

Dokumentácia projektu pre predmet ISA  
DHCP Server

20. Novembra 2016

Autor: Patrik Segedy, [xseged00@stud.fit.vutbr.cz](mailto:xseged00@stud.fit.vutbr.cz)  
Fakulta Informačních Technologíí  
Vysoké Učení Technické v Brně

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Činnosť DHCP .....</b>	<b>2</b>
2.1	Štruktúra DHCP správy.....	2
2.2	DHCPDISCOVER.....	3
2.3	DHCPOFFER.....	3
2.4	DHCPREQUEST.....	3
2.5	DHCPACK a DHCPNAK.....	3
2.6	DHCPRELEASE.....	4
<b>3</b>	<b>Návrh DHCP serveru a testovania.....</b>	<b>4</b>
3.1	Návrh uchovávaní výpožičiek adres.....	4
3.2	Rozšírenie – statické alokácie .....	4
3.3	Testovanie.....	4
<b>4</b>	<b>Samotná implementácia.....</b>	<b>5</b>
4.1	Dátové štruktúry a kolekcie .....	5
4.2	Zasielanie správ.....	5
4.2.1	OFFER.....	5
4.2.2	ACK a NAK .....	6
<b>5</b>	<b>Návod na použitie .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Záver.....</b>	<b>7</b>
	<b>Literatúra .....</b>	<b>8</b>

# 1 Úvod

Táto dokumentácia sa zaoberá návrhom a implementáciou DHCP serveru.

Dokument sa skladá z viacerých kapitol. Kapitola 2 je venovaná funkcii DHCP serveru a jednotlivým DHCP správam. V 3. kapitole je prezentovaný návrh DHCP servera a spôsob testovania aplikácie. V kapitole 4 je rozobraná samotná implementácia. Kapitola 5 obsahuje základné informácie o programe a návod na použitie.

## 2 Činnosť DHCP

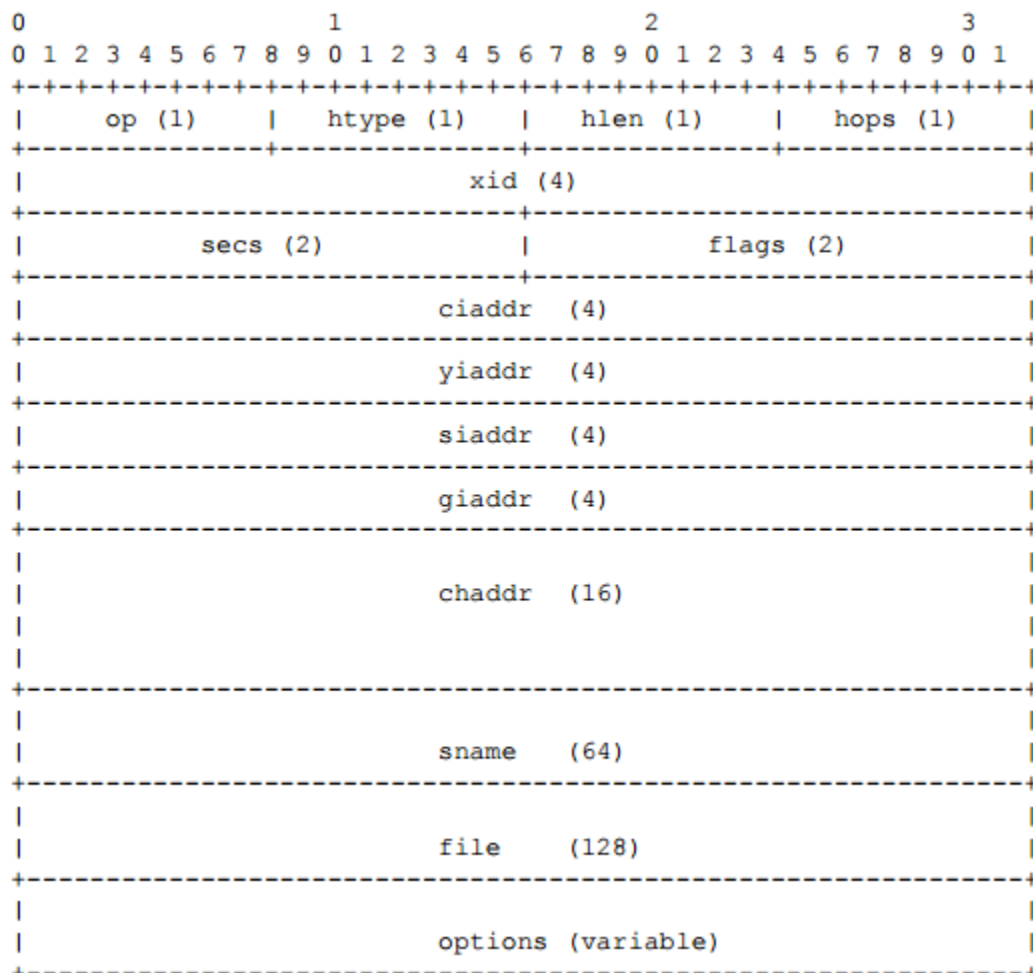
Protokol DHCP slúži na automatickú konfiguráciu počítačov pripojených do počítačovej siete.

