

Protokol IP verze 6

Filip Staněk
Petr Grygárek

Proč IPv6

1995 - RFC 1883: Internet Protocol, Version 6

Požadavky

- Adresní prostor – 128 bitů ($3,4 * 10E38$)
 - Různé druhy adres (uni-, multi-, any-cast)
 - Jednotné adresní schéma (no NAT)
 - Hierarchické směrování a adresace (agregace)
 - Podpora QoS
 - Automatická konfigurace
 - Optimalizace vysokorychlostního směrování
 - Podpora mobility
 - Snadný přechod z IPv4
 - Bezpečnost (autentizace, šifrování)
-
-

Datagram IPv6

- RFC 2460: Internet Protocol, Version 6
- Minimalizace a zjednodušení (základní) hlavičky – 40 B, 32 B adresy

Položky

- Verze (4 b)
 - Třída provozu (8 b)
 - Značka toku (20 b)
 - Délka dat za hlavičkou (16 b)
 - Další hlavička (8 b)
 - Dosah (8 b)
 - Adresy odesílatele a příjemce (2 x 128 b)
-
-

Porovnání hlaviček IPv4 a IPv6

IPv4

8b		8b	8b	8b
Verze	Délka hl.	Typ služby	Celková délka	
Identifikace			Volby 3b	Posun fragmentu
TTL	Protokol		Kontrolní součet	
Adresa odesílatele				
Cílová adresa				
Volby				

IPv6

Verze	Třída provozu	Značka toku		
Délka dat		Další hlavička	Max. skoků	

Pole Identifikace toku dat

- Jednoznačná identifikace dílčího toku
 - IP adresa odesílatele
 - IP adresa cíle
 - Značka toku (určuje si odesílatel libovolně, nesmí být 0)
 - Možnost rychlejšího směrování
 - Možnost zajištění šířky pásma
 - Životnost položky v paměti směrovače max. 6s
-
-

Pole Délka dat, další hlavička, dosah

- Délka dat
 - týká se dat, bez hlavičky
 - maximální délka je 64 kB
 - Identifikace další hlavičky
 - možnost řetězení hlaviček
 - také identifikace přenášených dat (např. TCP)
 - Dosah
 - náhrada za TTL
 - průchod směrovačem (hop) sníží tuto hodnotu
 - při dosažení 0, je paket zahozen a vyslána ICMP zpráva, slouží k prevenci zacyklení
-
-

“Ztracené” položky IPv4 hlavičky

- Délka hlavičky, Identifikace, Kontrolní součet
 - nejsou již třeba
- Rozšiřující Volby, Fragmentace
 - nahrazeny mechanismem zřetězením rozšiřujících hlaviček

Zřetězení rozšiřujících hlaviček

- Každá rozšiřující hlavička je samostaný blok
 - Propojení pomocí položky “Další hlavička”
 - Poslední rozšiřující hlavička ukazuje na typ dat paketu (zastupuje položku “Protokol” z IPv4)
 - Řetěz obsahuje pouze hlavičky, které jsou nutné
-
-

Vybrané hodnoty položky “Další hlavička”

Rozšiřující hlavičky	
0	volby pro všechny
43	směrování
44	fragmentace
50	šifrování obsahu (ESP)
51	autentizace (AH)
59	poslední hlavička
60	volby pro cíl
62	mobilita
Typ nesených dat	
6	TCP
8	EGP
9	IGP
17	UDP
46	RSVP
47	GRE
58	ICMP

Doporučené pořadí rozšiřujících hlaviček

1. základní hlavička IPv6
 2. volby pro všechny
 3. volby pro cíl (pro první cílovou adresu)
 4. směrování
 5. fragmentace
 6. autentizace
 7. šifrování obsahu
 8. volby pro cíl (pro konečného příjemce)
-
-

