

Universal Plug-and-Play (UpNP):

Pribavljanje adrese,

Otkrivanje uređaja (Simple Service Discovery Protocol - SSDP),

Opisivanje uređaja

Namena

- UPnP je skup mrežnih protokola koji omogućuju mrežnim uređajima da se jednostavno međusobno „prepoznaju“ na mreži i uspostave funkcionalne veze koje omogućuju realizaciju mrežnih usluga
- Uređaji mogu biti računari, štampači, konvertori protokola, pristupne tačke bežične mreže, mobilni uređaji itd.
- Izlaganje se odnosi na UPnP Device Architecture 1.1, UPnP Forum, 2008

Faze protokola

- Pribavljanje adrese
- Otkrivanje uređaja
- Predstavljanje (opisivanje) uređaja
- Upravljanje uređajem
- Objavljivanje događaja

Faza 1: Pribavljanje adrese

- Primarno korišćenjem DHCP ili ako isti nije dostupan, autokonfiguracijom u opsegu 169.254/16 (autoIP)
- Prvih i poslednjih 256 adresa u autoIP opsegu su rezervisane
- Kod autoIP koristi se pseudoslučajni algoritam (inicijalizovan MAC adresom uređaja) za generisanje adrese
- Korišćenjem ARP se proverava da generisana adresa nije već zauzeta
- Uređaj koji je autokonfiguracijom dobio IP adresu i dalje periodično proverava dostupnost DHCP poslužioca, i ako isti postane dostupan pribavlja novu adresu korišćenjem DHCP

Faza 2: Otkrivanje uređaja

- UpNP uređaje na mreži deli u dve grupe: uređaji kojim se upravlja (devices) i kontrolne tačke (control points)
- Protokol za otkrivanje omogućuje upravljanom uređaju da, kada se uključuje u mrežu, objavi svoje prisustvo kontrolnim tačkama
- Sa druge strane omogućuje kontrolnoj tački koja se uključuje u mrežu da pretražuje mrežu i pronađe upravljane uređaje od interesa
- Poruke za otkrivanje uređaja nose tip uređaja, univerzalni jednoznačni identifikator, URL stranice na kojoj se nalaze detaljnije informacije, kao i opcionalne podatke o stanju uređaja

Uključivanje upravljanog uređaja

- Upravljeni uređaj koji se uključuje u mrežu šalje višeznačnim upućivanjem poruke (na 239.255.255.250:1900) kojim objavljuje svoje prisustvo.
- Inicijalno objavljivanje opisuje uređaj i opciono uložene (embedded) uređaje koje sadrži, kao i usluge koje obezbeđuje kontrolnim tačkama na mreži
- Upravljeni uređaj koji ima više mrežnih priključaka objavljuje svoje prisustvo na svim mrežama na koje je direktno povezan
- Kontrolna tačka koja ima više mrežnih priključaka osluškuje poruke višeznačnog upućivanja na jednom, nekim ili svim mrežnim priključcima

Uključivanje kontrolne tačke

- Kod uključivanja kontrolna tačka može da pošalje višeznačnim upućivanjem poruku kojoj pretražuje upravljane uređaje na mreži.
- Svi upravljani uređaji moraju da osluškuju grupu višeznačnog upućivanja i da odgovore na ovakvu poruku ukoliko bilo koji od njihovih uložених uređaja ili usluga odgovara uslovu iz poruke.
- Dodatno kontrolna tačka može da pošalje poruku jednoznačnim upućivanjem tačno određenom uređaju na prolazu 1900, ili prolazu koji je upravljani uređaj objavio u elementu SEARCHPORT.UPNP.ORG.
- Upravljani uređaji su u obavezi da osluškuju poruke upućene jednoznačnim upućivanjem na prolaz 1900 ili prolaz određen elementom SEARCHPORT.UPNP.ORG.

