
**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**
**BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**
**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**

**ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ**
**DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS**


# WEBOVÁ APLIKÁCIA NA VZDIALENÚ SPRÁVU SYSTÉMU FITCRACK

**WEB APPLICATION FOR REMOTE ADMINISTRATION OF FITCRACK SYSTEM**

**SEMESTRÁLNÍ PROJEKT**
**TERM PROJECT**


**AUTOR PRÁCE** **MATÚŠ MÚČKA**
**AUTHOR**

**VEDOUCÍ PRÁCE** **Ing. RADEK HRANICKÝ**
**SUPERVISOR**



**BRNO 2018**

# Abstrakt

Táto práca rieši vzdialenú komunikáciu so systémom na distribuovanú obnovu hesiel - Fitcrack. Zameral som sa na vylepšenie súčasného riešenia. Okrem zvýšenia bezpečnosti a rýchlejšej odozvy, návrh riešenia uvedený v tejto práci ponúka aj podporu autentifikácie užívateľov a ich oprávnení. Systém bude automaticky generovať dokumentáciu pri zmene zdrojových kódov. V riešení bola použitá architektúra REST (viď 3.2). Táto architektúra umožňuje oddeliť aplikačnú logiku od databázového systému, a tým pádom umožniť komunikáciu s aplikáciami pomocou zasielanie správ. Vďaka tomu je možné systém Fitcrack ovládať z rôznych prostredí pomocou jednoduchých dotazov protokolu HTTP. V mojej práci som navrhol systém, ktorý zrýchli komunikáciu so systémom Fitcrack, zlepší zabezpečenie a pridá do systému vylepšenia ako podpora viacerých užívateľov a ich oprávnení.



# Abstract

This bachelor's thesis resolves remote communication with distributed password recovery system - Fitcrack. I aimed to improve a current implemented solution. In addition to security improvement and faster responses, the design of solution presented in this work offers support for user authentication and authorization. The system automatically generate documentation when source code changes. REST (see 3.2) architecture was used in this solution. This architecture allows to separate the application logic and the database system which consequently allows application communication by sending messages. Because of that, it is possible to control Fitcrack from different environments using simple HTTP queries. I designed the system that accelerates communication with Fitcrack, refines security and adds improvements such as support for multiple user privileges.



# Kľúčové slová

REST, Fitcrack, API, backend

# Keywords

REST, Fitcrack, API, backend


# Citácia

MÚČKA, Matúš. *Webová aplikácia na vzdialenú správu systému Fitcrack*. Brno, 2018. Semestrální projekt. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce Ing. Radek Hranický

# Webová aplikácia na vzdialenú správu systému Fitcrack

## Prehlásenie

Prehlasujem, že tento semestrálny projekt som vypracoval samostatne pod vedením pána inžiniera Radka Hranického. Uviedol som všetky literárne zdroje a publikácie, z ktorých som čerpal.

.....
Matúš Múčka
22. apríla 2018

## Poďakovanie

Ďakujem Ing. Radkovi Hranickému za odbornú pomoc a vedenie pri vypracovávaní tejto práce.

# Obsah

# Kapitola 1

# Úvod

V súčasnosti je používanie aplikačného protokolu HTTP pre sieťový prenos textových dát v rámci služby World Wide Web (WWW) veľmi rozšírené. Spoločne s elektronickou poštou je HTTP najviac používaným protokolom, ktorý sa zaslúžil o obrovský rozmach internetu v posledných rokoch. Jedným z autorov protokolu HTTP je Roy Fielding, ktorý vo svojej dizertačnej práci opisuje Representation State Transfer (REST). REST je architektúra, ktorá poskytuje obecné rozhranie pre vzdialené aplikácie, ktoré komunikujú cez sieť. Napriek tomu, že REST nie je určený priamo pre HTTP, je takmer vždy spojovaný s týmto protokolom.

V tejto práci popisujem všeobecný opis a implementáciu aplikačné rozhranie spĺňajúce zásady architektúry REST (viď 3.2.2) pre systém Fitcrack. Jedná sa o výkonný systém na obnovu hesiel, ktorý prerozdeľuje prácu medzi viacero pripojených klientov, a tým pádom zvyšuje výpočetnú silu celého systému (detailnejšie je Fitcrack popísaný v kapitole 2). Konkrétne sa v mojej práci zaoberám jeho serverovou časťou, ktorá slúži na správu celého systému. Mojim cieľom je nahradiť súčasné nevyhovujúce riešenie administrácie systému, ktoré bolo navrhnuté len ako prototyp, novým riešením.

Súčasná implementácia je veľmi ťažko rozšíriteľná. Taktiež obsahuje niekoľko bezpečnostných dier. Nové riešenie prináša do systému Fitcrack väčšiu bezpečnosť a rozšíriteľnosť, umožňuje testovanie systému, a vďaka architektúre klient-server znižuje záťaž na serverovú časť systému.

Táto práca pozostáva z piatich kapitol. Popis systému Fitcrack spolu s nástrojmi, ktoré využíva sa nachádza v kapitole 2. Opis využitých technológií, ktoré som pri návrhu nového systému na vzdialenú správu Fitcracku použil, sa nachádza v kapitole 3. Samotným návrhom riešenia, ktorý je rozdelený do modulov, sa zaoberám v kapitole 4. V jednotlivých podkapitolách popisujem každý modul. Nakoniec v závere hodnotím výsledky mojej práce.

# Kapitola 2

# Systém Fitcrack

Fitcrack je systém, ktorý slúži na obnovu hesiel. Vďaka tomu že ide o distribuovaný systém, je možné rozdelovať prácu na predom neobmedzený počet staníc, ktoré môžu byť rozmiestnené po celom svete. Je tvorený architektúrou klient-server. Serverová časť sa stará o prerozdeľovanie úloh medzi klientov. Klienti pracujú na výpočte kryptografických hešov a svoje výsledky posielajú na server, kde sa spracujú a vyhodnotia. [5]

## 2.1 Hashcat

Hashcat[1] je výkonný nástroj na obnovu hesiel, ktorý využíva technológiu OpenCL. Podporuje viac ako 200 typov kryptografických hešov. O jeho rýchlosti svedčí aj to, že v rokoch 2010, 2012, 2014 a 2015, tím, pozostávajúci z členov vývojárov Hashcatu, získal prvé miesto v súťaži *Crack Me If you Can*[2]. Žiaľ, tento nástroj sám o sebe nepodporuje výpočet na viacerých staniciach súčasne.

## 2.2 BOINC

Systém Fitcrack je postavený na voľne šíriteľnom frameworku *Berkeley Open Infrastructure for Network Computing* (BOINC)[3]. Vďaka frameworku BOINC systém Fitcrack distribuuje dielčie úlohy medzi pripojených klientov, na ktorých prebieha pokus o nájdenia hesla pomocou nástroja Hashcat.

