IPv6

Generellt dokument med olika IPv6-grejer.

Grunder

Header

En IPv6 header är större än IPv4 header. IPv4 headern är 20 byte och IPv6 headern är 40 bytes. Varje IPv6 adress är 16 bytes stor. TTl har bytt namn till hop limit och IP protocol heter nu next-header. Ingen fragmentering är tillåten för IPv6-paket i routrar, däremot kan hostar utföra framgnetering så länge de stöder vissa IPv6 Extension Headers.

Adresstyper

Link-local adress, FE80::/10 (FE80 till FEBF::FFFF), används för lokal kommunikation över en länk. Måste finnas på samtliga IPv6-interface.

Site-local adress, FEC0::/10 (FEC0:: till FEFF:FFF::), privata adresser och bör ej användas.

Unique-local adress, FC00::/7 (FC00:: till FDFF:FFFF::), privat adresser som ersätter site-local. Bör helst inte användas.

Multicast adress, FF00::/8 (allt som börjar med FF), för multicasttransport. Inom den andra byten så representerar den första hex-symbolen speciella flaggor medans den andra hex-symbolen representerar "scopet". Flaggorna är binärt "0RPT". Den viktigaste är 0 och betyder ingenting.

1. R indikerar om IPv6 bär en PIM RP-adress, det används för embedded RP och RP-adressen signaleras i IPv6 multicastgruppen.
2. P indikerar om multicastadressen är tilldelad baserad på nätverksprefixet. Den används för embedded RP och nätverksprefixet är inbäddat i IPv6-adressen. Om R är 1 så måste P också vara 1.
3. T indikerar om multicastgruppen transient eller ej. 0 indikerar att det är en känd multicastgrupp och 1 att det är en dynamiskt tilldelad.

Scopen är enligt följande och används för att dela in multicast i administrativa regioner:

1. Interface local. Används för loopback-transmission av multicast
2. Link-local. Kommunikation sker över ett segment. Används av ex. IGP, PIM, neighbor discovery
4. Admin-local. Det minsta scopet som kan konfigureras. Den här multicasttrafiken går att route:a. Användbar för att ex. route:a trafik till vissa enheter inom en site.
5. Site-local. Ska användas inom en site. Ex. för multicasttrafik som är lokalt inom ett kontor. PIM dense-mode stöds ej i IPv6 på Cisco-plattformar så site-local sparse-mode kan vara ett bra alternativ till deta.
8. Organization-local. För trafik inom en organisation, ex. mellan kontor:
E. Global-scope. Kallas ibland för "VPN scope" av Cisco och har ingen gräns.

Anycast adress. Konceptet Anycast finns för IPv4 men inte på ett LAN-segment. I IPv6 finns konceptet även för LAN. Att konfigurera en Anycast-adress är i princip likadant som en unicastadress fast med Duplicate Address Detection (DAD) avstängt. När en host försöker att få L2-adressen till en anycastadress kan vilken nod som helst på LAN:et svara.

Soliciated-node adress. En adress inom link-local spannet som har räknats ut som en funktion från en nods unicast och anycast adresser. Adresserna skapas genom att ta de lägsta 24 bits från en IPv6 adress och lägga till dem på slutet till prefixet FF02::1:FF00::/104 (FF02::1:FF00:: till FF02::1:FFFF). Varje nod måste gå med i en solicited-node multicast address för varje unicast och anycastadress på alla interface oavsett hur de har konfigurerats. Trafik till en solicited-node adress är som ett semi-riktad broadcast meddelande som bara ska till en liten samling av noder, förhoppningsbara en.

ICMP (Hitta grannar!)

IPv6 använder sig av olika ICMP-typer för att hitta grannar, annonsera sig själv och lite övrigt smått och gott. Validering sker av paketen. IPv6 noder kommer att slänga RA eller RS paket som har en längre hop limit (TTL) än 255 då det skulle innebära att paketet har routats och är ej anslutet på samma LAN.

Neighbor Solicitation (NS). Använder ICMP typ 135. Destinationen är solicited-node multicatadressen för en specifik host på LANet. Source-adressen är link-local adressen från sändande interface. Används för att hitta grannar på LANet och går att jämföra med ARP request i IPv4. NS kan också ha en unicast destination när NS används för att verifiera nåbarheten efter att en granne har hittats, det kallas för Neighbor Unreachability Detection (NUD). Svar på NUD verifiera tvåvägskommunikation.

Neighbor Advertisement (NA). Använder ICMP typ 136. NA är ett svar på en NS. Destinationen är link-local adressen till noden som har skickat NA. Source är link-local adressen på utgående interface och paketet innehåller nodens L2-adress. Om en nods L2 adress ändras så skickas en unsolicited NA till all-nodes multicas adressen (FF02::1) så att grannarnas IPv6 neighbor table uppdateras. Det finns en flagga i NA-paket som heter solicit-flag. Den är satt till 1 (true) när en NA är ett svar på NS. Vid unsolicited NA är den satt till 0.