Isključivanje upravljanog uređaja

- Kada se isključuje sa mreže, upravljeni uređaj bi trebao da pošalje poruke višeznačnim upućivanjem kojim poništava prethodno poslate objave o uložnim uređajima koje sadrži i uslugama koje obezbeđuje.
- Kada promeni mrežnu adresu, upravljeni uređaj bi trebalo da višeznačnim upućivanjem poništi prethodno poslate objave (kao kod isključivanja sa mreže), a nakon toga je u obavezi da objavi svoje prisustvo sa novom mrežnom adresom (kao kod uključivanja na mrežu).

Verzije

- Poruke protokola otkrivanja uređaja sadrže oznaku verziju UpNP, koja opet ima dva dela: major i minor.
- Uređaj koji oglašava svoje prisustvo mora biti kompatibilan sa verzijama UpNP istog major dela i minor koji je \leq od njegove oznake verzije.

Format poruka

- Koristi deo formata poruka „generic message“ HTTP 1.1 prema RFC 2616, odeljak 4.1, ali pri tom koristi UDP umesto TCP, i ima neka sopstvena pravila parsiranja poruka
- SSDP poruke nemaju dodatno telo poruke (body)
- Format zaglavlja prema RFC 2616, odeljak 4.2
- TTL je konfigurabilan, podrazumevana vrednost je 2 - može biti veći od 1, tako poruke mogu da „pređu“ u drugu mrežu

BOOTID.UPNP.ORG (31-bit unsigned int)

- Vrednost ovog elementa se čuva u trajnoj memoriji i uvećava se svaki put kada se uređaj uključuje u mrežu.
- Osim ako se promena ove vrednosti eksplicitno ne oglasi, mora ostati ista u svim SSDP porukama od trenutka kada se uključio do isključenja sa mreže.
- Kada detektuje promenu ove vrednosti, kontrolna tačka na taj način „zna“ da je upravljani uređaj resetovan, na primer da su asocijacije za objavu događaja poništene.
- Pošto se mrežna adresa upravljanog uređaja ne može promeniti bez promene ove vrednosti, na taj način kontrolna tačka može da razlikuje upravljani uređaj sa više mrežnih adresa od onog koji je promenio adresu.

NOTIFY (ssdp:alive)

- Šalje se po uključivanju upravljanog uređaja u mrežu: tri poruke za upravljani uređaj (root device), dve za svaki uloženi uređaj i jedna za svaku uslugu
- Obavezno sadrži:
 - Tip objave – šalje se u NT (notification type) zaglavlju
 - Identifikator objave – šalje se u USN (unique service name) zaglavlju
 - URL stranice sa detaljnijim informacijama – šalje se u LOCATION zaglavlju
 - Trajanje važnosti objave – šalje se u CACHE-CONTROL zaglavlju
- Trajanje treba da bude duže za uređaje koji će biti duže u mreži, a kraće za uređaje koji često napuštaju i vraćaju se u mrežu

Osvežavanje objave

- Preporučuje se da osvežavanje bude na osnovi slučajno raspoređenog intervala koji je kraći od polovine vremena trajanja objave (objavljenog u CACHE-CONTROL)

CONFIGID.UPNP.ORG

- 31 bit unsigned int u opsegu (0, $2^{24} - 1$)
- Predstavlja konfiguracioni broj upravljanog uređaja
- Svaki put kada se promeni konfiguracija uređaja, koja je opisana XML stranicom (bilo opis samog uređaja – DDD ili opis usluge – SCPD), mora se promeniti ovaj identifikator

SEARCHPORT.UPNP.ORG

- Ako upravljani uređaj ne oglasi ovaj element, mora da osluškuje poruke upućene upućene jednoznačnim upućivanjem na prolazu 1900
- Ako oglasi, mora da osluškuje na prolazu koji je oglasio u tom elementu

NOTIFY (ssdp:byebye)

- Šalje se kod isključivanja upravljanog uređaja sa mreže – po jedna za svaku ssdp:alive objavu koja je poslata a nije istekla

NOTIFY (ssdp:update)

- Šalje upravljani uređaj ako se promeni broj mrežnih priključaka, po jednu poruku za upravljani uređaj, svaki uloženi uređaj i svaku poruku.
- Sadrži element BOOTID.UPNP.ORG koji ima vrednost tog identifikatora u prethodnoj objavi i NEXTBOOTID.UPNP.ORG koji najavljuje vrednost identifikatora koja će biti korišćena u narednim objavama