Prostredníctvom DHCP serveru je umožnené nastavovať staniciam v počítačovej sieti sadu parametrov nutných pre komunikáciu pomocou IP protokolu. Umožňuje predávať aj dopĺňujúcu a užívateľsky definované parametre. Významným spôsobom tak zjednodušuje a centralizuje správu počítačovej siete. [1]

Medzi typické parametre, ktoré prideliť DHCP server patrí napríklad IP adresa, maska podsiete, implicitná brána, adresa DNS serveru a dĺžka platnosti pridelených údajov.

DHCP server komunikuje s DHCP klientom prostredníctvom DHCP správ.

### 2.1 Štruktúra DHCP správy



Obrázok 1 Formát DHCP správy

Medzi dôležité polia pre tento projekt patria polia:

- Op – označuje typ správy BOOTREQUEST/BOOTREPLY

- Xid – transakčné id označujúce komunikácia medzi klientom a serverom
- Ciaddr – klientova IP adresa (ak má klient pridelenú adresu)
- Yiaddr – klientova IP adresa (adresa, ktorú ponúka server)
- Chaddr – klientova MAC adresa
- Options – nastavenie rôznych možností, ako typ DHCP správy, žiadaných parametrov a podobne. Tieto možnosti sú popísané v RFC 1533.

## 2.2 DHCPDISCOVER

Túto správu posiela DHCP klient keď sa snaží vyhľadať dostupné DHCP servery.

Klient posiela broadcastom správu DHCPDISCOVER na svoju lokálnu fyzickú podsieť. DHCPDISCOVER správa môže obsahovať možnosti, ktoré naznačujú hodnoty pre sieťovú adresu a dĺžku výpožičky. [2]

## 2.3 DHCPOFFER

Server ako odpoveď na DHCPDISCOVER posiela správu DHCPOFFER. Správa DHCPOFFER obsahuje dostupnú sieťovú adresu v poli *yiaddr* (a ostatné DHCP parametre v DHCP *options*).

Server nemusí rezervovať ponúknutú sieťovú adresu, avšak protokol bude pracovať efektívnejšie, ak sa server vyhne alokovaniu ponúkutej adresy inému klientovi. [2]

## 2.4 DHCPREQUEST

Klient posiela serveru správu DHCPREQUEST ako odpoveď na DHCPOFFER, kedy žiada o ponúknuté parametre od jedného serveru a implicitne odmieta ponuky od všetkých ostatných serverov.

Touto správou môže taktiež kontrolovať správnosť predchádzajúcej alokácie adresy napríklad po reštarte systému alebo žiada o predĺženie výpožičky pre konkrétnu sieťovú adresu. [2]

## 2.5 DHCPACK a DHCPNAK

Tieto správy odosiela server klientovi. V prípade DHCPACK potvrdzuje konfiguračné parametre vrátane sieťovej adresy.