Router Solicitation (RS). Använder ICMP typ 133. Skickas från hosts för att hitta tillgänliga routrar på ett segment. Source är link-local adressen på utgående interface och destinationen är all-routers multicast adressen (FF02::2).

Router Advertisement (RA). Använder ICMP typ 134. Skickas periodvis av routrar till all-hosts (FF02::1) med interfacets link-local adress som source. RAs inkluderar vanligtvis en eller fler prefix för SLAAC (64 bitar långt), prefix lifetime, hop limit, MTU och autkonfigurationsdetaljer. Interface på Cisco-enheter kommer automatiskt att skicka RAs på Ethernet och FDDI interface när IPv6 aktiveras på interfacet men beteendet går att ändra konfigurera. Innehåller flaggor, ex. M(managed) och O (other config), se mer information i SLAAC-delen längre ned.

Neighbor Redirect (NR). Använder ICMp typ 137. Används för att meddela en host om en bättre väg till destinationen. Samma syfte som IPv4 ICMP redirect men en NR måste veta link-local adressen till den önskade destinationen. Link-local adressen till destinationen finns med i NR paketet. Om den är känd inkluderas även L2-adressen i NR paketet.

Duplicate Address Detection (DAD). När en ny adress tilldelas en länk kommer DAD att köras för att undvika adressdubletter på LANet. Ett NS-paket skickas med ospecifiserad source adress till all-nodes (FF02::1) för att se om någon använder adressen IPv6 noden har tänkt nyttja. Skulle ett svar komma med NA kommer adressen inte användas. Kommer inget svar kommer adressen att användas. Cisco utför ingen DAD på globala eller anycastadresser som är skapade automatiskt enligt EUI-64, då det antas att dessa redan är unika. DAD kan stängas av per interface med `ipv6 nd dad attempts 0`, det gäller samtliga prefix på ett interface. DAD kommer då att meddela routern att samtliga adresser är unika utan att kolla efter dubletter.

Default Router Preference (DRP) är teknik för att signalera en routers prioritet i RA-paket. Finns flera routrar på samma segment kommer en IPv6 nod att välja default gateway till den nod med högst prioritet, om flera finns. Konfigureras per interface med `ipv6 nd router-preference { high | medium | low }`.

Neighbor Table

```
! Exempel
catalyst#show ipv6 neighbors vlan 1337
Interface Vlan1337, count 8, static 0, limit 8000, ignored 0
 ND cache expire time is 14400 seconds
IPv6 Address                 Age Link-layer Addr State Interface
2001:DB8:1337:7331::4821         178 9c7b.ef9e.9b7f  STALE Vl1337
FE80::50F0:CE17:87C2:2119          8 9c7b.ef9e.9b7f  STALE Vl51337
```

När grannar har hittas så placeras de i IPv6 neighbor-tabellen. När de först är nåbara så markeras de som REACH. Därefter flyttas de till STALE efter 30 sekunder när ingen trafik ska till den noden från routern. Per default så är ett adressentry stale i 4 timmar och tas sedan bort, så länge den inte har flyttats till REACH under tiden.

Allt går att konfigurera. Ex. hur länge ett entry anses vara REACH går att konfigurera per interface med `ipv6 nd reachable-time x`, där x är millisekunder. Hur lång tid det tas tills ett entry i STALE flyttas till DELETE går att sätta globalt med `ipv6 nd cache expire x`, där x är sekunder.

Grannar i status GLEAN syns per default inte i show ipv6 neighbors. De som är i GLEAN är noder som har skickat unsolicited NA. Routrar ignorerar dessa för att spara på minne. Det går dock att spara ned dessa genom att aktivera `ipv6 nd na glean` på interfacenivå.

När ett internt routingprotokoll (IGP går upp och prefix installeras med next-hop till grannens link-local adress kommer NUD automatiskt att göra en ND för link-local adressen, även om ingen trafik går den vägen. Det betende går att stänga av med `no ipv6 nd nud igp`.

När NUD körs så är ett entry i cachen i status PROBE till ett NA svar har kommit.

En granne kan vara i DELAY. Det innebär att en re-resolution för grannen pågår, men trafik till den bör fortfarande fungra.

Router Advertisements

Det går att modifiera beteendet för RAs. Med interface-kommandot `ipv6 nd ra suppress` så kommer en router inte att skicka några RAs på eget bevåg. Den kommer dock att svara på RS med RA. Vill man inte att den svarar på RS så lägg till `all` på slutet.