Systém BOINC tvorí server a klienti. Pri distribuovaní výpočetných úloh prebieha komunikácia medzi klientom a serverom prostredníctvom XML správ, ktoré sa prenášajú pomocou protokolu HTTP alebo HTTPS. Server je hlavnou súčasťou infraštruktúry BOINC. Stará sa o distribuovanie úloh medzi klientov a spracováva výsledky od užívateľov. Každý klient sa periodicky dotazuje na server a žiada si novú úlohu. Po prijatí výpočetnej úlohy ju spracuje a výsledok odošle na serverom. Následne žiada o pridelenie novej úlohy.[1]

## 2.3 Architektúra systému Fitcrack

Ako je možné vidieť na obrázku 2.1, architektúra systému Fitcrack je rozdelená na niekoľko častí. Na obrázku je uvedená zjednodušená architektúra bez niektorých systémov BOINC.

[1] https://hashcat.net
[2] http://contest-2010.korelogic.com/team_hashcat.html
[3] https://boinc.berkeley.edu/

### 2.3.1 Webový server

Cieľom mojej bakalárskej práce je navrhnúť a implementovať webový server, cez ktorý budú môcť užívatelia spravovať celý systém Fitcrack. K webovému serveru môže byť naraz pripojených viacero užívateľov, ktorí vykonávajú rôzne činnosti (analyzovanie výsledkov dokončených úloh, sledovanie aktivity jednotlivých hostov, pridávanie nových úloh, sledovanie progresu práve prebiehajúcich úloh atď.). Po pripojení užívateľa na webový server cez internetový prehliadač, sa užívateľovi odošle webová aplikácia, ktorá komunikuje so serverom prostredníctvom REST API (viď 3.2). Prostredníctvom webovej aplikácie je možné do systému pridávať nové úlohy, monitorovať prebiehajúce, analyzovať dokončené úlohy, monitorovať správanie hostov a podobne. Viac o návrhu webového servera sa je možné dočítať v kapitole 4.

### 2.3.2 Generátor

Keď užívateľ prostredníctvom webovej aplikácie pridá do systému úlohu, generátor, v prípade že nastal čas zahájenia úlohy, začne generovať pracovné jednotky pre priradených hostov k úlohe. Jedná sa o program, ktorý beží v nekonečnom cykle. Generátor systému Fitcrack vytvára dva typy pracovných jednotiek.

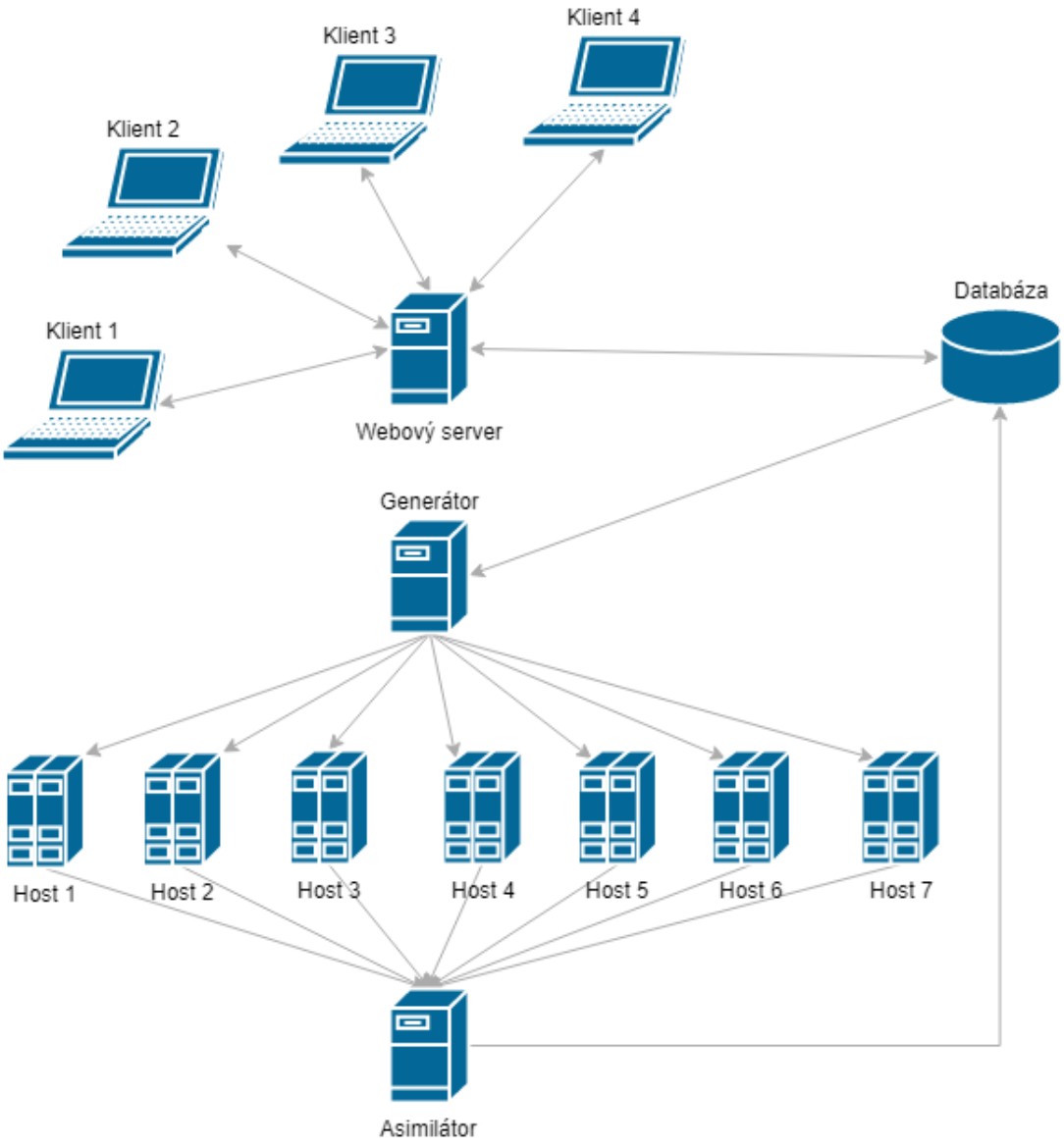
- **Meranie výkonu** - tieto pracovné jednotky sú generované hostom, ktorý sa práve do systému alebo k úlohe pripojili, poprípade hostom, u ktorých nastala chyba. Slúžia k zmeraniu výkonu daného hosťa. Meranie výkonu má veľký význam pri generovaní normálnych pracovných jednotiek, pretože vďaka nameraným údajom vieme odhadnúť správne množstvo práce pre hosťa. Výsledkom tejto úlohy je počet vygenerovaných kryptografických šifier určitého formátu za jednu sekundu.
- **Normálne** - obsahujú potrebné informácie pre zvolený spôsob útoku. Môžu obsahovať slovník, masku, rozsah stavového priestoru, súbor s pravidlami, cudzojazyčné znakové sady a podobne. Počet hesiel na overenie v jednej pracovnej jednotke (náročnosť pracovnej jednotky) závisí na zložitosti výpočtu danej kryptografickej šifry a nameraného výkonu hosťa. Cieľom je aby sa doba výpočtu jednej pracovnej jednotky čo najviac približovala času zadaného pri vytváraní úlohy. Generátor udržuje v databázy dve naplánované úlohy pre jedného hosťa (pokiaľ sa už nevyčerpal celý stavový priestor hesiel). Prvá úloha sa práve počíta a druhá je pripravená k odoslaniu hneď po obdržaní výsledku prvej úlohy.

