

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

Evidenčné číslo: FEI-5384-6041

**TVORBA VIRTUÁLNEHO LABORATÓRIA S
VYUŽITÍM JAVASCRIPT-U NA STRANE SERVERA
DIPLOMOVÁ PRÁCA**

2016

Bc. Erich Stark

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

Evidenčné číslo: FEI-5384-6041

**TVORBA VIRTUÁLNEHO LABORATÓRIA S
VYUŽITÍM JAVASCRIPT-U NA STRANE SERVERA
DIPLOMOVÁ 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. Pavol Bisták, PhD.
Konzultant:	Ing. Pavol Bisták, PhD.

Bratislava 2016

Bc. Erich Stark



ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Študent: **Michal Ližičiar**
ID študenta: 5982
Študijný program: Aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika
Vedúci práce: Ing. Matúš Jókay, PhD.

Názov práce: **Anonymizácia internetového prístupu**

Špecifikácia zadania:

Cieľom práce je vytvoriť zásuvný modul pre internetový prehliadač, ktorý bude schopný buď náhodne alebo selektívne meniť informácie používané na identifikáciu používateľa pri jeho prístupe na cieľový server.

Úlohy:

1. Analyzujte dostupnosť a funkčnosť podobných modulov.
2. Analyzujte informácie používané na identifikáciu používateľa pri prístupe na stránku.
3. Navrhnite, implementujte a otestujte anonymizačný modul pre zvolený internetový prehliadač.

Zoznam odbornej literatúry:

1. YARDLEY, G. Better Privacy. [online]. 2012. URL: <http://nc.ddns.us/BetterPrivacy/BetterPrivacy.htm>.
2. ECKERSLEY, P. A Primer on Information Theory and Privacy. [online]. 2010. URL: <https://www.eff.org/deeplinks/2010/01/primer-information-theory-and-privacy>.

Riešenie zadania práce od: 24. 09. 2012

Dátum odovzdania práce: 24. 05. 2013

Michal Ližičiar

študent



prof. RNDr. Otokar Grošek, PhD.
vedúci pracoviska

prof. RNDr. Gabriel Juhás, PhD.
garant študijného programu

SÚHRN

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Študijný program:	Aplikovaná informatika
Autor:	Bc. Erich Stark
Diplomová práca:	Tvorba virtuálneho laboratória s využitím JavaScript-u na strane servera
Vedúci záverečnej práce:	Ing. Pavol Bisták, PhD.
Konzultant:	Ing. Pavol Bisták, PhD.
Miesto a rok predloženia práce:	Bratislava 2016

Abstrakt prace v slovincine.

Kľúčové slová: virtuálne laboratórium, web, html5, javascript, angularjs, json, mongodb, nodejs, websockets, matlab

ABSTRACT

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

Study Programme:	Applied Informatics
Author:	Bc. Erich Stark
Diploma Thesis:	Virtual laboratory using JavaScript on the server side
Supervisor:	Ing. Pavol Bisták, PhD.
Consultant:	Ing. Pavol Bisták, PhD.
Place and year of submission:	Bratislava 2016

Abstract v anglictine...

Keywords: virtual laboratory, web, html5, javascript, angularjs, json, mongodb, nodejs, websockets, matlab

Vyhlásenie autora

Podpísaný Bc. Erich Stark čestne vyhlasujem, že som diplomovú prácu Tvorba virtuálneho laboratória s využitím JavaScript-u na strane servera vypracoval na základe poznatkov získaných počas štúdia a informácií z dostupnej literatúry uvedenej v práci.

Vedúcim mojej diplomovej práce bol Ing. Pavol Bisták, PhD.

Bratislava, dňa 26.4.2016

.....
podpis autora

Podakovanie

Ďakujem môjmu vedúcemu práce Ing. Pavlovi Bistákovi, PhD. za jeho odbornú pomoc, snahu, zhovievavosť, pripomienky a cenné rady, ktoré mi boli poskytnuté pri vypracovaní diplomovej práce. Tiež sa chcem podakovať Petrovi Širkovi, ktorý mi vnúkol myšlienku využiť modernú technológiu NodeJS. Moja veľká vďaka patrí tiež rodičom za podporu počas celého štúdia a priateľke za trpezlivosť a porozumenie v čase písania tejto práce.

