

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: FEI-5382-52598

**VYUŽITIE GRAFOVEJ DATABÁZY V PRAXI  
BAKALÁRSKA PRÁCA**

**2017**

**Juraj Kubričan**

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: FEI-5382-52598

**VYUŽITIE GRAFOVEJ DATABÁZY V PRAXI  
BAKALÁRSKA PRÁCA**

Študijný program: Aplikovaná informatika  
Číslo študijného odboru: 2511  
Názov študijného odboru: 9.2.9 Aplikovaná informatika  
Školiace pracovisko: Ústav informatiky a matematiky  
Vedúci záverečnej práce: Ing. Maroš Čavojský

**Bratislava 2017**

**Juraj Kubričan**



## ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Študent: **Juraj Kubričan**  
ID študenta: **52598**  
Študijný program: **aplikovaná informatika**  
Študijný odbor: **9.2.9. aplikovaná informatika**  
Vedúci práce: **Ing. Maroš Čavojský**  
Miesto vypracovania: **Ústav informatiky a matematiky**

Názov práce: **Využitie grafovej databázy v praxi**

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: **slovenský jazyk**

Špecifikácia zadania:

V dnešnej dobe sa okrem tradičných zaužívaných relačných databáz, využívajú aj menej známe grafové databázy, v ktorých sú dáta uložené odlišným spôsobom ako v relačných databázach. Cieľom práce je oboznámiť sa s jednotlivými predstaviteľmi grafových databáz, vybrať jedného a navrhnúť a implementovať využitie vybranej grafovej databázy na reálnom príklade.

Úlohy:

1. Naštudujte si literatúru ohľadom jednotlivých predstaviteľov grafových databáz
2. Vyberte jedného predstaviteľa grafových databáz
3. Navrhnite reálny príklad pre implementáciu grafovej databázy
4. Implementujte reálny príklad pre implementáciu grafovej databázy
5. Zhodnoťte a uveďte výhody použitia grafovej databázy oproti iným typom databáz (relačné, dokumentové,...) v implementovanom reálnom príklade

Zoznam odbornej literatúry:


1. Ian Robinson, Jim Webber, and Emil Eifrem: Graph Databases, O'Reilly Media, Inc. USA 2015, p.224, ISBN: 978-1-491-93200-1


Riešenie zadania práce od: **19. 09. 2016**

Dátum odovzdania práce: **19. 05. 2017**

  
**Juraj Kubričan**  
študent

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA  
V BRATISLAVE  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Ústav informatiky a matematiky  
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava

  
**prof. RNDr. Otokar Grošek, PhD.**  
vedúci pracoviska

  
**prof. Dr. Ing. Miloš Oravec**  
garant študijného programu

# SÚHRN

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Študijný program:	Aplikovaná informatika
Autor:	Juraj Kubričan
Bakalárska práca:	Využitie grafovej databázy v praxi
Vedúci záverečnej práce:	Ing. Maroš Čavojský
Miesto a rok predloženia práce:	Bratislava 2017

Práca sa zaoberá vytvorením webovej aplikácie ktorá bude využívať grafovú databázu. V prvej časti sa nachádza prehľad technológií, ktoré sme použili na implementáciu projektu, ďalej sa tu nachádza priblíženie najpopulárnejších zastupiteľov grafových databáz, ich výhod a nevýhod. V ďalšej časti sa nachádza špecifikácia našej aplikácie cestovného plánovača.

Kľúčové slová: Využitie grafovej databázy v praxi

# ABSTRACT

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

Study Programme:	Applied Informatics
Author:	Juraj Kubričan
Bachelor Thesis:	Graph database use in a real world application
Supervisor:	Ing. Maroš Čavojský
Place and year of submission:	Bratislava 2017

The bachelor thesis is about creating of a plugin for web browser, that modifies information used to identification of user during accessing a server. There is an overview of methods that increase anonymity during browsing websites, in the first part. The thesis also contains a list of the most used extensions nowadays, that function is a change of some identification components of browser or special ways of anonymization. In the next part of the thesis is an overview of the characteristics of web browser. By combination of these characteristics we can with high level of success identify a user, who have visited the web site. The last part of thesis contains project, implementation and testing of extension created for the web browser Mozilla Firefox. There is also description of source code of extension, the link between the characteristics of web browser, detected limitations and way how to solve them. The resulting extension increases anonymity of user by modification of some characteristic components of web browser or by blocking sending components, that can not be in extension changed. In comparison with most used modules nowadays, this module can modify HTTP headers including characteristics detected by JavaScript commands.