### 2.3.3 Asimilátor

Asimilátor slúži na spracovanie výsledkov od hostov. Beží v nekonečnom slučke. Na začiatku každého cyklu kontroluje prítomnosť ešte nespracovaných výsledkov a tieto výsledky overí. Správa pre asimilátor môže obsahovať rôzne informácie (nájdené heslo, správu o chybe, čas výpočtu, typ pracovnej jednotky, stavový kód výsledku a podobne). Podľa obsahu správy asimilátor upravuje databázu. Napríklad v prípade že hosť heslo našiel hľadané heslo, asimilátor na základe tejto odpovedi upraví databázu. Vďaka tejto úprave ostatní hostia podieľajúci sa na danej úlohe, dostanú správu o zastavení výpočtu.

### 2.3.4 Hosť

Hosť je jeden výpočetný uzol pripojený k systému Fitcrack. Na hosťoch beží aplikácia Runner, ktorá prijíma úlohy od Generátora. Samotný výpočet potom riadu Runner a prebieha pomocou nástroja hashcat (viď 2.1).




Obr. 2.1: Architektúra systému Fitcrack

# Kapitola 3

# Popis použitých technológií

## 3.1 Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

Pôvodne bol protokol HTTP určený pre výmenu dokumentov vo formáte HTML, ale v súčasnosti sa používa aj pre prenos iných informácií. Vďaka rozšíreniu MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) je tento protokol schopný prenášať akýkoľvek súbor [4].

### 3.1.1 Princíp protokolu HTTP

Protokol HTTP funguje na princípe dotaz-odpoveď. Užívateľ (klient/user-agent) pošle serveru dotaz. Ten server spracuje a klientovi odpovie. V odpovedi server popisuje výsledok dotazu informáciami, či sa podarilo žiadaný zdroj nájsť, či zdroj existuje, v akom formáte je telo odpovede atď.

### 3.1.2 Rozšírenie HTTPS

Protokol HTTP neumožňuje zabezpečené spojenie, preto sa často používa protokol TLS (Transport Layer Security) nad vrstvou TCP. Vďaka tomu je možné vytvoriť šifrovaný kanál. Toto spojenie je označované ako HTTPS [6].

### 3.1.3 Stavové kódy protokolu HTTP

Úspešnosť dotazu vieme zistiť podľa stavových kódov, ktoré sú pribalené v odpovedi servera na dotaz klienta. Vďaka stavovým kódom vieme presne určiť, či behom spracovávania dotazu došlo k chybe. Tým pádom môže klient reagovať na chyby.

Zoznam stavových kódov má na starosti organizácia IANA (Internet Assigned Numbers Authority). Jedná sa o trojciferné číslo v desiatkovej sústave. Prvé číslo určuje kategóriu odpovede a ostatné ju bližšie špecifikujú.

#### 1XX

Kódy, začínajúci číslom 1, sú tzv. informačné. Indikujú že server dotaz spracoval a pochopil. Bližší význam záleží na zvyšných dvoch číslach. V niektorých prípadoch môže klientovi naznačovať, že sa finálna odpoveď ešte spracováva a má na ňu počkať. Tiež môže naznačovať zmenu protokolu.

#### 2XX

Stavové kódy začínajúce číslom 2 indikujú, že dotaz bol serverom obdržaný, pochopený a správne vyhodnotený.

#### 3XX

Tieto kódy naznačujú, že na získanie požadovaného zdroja, je potrebné vykonať ďalšiu akciu. Zvyčajne sa jedná o presmerovanie.

#### 4XX

Stavové kódy, ktoré začínajú číslom 4, indikujú, že nastala chyba na strane užívateľa. Ďalšie 2 čísla presnejšie určujú o akú chybu ide. Najčastejšie sa jedná o chybu `404 Not Found`, ktorá hovorí že žiadaný zdroj nebol na serveri nájdený, ale môže ísť aj o menej časté chyby ako `429 Too Many Requests`, ktorá sa vyskytuje v prípade, že užívateľ žiadal o daný zdroj príliš veľa krát v určitom časovom úseku.

#### 5XX

Stavové kódy začínajúce číslom 5, hovoria o tom, že došlo k chybe na strane servera. Aj keď dotaz mohol byť validný, server ho nedokázal spracovať. Mohlo sa tak stať napríklad kvôli výpadku servera (preťaženie, údržba).

### 3.1.4 Druhy žiadostí/metódy HTTP

Protokol HTTP využíva niekoľko žiadostí, z ktorých najčastejšie sú:

- **GET** - ide o najbežnejší typ žiadostí. Jej výsledkom je žiadaný zdroj uvedení v dotaze URL. Tento typ dotazu neobsahuje telo správy.
- **POST** - k dotazu je pridané telo správy. Zvyčajne obsahuje hodnoty z HTML formulára.
- **PUT** - využíva sa na nahranie súboru na určitú URI.
- **DELETE** - tento typ žiadosti je len zriedka implementovaní. Zmaže zdroj uvedení v URI.
- **HEAD** - ide o podobný typ žiadosti ako GET, ale na rozdiel od GET, server vracia len hlavičku odpovede.
- **OPTIONS** - v odpovedi vracia metódy, ktoré sú povelené na danej URI.

### 3.1.5 Príklad komunikácie

Klient začína komunikáciu poslaním dotazu na server. Na výpise 3.1 sa nachádza ukážka dotazu, ktorý obsahuje zvyčajne viac informácií, ale pre zjednodušenie príkladu nie sú uvedené. Server v dotaze špecifikuje metódu žiadosti, svoju totožnosť (Opera verzia 10.60) a podporované kódovanie.

```
GET / HTTP/1.1
Host: www.fit.vutbr.cz
User-Agent: Opera/9.80 (Windows NT 5.1; U; sk) Presto/2.5.29 Version/10.60
Accept-Charset: UTF-8,*
```

Výpis 3.1: príklad HTTP dotazu

Príklad nasledovnej reakcie servera na dotaz sa nachádza na výpise 3.2. Server odpovedá stavovým kódom `200 OK`, čo značí, že dotaz sa podarilo úspešne spracovať. Ďalej hlavička odpovedi okrem iného obsahuje dátum a čas vybavenia žiadosti, a informácie o vrátenom zdroji ako typ (text/HTML), použité kódovanie (UTF-8) a dĺžku odpovede.