Obsah

Úvod	12
1 Cieľ práce	13
2 Virtuálne laboratória	14
2.1 Prehľad existujúcich virtuálnych laboratórií	16
2.1.1 Nevýhody existujúcich riešení	16
2.2 Komponenty virtuálneho laboratória	17
3 Použité technológie	18
3.1 Matlab R2015b	18
3.1.1 Simulink	18
3.1.2 Komunikácia Matlabu s NodeJS	18
3.2 NodeJS	22
3.2.1 História	22
3.2.2 Architektúra	22
3.2.3 Event loop	25
3.2.4 Možnosti a využitie	26
3.3 Node Package Manager	26
3.3.1 Použitie modulov	27
3.3.2 Vstavané moduly	27
3.3.3 Vytvorenie web servera pomocou HTTP modulu	27
3.4 Express.js	28
3.5 MongoDB	28
3.6 AngularJS	28
3.6.1 Koncept	29
3.6.2 Scope	30
3.6.3 Expressions	31
3.6.4 Data Binding	31
3.6.5 Controller	32
3.6.6 Module	33
3.6.7 Service	34
3.6.8 Bootstrap aplikácie	34
4 Návrh softwarového systému StarkLab	35

5	Implementácia	36
5.1	Referenčný model simulácie	36
5.2	Diagramy	36
5.2.1	Prípad použitia	36
5.2.2	Sekvenčný diagram	37
5.3	Databázový model MongoDB	38
6	Inštalácia vytvoreného riešenia	40
	Záver	41
	Zoznam použitej literatúry	42
	Prílohy	I
A	struktúra elektronického nosica	II
B	Algoritmus	III

Zoznam obrázkov a tabuliek

Obrázok 1	Porovnanie medzi počítačovo riadeným experimentom vľavo a vzdialene riadeným experimentom vpravo.	15
Obrázok 2	HTTP request.	19
Obrázok 3	Architektúra NodeJS platformy.	23
Obrázok 4	Udalostná slučka.	25
Obrázok 5	JSON dokument v MondoDB.	28
Obrázok 6	Koncept frameworku AngularJS.	29
Obrázok 7	Možnosti sledovania modelu v AngularJS.	31
Obrázok 8	Data binding v AngularJS.	32
Obrázok 9	Návrh komunikácie medzi jednotlivými komponentami.	35
Obrázok 10	Diagram prípadu použitia na prácu zo systémom.	36
Obrázok 11	Sekvenčný diagram pre prihlásenie pomocou LDAP.	37
Obrázok 12	Model objektu v JavaScripte, pre vytvorenie záznamu v MongoDB.	38
Obrázok 13	Príklad záznamu simulácie v MongoDB.	39
Tabuľka 1	Porovnanie fyzických, virtuálnych a vzdialených a laboratórií . . .	15
Tabuľka 2	Porovnanie virtuálnych laboratórií vytvorených mimo FEI STU. .	16
Tabuľka 3	Porovnanie virtuálnych laboratórií vytvorených na FEI STU. . .	16

Zoznam skratiek a značiek

VL - Virtual Laboratory

StarkLab - centrálny node.js server

REST - Representational state transfer

URL - Uniform Resource Locator

NPM - Node package manager

LTS - Long term support

API - Application programming interface

I/O - input and output

SSL - Secure Sockets Layer

TLS - Transport Layer Security

RDN - Relative Distinguished Name

Zoznam algoritmov

1	Príklad POST requestu.	20
2	Príklad GET requestu.	21
3	Ukážka controlleru v AngularJS a jeho volanie na HTML elemente.	33
4	Ukážka vytvorenia modulov a pridávania funkcionality do nich.	34
B.1	Ukážka algoritmu	III

Úvod

Praktické cvičenie v laboratóriu je dôležitá súčasť pri procese vzdelávania inžinierov. Ako aj raz povedal starý čínsky filozof Confucius, "Povedz mi a ja zabudnem, nauč ma a ja si spomeniem, ale nechaj ma zúčastniť sa a ja pochopím." Zo skúseností už vieme, že človek sa najrýchlejšie naučí tým, keď si danú vec sám vyskúša niekoľko krát a na tom to najlepšie pochopí ako to funguje. Nanešťastie nie je možné vždy zabezpečiť výskumníkom alebo študentom priamy prístup k reálnym zariadeniam pre vykonanie experimentu. Problémov môže byť viacero: vysoká cena vybavenia laboratória, bezpečnosť na pracovisku v závislosti od experimentu prípadne nedostatok kvalifikovaných asistentov.

