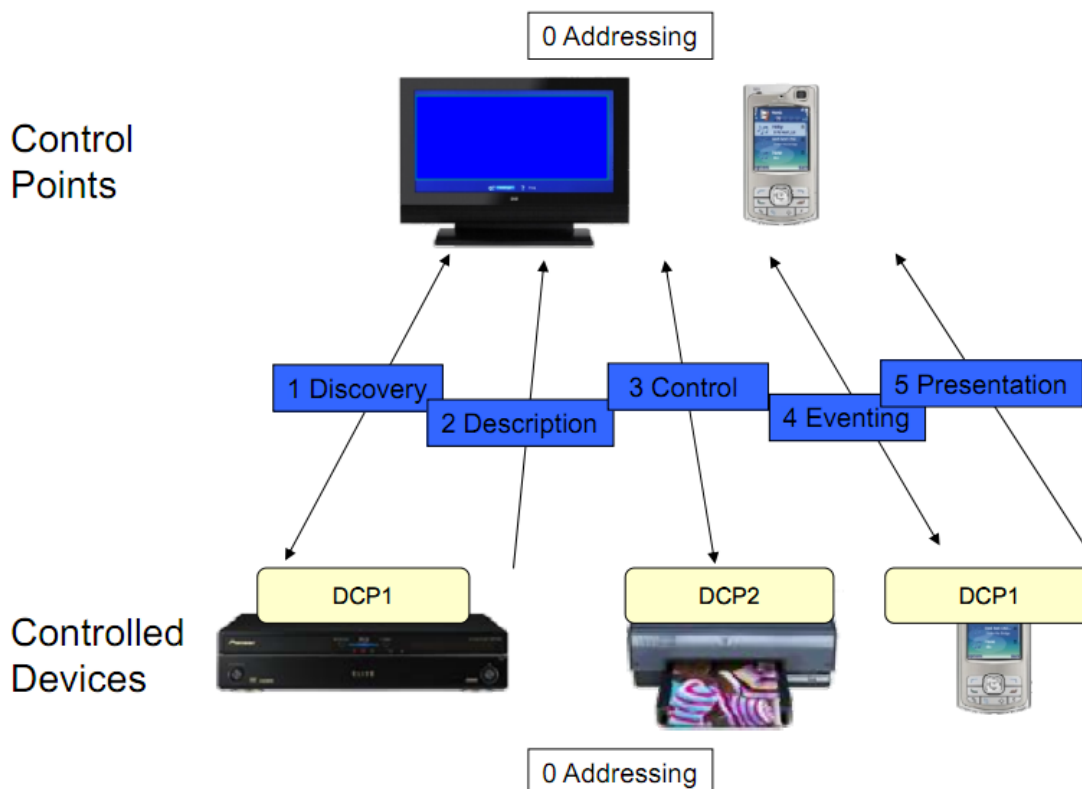
Głównym wymaganiem UPnP jest działanie w obrębie sieci IP, niezależnie od sposobu komunikacji. Połączenie może zostać zrealizowane poprzez sieć Ethernet, połączenia bezprzewodowe takie jak WiFi 802.11abgn, Bluetooth (pomijamy tu fakt braku możliwości technicznych niektórych protokołów do szybkiego przesyłania danych, co w przypadku niektórych typów multimediiów, takich jak filmy czy muzyka, jest niezbędne).

Raport techniczny UPnP definiuje jedynie sposoby działania w obrębie sieci obsługiwanej przez protokół IPv4. Aneks [9] do głównego raportu określa różnice jakie występują, gdy urządzenie działa w obrębie sieci IPv6. Jeżeli nie napisano inaczej, w niniejszej pracy autor jako pierwszą pozycję określa przypadek sieci IPv4, natomiast drugi przypadek to sieć zgodna z protokołem IPv6.

Rys. 2.1: Protokoły



Rys. 2.2: Komunikacja



Urządzenia UPnP można sklasyfikować w dwóch kategoriach, punktów kontrolnych (ang. Control Points) oraz urządzeń kontrolowanych (ang. Controlled Devices).

W protokole UPnP definiujemy następujące czynności wykonywane przez urządzenia:

- adresowanie IP (ang. IP addressing),
- wykrywanie (ang. discovery),
- opis usługi (ang. description),
- kontrola (ang. control),
- powiadomienia o zdarzeniach (ang. eventing lub event notification),
- prezentacja (ang. presentation).

(<http://www.upnp.org/specs/arch/UPnP-arch-DeviceArchitecture-v1.0-20080424.pdf>)

Architektura protokołu wykorzystuje stos protokołów przedstawiony w tabeli

Tabela 2.1: Test tabeli

UPNP Vendor			
UPNP Forum			
UPNP Device			
SSDP		GENA	SOAP
HTTPMU	HTTP U	HTTP	HTTP
IP			

Pierwsza, najwyższa warstwa są to wiadomości zawierające specyficzne informacje dostarczane przez producenta urządzenia dotyczące jego funkcjonalności czy możliwości. Kolejnym el-

ementem są informacje zdefiniowane przez organizację UPnP Forum. Wszystkie te informacje są przekazywane poprzez następujące protokoły:

- SSDP (ang. Simple Service Discovery Protocol),
- GENA (ang. General Event Notification Architecture),
- SOAP (ang. Simple Object Access Protocol).

Do wzajemnego wykrywania się urządzeń UPnP wykorzystuje protokół SSDP. Urządzenia kontrolowane, które można nazwać serwerami usług wykorzystują SSDP do rozgłaszania swojego istnienia. W przypadku punktów kontrolnych SSDP jest wykorzystywany do wykrywania urządzeń pierwszego typu.

W protokole SSDP wykorzystuje się rozgłaszanie HTTP typu unicast lub multicast, z wykorzystaniem UDP (ang. User Datagram Protocol) jako protokołu transportu. Standardowo adresem multicast jest adres 239.255.255.255 oraz port numer 1900.[1]

Drugi protokół transmisji tj. GENA wykorzystywany jest do przekazywania powiadomień o zdarzeniach. W tym przypadku typowo wykorzystywany jest protokół HTTP w sposób “tradycyjny” (z wykorzystaniem protokołu TCP) oraz transmisja UDP typu multicast.

Punkty kontrolne UPnP do wywoływania pożądanej usługi i kontrolowania urządzeń wykorzystują protokół SOAP.

### 2.2.1 Adresowanie

Zarówno serwer, jak i klient UPnP musi komunikować się z wykorzystaniem protokołu IP. Organizacja UPnP Forum zdefiniowała, że każde urządzenie, które spełnia wymagania specyfikacji musi posiadać oprogramowanie serwera lub klienta protokołu DHCP (ang. Dynamic Host Configuration Protocol). Podczas podłączania się do sieci podejmuje próbę uzyskania adresu IP od serwera DHCP (jeżeli urządzenie nie jest serwerem DHCP). Jeżeli urządzenie nie otrzyma adresu IP powinno wykorzystać tzw. autoadresowanie IP (urządzenie wybiera adres z określonej puli np. 169.254/16 lub w przypadku IPv6 FE80::/64). Raport techniczny stworzony przez organizację UPnP Forum określa dokładnie w jaki sposób urządzenie przydziela automatycznie adres IP, tak aby uniknąć kolizji.

Zarówno w praktyce w większości urządzeń, jak i w aplikacji, którą opisuje niniejsza praca problem adresowania nie jest najważniejszy, gdyż jest rozwiązywany przez oprogramowanie dołączone do sprzętu, bądź systemu operacyjnego.

Wywołania punktów kontrolnych odbywają się poprzez wykorzystanie adresów SOAP SSDP UPNP\_FORUM\_PUBLIC\_RYSUNKI

### 2.2.2 Wykrywanie

Proces wykrywania polega na rozgłaszaniu przez nowo podłączone urządzenia informacji o swoim istnieniu. Wykorzystywany jest do tego protokół SSDP oraz adres 239.255.255.250 oraz port 1900 (dla IPv6 - [FF02::C]:1900).

Na potrzeby protokołu UPnP wyróżniane są następujące komunikaty SSDP (**rys nr 2.3**):

- ogłaszanie (ang. *advertise*),
- szukanie (ang. *search*),
- odpowiedzi (ang. *responses*).

Punkty kontrolne nasłuchują urządzeń na porcie 1900 lub rozgłaszają pakiet z danymi o typie, identyfikatorzeżądanego urządzenia lub usługi. Urządzenia oferujące swoje usługi wysyłają na wcześniej wspomniany adres (239.255.255.250:1900) pakiety SSDP przy pomocy rozgłaszania typu *multicast*.

