

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ



Síťové aplikace a správa sítí 2019/2020

DNS resolver

Obsah

1	Úvod	1
2	Teoretický základ	1
2.1	Služba DNS	1
2.2	Podporované DNS Záznamy	1
2.3	Resolver	1
3	Implementácia	2
3.1	Parametre programu	2
3.2	Návrh	2
3.3	Logika programu	2
3.4	parseInputArguments()	3
3.5	dns_resolve()	3
4	Zaujímavé časti implementácie	4
4.1	Reverzný dotaz pre IPv4 (PTR)	4
4.2	Reverzný dotaz pre IPv6 (PTR)	4
4.3	Záznam AAAA	5
4.4	Rekurzívny dotaz	6
5	Testovanie	7
6	Záver	11

1 Úvod

Táto technická správa vznikla ako dokumentácia k projektu do predmetu Sieťové aplikácie a správa sietí. Našou hlavnou úlohou bolo vytvoriť program DNS, ktorý umožňuje zasielať dotazy na DNS serveri a v čitateľnej podobe vypisovať prijaté odpovede na štandardný výstup. Zostavenie a analýza DNS paketu je implementovaná priamo v programe. Sieťovú komunikáciu som riešil len pomocou protokolu UDP, tak ako to vyžadovalo zadanie. Server je implementovaný v programovacom jazyku C++ ako konzolová aplikácia, ktorá podporuje vstupné argumenty: [-r], [-x], [-6], -s server, [-p port] a adresa, kde adresa reprezentuje dotazovanú adresu. Táto dokumentácia bola vytvorená v \LaTeX .

2 Teoretický základ

Pre návrh a implementáciu DNS resolvera, je dôležité mať silný teoretický základ danej problematiky. V tejto časti dokumentácie je popísaný základný princíp služby DNS a resolveru. Pokladám to za dôležitú časť dokumentácie, ktorú je potrebné opísať ešte skôr ako pristúpim k opisu implementácie.

2.1 Služba DNS

Základnou úlohou služby DNS je mapovanie (prevod) doménových adries na IP adresy. Doménová adresa sa často nazýva doméno meno (domain name). Služba DNS obsahuje databázu všetkých doménových adries a príslušných IP adries. Pretože sa jedná o veľmi rozsiahlu databázu je distribuovaná na viacerých počítačoch, kde bežia špeciálne servery, ktorým sa hovorí `nameservery`, doménové servery (menné servery) alebo tiež servery DNS. Proces vyhľadávania v systéme DNS sa nazýva rezolúcia.[4].

2.2 Podporované DNS Záznamy

Pre ukladanie informácií v dátovom priestore DNS slúžia záznamy DNS. Záznamy sú uložené v textovej podobe v zónových súboroch na serveroch DNS. Medzi najbežnejšie patria záznamy typu A, ktoré mapujú doménové meno na IP adresu (tzv. priame mapovanie) a záznamy typu PTR pre opačné (reverzné) mapovanie[4]. Medzi podporované typy záznamov (resource records) patria:

A - Address

AAAA - IPv6 Address

NS - Name Server

SOA - Start of Authority

CNAME - Canonical Name

PTR - Domain Name Pointer

a mnoho ďalších[6]...

2.3 Resolver

Resolver je klientský program, ktorý sa dotazuje na dáta uložené v systéme DNS. Užívateľské programy, ktoré potrebujú informácie z DNS, pristupujú k týmto dátam pomocou resolveru.

Základnou úlohou resolveru je:

- posielať dotazy na servery DNS
- interpretovať odpovede od serveru (prijaté záznamy, chybové hlásenia),
- predať informácie užívateľskému programu, ktorý o dáta žiadal.

Resolver musí byť schopný pristupovať aspoň k jednému serveru DNS. Od servera získa priamo hľadanú odpoveď alebo mu server vráti odkaz na ďalší server, kde je hľadaná informácia uložená. Resolver tak môže preposielať dotazy ďalším serverom[4].

