

Sem vložte zadání Vaší práce.



**FAKULTA
INFORMAČNÍCH
TECHNologiÍ
ČVUT V PRAZE**

Bakalářská práce

Věnná města českých královen - API pro předávání grafických modelů

Martin Čapek

Katedra softwarového inženýrství

Vedoucí práce: Jiří Chludil

15. dubna 2019

Poděkování

Děkuji především své rodině za podporu, svému vedoucímu za časté konzultace a za směřování mě k práci.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 46 odst. 6 tohoto zákona tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou, a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla, a za jakýmkoli účelem (včetně užití k výdělečným účelům). Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené. Každá osoba, která využije výše uvedenou licenci, se však zavazuje udělit ke každému dílu, které vznikne (byť jen zčásti) na základě Díla, úpravou Díla, spojením Díla s jiným dílem, zařazením Díla do díla souborného či zpracováním Díla (včetně překladu), licenci alespoň ve výše uvedeném rozsahu a zároveň zpřístupnit zdrojový kód takového díla alespoň srovnatelným způsobem a ve srovnatelném rozsahu, jako je zpřístupněn zdrojový kód Díla.

V Praze dne 15. dubna 2019

.....

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta informačních technologií

© 2019 Martin Čapek. Všechna práva vyhrazena.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí a nad rámec oprávnění uvedených v Prohlášení na předchozí straně, je nezbytný souhlas autora.

Odkaz na tuto práci

Čapek, Martin. *Věnná města českých královen - API pro předávání grafických modelů*. Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2019.

Abstrakt

Práce je věnována analýze funkčním a nefunkčním požadavkům editoru Virtuálního historického průvodce, který má zjednodušit práci odborníkům (zvláště historikům).

Hlavním přínosem této práce není vytvořit plně funkční REST API, ač je implementován funkční prototyp, ale sestavit obsáhlý manuál, základní kámen činnosti pro následující generace řešitelů projektu.

Klíčová slova Node.js, RestAPI, PostgreSQL, virtuální realita, historické modely budov

Abstract

abstractEN

Keywords Nahraďte seznamem klíčových slov v angličtině oddělených čárkou.

Obsah

Úvod	1
1 Cíl práce	3
2 Analýza	5
2.1 Požadavky editoru virtuální reality	5
2.2 Použité technologie	8
2.3 Nástroje pro návrh REST API	11
3 Návrh	15
4 Vývojářské prostředí pro OS Linux	17
4.1 Příprava vývojářského prostředí	17
4.2 Verzování	18
5 Implementace	19
6 Testování	21
Závěr	23
Literatura	25
A Seznam použitých zkratk	27
B Obsah přiloženého CD	29

Seznam obrázků

2.1	JWT	9
2.2	Proces autorizace	10
3.1	Proces volání API	15

Seznam tabulek

2.1	Metrika GitHub repozitáře	14
3.1	Pokrytí funkčních požadavků	16

Úvod

Věnná města českých královen je rozsáhlý projekt, jehož cílem je vytvoření specializovaného historického průvodce věnnými městy a jejich městskou krajinou. Momentálně se v tomto projektu vyvíjí editor virtuální reality, který má sloužit jako nástroj historikům a jiným odborníkům, ve kterém budou moci spolupracovat na vytváření modelů, zasazování modelů do krajiny a tím vytvářet historická věnná města. Účelem editoru bude sloužit i návštěvníkům si tato města prohlížet.

V mojí práci se věnuji analýze požadavků editoru virtuální reality, návrhem API pro editor, implementací jeho prototypu a otestováním prototypu.

Uživatelé v editoru budou potřebovat API pro práci s velkým množstvím informací a grafických modelů, uložených v databázi. API bude také potřeba k řešení přístupových práv, protože některé informace jsou citlivé a s některými modely mohou manipulovat jen určití lidé. Výsledek této bakalářské práce bude vzorem pro vývoj API v rámci projektu Věnná města českých královen.