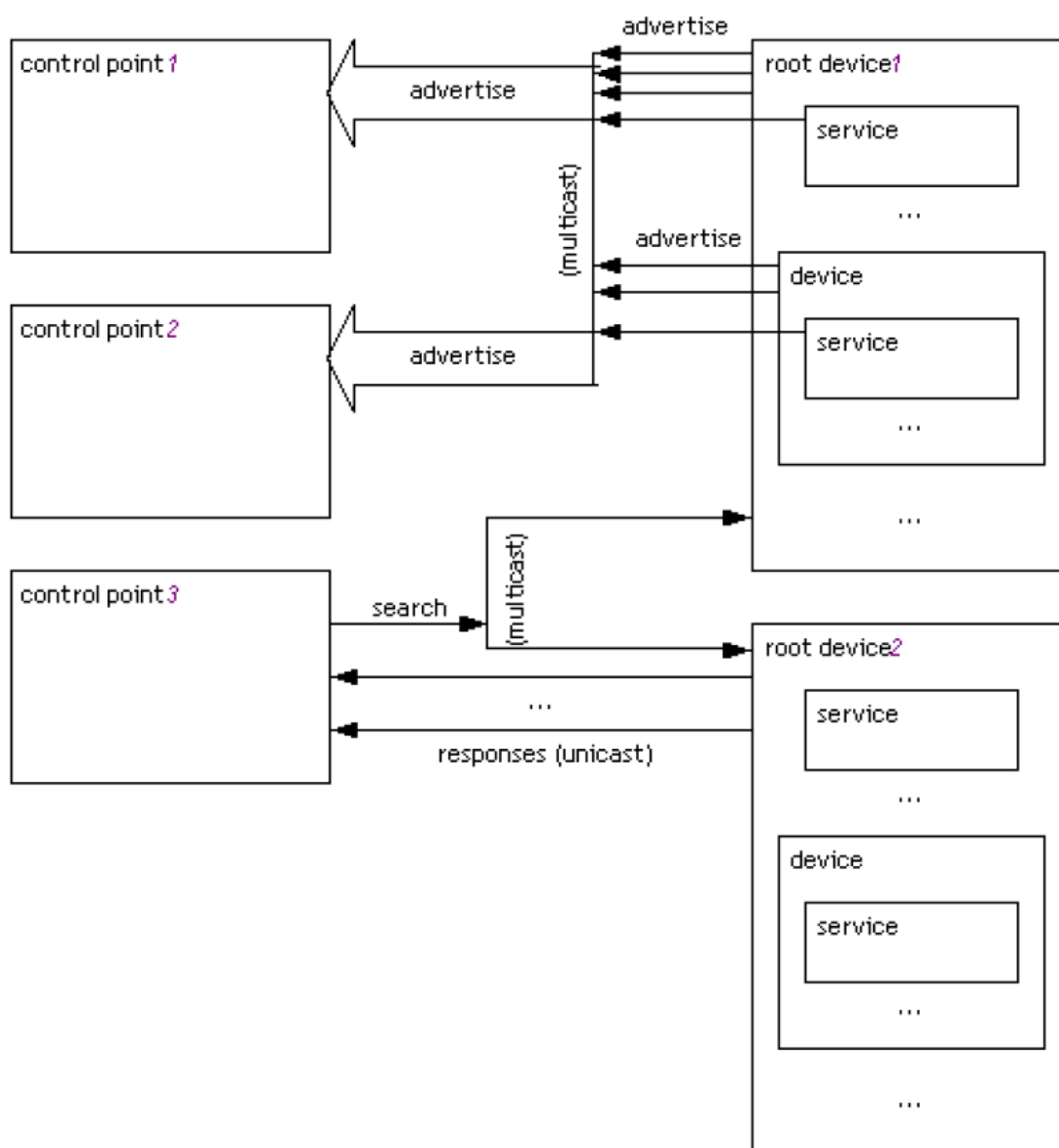


Odpowiedzi są wysyłane przy pomocy rozgłaszania typu *unicast*.

Urządzenie nowo dołączone do sieci wysyła rozgłoszenie o swoim istnieniu, urządzenia wbudowane w nie również wysyłają rozgłoszenie o sobie oraz o usługach, które świadczą. Kontrolowane odłączenie od sieci wiąże się z obowiązkiem ogłoszenia zdarzenia przez urządzenie. Przyjęta jest w tym przypadku zasada, że powinno ono wysłać tyle komunikatów odłączenia, ile wysłało komunikatów ogłaszających swoje działanie.

Rozgłaszanie wiąże się niestety z obciążaniem sieci, często niepotrzebnym. W tym celu zalecany czas życia pakietu (*TTL* - ang. *time-to-live*) dla każdej wiadomości wynosi 4 (powinna istnieć możliwość modyfikacji tej wartości).

Rys. 2.3: Sposoby wykrywania urządzeń



### 2.2.2.1 Wykrywanie: Ogłaszanie

W głównej części tego podrozdziału został opisany zarys sposobu ogłaszania się urządzeń w sieci. Jest to jednak bardzo newralgiczna cecha tego protokołu, gdyż bez możliwości wzajemnego wykry-

wania nie ma możliwości, aby urządzenia efektywnie się ze sobą komunikowały. Każde urządzenie/usług wysyła pakiety ogłaszające (*advertise*) swoje działanie na adres 239.255.255.250:1900. Punkty kontrolne nasłuchują na porcie 1900, oczekując na komunikaty wysyłane przez urządzenia. Opisywane komunikaty muszą być wysyłane często oraz co określony interwał czasowy, gdyż zarówno urządzenie, jak i punkt kontrolny mogą zostać dołączone do sieci w różnym czasie.

Każda wiadomość “ogłaszająca” zawiera możliwości urządzenia (np. odtwarzanie muzyki). Ilość wiadomości jest zależna od ilości wbudowanych urządzeń/usług w główne urządzenie. Urządzenia wbudowane w komunikatach dołączają informacje o urządzeniu nadrzędnym (np. informacja o systemie operacyjnym). Oprócz wcześniej przedstawionych cech, komunikaty powinny zawierać czas do wygaśnięcia ogłoszenia (jeżeli po czasie wygaśnięcia urządzenie nadal chce oferować swoje usługi, wówczas powinno wysłać nowy komunikat z nowym czasem wygaśnięcia). Dzięki takiemu podejściu, pomimo, że urządzenia powinny ogłaszać swoje odłączenie od sieci, to nawet, gdy komunikat wyłączenie nie może zostać wysłany, wiadomość rozgłaszająca wygaśnięcie i nie zostanie przedłużona. Ogranicza to możliwość istnienia w sieci usług już nie działających.

Możliwe jest wysyłanie i odbieranie ogłoszenia przez sprzęt zgodny ze specyfikacją UPnP, jedynie w przypadku, gdy komunikat jest stworzony według schematu z tabeli 2.2

**Tabela 2.2:** Stos protokołu UPnP w przypadku rozgłaszania – do poprawienia

producent oprogramowania UPnP
organizacja UPnP
architektura urządzenia UPnP
komunikat SSDP
HTTPMU ( <i>multicast</i> )
UDP
IP

Pierwsza warstwa opisywanego stosu zawiera informacje specyficzne dla dostawcy urządzenia. Najczęściej producenci dołączają w tym miejscu adres URL do opisu urządzenia, bądź też identyfikator urządzenia (UUID - *ang. Universally unique identifier*). Kolejną warstwą stosu są informacje dostarczane przez organizację UPnP Forum, np. typ urządzenia. Kolejnym dwie warstwy zostaną dokładnie opisane w niniejszym dokumencie, a ich pełen opis znajduje się w specyfikacji protokołu UPnP.