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-Length: 3059
Server: GWS/2.0
Date: Sat, 11 Jan 2003 02:44:04 GMT
Content-Type: text/html
Cache-control: private
Connection: keep-alive
```

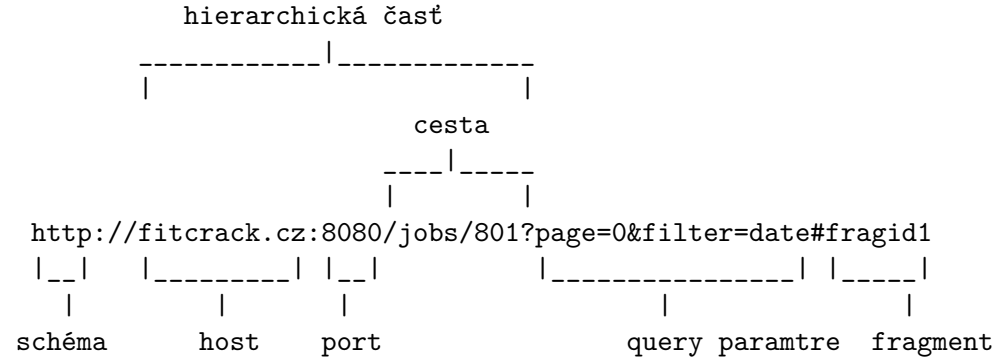
Výpis 3.2: príklad HTTP odpovedi

## 3.2 Architektúra REST

REST je úzko spojený s protokolom HTTP, keďže ho prvý krát navrhol a popísal Roy Fielding - jeden zo spoluautorov protokolu HTTP, v rámci jeho dizertačnej práce v roku 2000 [3]. Architektúra REST sa používa pre jednotný prístup ku zdrojom. Jedná sa o spôsob, ako klient môže pomocou základných HTTP volaní vytvárať, čítať, editovať alebo mazať informácie zo serveru. Zdrojom môžu byť dáta alebo stav aplikácie, pokiaľ sa dá dátami vyjadriť. K jednotlivým zdrojom sa pristupuje pomocou URI (viď. 3.2.1). Každý zdroj musí mať vlastný identifikátor URI.

### 3.2.1 URI

URI (Uniform Resource Identifier – jednotný identifikátor zdroja) je veľmi obecný koncept. Základný formát je veľmi volný. Jedná sa o názov takzvanej schémy, oddelenej dvojbodkou od zvyšku URI. Tento zvyšok tvorí v podstate ľubovoľný reťazec znakov. Záleží na zvolenej schéme[2]. V architektúre REST sa URI používa hlavne s použitím schémy HTTP alebo HTTPS. Príklad takejto URI s jej jednotlivými komponentami je uvedený nižšie na obrázku 3.1. Všeobecne sa URI so schémou http skladá z IP adresy alebo názvu hosta, nepovinne sa za hostom uvádza port (ak nie je uvedený tak sa predpokladá pre http port 80 a pre https 443). Ďalej sa uvádza cesta k zdroju a následne nepovinné query parametre oddelené ampersandom. Na konci URI sa môže objaviť fragment stránky, ktorý často obsahuje id HTML elementu na ktorý sa má prehliadač po otvorení URI zamerať.




Obr. 3.1: Formát URI pri použití schémy HTTP

### 3.2.2 Zásady architektúry REST

Aby služba mohla byť považovaná za RESTful, musí spĺňať šesť formálnych obmedzení. Vďaka nim sú služby vytvorené pomocou REST architektúry výkonné, škálovateľné, jednoduché, ľahko upraviteľné, prenositeľné a spoľahlivé.

#### Architektúra klient-server

Jednou z najdôležitejších zásad architektúry REST je klient-server architektúra. Vďaka tomu je možné rovnomernejšie rozložiť záťaž. Server negeneruje pre užívateľa grafické rozhranie a môže obslúžiť viac užívateľov. Taktiež rozloženie záťaže umožňuje jednoduchú prenositeľnosť užívateľského rozhrania na viaceré platformy.

#### Bezstavová architektúra (Statelessness)

Jedná sa o bezstavovú architektúru z pohľadu servera. Medzi dotazmi sa na serveri nemôžu ukladať žiadne informácie o stave klienta. Každá žiadosť od akéhokoľvek klienta musí obsahovať všetky potrebné informácie na vybavenie dotazu. Svoj stav si klient uchováva sám. Trvalý stav klienta môže server uchovávať v databázy.

#### Možnosť uchovávať zdroje v medzipamäti (Cacheability)

Pre zlepšenie výkonnosti celého systému musí server označiť zdroje ako uložitelné alebo neuložitelné do medzipamäte. Uložitelné zdroje sú také, ktoré sa často nemenia. Keď si klient požiada o takýto zdroj, server mu odpovie okrem dát z daného zdroja aj informáciou, do kedy má uchovať dané dáta v medzipamäti. Keď bude klient v budúcnosti potrebovať prístup k dátam, ktoré má uložené v medzipamäti, a nevypršala exspiračná doba dát, načíta si dáta z medzipamäti. Tým pádom nezaťažuje server a pristúpi k dátam rýchlejšie.

#### Vrstevnatelnosť (Layered system)

Klient zvyčajne nemôže povedať či je pripojený ku koncovému serveru alebo len k nejakému sprostredkovateľovi. Sprostredkovateľské servery sa používajú na zlepšenie škálovateľnosti systému tým, že umožnia rozložiť záťaž. Môžu tiež uplatňovať bezpečnostné pravidlá (napríklad ochrana proti DDoS útokom).

#### Zaslanie klientovi spustiteľného kódu (Code on demand)

Jedná sa o voliteľné obmedzenie. Server môže klientovi zaslať spustiteľný kód (zvyčajne v skriptovacom jazyku ako Javascript). Vďaka tomu môže server dočasne rozšíriť alebo prispôsobiť finkčnosť klienta.

#### Jednotné rozhranie

Základom akejkoľvek služby REST je jednotné rozhranie medzi klientom a serverom. Jedná sa hlavne o typy správ, ktoré môžu byť vo viacerých formátoch (HTML, XML, JSON).