Keywords: Graph database use in a real world application

# Obsah

Úvod	1
<b>1 Analýza problému</b>	<b>2</b>
1.1 Relačné . . . . .	2
1.2 Grafové . . . . .	2
<b>2 Cieľ práce</b>	<b>3</b>
<b>3 Proces tvroby systému</b>	<b>4</b>
<b>4 Špecifikácia</b>	<b>5</b>
<b>5 Návrh</b>	<b>7</b>
5.1 Výber grafovej databázy . . . . .	7
5.1.1 NEO4J . . . . .	7
5.1.2 OrientDB . . . . .	7
5.1.3 ArangoDB . . . . .	7
<b>6 Implementácia</b>	<b>8</b>
6.1 Použíte technológie . . . . .	8
6.1.1 NEO4J . . . . .	8
6.1.2 Laravel framework . . . . .	8
6.1.3 NeoEloquent OGM . . . . .	8
6.1.4 Mapbox.js . . . . .	8
6.1.5 Rome2Rio Api . . . . .	8
6.2 Vzhľad . . . . .	9
<b>Záver</b>	<b>10</b>
<b>Zoznam použitej literatúry</b>	<b>11</b>
<b>Prílohy</b>	<b>I</b>

## Zoznam obrázkov a tabuliek

## **Zoznam skratiek a značiek**

WWW - World Wide Web



## Zoznam algoritmov

# Úvod

Pri návrhu aplikácie treba myslieť na štruktúru dát a podľa toho vybrať správnu databázu/DBMS. Správny výber DBMS vie zabezpečiť rádovo nižšie prístupové časy a tým aj väčšiu scalability. Pri aplikáciách kde sú dáta štruktúrované do uzlov a prepojení, je vhodné zvážiť použitie grafovej databázy. My sme navrhli a naimplementovali aplikáciu cestovného plánovača, ktorý potrebuje uchovávať dáta o destináciách a cestách medzi nimi. Preto je pre túto aplikáciu vhodné využiť grafový DBMS

# 1 Analýza problému

## 1.1 Relačné

Relačná databáza je databáza, v ktorej sú údaje uložené podľa relačného databázového modelu podľa E. F. Codda z roku 1970. Podľa Relačného modelu sú dáta uložené v tabuľkách. Jeden riadok tabuľky je jeden záznam. Stĺpec tabuľky reprezentuje jeden atribút objektu. Väzby (vzťahy) medzi tabuľkami sú riešené pomocou unikátnych identifikátorov tzv. kľúčov. Jediná tabuľka obsahuje kľúč, čo je atribút ktorý unikátne identifikuje každý záznam a druhá tabuľka obsahuje tzv cudzí kľúč, atribút ktorý odkazuje na záznam v prvej tabuľke. Výhodou tohto spôsobu ukladania dát je jednoduchosť a prehľadnosť. Nevýhoda tohto prístupu sa však ukazuje v škálovateľnosti. Pri vyhľadávaní každé toto prepojenie pridáva výpočtovú komplexitu, keďže v každej ďalšej prepojennej tabuľke treba vyhľadať záznam s požadovaným kľúčom ( $O(\log(n))$ ). Všetky používané relačné databázové systémy riešia tento problém škálovateľnosti použitím indexov a rôznymi inými optimalizáciami, no pokiaľ sú naše dáta štruktúrované s veľa prepojeniami systém sa spomalí.