**Rys. 2.4:** Przykładowy komunikat przyłączający do sieci:

NOTIFY * HTTP/1.1
HOST: 239.255.255.250:1900
CACHE-CONTROL: max-age = seconds until advertisement expires
LOCATION: URL for IPP Printer with 'ipp' scheme
NT: search target
NTS: ssdp:alive
SERVER: OS / version, IPP / 1.1, product / version
USN: advertisement UUID

Trzy pozostałe warstwy nie są tematem niniejszej pracy. Warto jedynie zwrócić uwagę na fakt, iż komunikaty HTTP nie są przesyłane typowo przez protokół TCP, a przez protokół UDP. Jak zostało wspomniane wcześniej urządzenie dołączone do sieci rozgłasza swoje istnienie. Komunikat rozgłaszający wykorzystuje metodę NOTIFY protokołu HTTP. W każdym komunikacie dołączane są informacje w następujących nagłówkach:

- NT - Notification Type - typ ogłoszenia,
- NTS - Notification Subtype - podtyp ogłoszenia,
- USN - Unique Service Name - Unikalna nazwa usługi / UUID
- LOCATION - URL z rozszerzonymi informacjami o urządzeniu,
- CACHE-CONTROL - czas do wygaśnięcia ogłoszenia

Opisywana metoda protokołu HTTP (NOTIFY) wykorzystywana jest przy ogłaszaniu podłączenia, bądź też odłączenia od sieci. W komunikacie podłączenia pole *NTS* jest podtypu *ssdp:alive*, natomiast rozłączenie cechuje podtyp *ssdp:byebye*.

Organizacja stanowiąca zasady protokołu UPnP w przypadku wykrywania urządzeń, poza wzajemnym informowaniem się o obecności (bądź też nieobecności), zagwarantowała również szukanie się wzajemne urządzeń UPnP. Do wyszukiwania służy metoda M-SEARCH, której ogólny format przedstawia **tabela nr.** Pola *HOST* i *MAN* nie mogą zostać zmienione i zawsze muszą mieć taką wartość jak podana w tabeli. Pole *MX* określa maksymalny czas oczekiwania w sekundach. Jego wartość powinna mieścić się w przedziale 1, a 120. Ostatnie pole, *ST* (*Search Target*) określa rodzaj wyszukiwanego urządzeń. Dostępne rodzaje to:

- ssdp:all - wyszukiwanie wszystkich urządzeń i usług,
- upnp:rootdevice - wyszukiwanie jedynie urządzeń głównych,
- uuid:device-UUID - wyszukanie konkretnego urządzenia,
- urn:schemas-upnp-org:device:deviceType:v - wyszukiwanie urządzenia według typu. Lista typów możliwych do odnalezienia znajduje się w ...
- urn:schemas-upnp-org:device:serviceType:v - wyszukiwanie urządzenia według typu usługi, którą świadczy. Lista typów **jak wyżej**
- urn:domain-name:device:deviceType:v - takie jak przeszukiwanie urządzenia według typu, z tym, że nazwę domeny typ urządzenia i jego wersję definiuje producent urządzenia UPnP,
- urn:domain-name:device:serviceType:v - takie jak przeszukiwanie urządzenia według typu usługi, z tym, że nazwę domeny typ urządzenia i jego wersję definiuje producent urządzenia UPnP.

Bezpośrednio powiązana z komunikatem M-SEARCH jest odpowiedź na nią, którą urządzenie odpowiadające wysyła na adres źródłowy wcześniejszego pakietu. Odpowiedź jest zgodna z protokołem HTTP. Jej schemat widnieje w **tabeli nr 4.** Odpowiedź nie zawiera treści (*HTTP BODY*), lecz musi posiadać jedną pustą linię poniżej nagłówka. Zarówno dla metody *M-SEARCH*, jak i odpowiedzi na nią nie ma potrzeby określania czasu życia pakietu *TTL*.

**Tabela 2.3:** Metoda M-Search

```
M-SEARCH * HTTP/1.1
HOST: 239.255.255.250:1900
MAN: „ssdp:discover”
MX: seconds to delay response
ST: search target
```

**Tabela 2.4:** Odpowiedź na metodę M-SEARCH

```

HTTP/1.1 200 OK
CACHE-CONTROL: max-age = seconds until advertisment expires
DATE: when response was generated
EXT:
LOCATION: URL for UPnP description for root device
SERVER: OS/version UPnP/1.0 product/version
ST: search target OPISAĆ STRONA 21
USN: advertisment UUID

```

### 2.2.3 Opis urządzeń i usług

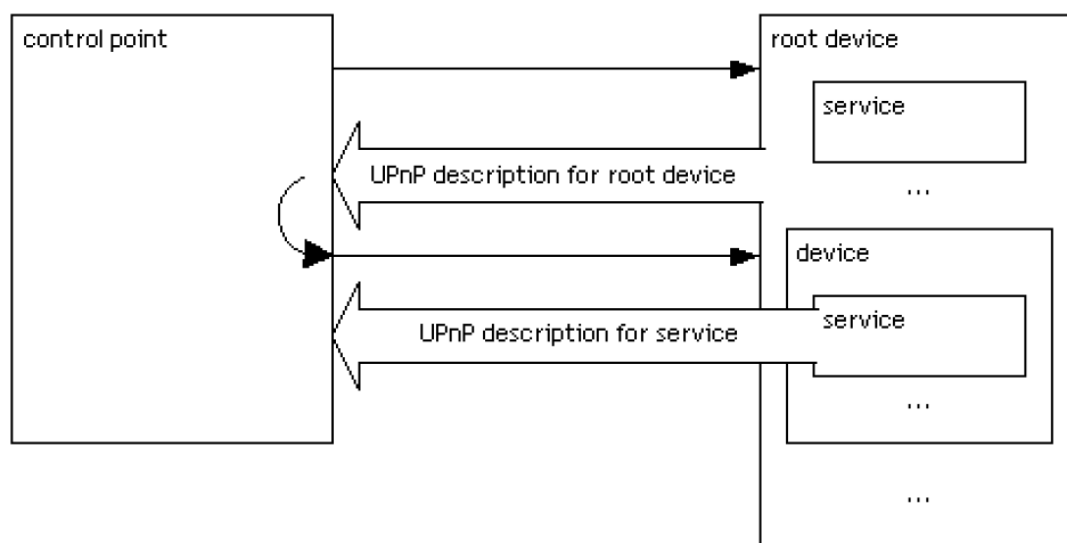
Po udanym wyszukaniu urządzenia, punkt kontrolny posiada jedynie podstawowe informacje o urządzeniu, które zostały zawarte we wcześniejszych komunikatach (Wykrywanie). Do interakcji z urządzeniem punkt kontrolny potrzebuje więcej danych, niż te zawarte w pierwszych komunikatach. W tym celu może pobrać dokładne informacje z adresu URL przesyłanego wraz z komunikatem o przyłączeniu do sieci (ang. *advertising*). Pobiera informacje nazywane są opisem usługi (ang. *description*).

Uproszczony schemat pobierania informacji o urządzeniu znajduje się na rysunku 2.5. Pojedynczy schemat pobierania opisu można podzielić na dwie operacje, uzyskania informacji o urządzeniach oraz o usługach, które one oferują. W najprostszym schemacie cały proces wykonywany jest w kilku krokach:

1. Pobranie informacji o głównym urządzeniu (ang. *root device*),
2. Pobranie informacji o usługach udostępnianych przez urządzenie (ang. *services*).

Opis urządzenia zawiera informacje o fizycznych i logicznych kontenerach (**opisać termin kontener**). Natomiast opis usług określa w sposób bardzo dokładny oferowane przez urządzenie funkcje. Pojedyncze urządzenie fizyczne może zawierać wiele urządzeń logicznych, każde z nich może być skonfigurowane jako główne (ang. *root device*). Ponadto każde urządzenie logiczne może oferować jedną lub wiele usług.

**Rys. 2.5:** Schemat pobierania opisu usługi



Opis urządzenia/usługi jest napisany przez dostawcę oprogramowania. Jest napisany w języku XML i zalecane jest, aby był zgodny z wytycznymi przedstawionymi w szablonie opisu urządzenia. [10] Najważniejszym elementem z punktu widzenia autora jest sposób opisu usługi, który powinien być stworzony tak, aby punkty kontrolne jak największej liczby producentów (stan idealny - wszystkich producentów) sprzętu i oprogramowania potrafiły uzyskać przydatne dla nich informacje.