### 3.2.3 Metódy pre prístup ku zdrojom

Architektúra REST definuje štyri základné metódy pre prístup k jednotlivým zdrojom. Tieto metódy sú implementované pomocou zodpovedajúcich metód HTTP protokolu. Významy metód sa líšia v závislosti od toho, či boli zavolané nad kolekciou, alebo nad určitým prvkom.

- **GET** - ak bol zavolaný na kolekciou, odpoveď obsahuje pole prvkov kolekcie. Tiež môže obsahovať doplňujúce údaje (tzv. metadata), napríklad koľko prvkov je v kolekcii. Pri zavolaní nad konkrétnym záznamom, vráti informácie o zázname.
- **POST** - vytvorí nový záznam v kolekcii. ID záznamu je zvyčajne automaticky vytvorené a vrátené v odpovedi dotazu.
- **PUT** - upraví záznam, alebo ak neexistuje tak záznam vytvorí.
- **DELETE** - zmaže celú kolekciu alebo konkrétny záznam.

# Kapitola 4

# Návrh

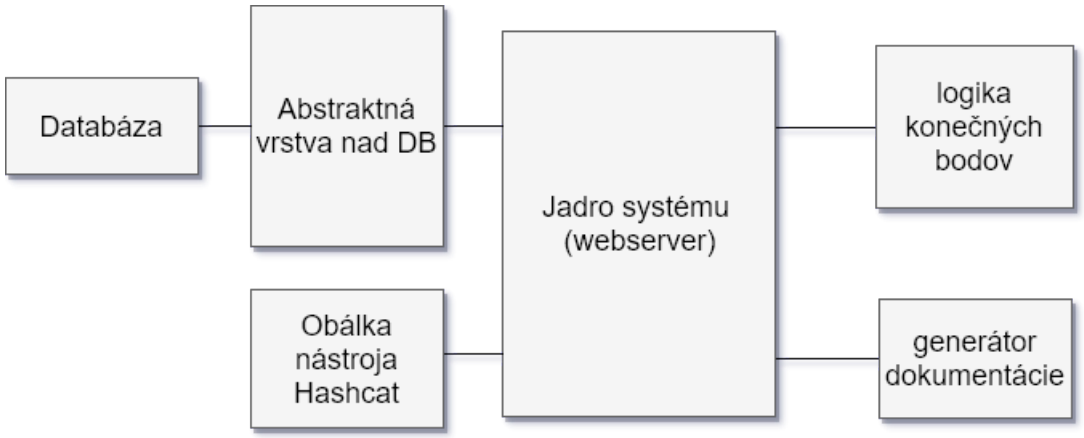
V tejto kapitole je popísaný koncepčný návrh systému. Součástí tohoto návrhu je diagram prípadov užitia, návrh databáze, .... @TODO: Poslednú časť tejto kapitoly tvorí návrh webovej prezentácie.

## 4.1 Návrh serverovej časti

V tejto kapitole sa zaoberám návrhom implementácie webového servera pre systém Fitcrack. Ako implementačné prostredie som zvolil Python3. Pri jeho výbere som bral v úvahu už zaužívané technológie v systéme Fitcrack, požadovanú funkčnosť systému a taktiež jeho prenositeľnosť.

### 4.1.1 Rozdelenie systému na moduly

Pre lepšiu organizáciu som celý systém rozdelil do niekoľko modulov (viď obr. 4.1). Jednotlivé moduly sú detailnejšie rozobrané v nasledujúcich podkapitolách.




Obr. 4.1: Rozdelenie systému do modulov

#### Jadro systému

Najhlavnejším modulom v systéme je jeho jadro, ktoré spĺňa úlohu webového servera a sú v ňom uložené nastavenia celého systému (prístupové údaje do databázy, zložka pre nahrá-

vanie súborov, cesta k nástroju Hashcat atď.). Pri zlyhaní jadra webový server odpovedá HTTP správy s kódom začínajúcim číslom 5 (viď 3.1.3).

### Logika konečných bodov

Jedná sa o modul, v ktorom sú obslúžené dotazy na konkrétne URI (viď. 3.2.1). Zoznam dostupných URI je uvedený v tabuľke (viď. 4.1). Väčšina konečných bodov podporuje viac typov HTTP metód (viď. 3.2.3). Podľa výberu metódy sa vykoná operácia so zdrojom. Niektoré konečné body podporujú takzvané query parametre za url adresou. Pri chybe v tomto module, webový server odpovedá HTTP správami, ktoré začínajú číslom 4 (viď 3.1.3). Ak užívateľ žiada o neplatnú kombináciu URI adresy a HTTP metódy, je mu vrátená HTTP správa s kódom 404. V prípade že je užívateľ neprihlásený a žiada o zdroj, ktorý vyžaduje autentifikáciu, v odpovedi dostane HTTP správu s kódom 401. Pokiaľ je užívateľ prihlásený, ale na zdroj o ktorý žiada nemá dostačujúce oprávnenia, tento modul vracia HTTP správu s kódom 403. V inakšom prípade je dotaz týmto modulom spracovaný. Ak nedôjde k chybe počas spracovávania dotazu, modul vygeneruje odpoveď vo formáte JSON, ktorú pridá do tela HTTP odpovede s kódom 200 (viď 3.1.3).

### Obálka nástroja Hashcat

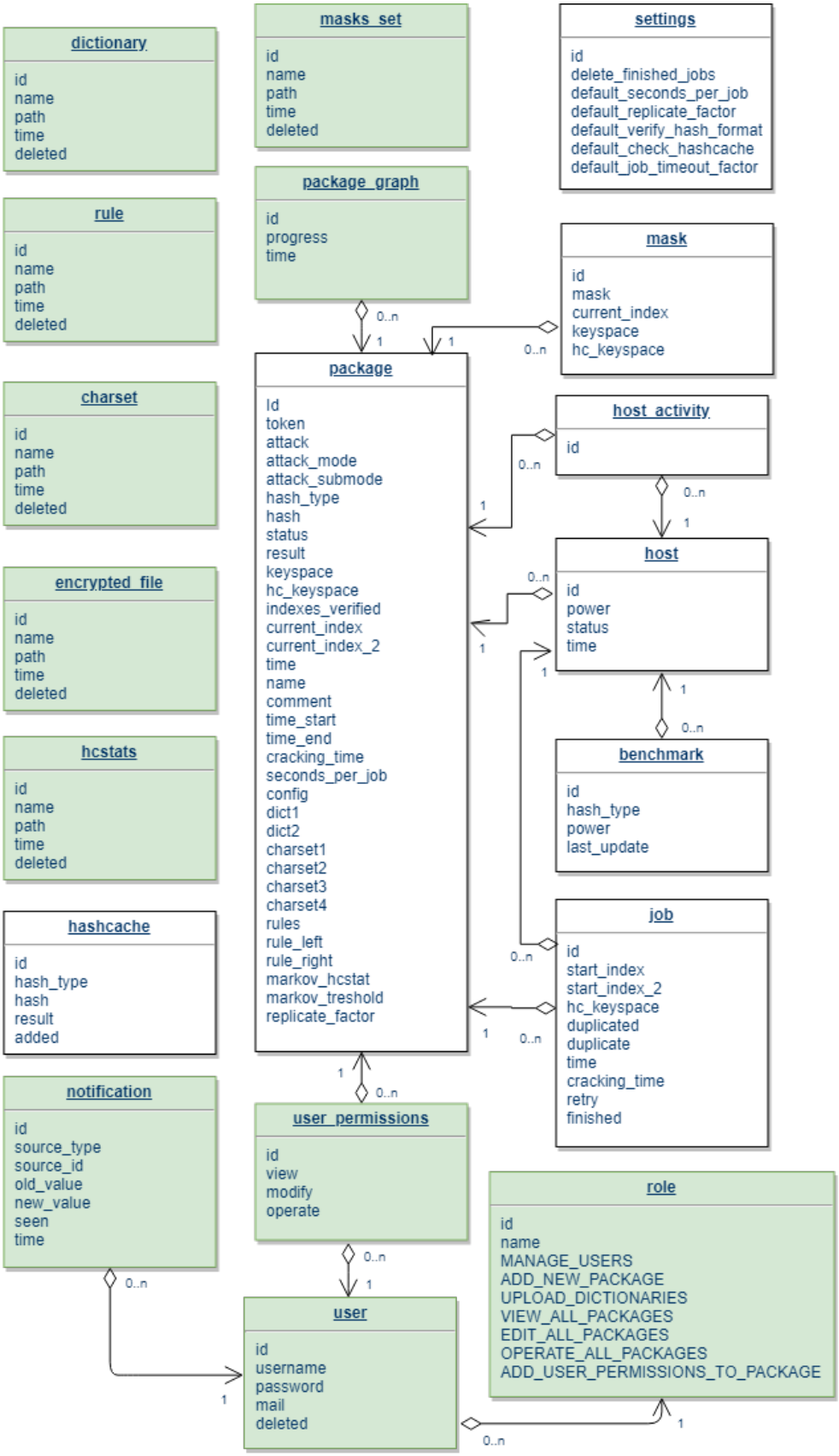
Aj keď serverová časť systému Fitcrack nepoužíva priamo nástroj Hashcat na generovanie hešov kryptografických funkcií, používa ho na rôzne vedľajšie účely, ako napríklad získavanie podporovaných typov útokov a kryptografických hešov, alebo výpočet veľkosti množiny hesiel pre útok. Z tohto dôvodu je potrebné implementovať obálku na tento nástroj vo forme objektu (triedy) s požadovanými funkciami. To nám uľahčí prístup k nástroju Hashcat a taktiež bezpečnejšie narábanie s ním.

### Abstraktná vrstva nad databázou

Jedná sa o modul, ktorý uľahčuje prístup k databáze. Zároveň výrazne neovplyvňuje výkon a flexibilitu systému. Vďaka tomu, že systém s databázou nekomunikuje priamo, ale využíva abstraktnú vrstvu, je databáza lepšie chránená (ochrana pred útokmi typu SQL injection).

### Databáza

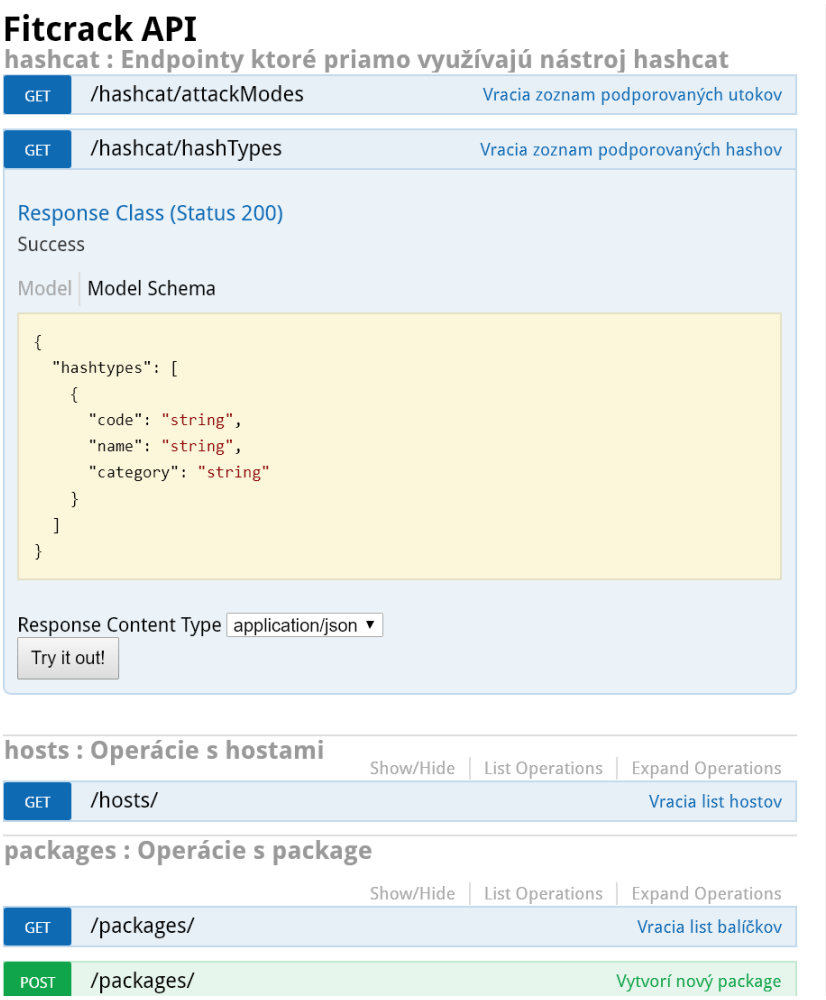
