



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

**ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ**

DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

## **SÍŤOVÉ APLIKACE A SPRÁVA SÍTÍ - DNS RESOLVER**

**SEMESTRÁLNÍ PROJEKT**

TERM PROJECT

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**JOSEF KUBA**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. LIBOR POLČÁK, Ph.D.**

**BRNO 2023**

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Teorie</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Návrh a implementace</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Použití</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>8</b>
	<b>Literatura</b>	<b>9</b>

# Kapitola 1

## Úvod

DNS Resolver je projekt vytvořený jako součást předmětu ISA během studia na VUT FIT. Tento projek se zabývá vytvořením síťové aplikace, která umožňuje odesílat DNS dotazy na zvolené DNS servery. Odpověď potom zpracuje a zobrazí uživateli v čitelné formě. Aplikace je schopná odesílat dotazy typu A (IPv4), AAAA (IPv6) a PTR (reverzní dotaz). Aplikace je psaná v jazyce C++.

# Kapitola 2

## Teorie

### DNS komunikace

Při tvorbě aplikace jsem čerpal z doporučené literatury - RFC 1035 [1]. Veškerá komunikace v rámci **doménového protokolu** probíhá ve formátu zvaném "**message**". Hlavní struktura zprávy je rozdělena do pěti částí (některé z nich mohou být v určitých případech prázdné), jak je uvedeno níže:

Header
Question
Answer
Authority
Additional

### Header

Tato část je povinná a předává informace o přenášených datech. Má pevnou velikost - 12 Bytů.

ID
QR   Opcode   AA   TC   RD   RA   Z   RCODE
QDCOUNT
NSCOUNT
ARCOUNT

1. **ID** Toto je 16 bitů, které se používají k párování dotazů a odpovědí. ID je nastaveno na číslo procesu aplikace.
2. **QR** Tento bit určuje zda je tato zpráva dotaz nebo odpověď (0 pro dotaz).
3. **Opcode** Tyto 4 bity určují typ dotazu (defaultně nastaven na 0).
4. **AA** Authoritative Answer - Tento bit určuje zda je odpověď autoritativní.

5. **TC** TrunCation - Tento bit určuje zda byla odpověď zkrácena.
6. **RD** Recursion Desired - Tento bit určuje zda má být dotaz proveden rekurzivně (pokud to server umožňuje).
7. **RA** Recursion Available - Tento bit určuje zda server podporuje rekurzivní dotazy.
8. **Z** Bit rezervovaný pro budoucí použití.
9. **RCODE** Response code - Tyto čtyři bity v odpovědi popisují zda je byl dotaz vyhodnocen správně nebo chybový kód (0 - No error, 1 - Format error, 3 - Name error, 4 - Not implemented, 5 - Refused). Další hodnoty jsou rezervovány pro budoucí použití. Pokud error code není nula je program ukončen.
10. **QDCOUNT** Těchto 16 bitů určuje počet dotazů (sekcí Question).
11. **ANCOUNT** Dalších 16 bitů určující počet sekcí answer.
12. **NSCOUNT** Dalších 16 bitů určující počet sekcí authority.
13. **ARCOUNT** Dalších 16 bitů určující počet sekcí additional.

## Question

Tato část popisuje jednotlivé dotazy a má proměnlivou délku.

QNAME
QTYPE
QCLASS

1. **QNAME** Zakódovaný dotaz ukončený nulovým znakem.
2. **QTYPE** Dalších 16 bitů určuje typ dotazu. Aplikace podporuje tyto typy: 1 - A, 12 - PTR a 28 - AAAA.
3. **QCLASS** Dalších 16 bitů určující class. Hodnota pro internet 1 = IN;

## Answer, Authority a Additional

Tyto části sdílejí svou strukturu, která nemá pevnou délku.

NAME
TYPE
CLASS
TTL
RDLENGTH
RDATA

1. **NAME** Dotaz ke kterému odpověď patří.
2. **TYPE** Těchto 16 bitů popisuje typ dat obsažených v sekci RDATA.
3. **CLASS** Dalších 16 bitů popisuje třídu dat v sekci RDATA.
4. **TTL** Těchto 32 bitů určuje dobu platnosti v sekundách.
5. **RDLENGTH** Dalších 16 bitů určující délku RDATA v bytech.
6. **RDATA** Obsahuje data podle TYPE a CLASS jako je například IP adresa, name server a další.

### Kódování dotazů - doménové jméno

Při odesílání dotazů je doménové jméno kódované. Třeba doménové jméno "www.tbd.example.com" je zakódované tak, že je přidán byte s délkou subdomény před každou subdoménou. Taková to zakódovaná doména by vypadala takto "<003www\004tbdx\007example\003com\000".