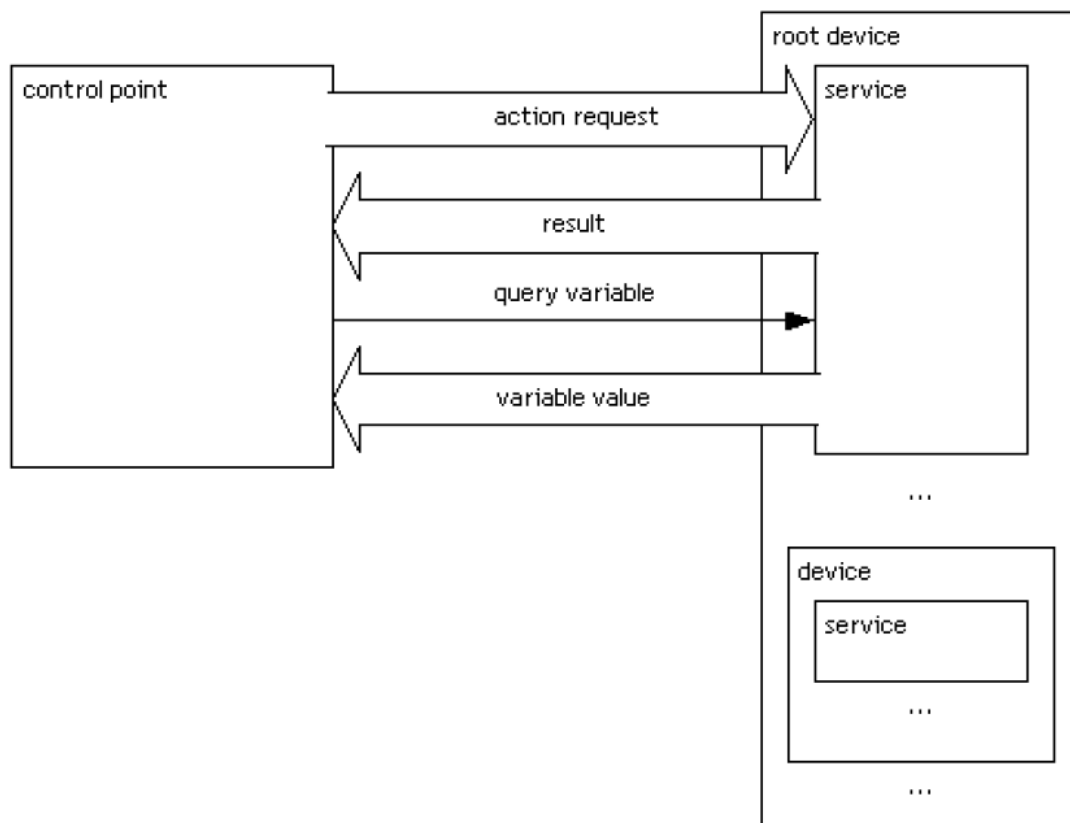
W celu otrzymania opisu urządzenia (bądź usługi) wykorzystywana jest metoda GET protokołu HTTP. Adres URL znajduje się w wiadomościach z ogłoszeniem o przyłączeniu do sieci.

## 2.2.4 Kontrola

Po uzyskaniu opisu urządzenia oraz usługi, punkt kontrolny może wywołać akcje, które mogą wykonywać dostawcy usług. Wywoływanie usługi przez punkt kontrolny można określić jako rodzaj wywołań zdalnych RPC (ang. *Remote Procedure Call*). Każde polecenie, niezależnie czy wywoływane przez punkt kontrolny czy jako odpowiedź zwrotna od usługi, jest enkapsulowane w komunikatach SOAP (ang. *Simple Object Access Protocol*) poprzez wywołania protokołu HTTP. Wywoływanie procedur przez punkt kontrolny może (lecz nie musi) być przedstawione poprzez modyfikację zmiennych określających stan usługi. O każdym takim zdarzeniu powinny zostać poinformowane wszystkie zainteresowane punkty kontrolne.[11] Punkt kontrolny może wykorzystywać wywołania zdalne, tak długo, aż wcześniej wysłane ogłoszenie nie wygaśnie lub nie zostanie odwołane (przesłanie nowego ogłoszenia, wydłuża możliwość wykonywania wywołań kontrolnych).

Przykładowe wywołanie akcji do usługi znajdującej się w urządzeniu UPnP zostało umieszczone na rysunku 2.6

Rys. 2.6: Wywołanie akcji przez punkt kontrolny



### 2.2.5 Zdarzenia

W opisie urządzenia UPnP przesyłana jest lista akcji możliwych do wykonania przez usługę oraz lista zmiennych modelujących aktualny stan usługi (w trakcie jej działania). Jako zdarzenie (ang. *event*) została zdefiniowana zmiana wartości wcześniej wspomnianych zmiennych. Każdy punkt kontrolny może zasubskrybować (z ang. *subscribe*) otrzymywanie informacji o takich zmianach. Punkt kontrolny, który zamówił subskrypcję zdarzeń nazywany subskrybentem (ang. *subscriber*), natomiast usługę, która takową subskrypcję realizuje (wysyła informację o zmianie stanu zmiennych) określamy jako wydawcę (ang. *publisher*). Wiadomości przesyłane są poprzez protokół GENA (ang. *General Event Notification Architecture*), który jest rozszerzeniem protokołu HTTP zaprojektowanym na potrzeby organizacji UPnP Forum.

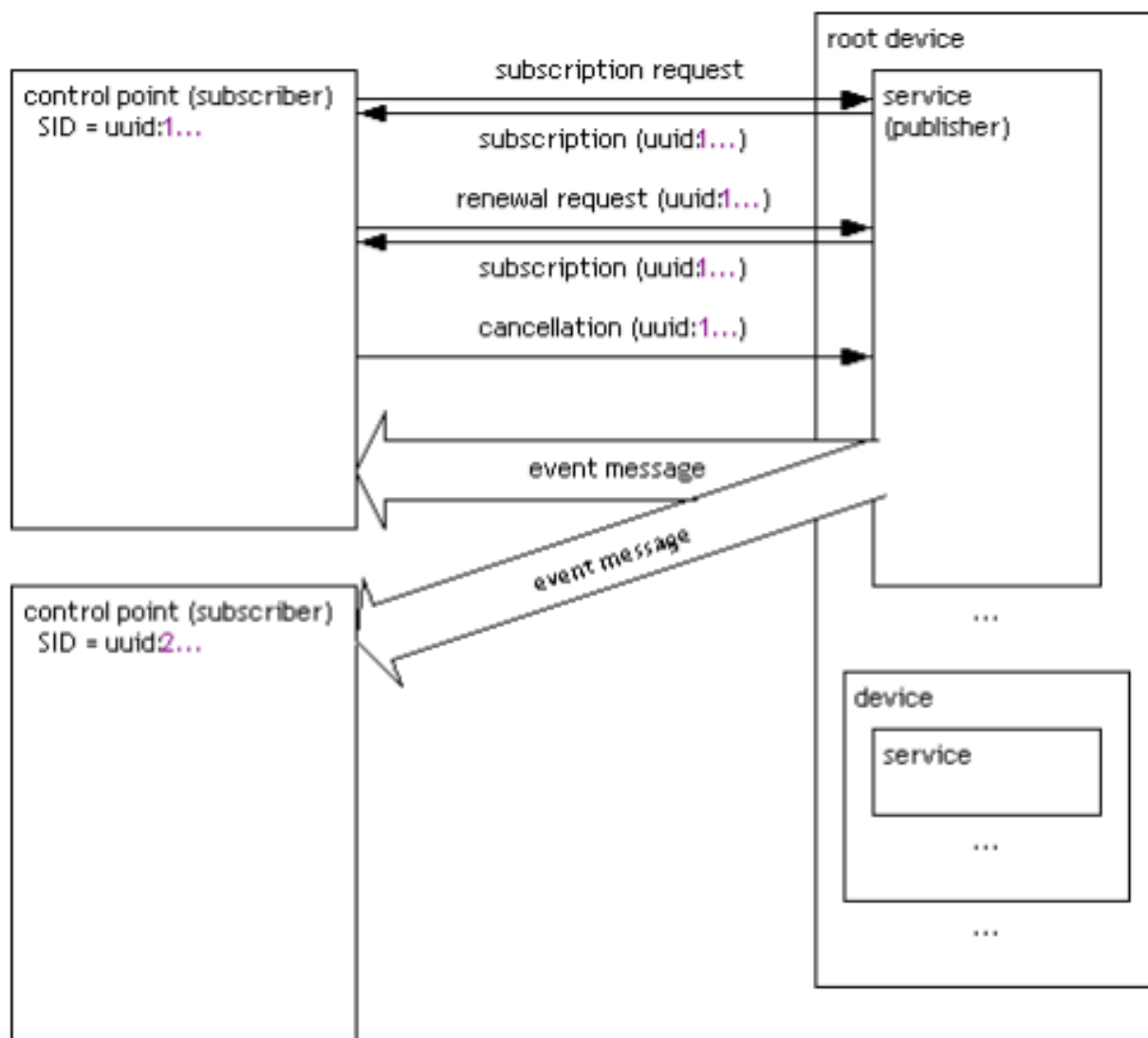
Punkt kontrolny w celu otrzymywania subskrypcji wysyła zgłoszenie subskrypcji (ang. *subscription message*). Jeżeli zgłoszenie jest zaakceptowane wydawca zwraca potwierdzenie w postaci czasu ważności subskrypcji. Subskrypcja musi być odnawiana przez subskrybenta poprzez wysłanie kolejnych zgłoszeń. Punkt kontrolny, który otrzymuje informacje o zmianie stanu zmiennych może w każdej chwili zrezygnować z ich prenumeraty poprzez wysłanie wiadomości unieważniającej (ang. *cancellation message*) do wydawcy.[11]