Vzhľadom nato, že systém Fitcrack využíva databázový server MySQL, rozhodol som sa napojiť na túto databázu. Aby bolo možné implementovať všetky rozšírenia systému, bude potrebné modifikovať štruktúru databázy. Na obrázku 4.2 je možné vidieť entitno relačný diagram upravenej databázy. Zelenou farbou sú na ňom označené tabuľky, ktoré bude nutné do systému zaviesť.




Obr. 4.2: Entitno-relačný diagram databázy. Zelenou farbou sú vyznačené nové tabuľky.

### Generátor dokumentácie

Generátor dokumentácie po spustení webového servera spracuje zdrojové kódy aj s komentármi a vytvorí pomocou nich interaktívnu dokumentáciu (viď obr. 4.3). Z nej je potom možné zistiť všetky dostupné koncové body spolu s príkladmi odpovede. Generovanie dokumentácie automaticky nastáva aj pri zmene zdrojových súborov.




Obr. 4.3: Ukážka vygenerovanej dokumentácie

### 4.1.2 Autentifikácia a oprávnenia užívateľov

Súčasná verzia systému Fitcrack nepodporuje viacerých užívateľov. Aby bolo možné do systému pridať užívateľov, je nutné rozšíriť databázu (viď. 4.1.1). Ako spôsob riešenia právomocí užívateľom som vybral systém oprávnení na základe rolí. Každý užívateľ bude mať uvedenú roľu, ktorá mu udeľuje právomoci na určité akcie. Jedná sa o jednoduchý systém, plne postačujúci pre menší počet užívateľov. Jednotlivé právomoci sú nasledujúce.

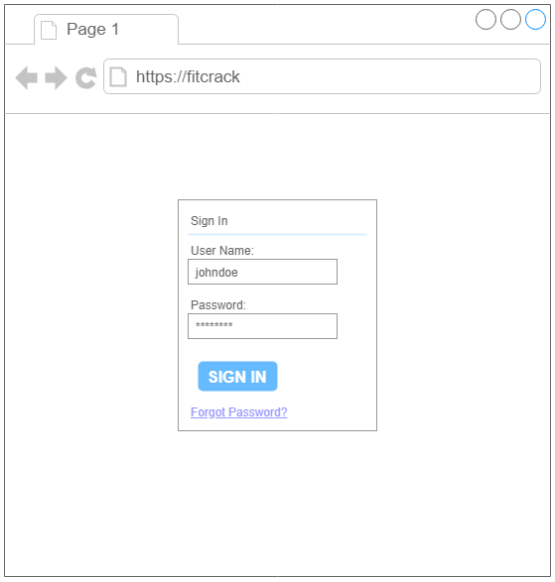
- **Spravovanie užívateľov** - S takýmto oprávnením môže užívateľ vytvárať, mazať a modifikovať iných užívateľov.
- **Pridávanie novej úlohy** - Užívateľ môže pridať do systému novú úlohu

- **Nahrávanie súborov** - Užívateľ má oprávnenie do systému nahrať slovník, cudzojazyčné znakové sady, súbory s pravidlami, masky a súbory s markovými reťazcami. @TODO: Na všetko sa odkazovať do teórie
- **Zobrazenie všetkých úloh** - Užívateľ vidí v systéme všetky vytvorené úlohy.
- **Editovanie úloh** - Užívateľ môže všetky úlohy modifikovať.
- **Operácie s úlohami** - Užívateľ môže vykonávať s úlohami operácie štart, stop a reštart.

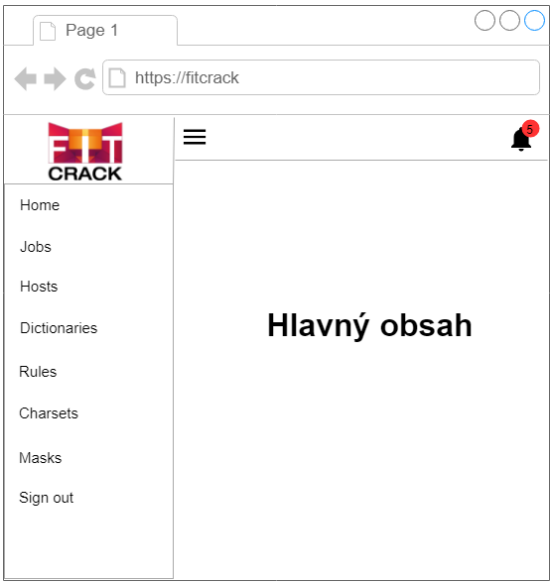
## 4.2 Návrh klientskej časti

Klientskú časť tvorí moderná webová aplikácia, ktorá pomocou HTTP žiadostí komunikuje so serverom (viď 3.1). Analýzou požiadavkov som zistil, že aplikácia by mala byť čo najlepšie ovládateľná a prehľadná pre užívateľa. Taktiež je veľmi dôležité, aby bol vzhľad stránky dobre štrukturovaný a pútavý. Aplikácia musí byť dostupná aj pre užívateľov s menším rozlíšením displeja ako klasický počítačový monitor. Z tohto dôvodu sa bude aplikácia prispôsobovať užívateľskému rozlíšeniu (responzívnosť).

Keďže je systém uzavretý a vyžaduje prihlasovanie, je vhodné, aby úvodná stránka aplikácie obsahovala prihlasovací formulár (viď obrázok 4.4). Systém bude distribuovaný s jedným užívateľom v databáze, ktorý bude slúžiť na prvotné prihlásenie. Po prihlásení prostredníctvom tohoto užívateľa je možné vytvárať nových užívateľov vo vnútri aplikácie.




Obr. 4.4: Návrh úvodnej stránky aplikácie.




Obr. 4.5: Návrh úvodnej stránky aplikácie.

Všetky ostatné stránky tvorí jednotné rozhranie, ktoré sa skladá z postranného bočného panelu, hornej lišty a hlavného obsahu, ktorý je generický pre každú stránku. Tento bočný panel obsahuje logo Fitcracku, a navigáciu. Pre zachovanie responzívnosti celej aplikácie sa tento panel pri zariadeniach s menším rozlíšením skryje, a zobrazí až po stlačení tlačítka Menu. Horná lišta obsahuje vľavo tlačítko Menu a napravo tlačítko Upozornenia, ktoré indikuje počet nových upozornení. Po stlačení tlačítka Upozornenia sa z pravej strany

obrazovky vysunie panel s upozorneniami. Vďaka jednotnému rozmiestneniu navigačných prvkov pre všetky stránky, má užívateľ vždy prístup k všetkým rubrikám. Návrh štruktúry rozloženia stránky je možné vidieť na obrázku 4.5.

## 4.3 Typy útokov v systéme Fitcrack

V systéme Fitcrack je možné vytvárať päť druhov útokov. Pôvodný systém Fitcrack podporoval len dva základné. Každý útok je jedinečný a vhodný na iné situácie.

### 4.3.1 Útok s maskami

Jedná sa o útok hrubou silou. Užívateľ vo webovej aplikácií zadá jednotlivé masky. Maska je textový reťazec pozostávajúci z pevne daných znakov a zástupných symbolov. Zástupné symboly sa označujú znakom "`?`" a symbolom znakovej sady. Napríklad mask `password?d` bude generovať heslá `password0 - password9`. Zabudované znakové sady v systéme sú nasledovné.