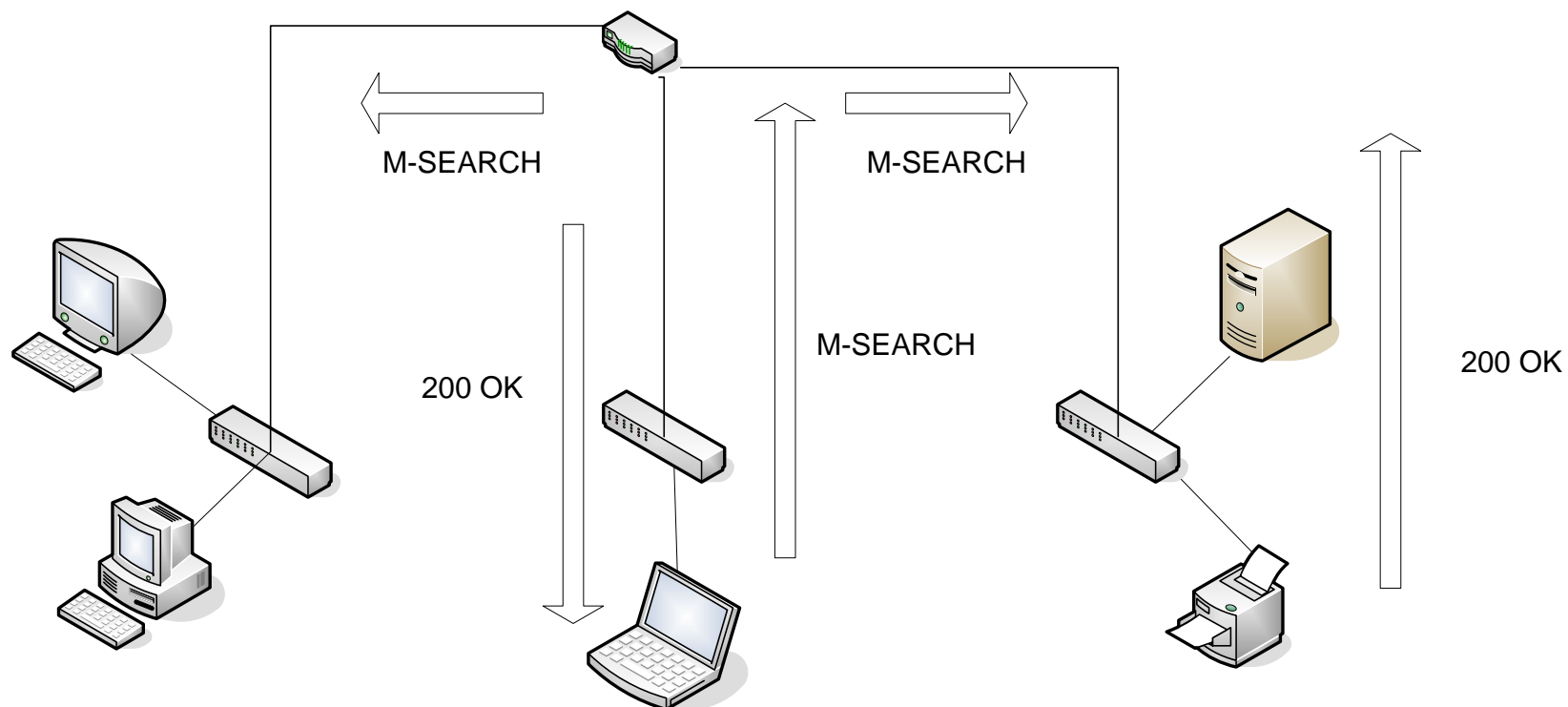
M-SEARCH (ssdp:discover)