Do wydawcy należy zadanie wysyłania informacji o zdarzeniach. Komunikat zdarzenia (ang. *event message*) zawiera jeden lub więcej zmiennych, wraz z ich aktualnymi wartościami i jest zapisany w notacji języka XML (ang. *Extensible Markup Language*). Pierwsza wiadomość wysłana do subskrybenta jest nazywana wiadomością inicjującą (ang. *initial event message*) i zawiera wszystkie zmienne (wraz z ich wartościami). Wydawca rozsyła zawsze wszystkie zmienione wersje do każdego punktu kontrolnego, który zgłosił chęć otrzymywania powiadomień (nie ma możliwości przesyłania jedynie niektórych zmiennych). [11]

Zmienne, których wartości są zbyt duże lub których wartości ulega bardzo często zmianie, przez co ich wysłanie w komunikacie zdarzenia jest bezcelowe lub niemożliwe, wydawca może oznaczyć jako tagiem *non-evented*, czyli jako niezgłaszane w rozsyłanych pakietach. [1] Rozmiar (wielkość) zmiennych jest zgodna ze schematem dokumentu XML [14].

Przykładem zdarzeń może być zmiana poziomu głośności urządzenia UPnP, które to zdarzenie jest wysyłane do zainteresowanego punktu kontrolnego. Innym przykładem, dotyczącym multimediiów, jest dodanie pliku, bądź plików multimedialnych i wysłanie powiadomienia o tym fakcie do subskrybentów. Dzięki temu punkty kontrolne mogą wykonać natychmiastową aktualizację listy plików w sposób wygodny i nie wymagający interwencji użytkownika.

**Rys. 2.7:** Komunikacja pomiędzy punktem kontrolnym, a usługą w przypadku zapisywania do subskrypcji

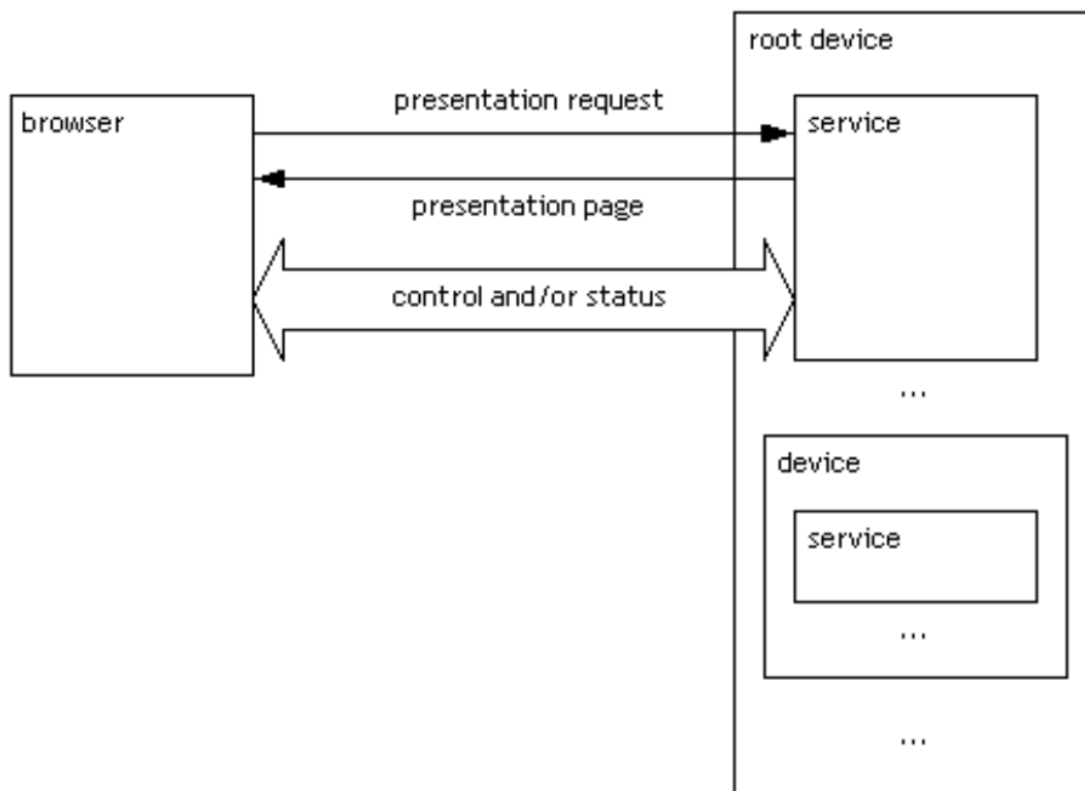


## 2.2.6 Prezentacja

Warstwa prezentacji jest ostatnią w stosie protokołu UPnP. Wyświetla ona interfejs użytkownika w postaci strony HTML, który umożliwia kontrolę i sprawdzanie statusu urządzenia oraz usług wbudowanych w to urządzenie. Dostęp do interfejsu użytkownika urządzenia umożliwia adres URL, dostarczany wraz z opisem urządzenia (warstwa opisu) 2.2.3. Dostarczanie prezentacji nie jest obowiązkowe i wiele urządzeń takiego interfejsu nie zapewnia. Uzyskanie opisywanej strony HTML urządzenia odbywa się zgodnie ze standardem HTTP (wykorzystując metodę HTTP GET).[1]

Wygląd prezentacji nie jest narzucony w żaden sposób przez zrzeczenie UPnP Forum i jest zależna w pełni od preferencji producenta urządzenia. Wymanage jest jednakże, aby strona była zgodna ze standardem HTML i powinna być w wersji 3.0 lub późniejszej.[1]

Często do kontroli urządzenia poprzez warstwę prezentacji wykorzystywane są pozostałe warstwy stosu UPnP. Jednakże nie każdy interfejs UPnP umożliwia modyfikację wszystkich danych (rozdział dotyczący warstwy zdarzeń 2.2.5), co zmusza programistów do tworzenia kilku interfejsu kontroli usług UPnP.[1]

**Rys. 2.8:** Żądanie strony prezentacji od urządzenia UPnP przez punkt kontrolny

## 2.3 Klasy urządzeń multimedialnych UPnP

Specyfikacja UPnP definiuje kilka rodzajów urządzeń, które dotyczą protokołu UPnP w sieci IP. W niniejszym rozdziale zostaną opisane rodzaje spotykanych urządzeń UPnP ze szczególnym ukierunkowaniem na rodzaje przeznaczone do współpracy z materiałami multimedialnymi. Urządzenia te są zgodne z jedną z kategorii opisywanego protokołu nazywanego UPnP AV (od ang. *Audio / Video*).

Organizacja DLNA (ang. *Digital Living Network Alliance*) zaczerpnęła multimedialne rodzaje urządzeń ze specyfikacji UPnP oraz dodała elementy wyróżniające DLNA (np drukarkę multimedialną). W niniejszym rozdziale zostaną przedstawione zarówno nazwy urządzeń DLNA, jak i multimedialnych urządzeń UPnP AV.

Jak zostało opisane w poprzednim rozdziale wyróżniamy trzy główne rodzaje urządzeń:

- punkty kontrolne,
- usługi,
- urządzenia.