3 Implementácia

Program je implementovaný pomocou programovacieho jazyka C++, je zostavený pomocou G++ a nástroja Make. Po rozbalení zazipovaného projektu do vybraného umiestnenia je potrebné vytvoriť spustiteľný súbor. To sa dá jednoducho spraviť pomocou príkazu `make`, ktorý zdrojový súbor preloží. Pri zavolaní príkazu `make clean` sa spustiteľný súbor vymaže. Formát spustenia programu je nasledovný:

```
./dns [-r] [-x] [-6] -s server [-p port] adresa
```

3.1 Parametre programu

Poradie parametrov je ľubovoľné. Argumenty v hranatých zátvorkách sú nepovinné. Popis parametrov:

- `-r`: Požadovaná rekurzia (Recursion Desired = 1) inak bez rekurzie
- `-x`: Reverzný dotaz miesto priameho
- `-6`: Dotaz typu AAAA miesto predvoleného A.
- `-s`: IP adresa alebo doménové meno serveru, kam sa má zaslať dotaz.
- `-p port`: Číslo portu, na ktorý sa má poslať dotaz, predvolený 53.
- `adresa`: Dotazovaná adresa

Príklad spustenia programu: `./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.ietf.org`

Ukážka výstupu programu:

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.ietf.org
Authoritative: NO, Recursive: YES, Truncated: NO
Question section (1)
www.ietf.org., A, IN

Answer section (3)
www.ietf.org, CNAME, IN, 1792, www.ietf.org.cdn.cloudflare.net
www.ietf.org.cdn.cloudflare.net, A, IN, 292, 104.20.0.85
www.ietf.org.cdn.cloudflare.net, A, IN, 292, 104.20.1.85
Authority section (0)

Additional section (0)
```

Obr. 1: Ukážka možného výstupu

3.2 Návrh

Program `dns.cpp` nie je navrhnutý objektovo, aj keď to implementačný jazyk podporuje. Nepokľadal som to za potrebné vzhľadom na riešenie problematiky. Program `dns.cpp` bol navrhnutý procedurálne.

3.3 Logika programu

Vstupným bodom programu je funkcia `main()`, ktorá volá dve hlavné funkcie, ktoré program využíva. Prvou funkciou je funkcia `parseInputArguments()`, ktorá zabezpečuje korektnú kontrolu vstupných argumentov, prvým parametrom tejto funkcie je počet argumentov a druhým parametrom sú vstupné argumenty. V poradí druhou funkciou je funkcia `dns_resolve()`, ktorá je mozgom celej logiky programu. Prvým parametrom tejto funkcie je IP adresa alebo doménové meno serveru kam sa má zaslať dotaz, druhým parametrom je dotazovaná adresa, ktorá môže byť vo formáte doménového mena, IPv4 adresy alebo IPv6 adresy. Bližšie špecifikácie sú uvedené v zdrojovom kóde.

3.4 parseInputArguments()

V tejto funkcii prebieha rozparsovanie vstupných argumentov na ktorú som využil funkciu `getopt()`. Využíva parametre `argc` a `argv`, ktoré boli predané funkciou `main()`. Viac informácií k funkcionalite je možné nájsť v manuálových stránkach[3]. Ďalej tu prebieha kontrola vstupných parametrov, ich viacnásobné použitie je zakázané, používal som na to globálne premenné, ktoré mi slúžili ako logické prepínače. Taktiež sa tu kontroluje číslo portu či sa jedná o validnú hodnotu z rozshau `<1, 65535>` a počet zadaných argumentov, prípadne či nejaký argument nechýba. V prípade zadania neplatného vstupnu sa zovälá prislúchajúce chybové hlásenie ako napr. funkcia `print_help()`.

3.5 dns_resolve()

Ako som spomínal funkcia `dns_resolve()` má na starosti hlavnú logiku programu. Prebieha tu preklad doménového mena požadovaného serveru na IP adresu pomocou funkcie `getaddrinfo()`. Vytvorenie UDP socketu pomocou funkcie `socket()`, nastavenie portu cez ktorý bude zaslaný DNS dotaz, inicializovanie DNS štruktúry na predvolené hodnoty. Identifikačné číslo DNS hlavičky sa automaticky vygeneruje pomocou funkcie `getpid()` a flag rekurzie sa nastaví na hodnotu 1 ak nám to zadaný vstup vyžaduje. Ďalej vo funkcii prebieha proces odoslania paketu pomocou funkcie `sendto()`

