

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

1	Wstęp	3
2	O UPnP i DLNA	4
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
2.3	Klasy urządzeń	12
2.3.1	Serwery	12
2.3.2	Kodowanie w locie	12
2.3.3	Odtwarzacze	12
2.3.4	Piloty	12
2.3.5	Odmiany mobilne	12
3	Multimedia w UPnP/DLNA	13
3.1	Rodzaje multimediiów	13
3.1.1	Filmy	13
3.1.2	Sposoby odtwarzania	13
3.1.3	Ścieżka dźwiękowa	13
3.1.4	Napisy w filmach	13
3.1.5	Kodowanie filmów	13
3.1.6	Muzyka	13
3.1.7	Zdjęcia	13
3.1.8	Miniatury multimediiów	13
4	Teoria, a praktyka UPnP/DLNA	14
4.1	Standard	14
4.1.1	Polecenia protokołu	14
4.1.2	Różnice działania odtwarzaczy różnych producentów	14
4.1.3	Porównanie oprogramowania serwerów UPnP/DLNA.	14
4.1.4	Porównanie oprogramowania odtwarzaczy UPnP/DLNA	14
5	Realizacja oprogramowania serwera UPnP	15
5.1	Zdefiniowane wymagania.	15
5.2	Porównanie różnych dostępnych framework'ów UPnP	15
5.3	Sposób realizacji serwera.	15

5.4	Napotkane problemy	15
5.5	Współpraca z odtwarzaczami w oprogramowaniu telewizorów	15

Bibliografia	16
---------------------	-----------

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 rozpowszechniło 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.

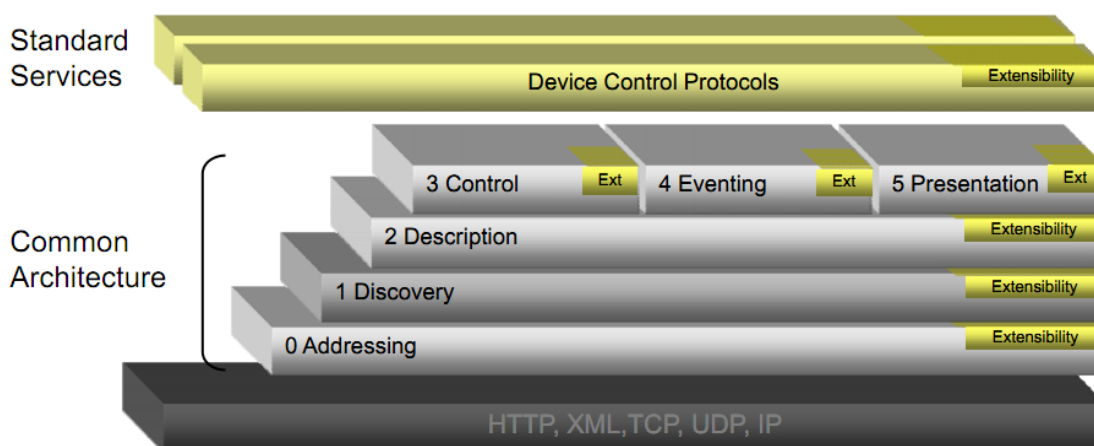
UPNP AV określa sposób komunikacji, między serwerem multimediiów, a odtwarzaczem. Zbiór protokołów został zaprojektowany tak, aby być niezależny od rodzaju urządzenia, odtwarzanej treści i sposobu przesyłania danych.