Urządzenia multimedialne podzielone zostały na następujące kategorie:

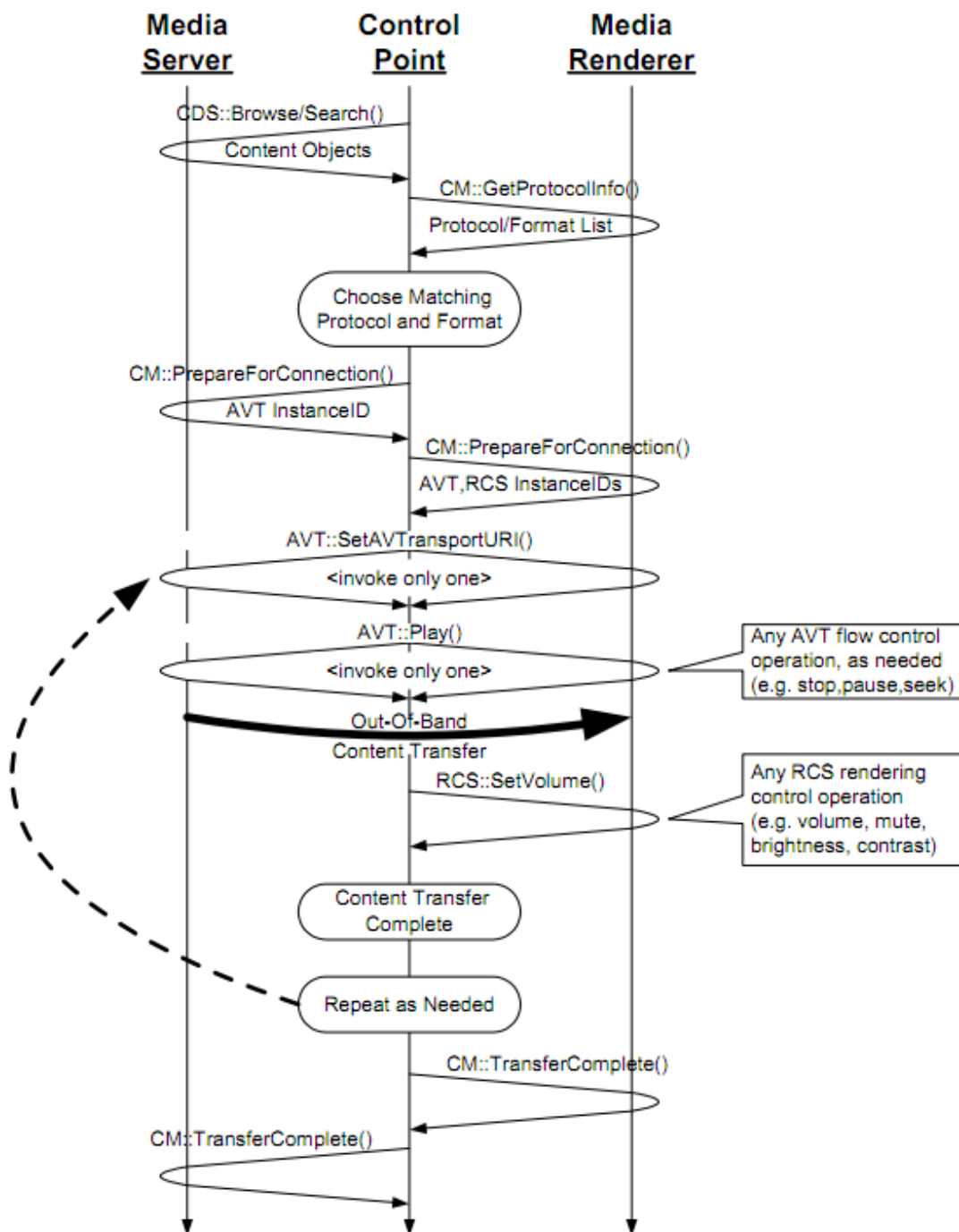
- serwer multimedialny (ang. *Media Server*) / cyfrowy serwer multimedialny DMS (ang. *Digital Media Server*),
- \* / cyfrowy odtwarzacz multimedialny DMP (ang. *Digital Media Player*),
- serwer renderujący (ang. *Media Renderer*) / cyfrowy serwer renderujący DMR (ang. *Digital Media Renderer*),



- punkt kontrolny / cyfrowy kontroler multimediiów DMC (ang. *Digital Media Controller*),
- drukarka multimediiów DMPr (ang. *Digital Media Printer*).

W powyższej liście pierwsza nazwa jest nazwą nadaną przez organizację UPnP, druga przez organizację DLNA. W przypadku, gdy odpowiednik, w którymś z protokołów nie występuje, na miejscu nazwy usługi lub urządzenia znajduje się znak myślnika.

Rys. 2.9: Schemat odtwarzania w UPnP AV

**Playback: General Interaction Diagram****2.3.1 Serwer multimedialny**

Serwer multimedii w protokołach UPnP AV oraz DLNA jest niezbędnym elementem sieci. Serwer udostępnia stworzone, pobrane, nagrane pliki multimedialne. Jest to jego główne zadanie. W protokole DLNA jego rolą jest również zapewnienie ochrony treści (praw autorskich). Serwer

multimediów UPnP AV nie zapewnia ochrony treści. Serwer multimedialny jest to zazwyczaj oprogramowanie zainstalowane na urządzeniach podłączonych do sieci Ethernet, takich jak:

- komputer typu PC,
- nagrywarka cyfrowa,
- smartfon,
- kamera cyfrowa,
- odtwarzacz BluRay / DVD.

Na urządzenie lub oprogramowanie serwera UPnP składają się następujące usługi:

- usługa zarządzania treścią (ang. *Content Directory Service*),
- usługa menedżera połączeń (ang. *ConnectionManager Service*),
- opcjonalna: usługa transportu AV (ang. *AVTransport Service*).

Pierwsza z usług, dotycząca zarządzania treścią umożliwia punktom kontrolnym przeglądanie zasobów udostępnianych przez serwer. Jedną z metod jest przeglądanie - *ContentDirectory::Browse()*, która pozwala uzyskać informacje o pliku wraz z jego metadanymi - nazwa, artysta itd. W metadanych mogą również być zawarte informacje o kodowaniu, transporcie, dzięki którym punkt kontrolny potrafi określić czy dany odtwarzacz ma możliwość odtworzenia zawartości. Druga z usług wykorzystywana jest do zarządzania ustanowionych już połączeń. Ostatnia z opisywanych usług, służy do zarządzania odtwarzanym materiałem. Umożliwia wydawanie poleceń takich jak: odtwarzaj, pauza, stop, przewiń wprzód, przewiń w tył itd.

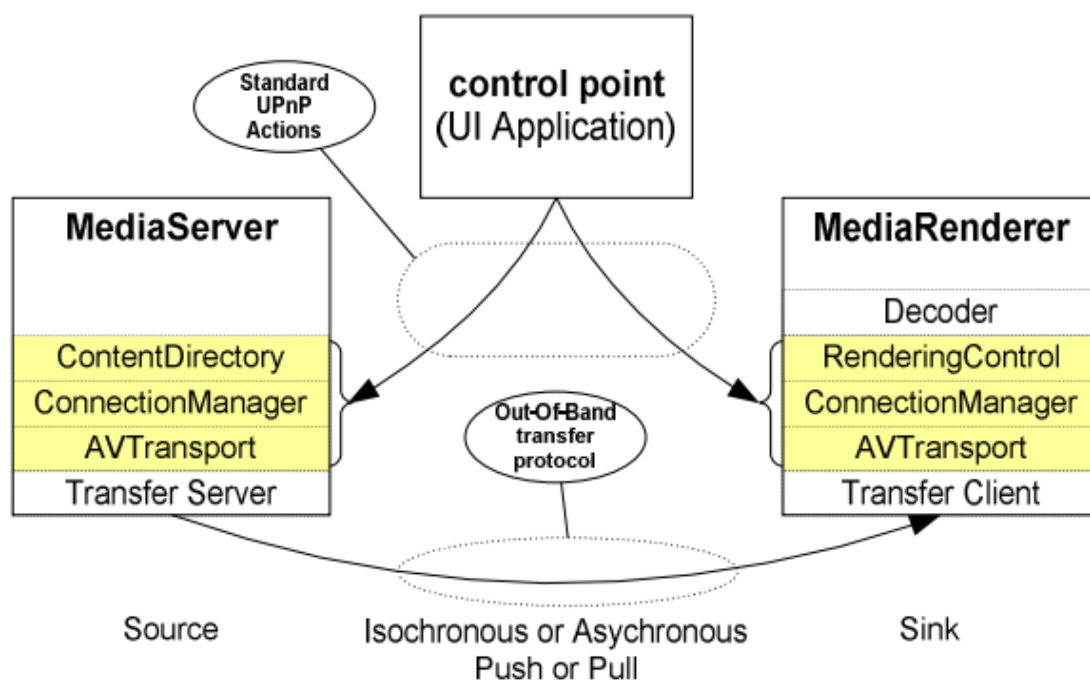
Wszystkie powyżej opisane usługi „wewnętrzne” są również integralną częścią specyfikacji DLNA (ich nazwy w większości publikacji pozostały takie same).[19]

### 2.3.2 Odtwarzacz multimediów oraz odtwarzacz renderujący

W przypadku opisywanego oprogramowania różnica, między standardami UPnP, a DLNA jest najbardziej widoczna. Zróżnicowanie te polega głównie na rozdzieleniu ogólnie pojętego zadania odtwarzania materiałów multimedialnych na mniejsze, pośrednie zadania.