- **?l** - znaková sada obsahuje malé písmená anglickej abecedy (abcdefghijklmnopqrstuvwxyz).
- **?u** - táto znaková sada obsahuje veľké písmená anglickej abecedy (ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ).
- **?d** - znaková sada obsahujúca arabské číslice (0123456789).
- **?h** - hexadecimálna znaková sada s malými písmenami (0123456789abcdef).
- **?H** - hexadecimálna znaková sada s veľkými písmenami (0123456789ABCDEF)
- **?s** - špeciálne znaky ako napríklad medzera !"#$%& '()*+,-./:;<=>?@
- **?a** - jedná sa o zjednotenie znakových sád ?l?u?d?s
- **?b** - v tejto znakovej sade sa nachádzajú všetky ASCII znaky (0x00 - 0xff).

V systéme je možné vybrať si až 4 ďalšie ľubovolné znakové sady k jednej úlohe. Tieto znakové sady sa potom zadávajú zástupnými symbolmi `?1 - ?4`.

Okrem znakových sád je možné pri útoku s maskami vybrať súbor s Markovými reťazcami. Tento súbor má zvyčajne príponu `.hcstat`, a je ho možné do systému nahrať, alebo vytvoriť analýzou slovníka s heslami priamo z prostredia webovej aplikácie. Jedná sa o súbor, v ktorom je uložená matica. Prvý stĺpec tejto matice obsahuje všetky znaky, z ktorých sa budú generovať heslá. Riadky matice sú usporiadané podľa pravdepodobnosti výskytu jednotlivých znakov. Príklad takejto matice je možné vidieť na obrázku 4.6. V prvom riadku matice sú znaky, ktorými najčastejšie začínajú heslá. Pri použití Markovho modelu sa negenerujú heslá postupne (napríklad pri použití masky `?l?l?l?l` sa negenerujú heslá v poradí `aaaa-zzzz`), ale práve podľa Markového modelu. Využitie tohto modelu pri generovaní hesiel je založené na pozorovaní, že ľudia pri tvorení hesiel používajú skrytý Markovský model. Pri vytváraní úlohy je možné taktiež určiť Markov prah, čo je kladné celé číslo, ktoré označuje do ktorého stĺpca v Markovom modely sa majú heslá generovať.

Tento útok už bol v systéme implementovaný. K útoku som pridal možnosť zadať znakové sady, Markovský model a možnosť načítať masky so súboru.

$$\begin{array}{c} \varepsilon \\ a \\ b \\ c \\ \vdots \\ z \end{array} \begin{bmatrix} n & p & s & u & \dots \\ m & u & v & k & \dots \\ i & y & e & u & \dots \\ o & e & b & f & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a & e & o & m & \dots \end{bmatrix}$$

Obr. 4.6: Príklad Markovho modelu

### 4.3.2 Slovníkový útok

Jeden z najzákladnejších útokov je útok pomocou slovníku, ktorý obsahuje veľký počet hesiel. Na každom riadku slovníka sa nachádza jedno heslo. Okrem slovníku je možné zvoliť aj súbor s pravidlami. Každé pravidlo sa aplikuje na každé heslo so slovníka. Pravidlá sú reťazce znakov. Majú pomerne jednoduchú syntax a umožňujú modifikovať heslo rôznymi spôsobmi [1]. Medzi základné pravidlá patria následovné znaky.

- **l** - všetky písmená v hesle prevedie na malé písmená.
- **u** - prevedie prímená v hesle na veľké písmená.
- **t** - malé písmená prevedie na veľké a veľké na malé.
- **r** - otočí poradie písmen v hesle.
- **$X** - na koniec hesla vloží znak X.
- **^X** - na začiatok hesla vloží znak X.
- [ - zmaže prvý znak hesla.
- ] - zmaže posledný znak hesla.

Pravidlá je možné medzi sebou aj kombinovať. Ak za každé heslo chcem pridať reťazec `123` a zároveň chcem celé heslo previesť na malé písmená, použijem pravidlo `l$1$2$3`. V súbore s pravidlami sa môžu vyskytovať komentáre, ktoré začínajú znakom `#`, a prázdne riadky.

[1] https://hashcat.net/wiki/doku.php?id=rule_based_attack

| Popis | URI |
|---|---|
| Operácie s kolekciou znakových sád | /charset/ |
| Operácie s konkrétnou znakovou sadou | /charset/<id> |
| Stiahnutie znakovej sady | /charset/<id>/download |
| Operácie s kolekciou slovníkov | /dictionary/ |
| Operácie s konskrétnym slovníkom | /dictionary/<id> |
| Dáta na vykreslenie grafu podielu práce hostov | /graph/hostPercentage/<job_id> |
| Dáta na vykreslenie grafu vyťaženosti hostov | /graph/hostsComputing |