V posledných rokoch sa vývoj virtuálnych systémov zvýšil hlavne vďaka technologickej evolúcii softwarového inžinierstva. Pokrok moderných technológií nám dáva solídny základ pri tvorbe, či už všeobecne virtuálnych systémov nápomocných pre online výučbu, alebo konkrétnych virtuálnych laboratórií, kde sa simulujú fyzikálne procesy. Pri experimentoch vykonávaných vo virtuálnom prostredí je možné zdieľať zdroje tohto prostredia na to, aby sa k nemu pripojilo viac užívateľov, ktorý chcú vykonávať rovnaký experiment, čo by pri reálnom zariadení nebolo možné. Vďaka tomu je virtuálne laboratórium vhodným doplnkom štúdia aj výskumu, kde je možné si vyskúšať rôzne variácie experimentu bez ohrozenia na zdraví, prípadne zničenia zariadenia a až potom skúšať na reálnom zariadení ak je to potrebné.

1 Cieľ práce

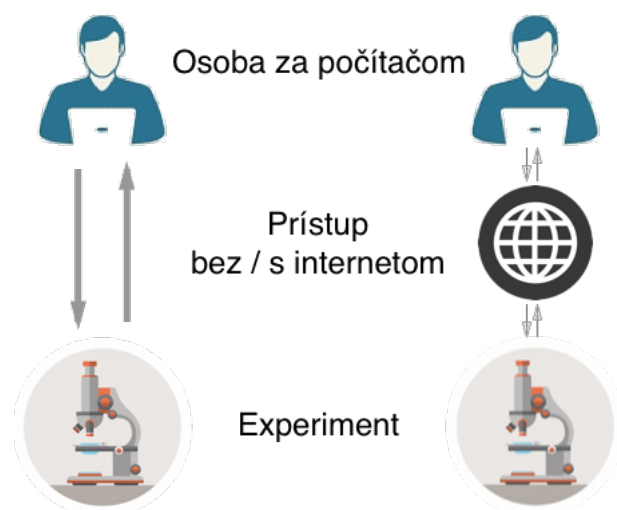
Všeobecným cieľom diplomovej práce je analyzovať existujúce riešenia virtuálnych laboratórií a možností NodeJS pre vytvorenie nového. Na základe zistených možností je potrebné vytvoriť virtuálne laboratórium ako klient-server architektúru, kde server bude NodeJS a klienti matlab a webová aplikácia v prehliadači. Experiment vrámci virtuálneho laboratória prebieha ako simulácia v Matlabe cez rozšírenie Simulink. Táto aplikácia nebude obmedzená len na lokálnu sieť, ale bude prístupná aj z internetu. Klient aj server bude vytvorený v dynamicky typovanom jazyku JavaScript. Údaje z experimentu sa budú zasielať z Matlabu na server cez websockets, kde môžu byť následne spracované a uložené do databázy, alebo zaslané klientovi do prehliadača.

2 Virtuálne laboratória

V dobe keď internet ešte nebol rozšírený, experimenty sa robili vo fyzických laboratóriách. Bolo potrebné dodržiavať isté bezpečnostné predpisy, kvôli možnému úrazu osoby alebo možnému poškodeniu nástrojov.

Vzdialenosť a hlavne nedostatok finančných zdrojov nám sťažuje podmienky pri testovaní experimentov, hlavne v prípadoch keď je potrebné mať pokrokové sofistikované nástroje. Ďalší problém s ktorým sa stretávame je nedostatok kvalitných lektorov. V dnešnej dobe existujú online kurzy, ktoré poskytujú aj video ukážky, ale to tento problém rieši len čiastočne. Vždy bolo výzvou vykonávanie spoločných experimentov viacerými inštitúciami súčasne a zároveň zdieľanie nákladov na prostriedky. V súčasnej dobe internetu a počítačových technológií už tieto obmedzenia nemusia trápiť študentov ani výskumníkov. Internet umožnil to, že experimenty môžu byť štruktúrované tak, aby boli ovládané a prezerané na diaľku. Práve to by pomohlo v učení v základných ale aj pokročilých konceptoch prostredníctvom vzdialeného experimentovania. V súčasnosti veľa vybavenia už poskytuje rozhranie pre pripojenie počítača a spracovanie dát z neho. Vďaka tomu je možné navrhnúť experimenty, ktoré pomôžu študentom pri učení. Experimentovanie cez internet umožňuje využívanie zdrojov, znalostí, software a dát z internetu narozdiel od fyzických experimentov, ktoré by vznikali súčasne na rôznych miestach.[22]