Pri správe DHCPNAK server informuje klienta o tom, že klientov záznam o sieťovej adrese je nesprávny alebo klientovi vypršala výpožička. [2]

## 2.6 DHCPRELEASE

Správu odosiela klient serveru. Touto správou sa vzdáva pridelenej sieťovej adresy a ruší zostávajúcu výpožičku. [2]

## 3 Návrh DHCP serveru a testovania

DHCP server musí vedieť správne rozoznať prichádzajúcu správu od DHCP klienta a patrične na ňu odpovedať. Niektoré správy však zo zadania nie je potrebné podporovať, a preto bude server podporovať iba správy DHCPDISCOVER, DHCPOFFER, DHCPREQUEST, DHCPRELEASE, DHCPACK a DHCPNAK.

Server bude pracovať iteratívne a nebude posilať ICMP echo ani nebude posilať správy unicastom na MAC na adresu. Pre posielanie ICMP echo a správ na L2, by bolo potrebné využiť socket typu SOCK\_RAW.

### 3.1 Návrh uchovávaní výpožičiek adries

Tabuľka výpožičiek bude obsahovať MAC adresu klienta, IP adresu klienta, začiatok a koniec výpožičky. Táto tabuľka sa naplní/modifikuje po odoslaní správy DHCPACK.

Pri obnovení adresy sa riadok s príslušnou MAC adresou vymaže a pridá sa riadok s aktuálnou alokáciou adresy.

Po uplynutí konca výpožičky sa riadok z tabuľky vymaže.

### 3.2 Rozšírenie – statické alokácie

Pri statickej alokácii sa do tabuľky výpožičiek uloží riadok s časom výpožičky na 10 rokov, no skutočný čas výpožičky je daný nastavením DHCP servera (zo zadania na 3600s).

Pri obnovení tejto adresy sa skontroluje, či takýto záznam v tabuľke existuje. Ak záznam existuje, tak sa tento záznam nebude vymazávať a server obnoví adresu.

### 3.3 Testovanie

Testovanie bude prebiehať na virtuálnych strojoch s využitím image pre VirtualBox, ktorý je dostupný zo zadania projektu.

Medzi týmito virtuálnymi strojmi sa nastaví vnútorná sieť. Na stroji, na ktorom bude bežať server, je potrebné nastaviť statickú IP adresu.

Dôležitým je taktiež vypnúť službu NetworkManager, aby nedochádzalo k automatickému zapnutiu služby dhclient.

Pre testovanie bude použité manuálne zapnutie DHCP klienta príkazom `dhclient -v <rozhranie>`. Pre sledovanie prijatých a odoslaných paketov sa použije program `dhcpcdump`.

## 4 Samotná implementácia

Pre funkčnosť DHCP serveru je potrebné implementovať spôsob rozpoznania obsahu DHCP paketu, ukladanie informácií o aktuálnych výpožičkách a zasielanie správ DHCP OFFER, DHCP ACK, DHCP NAK.

Vypršanie času výpožičky je kontrolované pri každej prichádzajúcej správe, ak je výpožička expirovaná, záznam sa vymaže. Z tohto dôvodu sa neposiela správa DHCP NAK pri vypršaní výpožičky.

### 4.1 Dátové štruktúry a kolekcie

Pre spracovávanie paketov slúži štruktúra `dhcp_packet`, ktorá sa skladá zo všetkých nastavení paketu. Kvôli vypnutiu paddingu štruktúry je použité `__attribute__((__packed__))` pri deklarácii štruktúry.

Štruktúra `addresses` je použitá pre uchovanie adresy siete, prvej a poslednej použiteľnej adresy, adresy broadcastu a masky. Naplnenie štruktúry prebieha vo funkcii `get_addresses(addresses *addr)`, ktorá tieto adresy spočíta na základe zadanej adresy siete a masky.