## 1.2 Grafové

V grafovej databáze sú údaje štruktúrované vo vrchoch(node) a hranách(edge). Prepojenia medzi vrcholmi sú realizované priamo pomocou hrán. Grafové databázové systémy podporujú vlastné sémantické prostriedky ktoré umožňujú priamu manipuláciu so štruktúrou dát. Jedna z hlavných výhod Táto štruktúra umožňuje priamo

## 2 Ciel' práce

Cielom práce je navrhnuť a na implementovať aplikáciu, ktorá využíva grafovú databázu, ďalej zhodnotiť výhody tohto riešenia oproti iným typom databáz.

### 3 Proces tvorby systému

## 4 Špecifikácia

### 1. Funkcionálne požiadavky

- (a) Aplikácia bude umožňovať registráciu a prihlásenie používateľa
- (b) Pri registrácii sa budú vyžadovať prihlasovacie údaje: e-mail, heslo. Okrem toho sa bude vyžadovať zadanie mena a domáceho miesta. Toto domáce miesto bude možné vyhľadať v online databáze.
- (c) Po prihlásení používateľa sa mu zobrazí obrazovka s mapou, zoznamom obľúbených destinácií, ktoré chce navštíviť a zoznam odporúčaných destinácií
- (d) Na mape bude vyobrazené používateľove domáce miesto a všetky destinácie, ktoré má v zozname obľúbených destinácií. Po kliknutí na destináciu sa používateľovi otvorí príslušný riadok v zozname obľúbených.
- (e) V zozname obľúbených budú všetky miesta, ktoré si používateľ pridal. Zoznam bude vo forme tabuľky, riadok bude obsahovať meno destinácie a lokalitu, v ktorej sa destinácia nachádza. V riadku tiež bude tlačidlo na vymazanie destinácie z obľúbených a tlačidlo na zobrazenie detailov.
- (f) V detailoch obľúbeného miesta bude zoznam ostatných ľudí, ktorí dané miesto majú v obľúbených a výpis možných trás z domáceho miesta používateľa do destinácie.
- (g) V zozname odporúčaných destinácií budú destinácie, ktoré majú v obľúbených používatelia, ktorí majú v obľúbených rovnaké miesta ako miesta, ktoré má v obľúbených prihlásený používateľ. Vynechané budú miesta, ktoré už prihlásený používateľ má obľúbených. Každá položka z odporúčaných sa bude dať jednoducho pridať do obľúbených prihláseného používateľa.
- (h) V aplikácii bude obrazovka s nastaveniami, na ktorej si bude človek môcť zmeniť heslo, domáce miesto.

### 2. Nefunkcionálne požiadavky

- (a) Systém bude zrealizovaný na webovej platforme.
- (b) Aplikácia bude využívať natívnu grafickú databázu.
- (c) Aplikácia bude byť kompatibilná s webovými prehliadačmi Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, Microsoft Internet Explorer.

(d) Uživatelské rozhraní systém musí být plně použitelné aj na mobilných telefónoch s OS Android a IOS.

(e) Aplikácia bude implementovaný s použitím jayka PHP a PHP frameworku.

### 3. Doménové požiadavky

(a) Systém bude nasadený na virtuálnom serveri poskytnutom Ústavom informatiky a matematiky FEI STU.

## 5 Návrh

### 5.1 Výber grafovej databázy

#### 5.1.1 NEO4J

#### 5.1.2 OrientDB

#### 5.1.3 ArangoDB



## 6 Implementácia

### 6.1 Použité technológie

#### 6.1.1 NEO4J

Neo4J je najpoužívanější grafová databáza s

#### 6.1.2 Laravel framework

Laravel Framework je komplexný voľne šíriteľný framework. Tento framework je od roku 2015 najpopulárnejší PHP framework. Medzi jeho hlavné výhody patrí použitie relatívne novej verzie PHP 5.4, ktorá obsahuje technológie, ktoré v minulosti v PHP chýbali ako menové priestory a anonymné funkcie. Dalej obsahuje veľmi silný nástroj Eloquent ORM pre objektovo relačné mapovanie databázy, Blade šablónovací nástroj na rýchlu tvorbu dynamického obsahu.