V tejto práci sa budeme zaoberať tvorbou virtuálneho laboratória (ďalej len VL). Predtým ako si popíšeme detailné fungovanie technológií pre vytvorenie VL, si musíme vysvetliť čo považujeme za VL, pochopiť aké hodnoty nám môže priniesť, ale samozrejme aj tie ktoré nemôže. Vo všeobecnosti môžeme povedať že VL je počítačový program, kde študenti sú v interakcii s experimentom prostredníctvom počítača. Typický príklad je simulácia experimentu, kedy je študent v interakcii s naprogramovaným rozhraním. Ďalšia možnosť je diaľkovo ovládaný experiment, kde študent je v interakcii s reálnym zariadením cez počítačové rozhranie, napriek tomu že sa nenachádza pri ňom. Keď vylúčime druhú variantu tak si môžeme utvoriť definíciu nasledovne: *Virtuálnym laboratóriom voláme to, keď je študent študent v interakcii s experimentom, ktorá je od neho fyzicky vzdialená alebo nemá za sebou žiadnu fyzickú realitu.*[5]



Obrázok 1: Porovnanie medzi počítačovo riadeným experimentom vľavo a vzdialene riadeným experimentom vpravo.

Po vysvetlení čo je VL sa pozrieme na výhody, ktoré nám môže priniesť. Sú popísané v bodoch v *tabuľke č.1*. Človek často radí medzi "výhody" to, že môže nahradiť fyzické laboratória. Lenže to medzi výhody nepatrí. Nie je možné nahradiť skúsenosti z fyzickej práce zo zariadením VL aj keď je to lepšie ako žiadna skúsenosť. VL by nemalo byť vnímané tak, že poskytuje maximálnu možnú skúsenosť.

Typ laboratória	Výhody	Nevýhody
Fyzické	realistické dáta interakcia s reálnym zariadením lepšia spolupráca interakcia s lektorom	obmedzenia na čas a mieste potrebné plánovanie prístupu nákladnosť experimentu potrebný lektor
Virtuálne	dobré pre vysvetlenie konceptu bez obmedzenia na čas a miesto interaktívne médium nízke náklady	idealizované dáta nedostatok spolupráce bez interakcie s reálnym zariadením
Vzdialené	interakcia s reálnym zariadením kalibrácia realistické dáta bez obmedzenia na čas a miesto stredné náklady	"virtuálna" prítomnosť v laboratóriu

Tabuľka 1: Porovnanie fyzických, virtuálnych a vzdialených a laboratórií

2.1 Prehľad existujúcich virtuálnych laboratórií

V dobe písania tohto dokumentu existuje množstvo rôznych virtuálnych/vzdialených laboratórií, ktoré používajú zahraničné školy pre výučbu alebo výskum. V práci [7] je zoznam veľmi používaných laboratórií, ktoré sú prístupné cez internet. Porovnanie funkcionality a využitých technológií je možné vidieť v *tabuľke č.2*.

Názov	Klient	Server	Prevedenie
Weblab-DEUSTO	AJAX, Flash, Java applets, LabVIEW, Remote panel	Web services, Python, LabVIEW, Java, .NET, C, C++	Xilinx-VHDL, LabView
NCSLab	AJAX, Flash	PHP	Matlab, Simulink
ACT	HTML, Java Applets	PHP	Matlab, Simulink
LabShare Sahara	AJAX, Java applets	Web services, Java	Java
iLab	HTML, ActiveX, Java applets	Web services, .NET	LabVIEW
RECOLAB	HTML	PHP	Matlab, Simulink
SLD	AJAX, HTML	Web services, PHP	Matlab, Simulink

Tabuľka 2: Porovnanie virtuálnych laboratórií vytvorených mimo FEI STU.