Všetky použiteľné adresy sú uložené v kolekcii `vector<uint32_t> pool` a tabuľka výpožičiek je uložená v kolekcii `vector<tuple<array<u_char, 16>, uint32_t, time_t, time_t>> lease`, čiže formát vyzerá takto `[(MAC, IP address, lease start, lease end), (...), ....]`.

### 4.2 Zasielanie správ

Zasielanie správ sa rieši vo funkciách `offer()`, `ack()` a `nak()`. Pri prijatí správy DHCP RELEASE sa záznam vymaže z tabuľky výpožičiek.

#### 4.2.1 OFFER

Po obdržaní správy DHCP DISCOVER sa zavolá funkcia `offer()`, ktorá rieši zaslanie správy DHCP OFFER.

Najprv sa zistí, či klient, ktorý zaslal DHCPDISCOVER má nejaký záznam v tabuľke výpožičiek, ak áno, tak sa mu ponúkne adresa ktorú mal alokovanú.

Skontroluje sa, či existuje voľná adresa, ak áno tak sa voľná adresa ponúkne a vymaže sa zo zoznamu voľných adries.

Správa sa vždy odosiela na broadcastovú adresu a po úspešnom odoslaní funkcia vráti ponúknutú adresu.

## 4.2.2 ACK a NAK

Po obdržaní správy DHCPREQUEST rozlišujeme 3 stavy – SELECTING, INIT-REBOOT a RENEWING/REBINDING, ktoré sú popísané v [2].

V prípade, že adresa nepatrí do rozsahu ponúkaného serverom alebo sa adresa nezhoduje s adresou zo správy DHCPPOFFER, pošle sa správa DHCPNAK prostredníctvom funkcie `nak()`.

Na základe prichádzajúceho paketu je server schopný poslať správu na adresu klienta, adresu DHCP relay alebo ju poslať broadcastom.

Po úspešnom odoslaní správy sa aktualizuje vektor výpožičiek `lease` a vypíše sa posledný riadok z tabuľky. V prípade existencie záznamu s rovnakou MAC adresou sa starý záznam vymaže a pridá sa nový.

# 5 Návod na použitie

Pre použitie programu je nutné najprv tento program preložiť pomocou príkazu *make*, ktorý vytvorí spustiteľný súbor *dserver*.

Parametre programu:

- `-p <ip_adresa/maska>` rozsah pridelovaných IP adries
- `-e <ip_adresy>` adresy z daného rozsahu, ktoré sa nepriradzujú žiadnym klientom (oddelené čiarkou)
- `-s <meno_suboru>` súbor so statickými alokáciami (zoznam MAC adries a IP adries, ktoré sa k nim budú priradzovať)

Ukážka obsahu súboru so statickými alokáciami:

```
00:0b:82:01:fc:42 192.168.0.99
c8:0a:a9:cd:7d:81 192.168.0.101
```

Ukážka spustenia programu:

```
./dserver -p 192.168.0.0/24 [-e 192.168.0.1,192.168.0.2]
```

Program sa ukončí po obdržaní signálu SIGINT.



## 6 Záver

DHCP server je schopný správne odpovedať na správy DHCPDISCOVER, DHCPREQUEST a DHCPRELEASE. Implementovaná bola aj možnosť zadávania statických alokácií.

Ako budúce rozšírenie je možné implementovať podporu pre správy DHCPDECLINE a DHCPINFORM. Ďalšou možnosťou rozšírenia môže byť schopnosť posielat' unicast správy na hardvérovú adresu klienta.

Projekt bol vypracovaný a otestovaný na operačnom systéme Ubuntu 14.04.1 s prekladačom GCC vo verzii 4.8.4.

# Literatúra

- [1] Dynamic Host Configuration Protocol. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Dynamic\\_Host\\_Configuration\\_Protocol](https://cs.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Host_Configuration_Protocol)
- [2] RFC 2131[online]. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <https://tools.ietf.org/pdf/rfc2131.pdf>