Cíl práce

Cílem teoretické části práce je analyzovat funkční a nefunkční požadavky editoru virtuální reality. Při analýze se zaměřit na datové úložiště a způsob propagace modelů. Dále provést analýzu nástrojů pro návrh a dokumentaci API a z těchto nástrojů vybrat nejvhodnější a s jeho použitím navrhnout prototyp API, které umožní komunikaci mezi datovým úložištěm a editorem virtuální reality. Dalším cílem práce je popsat vývojové prostředí, které využiji v implementaci. V popisu budou použité technologie, příprava vývojářského prostředí a doporučený způsob verzování zdrojových kódů.

Cílem praktické části práce je implementace a otestování prototypu REST API za použití technologie Node.js a využitím technologie continuous integration.

Analýza

2.1 Požadavky editoru virtuální reality

2.1.1 Funkční

Následující sekce popisuje funkční požadavky editoru virtuální reality. Tedy požadavky, které se vztahují k funkcionalitě na cílovou aplikaci. Tyto požadavky jsem vytvořil s pomocí Patrika Křepinského.

1. Přihlášení

V aplikaci musí být možnost přihlášení. Pokud se nepřihlásíte, můžete pokračovat jako host, který nemá žádná práva na grafické modely, tedy si je můžete pouze prohlížet.

2. Odhlášení

Stejně jako přihlášení je nutná možnost odhlášení. Dále je potřeba mít možnost zůstat trvale přihlášen na tomto počítači, jinak funguje automatické odhlášení po ukončení aplikace.

3. Práva k modelu

Model má svého autora a dále skupinu uživatelů, kteří mají některá z následujících práv:

- pouze čtení a zobrazení
- čtení a zobrazení s možností psaní komentářů?
- měnění poznámek a metadat (popis)
- editace modelu
- kopírování modelu pro svoje potřeby (povolení vytvořit na základě modelu jiný model)
- plná práva

2. ANALÝZA

Tuto skupinu uživatelů může autor libovolně editovat. Pokud uživatel není ve skupině znamená to, že nemá žádná práva k tomuto modelu.

4. Práva k projektu

Projekt je skupina modelů zasazená do lokace. Takovým projektem může být historický model města. Projekt má skupinu uživatelů, kteří mají některá z následujících práv:

- Změna lokace modelu
- Nahrávání
- Mazání
- Udělovat práva
- Seskupení

Uživatel bude moci zařadit model do skupiny. Tato funkce poslouží k lepší organizaci pracovního prostředí.

5. Žádosti o práva

Dále mohou uživatelé žádat o určitá práva k modelu nebo skupině modelů a k projektu. Tuto žádost mohou autoři potvrdit.

6. Zobrazení miniatur po přihlášení

Je třeba, aby po přihlášení měl uživatel přístup ke svým modelům. To umožní naše aplikace v podobě miniatur grafických modelů, které se po přihlášení načtou.

7. Třídění miniatur

Tyto miniatury si bude moci uživatel třídit podle stavu modelů, přístupových práv, skupin uživatelů, atd.

8. Zobrazení modelů projektu v určitém čase a počasí

Uživatel si bude moci zobrazit celý projekt v nějakém čase a procházet si ho. Bude si moci nastavovat počasí a denní dobu. Bude si ho moci procházet i napříč historií.

9. Ulož všechny změny v projektu

Uživatel potvrdí a uloží provedené změny na server. Po tomto uložení uvidí změny všichni kdo mají k modelu přístup. U modelu máme dva základní typy změn:

- transformace (rotace, translace, scale)
- informace o modelu (poznámka, autorství)

10. Vytvoř kopii modelu

Uživatel bude moci vytvořit model na základě nějakého jiného modelu (pokud k tomu bude mít právo), aby nemusel začínat od začátku.

11. Přidání modelu do projektu

Pokud bude moci uživatel editovat nějaký projekt, může přidávat i nové modely.