Následne som preskúmal možnosti existujúcich riešení v *tabuľke č.3*, ktoré boli vytvorené na Fakulte elektrotechniky a informatiky STU.[2][1][6][23][21]

Rok vypracovania	Autor	Prevedenie	Spôsob komunikácie	Klient	Server
2011	Roman FARKAŠ	Matlab Simulink Reálna sústava	JMI, sockets	Java	Java
2012	Tibor BORKA	Matlab Simulink Reálna sústava	WCF	.NET, WPF	.NET
2014	Michal KUNDRÁT	Matlab Simulink	JMI, SOAP	HTML, JS	Tomcat, Java, JSF, EJB3, MySQL
2014	Tomáš ČERVENÝ	Matlab Simulink	JMI, HTTP	Mobilné HTML, JS	Jetty, Java
2015	Štefan VARGA	Matlab Simulink	COM, HTTP	HTML, JS	PHP, .NET

Tabuľka 3: Porovnanie virtuálnych laboratórií vytvorených na FEI STU.

2.1.1 Nevýhody existujúcich riešení

Pri tvorbe softwarového systému, či už všeobecne, alebo v našom prípade virtuálneho laboratória je vhodné preskúmať možnosti existujúcich riešení. Robí sa to kvôli tomu, aby sme sa pri návrhu vyvarovali rôznym chybám ktoré môžu nastať, alebo technológiám, ktoré už časom zastarali. V dnešnej dobe je vývoj nových technológií neskutočne rýchly. Takúto analýzu existujúcich riešení sme spravili v predchádzajúcej sekcii. Naša téma je zameraná na vytvorenie multiplatformového riešenia, kde nie je možné využiť WCF ani COM technológie ako v predchádzajúcich riešeniach. JMI je zase vhodné len pre riešenie, kde sa využíva Java. Pre server nie je možné využiť technológie LabVIEW, .NET (momentálne je vo vývoji multiplatformová verzia). Čo sa týka klientských riešení tak Flash,

ActiveX, Java applets už nie sú podporované v prehliadačoch, taktiež ich nie je vhodné použiť.

2.2 Komponenty virtuálneho laboratória

Počet existujúcich laboratórií je veľký, ale väčšinou nie je možné zaručiť kompatibilitu, pretože tu neexistuje žiadny štandard. Ale vždy je možné identifikovať základné komponenty, ktoré tieto VL využívajú. Niektoré z nich môžu byť dokonca využité viac krát.[16]

1. Samotný experiment
2. Zariadenie umožňujúce kontrolu experimentu a získavanie hodnôt z neho.
3. Laboratórny server, ktorý zabezpečí kontrolu, monitorovanie a spracovanie dát z experimentu.
4. Server, ktorý zabezpečí prepojenie medzi vzdialenými užívateľmi a laboratórneho servera, zvyčajne prostredníctvom internetu.
5. Webová kamera pripojená k serveru, ktorá môže byť použitá pre vzdialeného užívateľa ako vizuálna a zvuková spätná väzba o stave experimentu.
6. Nástroje umožňujúce viac užívateľské audio, video a chat komunikáciu.
7. Klientské zariadenia, ktoré sa pripoja vzdialene k experimentu. Väčšinou sa jedná o webovú aplikáciu alebo java aplikáciu.

Je ale dôležité si uvedomiť, že na vytvorenie laboratória nepotrebujeme všetky tieto komponenty, resp. môžeme využiť aj iné, ktoré sa nám dokonale hodia. Niekedy sa používa napr. aj databázový server ak chceme experimenty ukladať a spracovávať neskôr. Tak isto je potrebné uvedomiť si, aký typ VL chceme vytvoriť. Určite budú rozdiely pri návrhu jednougávateľského VL narozdiel od viacougávateľského dokonca s viacerými experimentami súčasne. Treba myslieť na to, ako vhodne vyriešiť škálovateľnosť, možné problémy s bezpečnosťou, viacougávateľský prístup, ostatné problémy prístupnosti a podobne.

3 Použité technológie

V predchádzajúcich kapitolách sme popísali ciele, čo chceme vlastne dosiahnuť. Ďalej sme analyzovali možnosti virtuálnych laboratórií a porovnali už s existujúcimi riešeniami. V tejto sekcii budú v krátkosti rozpísané použité technológie. Je samozrejmé, že nie je možné ku každej popísať všetky jej možnosti, ale budeme sa venovať hlavne tým, ktoré plánujeme využiť aj v implementácií.