Rozšiřující hlavička Volby

- Pro všechny (typ 0), pro cíl (typ 60)
- Délka 16 B

<i>8b</i>	<i>8b</i>	<i>8b</i>	<i>8b</i>
Daší hlavička	Délka dat		
Volby			

Struktura Volby

- Samotná volba má části
 - typ (1 B)
 - délka (1 B)
 - data
- 2 nejvyšší bity typu určují co s neznámou volbou
 - 00 – přeskočit a pokračovat dalšími volbami
 - 01 – zahodit datagram a nepokračovat dalšími volbami
 - 10 – zahodit datagram a odesílateli poslat ICMP zprávu
 - 11 – zahodit datagram a ICMP poslat jen pokud cílová adresa nebyla multicastová
- třetí nejvyšší bit určuje možnost změny volby po cestě
 - 0 – volba se nesmí změnit
 - 1 – volba se může změnit

Definované typy Voleb

- Pro všechny
 - 0 – Pad1
 - 1 – PadN
 - 5 – Upozornění směrovače
 - 194 – Jumbo obsah (začíná bity 11)
 - Pro cíl
 - 0 – Pad1
 - 1 – PadN
 - 201 – Domácí adresa
-
-

Rozšiřující hlavička Směrování

<i>8 b</i>	<i>8 b</i>	<i>8 b</i>	<i>8 b</i>
Další hlavička	Délka dat	Typ směrování = 0	Zbývá segmentů
Rezerva = 0			
Adresa [1]			
Adresa [2]			
.			
Adresa [n]			

Rozšiřující hlavička Fragmentace

- IPv6 nedovoluje fragmentovat na cestě
 - fragmentuje tedy výlučně odesílatel
- Vyžaduje min. délku MTU 1280 B (IPv4 576 B)
- Posun fragmentu je v osmicích bajtů od začátku fragmentované části dat
- Příznak M určuje, zda-li jsou další fragmenty

<i>8 b</i>	<i>8 b</i>	<i>13 b</i>	<i>2 b</i>	<i>1 b</i>
Daší hlavička	Rezerva = 0	Posun fragmentu	R ez.	M
Identifikace				

Jumbogramy

- Použití oznámeno volbou
- Délka dat je určena 32 bity
 - Velikost je tedy 64 kB až 4 GB
- Délka dat v základní hlavičce se vynuluje

<i>8 b</i>	<i>8 b</i>	<i>8 b</i>	<i>8 b</i>
		Typ volby = 194	Délka volby = 4
Délka jumbo dat			

Adresy IPv6 (128b)

- Typy
 - Individuální (unicast)
 - Skupinové (multicast)
 - Výběrové (anycast) – “nejbližší” člen skupiny
 - Rozsah platnosti
 - Globální
 - <http://www.iana.org/assignments/ipv6-unicast-address-assignments>
 - Linkové (fe80::/10) – zahrnují EUI64
 - pro servisní protokoly, směrovací protokoly, autokonfiguraci
 - Unique local address (fc00::/7)
 - pro sítě nepřipojené k Internetu (obdoba privátních adres IPv4)
 - směrovatelné jen mezi skupinou spolupracujících sítí
 - nahrazují původní “site-scope” adresy
-
-

Zápis IPv6 adres

- Standardní zápis

FEDC:BA98:7654:1230:FECD:BACD:7546:3210

- Zkrácené zápisy

- Mějme adresu

2001:0718:1001:0000:0000:69ff:fe06:e407

- Zkrácení počátečních nul

2001:718:1001:0:0:69ff:fe06:e407

- Vynechání nul

2001:718:1001::69ff:fe06:e407



Prefixy sítí

- Příslušnost k dané síti je dána prefixem
 - všechna rozhraní na jedné síti mají stejný prefix
 - podobné jako CIDR
- IPv6_adresa / délka_prefixu

Speciální IPv6 adresy

- `::/128` – unspecified address
 - `::1/128` - loopback
 - `::ffff:0:0/96`
 - IPv4 mapped addresses
 - Poslední 4 bajty jsou IPv4 adresou
 - Příklad zápisu: `0:0:0:ffff:0:0:158.196.158.77`
 - Adresy pro mechanismy přechodu
 - `2001::/32`
 - Teredo tunneling
 - `2002::/16`
 - 6to4 tunneling
 - ...
-
-

Skupinové adresy (FF00::/8)

- Význam bitu T
 - 1 – trvalé přiřazení
 - 0 – dočasné přiřazení
- Význam rozsahu
 - 1 – lokální uzel
 - 2 – LAN
 - 5 – místo
 - 8 – organizace
 - E – globální