12. Vytvoř kopii projektu

Uživatel vytvoří kopii projektu, pokud k tomu má právo, aby mohl provádět nějaké experimentální úpravy.

13. Smaž model

Uživatel smaže model pro který už nemá žádné využití. Po kliknutí na smazání modelu se aplikace ještě zeptá, jestli si je opravdu jist, protože grafický model může představovat desítky hodin práce a může se stát, že uživatel klikne na tlačítko smazat omylem.

14. Vytvoř nový model

Uživateli se zobrazí prázdná pracovní plocha, kde bude moci vymodelovat nový model.

15. Vytvoř nový projekt

Uživatel vytvoří prázdnou pracovní plochu, kam bude moci zasazovat modely. Nahrání modelu z lokálního zařízení Uživatel nahraje model z disku a může ho uložit na server.

2.1.2 Nefunkční

Tato sekce se zabývá nefunkčními požadavky na REST API. Tedy požadavky, které se zaměřují na nároky cílové aplikace na software a to například z hlediska bezpečnosti, spolehlivosti, či výkonu.

1. Rychlost odezvy

Uživatel nesmí na obdržení nebo aktualizování grafického modelu čekat. Je třeba, aby server reagoval rychle.

2. Datová nenáročnost při komunikaci

Je třeba minimalizovat množství dat posílané přes API, abychom docílili rychlosti a zbytečně nepřetěžovali spojení s koncovým uživatelem.

3. Bezpečnost

Určité koncové body vyžadují oprávnění, jelikož jejich zavoláním se předávají nebo přepisují citlivá data. To se vyřeší tím, že při přihlášení

2. ANALÝZA

dostane uživatel token, kterým se bude autorizovat u volání citlivých koncových bodů.

4. Rozšiřitelnost

API musí umožňovat případné rozšíření o další funkcionality. Také musí být řádně zdokumentováno, aby umožnilo hladší průběh rozšiřování.

5. Použité technologie

Bylo zadáno, že se bude vyvíjet v technologii Node.js za využití modulu Express.

2.2 Použité technologie

2.2.1 Node.js

Node.js je open-source multiplatformní JavaScriptové prostředí postaveno na Chrome V8 JavaScript enginu. Primární účel Node.js je tvorba serverové části webových aplikací, které vychází z paradigmatu "JavaScript everywhere".

Node.js využívá událostmi řízenou architekturu a neblokující I/O operace. Tento návrh optimalizuje výkon a škálovatelnost programů s častými požadavky na I/O operace.

Jádro celého Node.js tvoří smyčka událostí, která běží na jednom vlákně. Ta podporuje desetitisíce souběžných připojení bez nutnosti neustálého přepínání kontextu díky neblokujícímu I/O. Nedochází zde k žádnému zamykání, tudíž nemusíme mít obavy z deadlocku systému.

2.2.2 npm

Node.js využívá správce balíčků npm, jehož pomocí můžeme obecně instalovat i spravovat závislosti a spouštět skripty. Npm se chlubí tím, že je největším balíčkovacím správcem a aktuálně obsahuje skoro 800 000 balíčků. - zdroj <http://www.modulecounts.com>.