| Dáta na vykreslenie grafu vyťaženosti hosta | /graph/hostsComputing/<id> |
| Dáta na vykreslenie grafu progresu úloh | /graph/packagesProgress |
| Dáta na vykreslenie grafu progresu úlohy | /graph/packagesProgress/<id> |
| Útoky podporované nástrojom hashcat2.1 | /hashcat/attackModes |
| Typy hashov podporované nástrojom hashcat2.1 | /hashcat/hashTypes |
| Operácie s kolekciou hosťov | /hosts/ |
| | /hosts/<id> |
| | /hosts/info |
| | /job/ |
| | /job/<id> |
| | /job/<id>/action |
| | /job/<id>/host |
| | /job/<id>/job |
| | /job/crackingTime |
| | /job/info |
| | /job/verifyHash |
| | /markovChains/ |
| | /markovChains/<id> |
| | /markovChains/makeFromDictionary |
| | /masks/ |
| | /masks/<id> |
| | /masks/<id>/download |
| | /masks/<id>/update |
| | /notifications/ |
| | /notifications/count |
| | /protectedFiles/ |
| | /protectedFiles/<id> |
| | /rule/ |
| | /rule/<id> |
| | /rule/<id>/download |
| | /serverInfo/control |
| | /serverInfo/info |
| | /user/ |
| | /user/<id> |
| | /user/isLoggedIn |
| | /user/login |
| | /user/logout |
| | /user/role |
| | /user/role/<id> |

Tabuľka 4.1: Zoznam dostupných URI.

# Kapitola 5

# Implementácia

## 5.1 Štruktúra databázy

Štruktúra databázy je pre implementáciu aplikačného rozhrania kľúčová. Do pôvodnej databázy systému fitcrack som niektoré tabuľky pridal a iné upravil.

/*vymenovat tabulky*/

## 5.2 Podpora užívateľov

## 5.3 Autorizácia

## 5.4 Flask

## 5.5 Stránkovanie

# Kapitola 6

# Záver

V tejto práci sa mi podarilo navrhnúť implementáciu serverovej časti systému Fitcrack s automaticky generovanou dokumentáciou. Zameral som sa na vylepšenia súčasnej verzie webového prostredia Fitcracku a navrhol som rozšírenia, ku príkladu systém viacerých užívateľov, ktoré spríjemnia užívateľom používanie. Taktiež som odstránil nedokonalosti súčasného riešenia, ako napríklad dostupnosť len z webovej platformy. Systém, implementovaný podľa môjho návrhu bude dostupný zo všetkých platforiem, ktoré sú schopné sieťovej komunikácie. Súčasne sa zníži záťaž na server, pretože bude prerozdelená medzi klienta a server. Vďaka implementácie pomocou modulov bude celý systém ľahko rozšíriteľný. Návrh opísaný v tejto práci tiež ošetruje niekoľko bezpečnostných dier súčasnej implementácie. Návrh spĺňa všetky zásady architektúry REST (viď 3.2.2), a taktiež je vhodný na testovacie účely systému.

Keďže som v rámci tejto práce zhromaždil potrebné znalosti, v nasledujúcom semestri budem pracovať na implementácií navrhnutého systému. Tiež sa budem venovať testovaniu spoľahlivosti a experimentom. Systém podrobím výkonnostným testom a výsledky porovnám so súčasným riešením. Mojou snahou je vytvoriť aplikačné rozhranie na vzdialené ovládanie systému Fitcrack takým spôsobom, aby implementácia klientskej časti užívateľského rozhrania bola jednoduchá a vyžadovala čo najmenej informácií o štruktúre serverovej časti.

# Literatúra


[1] Anderson, D. P.: BOINC: a system for public-resource computing and storage. In *Grid Computing, 2004. Proceedings. Fifth IEEE/ACM International Workshop on*, Nov 2004, ISSN 1550-5510, s. 4–10.

[2] Berners-Lee, T.; Fielding, R. T.; Masinter, L.: Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax. STD 66, RFC Editor, January 2005, http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3986.txt.
URL http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3986.txt

[3] Fielding, R. T.: *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. 2000, University of California, Irvine Doctoral dissertation, ISBN: 0-599-87118-0.

[4] Fielding, R. T.; Gettys, J.; Mogul, J. C.; aj.: Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1. RFC 2616, RFC Editor, June 1999.
URL http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2616.txt

[5] Hranický, R.; Zobal, L.; Večeřa, V.: Distribuovaná obnova hesel. Technická Zpráva FIT-TR-2017-04, CZ, 2017.
URL http://www.fit.vutbr.cz/research/view_pub.php?id=11568

[6] Rescorla, E.: HTTP Over TLS. RFC 2818, RFC Editor, May 2000.
URL http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2818.txt