3.1 Matlab R2015b

Milióny inžinierov a vedcov na celom svete používajú MATLAB na analýzu a návrh systémov a produktov ktore menia náš svet. MATLAB sa používa v automobilových systémoch, vesmírnych staniciach, smart sieti, mobilých sieťach LTE alebo aj v škole na štúdium. Ďalej sa používa pre strojové učenie, spracovanie signálu, spracovanie obrazu, počítačové videnie, komunikácie, finančníctvo, riadenie, robotika a mnoho ďalších využití. Celá platforma MATLAB je optimalizovaná pre riešenie inžinierskych a vedeckých problémov. Jazyk MATLABu je založený na práci s maticami. Je považovaný za najprirodzenejší spôsob ako počítať matematické úlohy. Pomocou integrovanej grafickej knižnici je možné vizualizovať a získať výsledky z dát. MATLAB integruje aj množstvo toolboxov, ktoré pomáhajú priamo začať s algoritmami, ktoré potrebujeme pre našu doménu.[8]

3.1.1 Simulink

Matlab obsahuje viacero integrovaných nástrojov a jeden z nich je aj Simulink. Je to grafické rozhranie, v ktorom je možné modelovať, simulovať a potom aj analyzovať dynamické systémy. Jeho hlavné rozhranie je grafické plátno, kde môžeme spájať jednotlivé bloky do diagramu. Simulink vie úzko spolupracovať s matlabom, dokonca môže byť odtiaľ aj skriptovaný, resp. počiatočná inicializácia hodnôt. Matlab a simulink sú vlastne dve prostredia integrované do jedného software. Čiže je možné simulovať a analyzovať náš model v každom kroku simulácie v oboch prostrediach. Simulink väčšinou spúšťame priamo z Matlabu.

3.1.2 Komunikácia Matlabu s NodeJS

Simulácia dynamickej sústavy, ktorá sa spustí v Simulinku môže odosielať výsledné dáta do Matlab workspace. Odtiaľ ich budeme chcieť posilať do NodeJS na ďalšie spracovanie. V matlabe existuje viacero možností získania dát z workspace.

COM (Component Object Model) je prvá z technologických možností. COM bolo vytvorené spoločnosťou Microsoft, čiže toto riešenie je obmedzené len na Windows platformu. Použí-

vajú sa na prepojenie rôznych aplikácií podporujúcich túto technológiu. Tieto objekty môžu byť vytvorené pomocou rôznych programovacích jazykov ako napr. C++ alebo Java.[11]

Kým idea COM je celkom jasná, terminológia až toľko nie. *COM object* je softwarový komponent, ktorá zodpovedá Component Object Model. COM vnucuje zapuzdrenie objektu a tým predchádza pred priamym prístupom do dát a implementácie. COM objekt poskytne rozhranie, ktoré obsahuje premenné, metódy a udalosti. *COM client* je program, ktorý používa COM objekty. COM objekty, ktorý poskytujú funkcionality pre použitie sú volané COM server. COM server môže byť in-process alebo out-of-process. Príklad out-of-process servera je napríklad Microsoft Excel. *Microsoft ActiveX control* je typ in-process COM servera, ktorý vyžaduje kontajner. ActiveX zvyčajne poskytuje užívateľské rozhranie. Príkladom môže byť Microsoft Calendar control. Control container je aplikácia schopná poskytovať ActiveX prvky. Matlab figure okno alebo Simulink model su tiež príklady control kontajnerov. Matlab môže byť použitý aj ako COM klient aj ako COM automation server.[9]

Websockets popisat matlab webscokety – narocnejsie implementovat, pretoze nie je nativna implementacia

RESTful web service Medzi najmodernejšie možnosti komunikácie Matlabu s vonkajškom patria jednoznačne RESTful služby. REST (representational state transfer) je softwarový architektonický štýl, pomocou ktorého vieme posielať a získavať dáta zo serveru. REST komunikuje pomocou HTTP/HTTPS protokolu a zväčša sa používa na CRUD aplikácie, čiže tam kde chceme robiť CREATE, READ, UPDATE, DELETE operácie. Dáta je možné vymieňať medzi klientom a serverom cez *JSON* alebo *XML* správ. Pre jednoduchšie projekty sa používajú skôr JSON, hlavne ak sa majú spracovávať JavaScriptom. Výhodou RESTful v tomto riešení je to, že je priamo implementované v Matlabe a nie je potrebné inštalovať ďalšie knižnice a toolboxy.