2.2.3 Express

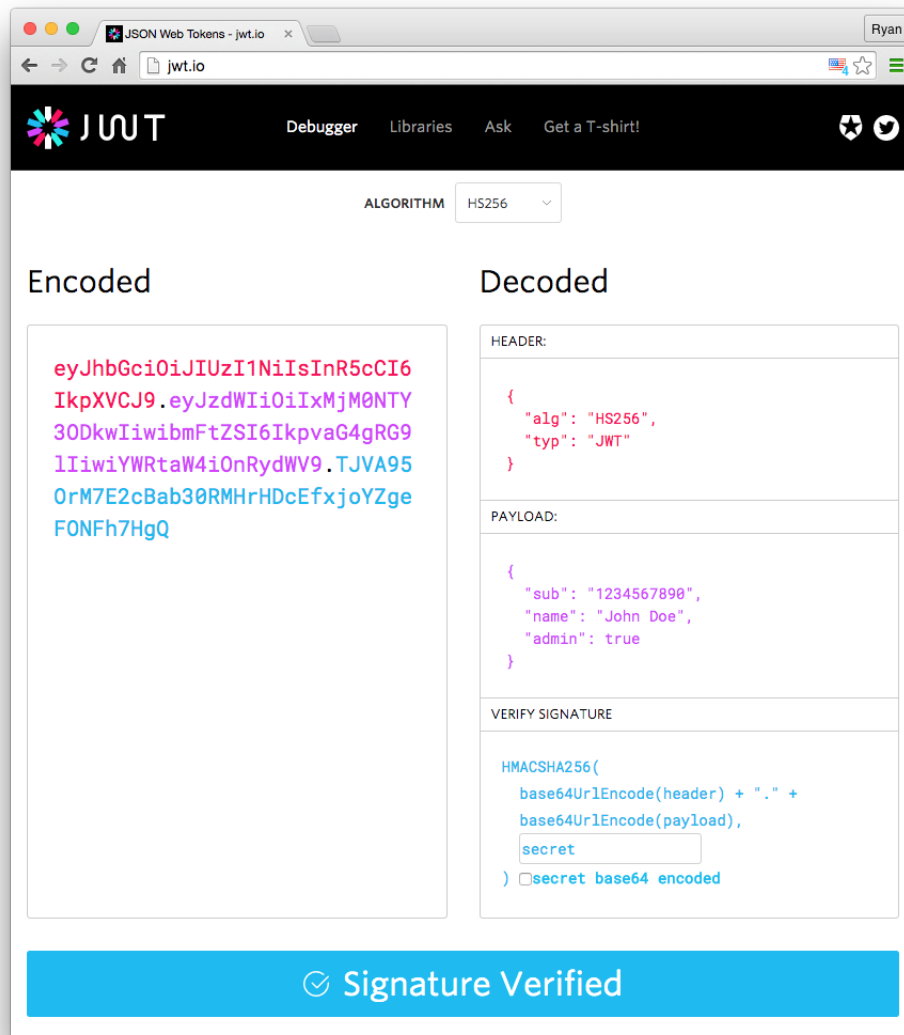
Express je framework pro Node.js, který nám umožňuje jednoduše napsat webovou aplikaci, či API. Těší se velké popularitě, momentálně na 4. místě npm rank¹.

2.2.4 JWT

JWT (JSON Web Token) je standart, který zajišťuje bezpečný přesun informací zapsaných v JSON.

JWT se skládá ze 3 částí:

¹<https://gist.github.com/anvaka/8e8fa57c7ee1350e3491>



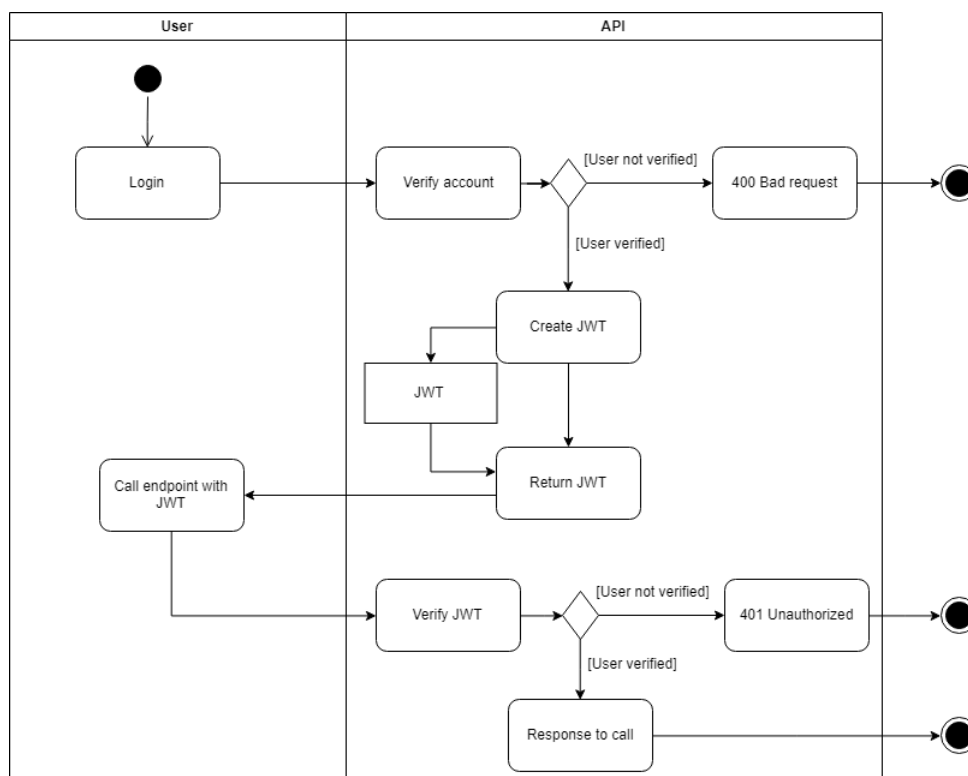
Obrázek 2.1: JWT

- Header
obsahuje typ tokenu a šifrovací algoritmus.
- Payload
obsahuje naše informace a může obsahovat ještě dodatečné informace jako expirace tokenu, vydavatel atd.
- Signature

2. ANALÝZA

obsahuje zakódované předešlé části a secret – náš tajný klíč.

V naší aplikaci využijeme tuto technologii pro ověřování totožnosti uživatelů. Naše aplikace vytvoří JWT po přihlášení a uživatel se jím bude nadále identifikovat



Obrázek 2.2: Proces autorizace

2.2.5 Implementační jazyk

Pro vývoj byl vybrán jazyk TypeScript, který je kompilovatelný do JavaScriptu. Tento jazyk je vyvíjen firmou Microsoft a jeho hlavní myšlenkou je být nadstavbou JavaScriptu, která přidává statické typování a další funkcionalitu.

2.2.5.1 TSLint

TSLint je nástroj pro statickou analýzu kódu TypeScriptu.

2.2.6 PostgreSQL

Pro datovou vrstvu byla vybrána databáze PostgreSQL.

PostgreSQL je objektově-relační databázový systém pod MIT licenci. Je pověstný svou spolehlivostí a vysokou bezpečností. Na PostgreSQL wiki² lze nalézt rozsáhlý seznam dostupného open-source software, sloužícího k administraci a monitoringu PostgreSQL databází. Nejrozšířenější a velmi přehledný je pgAdmin.

2.2.7 TypeORM

<https://typeorm.io>

Jak již název napovídá jedná se o objektově relační mapování, což nám umožní jednodušeji pracovat s databází. TypeORM podporuje PostgreSQL a má npm balíček, který budeme moci využít při implementaci v Node.js.

2.2.8 Dotenv

<https://github.com/motdotla/dotenv>

Tato knihovna umožňuje pracovat s proměnnými prostředí

2.3 Nástroje pro návrh REST API

V této sekci provedeme výběr nejvhodnějšího nástroje, který budeme používat v další kapitole Návrh. Návrh API nám bude rovněž sloužit jako dokumentace, jelikož v návrhu je popsáno co API dělá a jak. Tato dokumentace slouží rozšiřitelnosti API viz nefunkční požadavek.

Vybral jsem pět nejrozšířenějších kandidátů, které nabízí své služby zdarma. Tyto kandidáty ohodnotím výběrovou metodou, na jejímž základě vyberu nejvhodnějšího. Výběrová metoda se bude skládat z ohodnocení nástroje z hlediska následujících metrik:

- Dokumentace nástroje

Je nutnou podmínkou, aby byl nástroj řádně zdokumentován, protože k nástroji budu přistupovat jako laik. Tudiž veškerá funkcionality, která nebude pokryta v dokumentaci jakoby neexistovala.