- Šalje kontrolna tačka da bi pretražila mrežu, višeznačnim upućivanjem na 239.255.255.250:1900 ili jednoznačnim upućivanjem na adresu i prolaz datog uređaja
- Zaglavlje ST (search target) sadrži uslov pretraživanja – traženi uređaj
- Kod višeznačnog upućivanja, zaglavlje MX sadrži broj sekundi, gornju granicu intervala (donja je 0) koji određuje koliko da upravljani uređaj sačeka pre nego što pošalje odgovor - uzima se slučajna vrednost iz tog intervala. Na taj način se smanjuje opterećenje u obradi odgovora na kontrolnoj tački za mreže sa velikim brojem upravljanijh uređaja
- Kod jednoznačnog upućivanja, uređaj odgovara u roku od 1s

Odgovor na M-SEARCH

- Ukoliko upravljani uređaj ispunjava uslov iz M-SEARCH zahteva, šalje odgovor jednoznačnim upućivanjem na adresu i prolaz sa kojih je stigao zahtev
- Uslov je ispunjen ako je ST „ssdp:all“, „upnp:rootdevice“, „uuid:“ praćen UUID-om datog uređaja, ili ako se poklapa tip uređaja ili usluge
- Odgovor sadrži (među ostalim) zaglavlja: LOCATION, CACHE-CONTROL, USN, ST, BOOTID.UPNP.ORG, CONFIG.UPNP.ORG, SEARCHPORT.UPNP.ORG

SSDP pretraživanje mreže



Faza 3: Opisivanje uređaja

- Nakon što je kontrolna tačka „otkrila“ upravljani uređaj, i dalje vrlo malo „zna“ o njemu (UpNP tip uređaja, UUID, i URL opisa uređaja).
- Da bi saznala više o uređaju i da bi mogla da upravlja uređajem, kontrolna tačka mora da preuzme opis uređaja sa URL dobijenog tokom otkrivanja uređaja

- Opis uređaja je podeljen u dva dela:
 - Opis samog uređaja (Device Description Document, DDD)
 - Opis usluga koje realizuje (Service Control Protocol Description, SCPD)

Opis samog uređaja

- Uključuje informaciju koju obezbeđuje proizvođač kao što je naziv i broj modela, serijski broj, naziv proizvođača, URL web prezentacije proizvođača
- Za svaku uslugu je dat tip i naziv usluge, URL opisa usluge, URL za upravljanje i URL za objavu događaja
- Opis uključuje opis svih uložених uređaja (embedded) i URL za prezentaciju uređaja kao celine
- Opis je dat u XML jeziku prema standardnom UpNP Device Template šablonu

Opis usluge

- Sadrži listu komandi (akcija) za datu uslugu i parametre za svaku komandu
- Takođe listu promenljivih koje opisuju stanje usluge tokom izvršenja i date su kroz tip, opseg i način objavljivanja
- Opis sastavlja proizvođač i dat je u XML jeziku u standardnom UpNP Service Template šablonu

Preuzimanje opisa uređaja

- Za preuzimanje opisa samog uređaja kontrolna tačka koristi standardnu HTTP GET komandu sa kojom prosledi URL koji je dobijen tokom otkrivanja uređaja
- Za preuzimanje opisa usluge kontrolna tačka koristi takođe HTTP GET komandu, ovaj put sa URL koji je dobijen u opisu samog uređaja
- GET komanda ima sledeći oblik

GET /descriptionPath HTTP/1.1

HOST: hostname:portNumber

ACCEPT-LANGUAGE: language preferred by control point

- GET komanda nema dodatno telo poruke (body)

Odgovor na GET komandu - varijanta 1

- Korišćenjem CONTENT-LENGTH zaglavlja (kada se koristi HTTP 1.0 ili 1.1)

HTTP/1.1 200 OK

CONTENT-LANGUAGE: *language used in description*

CONTENT-LENGTH: *bytes in body*

CONTENT-TYPE: text/xml; charset="utf-8"

DATE: *when responded*

Body

Odgovor na GET komandu - varijanta 2

- Korišćenjem „chunked“ kodiranja – samo kod HTTP 1.1

HTTP/1.1 200 OK

TRANSFER-ENCODING: chunked

CONTENT-TYPE: text/xml; charset="utf-8"