```
//Posielanie paketu
if(sendto(s,(char*)buf,sizeof(struct DNS_HEADER) + (strlen((const char*)qname)+1) +
sizeof(struct QUESTION),0,(struct sockaddr*)dest,sizeof(*dest)) < 0)
{
    perror("sendto failed");
    exit(EXIT_FAILURE);
}
```

Obr. 2: Posielanie paketu

Prijatie odpovede od serveru sa vykoná pomocou funkcie `recvfrom()`

```
i = sizeof dest;
if(recvfrom(s,(char*)buf, 65536, 0, (struct sockaddr*)&dest, (socklen_t*)&i) < 0)
{
    perror("recvfrom failed");
    exit(EXIT_FAILURE);
}
```

Obr. 3: Prijatie paketu

A následne sa posuniem v zásobníku, preskočím header a query sekciu v DNS pakete, kvôli čítaniu odpovede od serveru.

```
//posuniem sa v zasobniku, preskocim header a query, chcem citat DNS odpoved
reader = &buf[sizeof(struct DNS_HEADER) + (strlen((const char*)qname)+1) + sizeof(struct QUESTION)];
```

Obr. 4: Posun v zásobníku

V ďalšej časti funkcie prebieha overenie, či sa jedná o autoritatívny, rekurzívny alebo či je dotaz trunkovaný ako je možné vidieť na ukážke možného výstupu 1.

Po úspešnom prijatí paketu nasleduje čítanie odpovede, pri čítaní odpovede využívam funkciu `ReadName()`, ktorej parametre sú obsah zásobníka `reader` s odpoveďou, zásobník `buf` a pozícia v zásobníku. Po prečítaní sekcie nasleduje výstup v prehľadnom formáte, tzn. rozdelenie výstupu do `answer section`, `authority section` a `additional section`, číslo v zátvorke za jednotlivými názvami sekcie indikuje počet odpovedí od serveru 1.

4 Zaujímavé časti implementácie

Medzi zaujímavé časti implementácie pokladám implementáciu IPv6, reverzný dotaz pre IPv4 a IPv6 [5]. Keďže som sa danou problematikou nikdy pred tým nestretol, predstavovalo to pre mňa jednu z najväčších výziev projektu.

4.1 Reverzný dotaz pre IPv4 (PTR)

Záznam typu PTR prevádza spätné, (reverzné) mapovanie. To znamená, že prevádza číselnú IP adresu na doménové meno. Reverzné adresy sú uložené v špeciálnej doméne `in-addr.arpa.` v systéme DNS [4]. V programe som to riešil nasledovne:

1. V prípade ak sa mi na vstupne objaví parameter `-x`, program zapíše do globálnej premennej `x_reversionDesired` vo funkcii `parseInputArguments()` hodnotu 1.
2. Vo funkcii `dns_resolve()` sa overí daný parameter, ak jeho hodnota je logická 1, nastaví sa `query_type` na hodnotu `TYPE_PTR`, čo predstavuje číselnú hodnotu 12 [5].
3. Zavolá sa funkcia `reverse_adress()`, ktorej predám parameter `host`, ktorý predstavuje IPv4 adresu vo formáte napr. `147.229.9.26`.
4. Vo funkcii je potrebné previesť zadanú IPv4 adresu do binárneho formátu pre jednoduchšie otočenie. Do binárneho formátu som ju previedol pomocou funkcie `inet_pton()`, následne otočil adresu a previedol adresu späť na štandardný formát. Na koniec ešte pridám príponu `.in-addr.arpa` a vrátim adresu v tvare `85.0.20.104.in-addr.arpa[2]`
5. V poslednom kroku zavolám funkciu na konverziu formátu `ChangeToDnsNameFormat()`

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -x -s kazi.fit.vutbr.cz 147.229.9.26
Authoritative: YES, Recursive: YES, Truncated: NO
Question section (1)
26.9.229.147.in-addr.arpa., PTR, IN

Answer section (1)
26.9.229.147.in-addr.arpa, PTR, IN, 14400, www.fit.vut.cz
Authority section (0)

Additional section (0)
```