- Funkčnost
- GitHub repozitář

Na repozitář se budeme dívat z ohledu oblíbenosti (na GitHubu mohou uživatelé dávat hvězdičky repozitářům), posledních commitů a řešených problémů

- Fórum

²https://wiki.postgresql.org/wiki/Community_Guide_to_PostgreSQL_GUI_Tools

2. ANALÝZA

Můžeme narazit na různé problémy, které lze vyřešit na fóru, nebo najít konverzaci na fóru s podobnou tématikou. Budeme tedy hodnotit jak je fórum obsáhlé a jak je živé (poslední příspěvek, rychlost odpovědí).

Popíši každý z vybraných nástrojů a ohodnotím je z pohledu vybraných metrik a na konec dám samostatně metriku GitHub repozitáře.

2.3.1 Swagger

Swagger je sada nástrojů postavená na OpenAPI Specifikaci. OpenAPI Specifikace, dříveji Swagger Specifikace, je sada pravidel, které sémanticky popisují API. Nástroje:

- Swagger editor - editor umožňující psát OpenAPI Specifikaci
- Swagger UI - vizualizuje API dokumentaci
- Swagger Codegen - vygeneruje kód clientské nebo serverové části

Metriky:

- Dokumentace
Dokumentace je rozsáhlá. Abyste mohli psát dokumentaci pro API ve Swaggeru, musíte ovládat OpenAPI Specifikaci. Ta je zde detailně popsána a při jejím čtení jsem si připadal jako když se učím nový programovací jazyk (jsou zde popsány datové typy, dědění a polymorfismus). Dále je zde obsáhlá dokumentace SwaggerHubu, což je webová aplikace, která přináší všechny základní vlastnosti Swaggeru. Dokumentace má tutoriály a díky SwaggerHubu si je můžete rovnou vyzkoušet.
- Funkčnost
- Fórum
<https://community.smartbear.com/t5/Swagger-Open-Source-Tools/bd-p/SwaggerOSTools> a GitHub issues

2.3.2 Apicurio Studio

Apicurio Studio je open-source editor pro OpenAPI specifikaci. Musíte se přihlásit a vaše návrhy REST API se ukládají do vašeho repozitáře na GitHubu, GitLabu nebo Bitbucketu, což se hodí v případě, když na návrhu pracujete společně v týmu. V editoru můžete přepínat mezi interaktivní vizualizací návrhu a jeho JSON/YAML definicí.

- Dokumentace
Dokumentace není nijak obsáhlá a není z ní zjevné, co tento nástroj dokáže a co naopak neumí. Odkaz na vyzkoušení online verze editoru nefungoval (chyba DNS_PROBE_FINISHED_NXDOMAIN).

- Funkčnost
- Fórum
GitHub Issues

2.3.3 API Workbench

API Workbench, narozdíl od výše zmíněných nástrojů, pracuje s RAML. RAML je akronym RESTful API Modeling Language a je to typ souboru podobný YAML, který specifikuje návrh API. API Workbench je v beta verzi a funguje jako balíček pro Atom, což je textový editor.

- Dokumentace
Dokumentace je stručná, přehledná, výstižná. Obsahuje tutoriál jak si napsat návrh pro jednoduché API, ale není zde vidět jak vypadá vizualizovaný návrh. Pro vizualizaci si musíte nainstalovat další nástroj API Designer.
- Funkčnost
- Fórum
<https://forum.raml.org> a GitHub Issues

2.3.4 Apiary

Api editor je založeno na API Blueprint, což je podobně jako OpenAPI Specifikace sada pravidel popisující API. API Blueprint specifikace má vlastní formát APIB, který má syntaxi podobnou Markdownu a využívá MSON³. Apiary disponuje interaktivní dokumentací, webový editor má možnost přepnutí do tmavého režimu. Dále zajišťuje propojení s GitHub repozitářem.