CONTENT-LANGUAGE: *language used in description*

DATE: *when responded*

Length of chunk 1 in hexadecimal notation

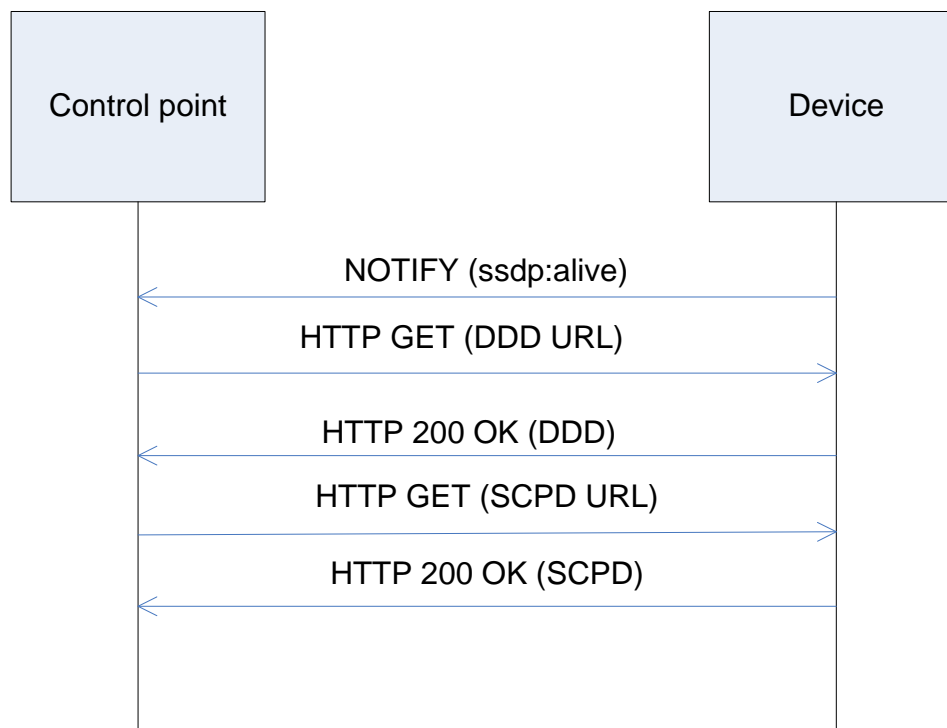
Chunk 1

Length of chunk 2 in hexadecimal notation

Chunk 2

0

Razmena poruka za preuzimanje opisa uređaja



Verzija HTTP

- Preporučuje se da svi UpNP uređaji koriste HTTP 1.1 (prema RFC 2616), a moraju da koriste bar HTTP 1.0 (prema RFC 1945)

Šablon za opis samog uređaja

```
<?xml version="1.0"?>
<root xmlns="urn:schemas-upnp-org:device-1-0"
configId="configuration number">
  <specVersion>
    <major>1</major>
    <minor>1</minor>
  </specVersion>
  <device>
    <deviceType>urn:schemas-upnp-org:device:deviceType:v</deviceType>
    <friendlyName>short user-friendly title</friendlyName>
    <manufacturer>manufacturer name</manufacturer>
    <manufacturerURL>URL to manufacturer site</manufacturerURL>
    <modelDescription>long user-friendly title</modelDescription>
    <modelName>model name</modelName>
    <modelName>model number</modelName>
    <modelURL>URL to model site</modelURL>
    <serialNumber>manufacturer's serial number</serialNumber>
    <UDN>uuid:UUID</UDN>
    <UPC>Universal Product Code</UPC>
```

```
<iconList>
  <icon>
    <mimetype>image/format</mimetype>
    <width>horizontal pixels</width>
    <height>vertical pixels</height>
    <depth>color depth</depth>
    <url>URL to icon</url>
  </icon>
  <!-- XML to declare other icons, if any, go here -->
</iconList>
```

```
<serviceList>
  <service>
    <serviceType>urschemas-upnp-org::service:serviceType:v</serviceType>
    <serviceId>urn:upnp-org:serviceId:serviceID</serviceId>
    <SCPDURL>URL to service description</SCPDURL>
    <controlURL>URL for control</controlURL>
    <eventSubURL>URL for eventing</eventSubURL>
  </service>
  <!-- Declarations for other services defined by a UPnP Forum working committee
  (if any) go here -->
  <!-- Declarations for other services added by UPnP vendor (if any) go here -->
</serviceList>
```



```
<deviceList>
  <!-- Description of embedded devices defined by a UPnP Forum working committee
  (if any) go here -->
  <!--Description of embedded devices added by UPnP vendor (if any) go here -->
</deviceList>
  <presentationURL>URL for presentation</presentationURL>
</device>
</root>
```