Obr. 5: Dotaz typu PTR pre IPv4

4.2 Reverzný dotaz pre IPv6 (PTR)

Pri reverznom dotaze pre IPv6 som postupoval v princípe podobne, len si vyžaduje náročnejšiu implementáciu vzhľadom na komplexnosť IPv6 adresy. Tieto adresy patria do špeciálnej domény `ipv6.arpa.`, ktorá obsahuje reverzné záznamy adresného priestoru IPv6. Pretože každá subdoména stromu `ipv6.arpa.` je štvorbitová, tvorí reverznú doménovú adresu IPv6 celkom 32 šestnástkových číslíc oddelených bodkou. Zároveň sa tu

nemôže použiť notácia skracovania adres IPv6 pomocou znaku : a : [4]. Pre to je potrebné v našom prípade rozšíriť IPv6 adresu ako som popísal nižšie.

1. V prípade ak sa mi na vstupne objaví parameter `-x` a zároveň parameter `-6` sa zapíše do globálnych premenných `x_reversionDesired` a `ipv6Desired` vo funkcii `parseInputArguments()` číselná hodnota 1.
2. Vo funkcii `dns_resolve()` sa overia dané parametre, nastaví sa `query_type` na hodnotu `TYPE_PTR`, čo predstavuje číselnú hodnotu 12 [5].
3. Zavolá sa funkcia `ipv6_to_str_unexpanded()`, ktorej sa ako parameter predá IPv6 adresa požadovaného serveru.
4. Vo funkcii sa zadaná IPv6 adresa napr. `2001:67c:1220:809::93e5:91a` prevedie na rozšírený tvar `2001:067C:1220:0809:0000:0000:93E5:091A` a následne sa pridá prípona `ip6.arpa`[2]
5. funkcia vracia otočenú IPv6 adresu v korektnom formáte `a.1.9.0.5.e.3.9.0.0.0.0.0.0.0.0.9.0.8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa.`
6. V poslednom kroku zavolám funkciu na konverziu formátu `ChangeToDnsNameFormat()`.

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -s kazi.fit.vutbr.cz 2001:67c:1220:809::93e5:91a -6 -x
Authoritative: YES, Recursive: NO, Truncated: NO
Question section (1)
a.1.9.0.5.e.3.9.0.0.0.0.0.0.0.0.9.0.8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa. , PTR, IN

Answer section (1)
a.1.9.0.5.e.3.9.0.0.0.0.0.0.0.0.9.0.8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, PTR, IN, 14400, www.fit.vut.cz
Authority section (4)
8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, NS, IN, 14400, kazi.fit.vutbr.cz.
8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, NS, IN, 14400, gate.feec.vutbr.cz.
8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, NS, IN, 14400, guta.fit.vutbr.cz.
8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, NS, IN, 14400, rhino.cis.vutbr.cz.

Additional section (2)
rhino.cis.vutbr.cz, A, IN, 21270, 147.229.3.10
rhino.cis.vutbr.cz, AAAA, IN, 121, 2001:67c:1220:e000::93e5:30a
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$
```

Obr. 6: Dotaz typu PTR pre IPv6

4.3 Záznam AAAA

Záznam typu AAAA mapuje doménové adresy na IP adresy verzie 6 (IPv6). Tento záznam je definovaný štandardom RFC 3596[7].

1. V prípade ak sa mi na vstupne objaví parameter `-6` sa zapíše do globálnej premennej `ipv6Desired` vo funkcii `parseInputArguments()` číselná hodnota 1.
2. Vo funkcii `dns_resolve()` sa overí daný parameter, nastaví sa `query_type` na hodnotu `TYPE_AAAA`, čo predstavuje číselnú hodnotu 28
3. Paket je v tomto bode pripravený na odoslanie pomocou funkcie `sendto()`

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.ietf.org -6
Authoritative: NO, Recursive: YES, Truncated: NO
Question section (1)
www.ietf.org., AAAA, IN

Answer section (3)
www.ietf.org, CNAME, IN, 1705, www.ietf.org.cdn.cloudflare.net
www.ietf.org.cdn.cloudflare.net, AAAA, IN, 205, 2606:4700:10::6814:55
www.ietf.org.cdn.cloudflare.net, AAAA, IN, 205, 2606:4700:10::6814:155
Authority section (0)

Additional section (0)
```