- Dokumentace
Dokumentace pro apiary editor je jedna stránka bez tutoriálu. Obsahuje jak vypadá editor, popis základní funkcionality a seznam klávesových zkratk. Má tedy nejmenší dokumentaci ze všech nástrojů.
- Funkčnost
- Fórum
Nic jako fórum jsem nenašel, pouze FAQ.

³<https://github.com/apiaryio/mson>

2. ANALÝZA

Tabulka 2.1: Metrika GitHub repozitáře

	Swagger	Apicurio Studio	API Workbench
Hvězdičky	9 799	310	219
Poslední commit	14.4.2019	12.4.2019	3.4.2018
Issues otevřené/uzavřené	417/4723	153/456	133/350
Další poznámky		one man show Smíšené různé jazyky - JavaScript 32.7% Java 30.9% TypeScript 22.9%	

2.3.5 GitHub repozitář

Metriku GitHub repozitář jsem zapsal do tabulky Metrika GitHub repozitáře. Nástroj Apiary nemá GitHub repozitář, tudíž ho nemůžu hodnotit. U Swaggeru jsem hodnotil jak repozitář pro editor tak pro UI a to tím způsobem, že hvězdičky jsem zprůměroval, poslední commit je nejposlednější commit obou repozitářů a Issues jsem sečetl. Data jsou ze dne 14.4.2019.

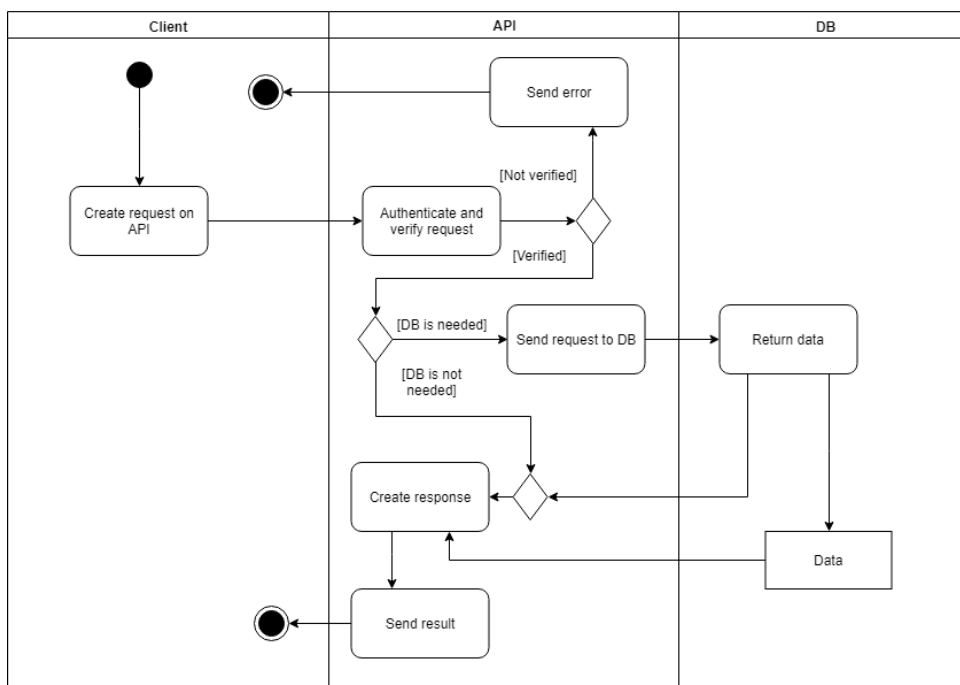
2.3.6 Výsledek výběru nástroje pro návrh API

Vítězem tohoto pomyslného souboje se stal **Swagger**. Vyhrál v kategoriích Dokumentace a GitHub repozitář.