2.2 Zbiór protokołów UPnP, a sieć

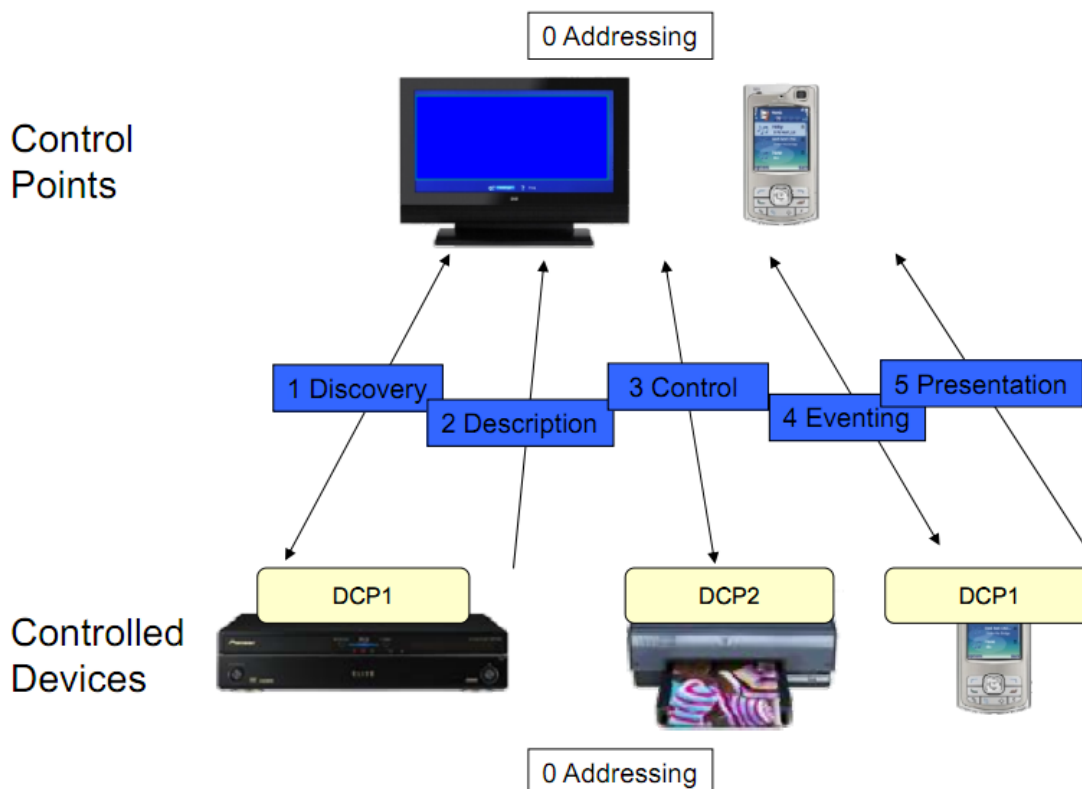
Głównym wymaganiem UPnP jest działanie w obrębie sieci IP, niezależnie od sposobu komunikacji. Połączenie może zostać zrealizowane poprzez sieć Ethernet, połączenia bezprzewodowe takie jak WiFi 802.11abgn, Bluetooth (pomijany jest tu fakt braku możliwości technicznych niektórych protokołów do szybkiego 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 ele-

mentem 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*).

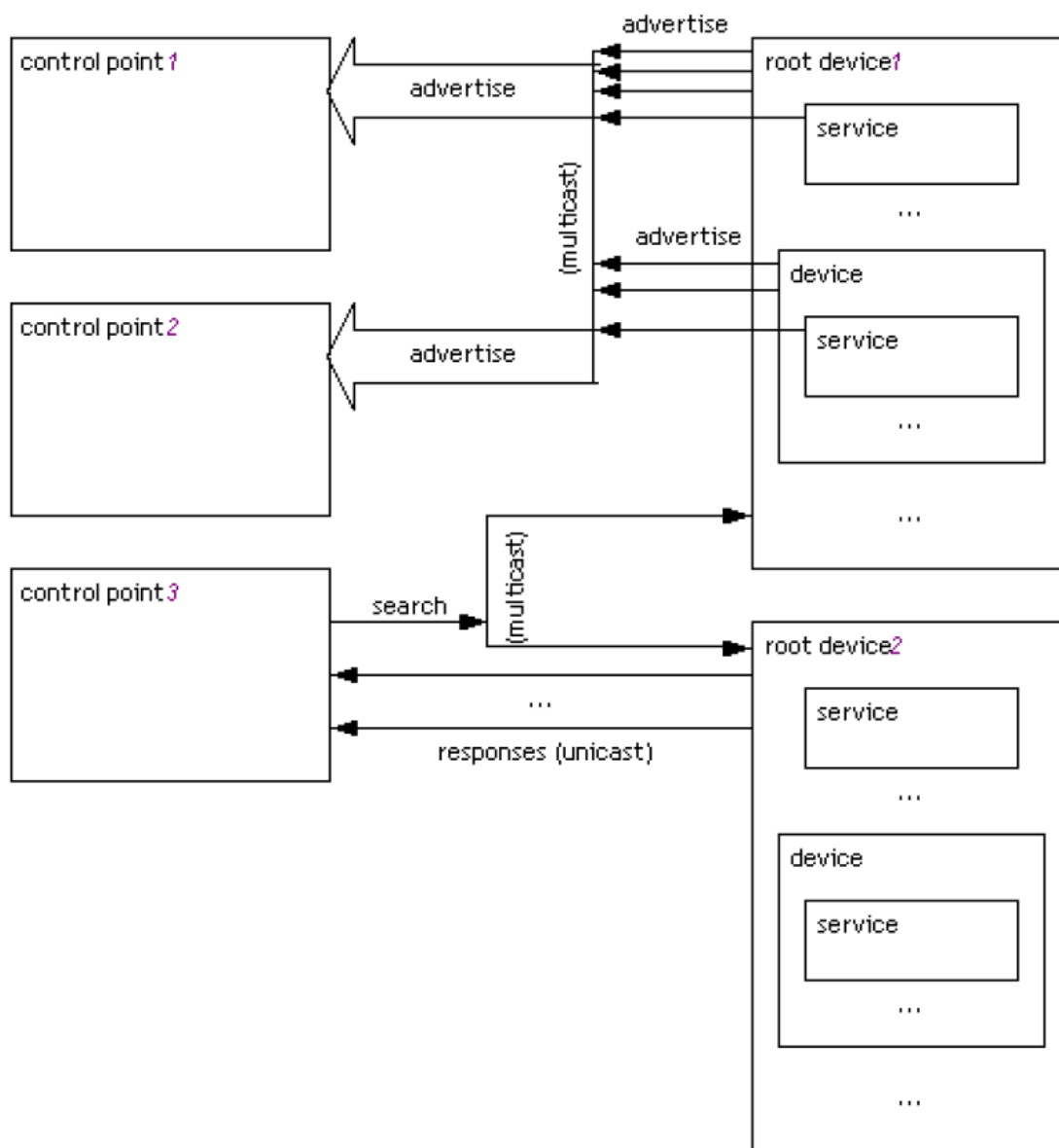
Punkty kontrolne nasłuchują urządzeń na porcie 1900 lub rozgłaszają pakiet z danymi o typie, identyfikatorze pożądanego urządzenia lub usługi. Urządzenia oferujące swoje usługi wysyłają na wcześniej wspomniany adres (239.255.255.250:1900) pakiety SSDP przy pomocy rozgłaszania typu *multicast*.