Obr. 7: Dotaz typu AAAA

4.4 Rekurzívny dotaz

Rekurzívny dotaz je podobný rekurzii ako ju poznáme z programovania. Resolver pošle dotaz na určitý údaj v strome DNS konkrétnemu serveru DNS. Server DNS musí odpovedať na dotaz buď požadovanými dátami alebo chybovou hláškou, keď napríklad nepozná odpoveď. Pokiaľ server nie je autoritatívny pre hľadanie dát, musí sa spýtať ďalších serverov a nájsť autoritatívny odpoveď. Môže poslať rekurzívny dotaz na niektorý z autoritatívnych serverov a čakať na odpoveď [4].

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.ietf.org
Authoritative: NO, Recursive: YES, Truncated: NO
Question section (1)
www.ietf.org., A, IN

Answer section (3)
www.ietf.org, CNAME, IN, 440, www.ietf.org.cdn.cloudflare.net
www.ietf.org.cdn.cloudflare.net, A, IN, 237, 104.20.1.85
www.ietf.org.cdn.cloudflare.net, A, IN, 237, 104.20.0.85
Authority section (0)

Additional section (0)
```

Obr. 8: Rekurzívny dotaz

V mojom programe som implementoval rekurzívny dotaz nasledovne:

1. V prípade ak sa mi na vstupne objaví parameter `-r`, program zapíše do globálnej premennej `r_recursionDesired` vo funkcii `parseInputArguments()` číselnú hodnotu 1.
2. Vo funkcii `dns_resolve()` sa `dns->rd` flag nastaví na číselnú hodnotu 1.
3. Paket je v tomto bode pripravený na odoslanie pomocou funkcie `sendto()`


```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -s kazi.fit.vutbr.cz www.ietf.org
Authoritative: NO, Recursive: NO, Truncated: NO
Question section (1)
www.ietf.org., A, IN

Answer section (0)
Authority section (6)
org, NS, IN, 172800, c0.org.afiliias-nst.info.
org, NS, IN, 172800, b2.org.afiliias-nst.org.
org, NS, IN, 172800, a0.org.afiliias-nst.info.
org, NS, IN, 172800, b0.org.afiliias-nst.org.
org, NS, IN, 172800, a2.org.afiliias-nst.info.
org, NS, IN, 172800, d0.org.afiliias-nst.org.

Additional section (12)
d0.org.afiliias-nst.org, A, IN, 172800, 199.19.57.1
c0.org.afiliias-nst.info, A, IN, 172800, 199.19.53.1
b2.org.afiliias-nst.org, A, IN, 172800, 199.249.120.1
b0.org.afiliias-nst.org, A, IN, 172800, 199.19.54.1
a2.org.afiliias-nst.info, A, IN, 172800, 199.249.112.1
a0.org.afiliias-nst.info, A, IN, 172800, 199.19.56.1
d0.org.afiliias-nst.org, AAAA, IN, 172800, 2001:500:f::1
c0.org.afiliias-nst.info, AAAA, IN, 172800, 2001:500:b::1
b2.org.afiliias-nst.org, AAAA, IN, 172800, 2001:500:48::1
b0.org.afiliias-nst.org, AAAA, IN, 172800, 2001:500:c::1
a2.org.afiliias-nst.info, AAAA, IN, 172800, 2001:500:40::1
a0.org.afiliias-nst.info, AAAA, IN, 172800, 2001:500:e::1
```

Obr. 9: Nerekurzívny dotaz

5 Testovanie

Program je prenositeľný, referenčné prostredie, ktoré som si zvolil na preklad boli servery eva.fit.vutbr.cz a merlin.fit.vutbr.cz. Program je preložiteľný a plne funkčný na oboch serveroch

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ make
g++ -Wall -pedantic -Wextra dns.cpp -o dns
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$
```

Obr. 10: Server Merlin

```
eva ~/3-BIT/ISA/proj1_final> make
g++ -Wall -pedantic -Wextra dns.cpp -o dns
eva ~/3-BIT/ISA/proj1_final>
```

Obr. 11: Server Eva

Vlastné dodatočné testy som pri projekte nepísal z dôvodu časovej tiesne. Avšak prikladám aspoň zopár ručne otestovaných vstupov.