Komplexita Frameworku Laravel je však aj jeho hlavnou nevýhodou, nie je vhodný na menšie projekty. V rýchlosti patrí medzi priemer PHP frameworkov.

#### 6.1.3 NeoEloquent OGM

NeoEloquent OGM je voľne šíriteľná knižnica, ktorá umožňuje využívať grafovú databázu neo4j spolu s existujúcim dátovým modelom vo frameworku Laravel. Štruktúra NeoEloquent je modelovaná podľa existujúceho Eloquent Modelu a preto je jeho integrácia do ekosystému Laravel

#### 6.1.4 Mapbox.js

Mapbox.js je komerčná knižnica na vytváranie projektov s interaktívnymi mapami. Je založená na voľne šíriteľnej knižnici Leaflet, rozširuje túto knižnicu o funkcie ako automatické zoskupovanie bodov do skupín a poskytuje bohatú a prehľadnú dokumentáciu. My používame verziu zdarma, ktorá je obmedzená na 50000 zobrazení mape na mesiac. Mapbox.js podporuje štandardný formát dát GeoJSON, tento formát umožňuje ukladať dáta o polohe, type bodu, rôznych atribútoch upresňujúcich vizuál zobrazovaného bodu. Tento formát ďalej umožňuje ukladať geometrické útvary a krivky.

#### 6.1.5 Rome2Rio Api

Rome2Rio je portál ktorý zbiera údaje o cenách dopravy po celom svete a umožňuje vyhľadať cenu cesty medzi dvomi ľubovoľnými destináciami. Rome2Rio taktiež poskytuje niekoľko otvorených a platených API.

## 6.2 Vzhľad

Dôležitou požiadavkou kladenou na rozšírenie bolo príjemné používateľské rozhranie. Z tohto dôvodu malo rozšírenie obsahovať zoznam modifikovaných vlastností a tlačidlo pre prístup k nastaveniam rozšírenia v jednoduchnej a praktickej forme. Predpokladaný vzhľad je zobrazený na obrázku č. ??.

[1] Z tohto dôvodu malo rozšírenie obsahovať zoznam modifikovaných vlastností a tlačidlo pre prístup k nastaveniam rozšírenia v jednoduchnej a praktickej forme. Predpokladaný vzhľad je zobrazený na obrázku č. ??.

# Záver

Cieľom práce bola analýza anonymizačných modulov, identifikačných prvkov prehliadača a vytvorenie anonymizačného modulu pre internetový prehliadač.

Analýzou najpoužívanějších modulov a vlastností prehliadača, ktoré slúžia na identifikáciu používateľa, sme zistili aktuálny stav a funkcionality rozšírení, ktorými je možné anonymizovať prístup na internet. Väčšina týchto rozšírení modifikuje len časť vlastností prehliadača, ktoré sú odosielané na server, alebo úplne blokuje ich odosielanie. Nami vytvorené rozšírenie dokáže modifikovať väčšinu identifikačných prvkov rozšírenia, pričom dodržiava súvislosti medzi vlastnosťami (používateľský agent odosielaný v hlavičke dopytu je totožný s používateľským agentom zisťovaním pomocou JavaScript príkazu, súvislosť medzi šírkou a dĺžkou rozšírenia obrazovky). Dokáže blokovat údaje, ktoré sú posielané v otvorenej podobe na server a obsahujú informácie o identifikačných údajoch prehliadača, ktoré sa nedajú na úrovni rozšírení modifikovať.

Testovanie rozšírenia nám overilo funkčnosť a správnosť implementácie. Rozšírenie dokáže buď vždy, alebo v časových intervaloch modifikovať väčšinu charakteristických prvkov prehliadača odosielaných na server, a tým zvyšuje anonymitu používateľa.

# Zoznam použitej literatúry

- [1] PRATA, Stephen. *Mistrovství v C++*. [prekl.] Vozák David, Beroun Libor, Dokoupil Petr, Ptáček Lubomír Sokol Boris. 3. Praha : Computer Press, 2007. s. 1119. ISBN: 008021680.

# Prílohy