W przypadku UPnP AV w odtwarzaniu treści multimedialnych uczestniczy punkt kontrolny, który wyszukuje materiały udostępniane przez serwer multimediów oraz zleca ich odtworzenie. Polecenie odtworzenia może zostać wykonane w postaci dwóch metod. Metodą *push*, w której serwer multimediów wysyła treść do wybranego przez punkt kontrolny odtwarzacz renderujący, bądź też metodą *pull*, w której odtwarzacz renderujący (ang. *MediaRenderer*) pobiera dane z serwera multimediów, renderuje je i/lub odtwarza (może je renderować i wysyłać do odtwarzania do innego odtwarzacza). Uproszczony schemat opisanej powyżej procedury znajduje się na rysunku 2.10.

Rys. 2.10: Architektura odtwarzania UPnP AV



W przypadku architektury DLNA wyróżniamy dwie usługi potrafiące odtwarzać materiały:

- odtwarzacz multimedialny (ang. *Digital Media Player*),
- odtwarzacz renderujący (ang. *Digital Media Renderer*).

Pierwszy z nich służy do wyszukiwania i renderowania treści multimedialnych. Natomiast zadaniem drugiego jest renderowanie oraz odtwarzanie zadań zleconych przez kontroler multimediiów. Różnica między pierwszym, a drugim jest taka, że odtwarzaczowi renderującemu trzeba zlecić zadanie odtwarzanie, natomiast odtwarzacz multimedialny może podjąć taką decyzję „samodzielnie”.

Urządzeniami tego typu może być:

- telewizor,
- odtwarzacz DVD/BluRay,
- amplituner,
- smartfon,
- komputer PC.

Podobnie, jak w przypadku serwera UPnP, odtwarzacz posiada integralne usługi, które musi, bądź powinien mieć zaimplementowane:

- usługa kontroli renderowania,
- usługa menedżera połączeń (ang. *ConnectionManager Service*),
- opcjonalna: usługa transportu AV (ang. *AVTransport Service*).

Dwie ostatnie usługi komunikują się ze swoimi odpowiednikami w implementacji serwera multimedialnego (ich funkcje się uzupełniają). Usługa kontroli renderowania pozwala punktowi kontrolnemu sterować sposobem przetwarzania treści przez odtwarzacz renderujący. Oznacza to zmianę takich funkcji jak: jasność, kontrast, głośność, wyciszenie itd. Usługa kontroli renderowania może obsługiwać wiele odtwarzaczy renderujących, co umożliwia jednoczesną zmianę ustawień w wielu urządzeniach UPnP.[19]

### 2.3.3 Punkt kontrolny oraz kontroler multimedialny

W przypadku UPnP A/V nie wyspecyfikowano oddzielnej usługi / urządzenia do kontroli odtwarzacza. Taką rolę spełnia punkt kontrolny w obrębie całej specyfikacji UPnP. Punkt kontrolny w UPnP koordynuje działania serwera multimediiów i odtwarzacza. Zazwyczaj wysyłanie poleceń jest efektem interakcji z użytkownikiem poprzez interfejs użytkownika. Punktu kontrolnego, w opisywanej roli, specyfikacja UPnP AV nie określa jako pełnoprawnego urządzenia UPnP (nie dostarcza żadnych usług UPnP oraz nie jest widoczny jako urządzenie UPnP w sieci), lecz jest niezbędnym pośrednikiem, między użytkownikiem, a urządzeniami UPnP.

Specyfikacja DLNA wyróżnia punkt kontrolny do zarządzania odtwarzaczem multimedialnym, bądź renderującym. Kontroler multimedialny (ang. *Digital Media Controller*) odtwarza zawartość, znaną w udostępnianych zasobach serwera multimedialnego lub zarządza odtwarzaną zawartością odtwarzacza renderującego. Kontrolerami multimedialnymi zazwyczaj są:

- smartfony,
- tablety,
- itd.

Uproszczony sposób działania algorytmu punktu kontrolnego, współpracującego z pojedynczym serwerem multimedialnych oraz serwerem renderującym wygląda następująco:

1. Wykrywanie urządzeń Audio / Video (przy pomocy mechanizmów UPnP).
2. Zlokalizowanie pożądanej treści, przy pomocy metod serwera UPnP, takich jak *ContentDirectory::Browse()* oraz *ContentDirectory::Search()*, które umożliwiają odnalezienie zasobu.
3. Pobierz wspierane, przez odtwarzacz renderujący, formaty danych i protokoły (poprzez metodę *ConnectionManager::GetProtocolInfo()*).
4. Sprawdź możliwości odtworzenia materiału przez pożądany odtwarzacz, wyznacz najlepszy sposób transmisji oraz format danych.
5. Skonfiguruj serwer oraz odtwarzacz renderujący - wykorzystywane są takie polecenia jak: *ConnectionManager::PrepareForConnection()*, *AVTransport::Play()*, *AVTransport::Stop()*, *AVTransport::Pause()*, *AVTransport::Seek()* itd.
6. Wyznacz zawartość do przesłania.
7. Rozpocznij przesyłanie wybranej treści.
8. Możliwe wywoływanie działań na odtwarzaczu (np. pauza).
9. Wybierz opcję: powtórz odtworzenie lub kolejny materiał.
10. Po zakończeniu działania zamknij połączenia z serwerem multimediiów.

### 2.3.4 Odmiany mobilne

Specyfikacja DLNA dla większości typów urządzeń (wyjątkiem jest drukarka *DMP*) przewiduje możliwość ich odmiany mobilnej. Spełniają one te same funkcje co typy główne. Rozróżnienie dużej ilości typów zostało wprowadzone dla ułatwionej orientacji konsumentów, pośród różnych produktów.[20]

Poza powtarzającymi się typami wyróżniamy dwa, które istnieją jedynie w wersji mobilnej:

- menedżer wysyłania multimediiów (ang. *Mobile Digital Media Uploader M-DMU*),
- menedżer pobierania multimediiów (ang. *Mobile Digital Media Downloader M-DMD*).[20]

Pierwszy typ służy do wysyłania (całości) materiału do serwera multimediiów (mobilnej wersji bądź standardowej) poprzez sieć bezprzewodową. Przykładem takich urządzeń mogą być: cyfrowy

aparat fotograficzny, kamera video, smartfon. Menedżer pobierania multimediiów, również jest urządzeniem działającym w obrębie sieci bezprzewodowej, które pobiera materiały udostępniane przez serwer DLNA (niezależnie od wersji mobilnej, bądź standardowej). Menedżerem pobierania może być smartfon lub przenośny odtwarzacz muzyki.[20]

Odmiany mobilne urządzeń i usług nie są wyróżnione w dokumentacji UPnP.

# Multimedia w UPnP AV/DLNA

Specyfikacje UPnP AV oraz DLNA zostały stworzone do umożliwienia oraz ustandaryzowania sposobu odtwarzania materiałów multimedialnych w obrębie sieci lokalnej oraz zapewnienie współpracy między urządzeniami różnych producentów. Pierwszy z projektów UPnP AV niestety nie spełniał w pełni tych wymogów. Oznacza to, że sposób implementacji zdefiniowanych funkcji mógł być w odrębny sposób interpretowany przez różne zespoły programistów, co prowadziło do braku komunikacji, między urządzeniami różnych typów, bądź różnych producentów.