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz
Authoritative: YES, Recursive: YES, Truncated: NO
Question section (1)
www.fit.vut.cz., A, IN

Answer section (1)
www.fit.vut.cz, A, IN, 14400, 147.229.9.26
Authority section (0)

Additional section (0)
```

Obr. 12: Test rekurzie na serveri www.fit.vut.cz

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.ietf.org
Authoritative: NO, Recursive: YES, Truncated: NO
Question section (1)
www.ietf.org., A, IN

Answer section (3)
www.ietf.org, CNAME, IN, 440, www.ietf.org.cdn.cloudflare.net
www.ietf.org.cdn.cloudflare.net, A, IN, 237, 104.20.1.85
www.ietf.org.cdn.cloudflare.net, A, IN, 237, 104.20.0.85
Authority section (0)

Additional section (0)
```

Obr. 13: Test rekurzie na serveri www.ietf.org

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz
Authoritative: YES, Recursive: NO, Truncated: NO
Question section (1)
www.fit.vut.cz., A, IN

Answer section (1)
www.fit.vut.cz, A, IN, 14400, 147.229.9.26
Authority section (4)
fit.vut.cz, NS, IN, 14400, gate.feec.vutbr.cz.
fit.vut.cz, NS, IN, 14400, kazi.fit.vutbr.cz.
fit.vut.cz, NS, IN, 14400, guta.fit.vutbr.cz.
fit.vut.cz, NS, IN, 14400, rhino.cis.vutbr.cz.

Additional section (2)
rhino.cis.vutbr.cz, A, IN, 17996, 147.229.3.10
rhino.cis.vutbr.cz, AAAA, IN, 25940, 2001:67c:1220:e000::93e5:30a
```

Obr. 14: Test nerekurzívneho dotazu na serveri www.fit.vut.cz

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -s kazi.fit.vutbr.cz www.ietf.org
Authoritative: NO, Recursive: NO, Truncated: NO
Question section (1)
www.ietf.org., A, IN

Answer section (0)
Authority section (6)
org, NS, IN, 172800, c0.org.afiliias-nst.info.
org, NS, IN, 172800, b2.org.afiliias-nst.org.
org, NS, IN, 172800, a0.org.afiliias-nst.info.
org, NS, IN, 172800, b0.org.afiliias-nst.org.
org, NS, IN, 172800, a2.org.afiliias-nst.info.
org, NS, IN, 172800, d0.org.afiliias-nst.org.

Additional section (12)
d0.org.afiliias-nst.org, A, IN, 172800, 199.19.57.1
c0.org.afiliias-nst.info, A, IN, 172800, 199.19.53.1
b2.org.afiliias-nst.org, A, IN, 172800, 199.249.120.1
b0.org.afiliias-nst.org, A, IN, 172800, 199.19.54.1
a2.org.afiliias-nst.info, A, IN, 172800, 199.249.112.1
a0.org.afiliias-nst.info, A, IN, 172800, 199.19.56.1
d0.org.afiliias-nst.org, AAAA, IN, 172800, 2001:500:f::1
c0.org.afiliias-nst.info, AAAA, IN, 172800, 2001:500:b::1
b2.org.afiliias-nst.org, AAAA, IN, 172800, 2001:500:48::1
b0.org.afiliias-nst.org, AAAA, IN, 172800, 2001:500:c::1
a2.org.afiliias-nst.info, AAAA, IN, 172800, 2001:500:40::1
a0.org.afiliias-nst.info, AAAA, IN, 172800, 2001:500:e::1
```

Obr. 15: Test nerekurzívneho dotazu na serveri www.ietf.org

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -x -s kazi.fit.vutbr.cz 147.229.9.26
Authoritative: YES, Recursive: YES, Truncated: NO
Question section (1)
26.9.229.147.in-addr.arpa., PTR, IN