Obrázok 2: HTTP request.

Na obrázku č.2 vidíme ako vyzerá HTTP request. V položke *<VERB>* sa nachádza jedna z HTTP metód GET, PUT, POST, DELETE, OPTIONS, ... V *<URI>* je zase linka na zdroj, nad ktorým sa bude vykonávať daná operácia. *<HTTP version>* je verzia HTTP, vo všeobecnosti to bude "HTTP v1.1" ale môže byť aj "HTTP v2.0" v novších systémoch.

<Request Header> obsahuje metadáta ako kolekciu párov "key" : "value" hlavičky. Tieto nastavenia obsahujú informáciu o správe a jej odosielateľovi ako typ klienta, aký formát podporuje klient, typ formátu správy tela, nastavenia cache pre odpoveď a mnohé ďalšie informácie.

<Request Body> je aktuálny obsah správy. V RESTful službách je toto miesto, kde sa nachádza obsah správy, ktorý sa vymieňa medzi klientom a serverom. V tejto časti nie sú žiadne tagy ani značky pre učenie začiatku alebo konca správy.[20]

Algoritmus 1 Príklad POST requestu.

```
POST http://MyService/Person/
Host: MyService
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Content-Length: 123
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<Person>
  <ID>1</ID>
  <Name>M Vaqqas</Name>
  <Email>m.vaqqas@gmail.com</Email>
  <Country>India</Country>
</Person>
```

Algoritmus 2 Príklad GET requestu.