Om man har flera prefix på ett interface kan man välja att inte annonsera vissa av dem. Det gör man med interface-kommandot `ipv6 nd prefix 2001:DB8:1337::/64 no-advertise`. Hur ofta som RA annonseras och hur lång livstid RAt har gåt att konfigurera per interface med `ipv6 nd ra lifetime x` och `ipv6 nd ra interval x`, där x är sekunder.

DHCPv6

Går att konfigurera för relay och med lokal tilldelning.

Exempelkonfiguration relay:

```
interface Vlan1337
 ipv6 address 2001:DB8:1337:1::1/64
 ipv6 enable
 ipv6 mtu 1500
 ipv6 nd prefix 2001:DB8:1337:1::/64 43200 43200 no-autoconfig
 ipv6 nd managed-config-flag
 ipv6 nd other-config-flag
 ipv6 nd router-preference High
```

```
 ipv6 nd ra interval 4 3
 no ipv6 redirects
 no ipv6 unreachables
 ipv6 dhcp relay destination 2001:DB8:1337:2::1337
 ipv6 verify unicast source reachable-via rx
```

Exempelkonfiguration lokal DHCPv6 server på routern:

```
ipv6 dhcp pool DHCPv6_POOL_VLAN1337
 address prefix 2001:DB8:1337:1::/64
 dns-server 2001:DB8:1337:2::13
 dns-server 2001:DB8:1337:2::37
 domain-name jehrlander.net

interface Vlan1337
 ipv6 address 2001:DB8:1337:1::1/64
 ipv6 mtu 1500
 ipv6 nd prefix 2001:DB8:1337:1::/64 43200 43200 no-autoconfig
 ipv6 nd managed-config-flag
 ipv6 nd other-config-flag
 ipv6 nd router-preference High
 ipv6 nd ra interval 4 3
 no ipv6 redirects
 no ipv6 unreachables
 ipv6 dhcp server DHCPv6_POOL_VLAN1337 rapid-commit
```

Tillägget rapid-commit tillåter en klient att börja använda adressen efter 2 utbytta DHCPv6 meddelanden, Solicit och Reply. Utan rapid-commit krävs hela processen, Solicit, Advertise, Request, Reply.

Stateless Address Auto Configuration (SLAAC)

SLAAC används för IPv6-tilldelning utan DHCPv6. Klienter använder sig av SLAAC när vissa flaggor i Router Advertisement meddelandet är satta.

Flagga	Värde	Förklaring

M (Managed address configuration)	1 eller 0	Flaggan indikerar om det finns en DHCPv6 server tillgänglig när den är satt till 1.
O (other configuration)	1 eller 0	Indikerar att mer information finns tillgänglig via DHCPv6 server, ex. för att berätta för klienten vilken DNS-server som ska användas.
Options	x	Olika typer av värden kan finnas här. För SLAAC ska *Prefix Information Option* finnas tillgänglig.

Konfen är väldigt liten för att SLAAC-användning ska signaleras. `ipv6 nd managed-config-flag` får ej vara konfigurerat på interfacet för det signalerar till klienten att enbart använda DHCPv6.

Exempelkonf:

```
interface Vlan1337
 description SLAAC
 ipv6 address 2001:DB8:0:5::1/64
 ipv6 enable
 ipv6 mtu 1500
 ipv6 nd prefix 2001:DB8:0:5::/64
 ipv6 nd other-config-flag
 ipv6 nd router-preference High
 ipv6 nd ra interval 4 3
 ipv6 dhcp relay destination 2001:DB8:0:1::10
end

c9500#show ipv6 int vlan 1337
Vlan1337 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is x
  ......
  ND reachable time is 30000 milliseconds (using 30000)
  ND advertised reachable time is 0 (unspecified)
  ND advertised retransmit interval is 0 (unspecified)
  ND router advertisements are sent every 3 to 4 seconds
  ND router advertisements live for 1800 seconds
  ND advertised default router preference is High
  Hosts use stateless autoconfig for addresses.
  Hosts use DHCP to obtain other configuration.
```

Det går även att annonsera en DNS server med SLAAC. Det görs genom Recursive DNS Server (RDNSS).

```
interface Vlan1337
 ipv6 nd ra dns server 2001:DB8:0:1::10

c9500#show ipv6 nd ra dns server
Recursive DNS Server on: Vlan1337
   DNS Server: 2001:DB8:0:1::10 Lifetime: 12 seconds (default)

interface Vlan1337
 ipv6 nd ra dns server 2001:DB8:0:1::10 86400

c9500#show ipv6 nd ra dns server
Recursive DNS Server on: Vlan1337
   DNS Server: 2001:DB8:0:1::10 Lifetime: 86400 seconds (configured)
```

Revision #1
Created 26 April 2025 12:02:08 by Jehrlander
Updated 26 April 2025 12:02:20 by Jehrlander