Answer section (1)
26.9.229.147.in-addr.arpa, PTR, IN, 14400, www.fit.vut.cz
Authority section (0)

Additional section (0)
```

Obr. 16: Test reverzného dotazu na serveri www.fit.vut.cz

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -x -s kazi.fit.vutbr.cz 104.20.1.85
Authoritative: NO, Recursive: YES, Truncated: NO
Error, server reply code: (2),
Server failure - The name server was unable to process this query due to a problem with the name server.
```

Obr. 17: Test reverzného dotazu na serveri www.ietf.org, z výstupu je možné pozorovať že daný server nepodporuje reverzné dotazy [1].

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -x -s kazi.fit.vutbr.cz 147.229.9.26
Authoritative: YES, Recursive: NO, Truncated: NO
Question section (1)
26.9.229.147.in-addr.arpa., PTR, IN

Answer section (1)
26.9.229.147.in-addr.arpa, PTR, IN, 14400, www.fit.vut.cz
Authority section (4)
9.229.147.in-addr.arpa, NS, IN, 14400, kazi.fit.vutbr.cz.
9.229.147.in-addr.arpa, NS, IN, 14400, gate.feec.vutbr.cz.
9.229.147.in-addr.arpa, NS, IN, 14400, guta.fit.vutbr.cz.
9.229.147.in-addr.arpa, NS, IN, 14400, rhino.cis.vutbr.cz.

Additional section (2)
rhino.cis.vutbr.cz, A, IN, 16313, 147.229.3.10
rhino.cis.vutbr.cz, AAAA, IN, 24257, 2001:67c:1220:e000::93e5:30a
```

Obr. 18: Test nerekurzívneho reverzného dotazu na serveri www.fit.vut.cz

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -x -s kazi.fit.vutbr.cz 104.20.1.85
Authoritative: NO, Recursive: NO, Truncated: NO
Question section (1)
85.1.20.104.in-addr.arpa., PTR, IN

Answer section (0)
Authority section (6)
104.in-addr.arpa, NS, IN, 86400, r.arin.net.
104.in-addr.arpa, NS, IN, 86400, y.arin.net.
104.in-addr.arpa, NS, IN, 86400, z.arin.net.
104.in-addr.arpa, NS, IN, 86400, u.arin.net.
104.in-addr.arpa, NS, IN, 86400, x.arin.net.
104.in-addr.arpa, NS, IN, 86400, arin.authdns.ripe.net.

Additional section (0)
```

Obr. 19: Test nerekurzívneho reverzného dotazu na serveri www.ietf.org

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -x -s kazi.fit.vutbr.cz 2001:67c:1220:809::93e5:91a -6
Authoritative: YES, Recursive: YES, Truncated: NO
Question section (1)
a.1.9.0.5.e.3.9.0.0.0.0.0.0.0.0.9.0.8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa. , PTR, IN

Answer section (1)
a.1.9.0.5.e.3.9.0.0.0.0.0.0.0.0.9.0.8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, PTR, IN, 14400, www.fit.vut.cz
Authority section (0)

Additional section (0)
```

Obr. 20: Test rekurzívneho reverzného dotazu pre IPv6 na serveri www.fit.vut.cz

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -x -s kazi.fit.vutbr.cz 2001:67c:1220:809::93e5:91a -6
Authoritative: YES, Recursive: NO, Truncated: NO
Question section (1)
a.1.9.0.5.e.3.9.0.0.0.0.0.0.0.0.9.0.8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa. , PTR, IN

Answer section (1)
a.1.9.0.5.e.3.9.0.0.0.0.0.0.0.0.9.0.8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, PTR, IN, 14400, www.fit.vut.cz
Authority section (4)
8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, NS, IN, 14400, kazi.fit.vutbr.cz.
8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, NS, IN, 14400, gate.feec.vutbr.cz.
8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, NS, IN, 14400, guta.fit.vutbr.cz.
8.0.0.2.2.1.c.7.6.0.1.0.0.2.ip6.arpa, NS, IN, 14400, rhino.cis.vutbr.cz.

Additional section (2)
rhino.cis.vutbr.cz, A, IN, 15656, 147.229.3.10
rhino.cis.vutbr.cz, AAAA, IN, 23600, 2001:67c:1220:e000::93e5:30a
```