<i>8 b</i>	<i>4 b</i>	<i>4 b</i>	<i>112 b</i>
11111111	000T	rozsah	skupinová adresa

Vyhrazené skupinové adresy

- FFxx::1 – všechny stanice (počítače i směrovače)
 - FFxx::2 – všechny směrovače
 - FFxx::9 – všechny směrovače provozující RIP
 - a další...
-
-

Identifikátor rozhraní - modifikované EUI-64

- pro Ethernet (a varianty)
mezi 3. a 4. bajt MAC adresy se vloží 16 bitů FFFE



Povinné adresy rozhraní

- Koncová stanice
 - lokální linková adresa (FE80::...)
 - všechny individuální adresy
 - lokální smyčka (::1)
 - skupinová adresa pro všechny uzly (FF01::1)
 - skupinová adresa pro vyzývaný uzel pro všechny přidělené individuální (a příp. výběrové) adresy
 - všechny skupinové adresy
 - Směrovač
 - výběrová adresa pro směrovače v podsíti
 - všechny výběrové adresy, které byly přiděleny
 - skupinová adresa pro všechny směrovače (FF05::2)
-
-

ICMPv6

- nejvyšší bit typu
 - 0 – chyba
 - 1 – informační

<i>8 b</i>	<i>8 b</i>	<i>16 b</i>
Typ	Kód	Kontrolní součet
Tělo zprávy		

ICMPv6 typy a kódy I

typ	kód	popis
1		nedoručitelný datagram
1	0	ve směrovací tabulce neex. směr pro adresu
1	1	spojení s cílem je administrativně uzavřeno
1	3	nedosažitelná adresa
2	0	příliš velký datagram
3		čas vypršel
3	0	dosažen max. počet hopů
3	1	vypršel čas na sestavení datagramu z fragmentů
4		chybný parametr
4	0	chybné pole v záhlaví
4	1	nepodporovaný typ v poli hlavička
4	2	nepodporovaná volba

ICMPv6 typy a kódy II

typ	kód	popis
128	0	žádost o echo
129	0	echo
133	0	žádost o směrování
134	0	oznámení o směrování
135	0	žádost o linkovou adresu (náhrada ARP)
136	0	oznámení o linkové adrese (náhrada ARP)
137	0	změň směrování

DNS a IPv6

- RFC 3596 (vychází z RFC 1886)
- adresy typu AAAA
 - konstrukce se záznamy typu A6 zrušeny
- reverzní dotazy do domény ip6.arpa
- named.conf

```
zone "1.0.0.1.8.1.7.0.1.0.0.2.IP6.ARPA" { type master; file  
    "pri/vsb6.rev"; };
```

- příklad pro host.db
 - michelle IN AAAA 2001:718:1001:9e:a00:69ff:fe06:e407
- příklad pro reverzní záznam
 - 7.0.4.e.6.0.e.f.f.9.6.0.0.a.0.e.9.0.0 IN PTR michelle.vsb.cz.

Podpora v OS

- *BSD
KAME Project – www.kame.net
 - Linux
standardní jádro
USAGI Project – www.linux-ipv6.org
 - Microsoft Windows
starší než 2000 – podpora IPv6 není a nebude
2000 – stáhnout a instalovat záplatu
XP, Vista – již obsaženo
-
-

Další

- Hledání linkových adres (náhrada ARP)
 - Podpora vícenásobných adres
 - Automatická konfigurace
 - Směrování
 - RIPNG, OSPFv6, ISIS, EIGRP, BGP4+
 - IPv6 Multicasting
 - Mobile IP
 - Bezpečnost IPv6
 - Připojení/propojení IPv6 sítí a izolovaných IPv6 strojů
 - dual-stack hosts, IPv4-kompatibilní adresy
 - statické tunely
 - dynamické tunely – 6to4, Teredo, ISATA
-
-

Literatura

- Satrapa Pavel: IPv6
Neocortex, Praha 2002, ISBN 80-86330-10-9
+ aktualizované vydání (2008)
- Dostálek Libor, Kabelová Alena:
Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS
Computer Press, Praha 2000, ISBN 80-7226-323-4