Návrh

V této kapitole provedu návrh REST API na základě analýzy funkčních požadavků. Funkční požadavky Odhlášení a Třídění miniatur nebudeme řešit v tomto návrhu, protože se o ně postará TODO Editor. Odhlášení se provede v aplikaci odstraněním JWT. Třídění miniatur následuje po Zobrazení miniatur po přihlášení, miniatury tedy budou uloženy v aplikaci a o jejich třídění se postará aplikace. Ostatní funkční požadavky jsem uvedl v tabulce pokrytí funkčních požadavků, kde ke každému požadavku je uveden koncový bod API.

Na základě této tabulky jsem vytvořil návrh ve Swaggeru viz příloha.



Obrázek 3.1: Proces volání API

3. NÁVRH

Tabulka 3.1: Pokrytí funkčních požadavků

Funkční požadavek	API endpoint
Přihlášení	GET /login
Smaž model	DELETE /model
Vytvoř nový model	PUT /model
Editovat práva k modelu	POST /model/{modelId}
Editovat práva k projektu	POST /project/{projectId}
Seskupení	POST /group/{groupId}
Žádosti o práva	GET /rights/model/{modelId}
Zobrazení miniatur po přihlášení	GET /miniatures
Zobrazení modelů projektu v určitém čase a počasí	GET /model/{modelId}/time/{time}/weather/{weather}
Ulož všechny změny v projektu	POST /project/{projectId}
Vytvoř kopii modelu	PUT /model
Přidání modelu do projektu	POST /project/{projectId}
Vytvoř nový projekt	PUT /project
Vytvoř kopii projektu	PUT /project
Nahrání modelu z lokálního zařízení	PUT /project

Vývojářské prostředí pro OS Linux

4.1 Příprava vývojářského prostředí

4.1.1 Node.js

Listing 4.1: Instalace Node.js a npm

```
sudo apt install nodejs --Yes
sudo apt install npm --Yes
```

V implementaci je použita verze nodejs 8.10.0 a npm 3.5.2. Vaši verzi si můžete zkontrolovat pomocí následujících příkazů.

Listing 4.2: Zkontrolování verze Node.js a npm

```
nodejs -v
npm -v
```

Příkaz `npm init -y` nám vygeneruje jednoduchý `package.json`. Dále budeme instalovat balíčky. Po příkazu `npm i název balíčku` (viz `command npm help i`) se nám balíček stáhne i s knihovnami, na kterých závisí, do složky `node_modules` a taky se nám zapíše do `package.json` ve formátu "název": "verze". U příkazu `npm i` můžeme přidat `-save-dev`, tímto označíme balíček, že není potřeba pro běh samotné aplikace, takto označíme balíčky potřebné pro vývoj a testování např. `tslint`, `jest`.

`npm i express` nám nainstaluje Express.

`npm i -save-dev typescript` nainstaluje typescript.

`npm i -save-dev tslint` nainstaluje tslint

Vytvoříme si `tsconfig.json` viz <https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/tsconfig-json.html>.

4. VÝVOJÁŘSKÉ PROSTŘEDÍ PRO OS LINUX

```
npm i --save-dev @types/node @types/express
```

4.1.2 PostgreSQL

TBD

4.2 Verzování

Tady popíšu doporučený způsob verzování zdrojových kódů.

Implementace

Testování

Závěr

Literatura

Seznam použitých zkratk

API Application Programming Interface

I/O Input/Output

npm Node.js package manager

IDE Integrated Development Environment

JSON JavaScript Object Notation

OAS OpenAPI Specification

CI Continuous Integration

Obsah přiloženého CD

	readme.txt	stručný popis obsahu CD
	exe	adresář se spustitelnou formou implementace
	src	
	impl.....	zdrojové kódy implementace
	thesis	zdrojová forma práce ve formátu L ^A T _E X
	text	text práce
	thesis.pdf	text práce ve formátu PDF
	thesis.ps	text práce ve formátu PS