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 wykrywania nie ma możliwości, aby urządzenia efektywnie się ze sobą komunikowały. Każde urządzenie

nie/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 wygaśnie 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 urządzenia. Dostępne rodzaje to:

- *ssdp:all* - wyszukiwanie wszystkich urządzeń i usług,
- *upnp:rootdevice* - wyszukiwanie jedynie urządzeń głównych,
- *uuid:device-UUID* - wyszukiwanie 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 advertisement 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 **OPISAC STRONA 21**
 USN: advertisement UUID

2.2.3 Opis urządzeń i usług

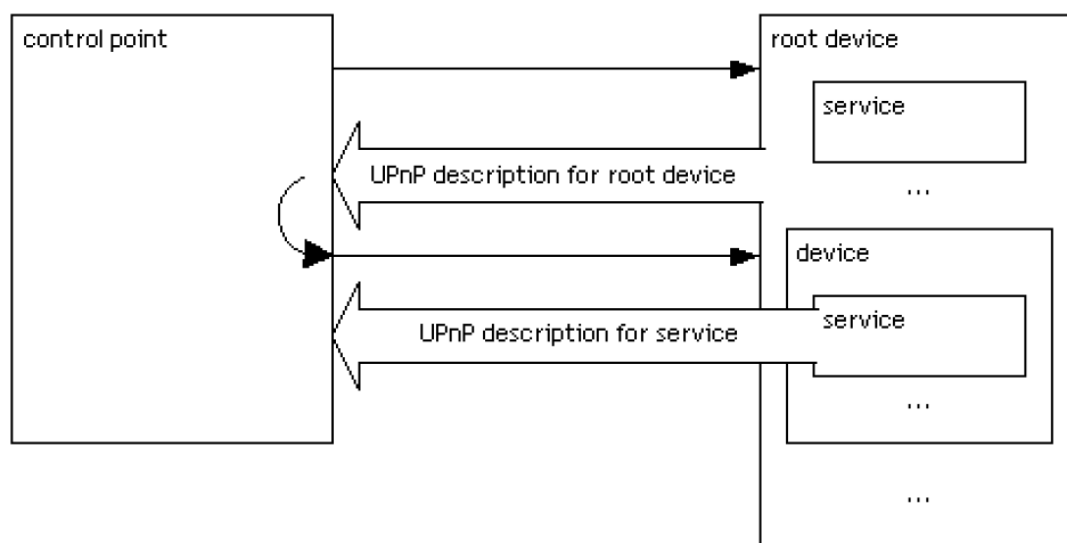
Po udanym wyszukaniu urządzenia, punkt kontrolny posiada jedynie podstawowe informacje o urządzeniu, które zostały zawarte we wcześniejszych komunikatach (Wykrywanie). Do interakcji z urządzeniem punkt kontrolny potrzebuje więcej danych, niż te zawarte w pierwszych komunikatach. W tym celu może pobrać 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.

2.3 Klasy urządzeń

2.3.1 Serwery

dswd

2.3.2 Kodowanie w locie

fewsf

2.3.3 Odtwarzacze

dewd

2.3.4 Piloty

2.3.5 Odmiany mobilne

Multimedia w UPnP/DLNA

3.1 Rodzaje multimedialnych

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/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
- [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=AFQjCNEMLLsCjydhx6Qy1L30d4wZ5HgUVA
- [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
- [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
- [7] 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