Šablon za opis usluge

```
<?xml version="1.0"?>
<scpd
xmlns="urn:schemas-upnp-org:service-1-0"
xmlns:dt1="urn:domain-name:more-datatypes"
<!-- Declarations for other namespaces added by UPnP Forum working committee (if any) go here -->
<!-- The value of the attribute must remain as defined by the UPnP Forum working committee. -->
xmlns:dt2="urn:domain-name:vendor-datatypes"
<!-- Declarations for other namespaces added by UPnP vendor (if any) go here -->
<!-- Vendors must change the URN's domain-name to a Vendor Domain Name -->
Vendors must change vendor-datatypes to reference a vendor-defined namespace -->
<configId="configuration number">
    <specVersion>
        <major>1</major>
        <minor>1</minor>
    </specVersion>
    <actionList>
        <action>
            <name>actionName</name>
```

```
<argumentList>
  <argument>
    <name>argumentNameIn1</name>
    <direction>in</direction>
    <relatedStateVariable>stateVariableName</relatedStateVariable>
  </argument>
  <!-- Declarations for other IN arguments defined by UPnP Forum working
  Committee (if any) go here -->
  <argument>
    <name>argumentNameOut1</name>
    <direction>out</direction>
    <retval/>
    <relatedStateVariable>stateVariableName</relatedStateVariable>
  </argument>
  <argument>
    <name>argumentNameOut2</name>
    <direction>out</direction>
    <relatedStateVariable>stateVariableName</relatedStateVariable>
  </argument>
```

*<!-- Declarations for other OUT arguments defined by UPnP Forum working
committee (if any) go here -->*

</argumentList>

</action>

*<!-- Declarations for other actions defined by UPnP Forum working committee
(if any)go here -->*

</actionList>

```

<serviceStateTable>
  <stateVariable sendEvents="yes"|"no" multicast="yes"|"no">
    <name>variableName</name>
    <dataType>basic data type</dataType>
    <defaultValue>default value</defaultValue>
    <allowedValueRange>
      <minimum>minimum value</minimum>
      <maximum>maximum value</maximum>
      <step>increment value</step>
    </allowedValueRange>
  </stateVariable>

  <stateVariable sendEventsyes"|"no" multicast="yes"|"no">
    <namevariableName</name>
    <dataType type="dt1:variable data typestring</dataType>
    <defaultValuedefault value</defaultValue>
    <allowedValueList>
      <allowedValue>enumerated value</allowedValue>
      <!-- Other allowed values defined by UPnP Forum working committee
      (if any) go here -->
      <!-- Other allowed values defined by vendor (if any) go here -->
    </allowedValueList>

```

```
</stateVariable>
<stateVariable sendEvents="yes"|"no" multicast="yes"|"no">
    <name>variableName</name>
    <dataType type="dt2:vendor data type">string</dataType>
    <defaultValue>default value</defaultValue>
</stateVariable>
<!-- Declarations for other state variables defined by UPnP Forum working committee
(if any) go here -->
<!-- Declarations for other state variables added by UPnP vendor (if any) go here -->
</serviceStateTable>
</scpd>
```

Opšti zahtevi

- Prilikom obrade XML opisa, UpNP upravljani uređaji i kontrolne tačke ignorišu nepoznate elemente i njihov sadržaj, kao i nepoznate attribute i njihove vrednosti
- Opisi usluga su kodovani korišćenjem UTF-8