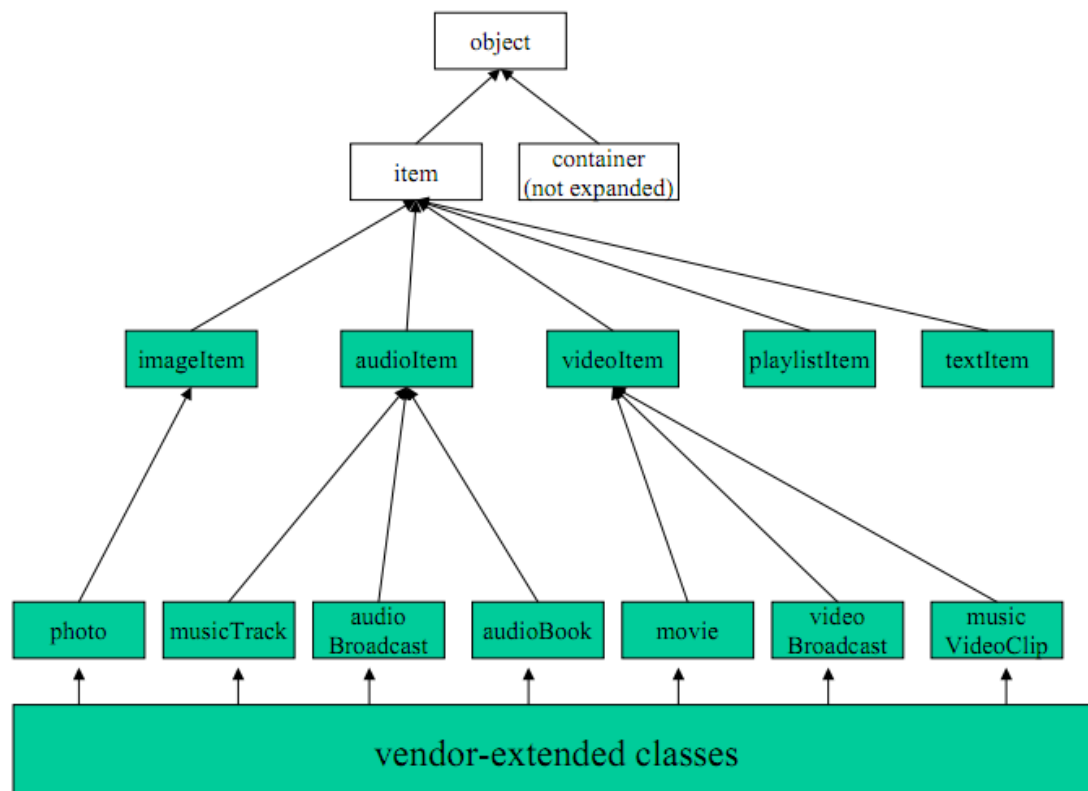
Konsorcjum DLNA starało się opisywany problem wyeliminować i w odróżnieniu od UPnP AV, certyfikat zalecenia DLNA są stosowane przez większość producentów urządzeń multimedialnych, a spośród w chwili obecnej najprawdopodobniej najpopularniejszego przeznaczenia DLNA (odtwarzanie filmów), większość producentów nowoczesnych telewizorów wyposaża je w oprogramowanie odtwarzacza DLNA.

## 3.1 Rodzaje multimediiów

Klasą główną urządzeń UPnP jest *item*, w którym są zawarte następujące podtypy:

- rysunek (*imageItem*),
  - obraz (*photo*),
- audio (*audioItem*)
  - utwór muzyczny (*musicTrack*),
  - nadawanie materiału audio (*audioBroadcast*),
  - audiobook (*audiobook*),
- wideo (*videoItem*),
  - film (*movie*),
  - nadawanie materiału wideo (*videoBroadcast*),
  - teledysk (*musicVideoClip*),
- lista odtwarzania (*playlistItem*),
- tekst (*textItem*).

Każdy z powyższych typów, może posiadać podtypy określone przez wystawcę oprogramowania. Schemat typów został dodatkowo przedstawiony na rysunku nr 3.1.

Rys. 3.1: Schemat typu *item* wraz ze standardowymi podtypami

Poza typowymi *item* wyróżniamy również tak zwane kontenery (ang. *containers*). Reprezentują one kolekcje obiektów (fizyczną, bądź logiczną np. posortowaną według typów filmów). Dokładny opis obu typów, wraz ze sposobem stosowania, znajduje się w rozdziale implementacyjnym niniejszej pracy magisterskiej.

### 3.1.1 Filmy

### 3.1.2 Sposoby odtwarzania

### 3.1.3 Ścieżka dźwiękowa

### 3.1.4 Napisy w filmach

### 3.1.5 Kodowanie filmów

### 3.1.6 Muzyka

### 3.1.7 Zdjęcia

### 3.1.8 Miniatury multimedialnych



# Teoria, a praktyka UPnP AV/DLNA

## **4.1 Standard**

### **4.1.1 Polecenia protokołu**

### **4.1.2 Różnice działania odtwarzaczy różnych producentów**

### **4.1.3 Porównanie oprogramowania serwerów UPnP/DLNA**

### **4.1.4 Porównanie oprogramowania odtwarzaczy UPnP/DLNA**

# Realizacja oprogramowania serwera UPnP

## **5.1 Zdefiniowane wymagania**

platformy gui

## **5.2 Porównanie różnych dostępnych framework'ów UPnP**

## **5.3 Sposób realizacji serwera**

## **5.4 Napotkane problemy**

## **5.5 Współpraca z odtwarzaczami w oprogramowaniu telewizorów**

# Bibliografia

- [1] UPnP Forum, UPnP Device Architecture 1.0, 2008.
- [2] [http://brage.bibsys.no/hia/bitstream/URN:NBN:no-bibsys\\_brage\\_9695/1/andreas-haber-phone-based-upnp-control.pdf](http://brage.bibsys.no/hia/bitstream/URN:NBN:no-bibsys_brage_9695/1/andreas-haber-phone-based-upnp-control.pdf)
- [3] <http://www.upnp.org/specs/gw/UPnP-gw-DeviceProtection-v1-Service-20110224.pdf>
- [4] [http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.pervasive.jku.at%2FResearch%2FPublications%2F\\_Documents%2F2011\\_Online%2520UPnP%2520AV%2520Device%2520Database%2520for%2520Quick%2520and%2520Easy%2520Capability%2520Checking\\_Riener.pdf&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEMLsCjydhx6Qy1L30d4wZ5HgUVA](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.pervasive.jku.at%2FResearch%2FPublications%2F_Documents%2F2011_Online%2520UPnP%2520AV%2520Device%2520Database%2520for%2520Quick%2520and%2520Easy%2520Capability%2520Checking_Riener.pdf&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEMLsCjydhx6Qy1L30d4wZ5HgUVA)
- [5] [http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.territorioscuola.com%2Fwikipedia%2Fen.wikipedia.php%3Ftitle%3DTalk%3ADigital\\_Living\\_Network\\_Alliance&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNFB10Qj3jNXfAqwV\\_NNQaRIBOk5zg](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.territorioscuola.com%2Fwikipedia%2Fen.wikipedia.php%3Ftitle%3DTalk%3ADigital_Living_Network_Alliance&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNFB10Qj3jNXfAqwV_NNQaRIBOk5zg)
- [6] [http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fsuperuser.com%2Fquestions%2F226636%2Fwhat-is-the-difference-between-dlna-and-upnp&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHUjIpiufrZlgM\\_YLSNohaL355J\\_g](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fsuperuser.com%2Fquestions%2F226636%2Fwhat-is-the-difference-between-dlna-and-upnp&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHUjIpiufrZlgM_YLSNohaL355J_g)
- [7] [http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fjan.newmarch.name%2Fpublications%2Fjini\\_upnp.isng05.pdf&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEZCczU2XK8hGsmHe7wU1mAbQpeKA](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fjan.newmarch.name%2Fpublications%2Fjini_upnp.isng05.pdf&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEZCczU2XK8hGsmHe7wU1mAbQpeKA)
- [8] Abul Ahsan Md. Mahmudul Haque, UPnP Networking: Architecture and Security Issues, 2007
- [9] UPnP Device Architecture V1.0 Annex A – IP Version 6 Support
- [10] UPnP Device Template
- [11] Networked Digital Media Standards A UPnP / DLNA Overview, Allegro Software Development Corporation, 2006.
- [12] RFC 2616 Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1, Internet Engineering Task Force, 1999
- [13] SOAP Simple Object Access Protocol, W3C, 2007
- [14] Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition), W3C, 2008
- [15] Overview of UPnP AV Architecture, Intel Corporation, 2003

- [16] Abusing Universal Plug and Play, Armijn Hemel, 2008
- [17] Design and Implementation of home network systems using UPnP middleware for networked appliances, Dong-Sung Kim, Jae-Min Lee, Wook Hyun Kwon, Kwan You, 2002
- [18] UPnP Design by Example: A Software Developers's Guide to Universal Plug and Play, Michael Jeromino, Jack Weast, 2003
- [19] UPnP Forum UPnP AV Architecture:2, 2010
- [20] Network Media Content Aggregator for DLNA Server, Jan Kubový, 2011