### Kódování dotazů - IPv4 adresa

Při odesílání reverzního dotazu a použití IPv4 adresy jako parametru je adresa kódována následovně. Příklad předané adresy "140.82.121.3". Adresa je nejprve reverzována po bytech: "3.121.82.140", dále je přidána přípona: "3.121.82.140.in-addr.arpa" a následně zakódována jako doménové jméno: "<0013\003121\00282\003140\007in-addr\004arpa\000".

### Kódování dotazů - IPv6 adresa

Zde jsem čerpal opět z doporučené literatury - RFC 3596 [2]. Kódování IPv6 adresy je velice podobné kódování IPv4 adresy. Pokud je adresa zapsána zkráceně, je nutné ji rozšířit na plnou délku. Poté je nutné reversovat adresu hexa znacích a přidat příponu "<003ip6\004arpa\000". Před každý hexa znak je tedy opět přidána délka (\001).

### Dekódování odpovědí

Dekódování odpovědí většinou probíhalo jako opak pro kódování. Až na určité výjimky jako je obsah RDATA v sekcích Answer, Authority a Additional.

## Kapitola 3

# Návrh a implementace

Projekt se skládá z několika klíčových komponent, které dohromady tvoří funkční aplikaci. Tyto komponenty jsou pečlivě rozmístěny v rámci logicky navržené adresářové struktury, aby byla zajištěna snadná orientace a vysoká přehlednost celého projektu.

- **/Makefile** Soubor k kompilaci a sestavení projektu. Cíle: `all`, `dns`, `test` a `clean`.
- **/src/dns.cpp** Soubor je uložen ve složce pro zdrojový kód a obsahuje pouze importy a funkci `main`.
- **/include/Helper.hpp** Je soubor uložený ve složce pro hlavičkové soubory. Jsou v něm metody opakovaně používané v různých hlavičkových souborech.
- **/include/Param.hpp** Je hlavičkový soubor, jehož jediným úkolem je zpracovat argumenty předané uživatelem a poskytovat je ostatním metodám.
- **/include/DNSHeader.hpp** Další hlavičkový soubor zabývající se vytvořením, předáváním a načítáním hlavičky z odpovědi.
- **/include/DNSQuestion.hpp** Podobně jako `DNSHeader.hpp` se stará o vytvoření, předání a načtení odpovědi.
- **/include/DNSAnswer.hpp** Opět jako předchozí dva hlavičkové soubory se tento zabývá zpracováním příchozích dat a následné prezentaci sekcí *Answer*, *Authority* a *Additional*.
- **/include/SocketDataManager.hpp** V tomto souboru je popsána práce s sockety a obsahuje uložené informace o bufferech.
- **/obj** V této složce jsou uloženy objektové soubory. Je vytvořena a odstraněna pomocí `Makefile`.
- **/tests** Složka obsahuje testy, které jsou spouštěny pomocí `"make test"`.
- **/doc/dokumentace.pdf** Dokumentace (tento soubor)

# Kapitola 4

## Použití

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

- **-r**: Požadována rekurze (Recursion Desired = 1), jinak bez rekurze.
- **-x**: Reverzní dotaz místo přímého.
- **-6**: Dotaz typu AAAA místo výchozího A.
- **-s server**: IP adresa nebo doménové jméno DNS serveru, kam se má zaslat dotaz.
- **-p**: Číslo portu, na který se má poslat dotaz (výchozí hodnota je 53).
- **adresa**: Dotazovaná adresa.

### Příklad výstupu:

`./dns -r -s 8.8.8.8 www.fit.vut.cz`

Authoritative: No, 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)

`./dns -r -s kazi.fit.vutbr.cz stud.fit.vut.cz`

Authoritative: Yes, Recursive: Yes, Truncated: No

Question section(1)

stud.fit.vut.cz, A, IN

Answer section (0)

Authority section (1)

fit.vut.cz, SOA, IN, 14400, MNAME: guta.fit.vutbr.cz, RNAME: michal.fit.vut.cz, SERIAL: 202311203, REFRESH: 10800, RETRY: 3600, EXPIRE: 691200, MINIMUM: 86400

Additional section (0)



## Kapitola 5

### Závěr

Chtěl bych podotknout, že projekt byl pro mě velice přínosný, jak z hlediska rozvoje mých programovacích schopností (C++), tak i z pohledu prohloubení mého porozumění DNS protokolu. Díky tomuto projektu jsem získal cenné informace o fungování a struktuře DNS. Také jsem lehce zabrousil do tvorby testů a zjistil jak s nimi pracovat.

# Literatura

- [1] MOCKAPETRIS, P. *DOMAIN NAMES - IMPLEMENTATION AND SPECIFICATION* [online]. 1987 [cit. 2023-11-19]. Dostupné z: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc1035>.
- [2] S. THOMSON, V. K. M. S. *DNS Extensions to Support IP Version 6* [online]. 2003 [cit. 2023-11-19]. Dostupné z: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3596>.