Obr. 21: Test nerekurzívneho reverzného dotazu pre IPv6 na serveri www.fit.vut.cz

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz -p 53
Authoritative: YES, Recursive: YES, Truncated: NO
Question section (1)
www.fit.vut.cz., A, IN

Answer section (1)
www.fit.vut.cz, A, IN, 14400, 147.229.9.26
Authority section (0)

Additional section (0)
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz -p 77
recvfrom failed: Resource temporarily unavailable
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz -p 6abc
ERROR, cislo portu musi byt validny integer
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz -p 66abb
ERROR, cislo portu musi byt validny integer
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz -p a53
ERROR, cislo portu musi byt validny integer
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz -p _53
ERROR, cislo portu musi byt validny integer
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz -p
ERROR, missing argument for: p
Povolené príkazy:
-r: Požadovaná rekurzie (Recursion Desired = 1), jinak bez rekurzie.
-x: Reverzní dotaz místo přímého.
-6: Dotaz typu AAAA místo výchozího A.
-s: IP adresa nebo doménové jméno serveru, kam se má zaslat dotaz.
-p: port: Číslo portu, na který se má poslat dotaz, výchozí 53.
```

Obr. 22: Test vstupného parametra -p na serveri www.fit.vut.cz

```
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz
ERROR, too few arguments
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz testtesttest
ERROR, too many arguments
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz -r
ERROR, argument -r bol uz pouzity !
xsporn01@merlin: ~/3-BIT/ISA/proj1_final$ ./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz www.fit.vut.cz -g
ERROR, invalid option: g
Povolené príkazy:
-r: Požadovaná rekurzie (Recursion Desired = 1), jinak bez rekurzie.
-x: Reverzní dotaz místo přímého.
-6: Dotaz typu AAAA místo výchozího A.
-s: IP adresa nebo doménové jméno serveru, kam se má zaslat dotaz.
-p: port: Číslo portu, na který se má poslat dotaz, výchozí 53.
```

Obr. 23: Test vstupných argumentov

6 Záver

Pri projekte som si vyskúšal nadobudnuté teoretické znalosti z prednášok predmetu ISA. Zadanie hodnotím pozitívne, objasnilo mi problematiku PTR záznamov pre IPv4 ako aj IPv6. Projekt mi trval vypracovať okolo 60 hodín čistého času.

Použitá literatura

- [1] EASTLAKE, D.; Brunner-WILLIAMS, E.; MANNING, B.: Domain Name System (DNS) IANA Considerations. [online], rev. september 2000. Dostupné z: <https://tools.ietf.org/html/rfc2929>
- [2] Encyclopedia, W. T. F.: Reverse DNS lookup. [online], rev. 25. júla 2019. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Reverse_DNS_lookup
- [3] Group, T. O.: getopt. [online], rev. 1997. Dostupné z: <https://pubs.opengroup.org/onlinepubs/7908799/xsh/getopt.html>
- [4] MATOUŠEK, P.: *Síťové aplikace a správa sítí*, kapitola Systém DNS. Brno: Vysoké učení technické v Brně Nakladatelství VUTIUM, první vydání, 2014, ISBN 978-80-214-3766-1.
- [5] MOCKAPETRIS, P.: DOMAIN NAMES - IMPLEMENTATION AND SPECIFICATION. [online], rev. 1987. Dostupné z: <https://tools.ietf.org/html/rfc1035>
- [6] POLČÁK, L.: Vyžadované typy odpovědí. [online], rev. 21. oktobra 2019. Dostupné z: <https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/phorum-msg-show.php.cs?id=54191&mode=mthr>
- [7] THOMSON, S.; HUITEMA, C.; KSINANT, V.; aj.: DNS Extensions to Support IP Version 6. [online], rev. október 2003. Dostupné z: <https://tools.ietf.org/html/rfc3596>