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Sat, 23 Aug 2014 18:31:04 GMT
Server: Apache/2
Last-Modified: Wed, 01 Sep 2004 13:24:52 GMT
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 32859
Cache-Control: max-age=21600, must-revalidate
Expires: Sun, 24 Aug 2014 00:31:04 GMT
Content-Type: text/html; charset=iso-8859-1
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns='http://www.w3.org/1999/xhtml'>
<head><title>Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1</title></head>
<body>
...
```

V ukážke POST requestu č.1 zasielame serveru XML s údajmi o novej osobe. V ukážke GET requestu č.2 je vidieť, že server vráti obsah HTML stránky na ktorú bola požiadavka vytvorená.

Teraz keď sme si vysvetlili v stručnosti ako fungujú RESTful služby, tak sa dostávame k tomu ako ich je možné využiť z Matlabu. Matlab poskytuje viacero funkcií na prácu s REST ako *weboptions*, *webread*, *webwrite*.

Objekt *weboptions* slúži na špecifikáciu parametrov pre RESTful službu. V Matlabe sa volá príkazom *options = weboptions* alebo *options = weboptions(Name, Value)* pričom *Name* je názov parametra, ktorý chceme nastaviť a *Value* jeho hodnota.

Je možné nastaviť tieto parametre: *CharacterEncoding*, *UserAgent*, *Timeout*, *Username*, *Password*, *KeyName*, *KeyValue*, *ContentType*, *ContentReader*, *MediaType*, *RequestMethod*, *ArrayFormat*. Ak chceme zobrazíť objekt *weboptions*, tak namiesto hesla tam budú hviezdičky. Každopádne, objekt ukladá heslo ako čistý text. V prípade keď zavoláme túto vlastnosť v Matlabe cez *options.Password* tak heslo bude viditeľné.??

Objekt *webread* číta obsah z REST služby, na ktorú sme mu poskytli URL cestu a vráti obsah ako štruktúru do požadovanej premennej. Existujú tri najpoužívanejšie možnosti použitia. *data = webread(url)* kde parameter *url* je refazec, v ktorom sa nachádza odkaz na REST službu. *data = webread(url, QueryName1, QueryValue1, ..., QueryNameN, QueryValueN)* s parametrami *url* a *QueryName*, *QueryValue* ktoré pridá ako parametre do *url* volania. *data = webread(____, options)* kde môžeme špecifikovať aj *weboptions* objekt.??

A posledný objekt *webwrite*. Ako aj v predchádzajúcom prípade obsahuje rovnaké metódy s parametrami. *response = webwrite(url, PostName1, PostValue1, ..., PostNameN, PostValueN)* zapíše obsah na špecifikovanú url a vráti response. *response = webwrite(url, data)* zapíše obsah na špecifikovanú url a vráti response. Vstupný parameter data špecifikuje obsah, ktorý je uložený ako pole. *response = webwrite(____, options)* zapíše obsah na špecifikovanú url a vráti response.

3.2 NodeJS

Na stránke platformy (<http://www.nodejs.org>) je definovaný Node ako "platforma založená na JavaScript runtime, ktorý je v Chrome pre jednoduchú tvorbu rýchlych, škálovateľných sieťových aplikácií. NodeJS používa udalosťami riadený, neblokujúci I/O model, ktorý ho robí nenáročný a efektívny, perfektný pre real-time aplikácie." V súčasnosti patrí medzi najpopulárnejšie JavaScript technológie.

Vďaka jeho súčasnej stabilite ho používa v produkcii mnoho svetových firiem, napríklad eBay, GoDaddy, Microsoft, PayPal, Uber, Yahoo...

3.2.1 História

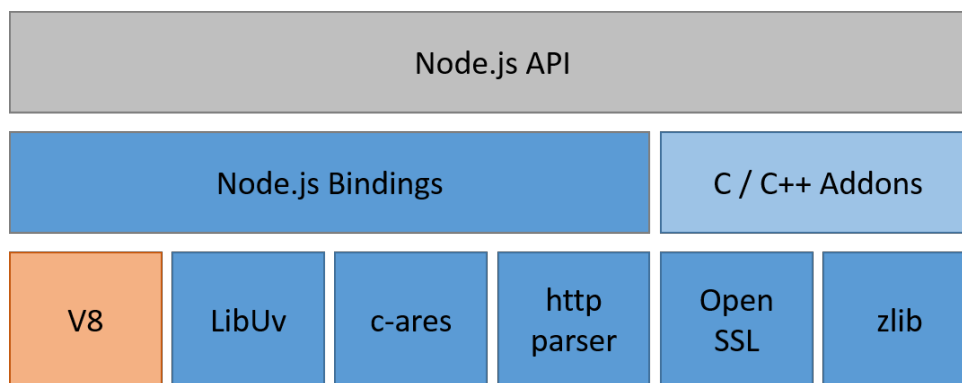
Vytvoril ho Ryan Dahl v roku 2009 a bol dostupný iba pre Linux. Vývoj a údržba bola vedená jeho zakladateľom a neskôr sponzorovaná firmou Joyent. NodeJS sa skladá z JavaScriptového engine V8 od Google, event loop a nízko úrovňové I/O API. V roku 2011 bol vytvorený správca balíkov pre NodeJS volaný NPM (Node Package Manager). Umožňuje programátorom publikovať, zdieľať zdrojový kód modulov a bol navrhnutý tak, aby zjednodušoval inštaláciu, aktualizáciu alebo odinštalovanie modulov. Neskôr v júni 2011, Microsoft a Joyent spolupracovali na implementácii natívnej verzii NodeJS pre Windows. V roku 2014 vznikli nezhody pri vývoji, tak Fedor Indutny spravil fork NodeJS a vytvoril ioJS. Na rozdiel od NodeJS autorov, chcel udržiavať ioJS aktuálny súčasne s poslednou verziou V8 JavaScript enginu. Po dohode bola vytvorená NodeJS Foundation, ktorá zastrelila vývoj, a spojila NodeJS v0.12 a ioJS v3.3 do NodeJS 4.0, aby spojila znovu komunitu. Táto verzia priniesla V8 ES6 novinky do NodeJS a súčasne sa vytvorila aj verzia LTS vhodná pre produkčné nasadenie, ktorá má dlhší vývojový cyklus a prijíma len opravy chýb.[13]

3.2.2 Architektúra

V prvom rade by som spomenul kľúčové vlastnosti NodeJS. **Asynchronné a udalosťami riadené API**, čo znamená, že neblokuje vykonávanie nasledujúcich volaní. V podstate to znamená, že server založený na NodeJS nikdy nečaká, kým API vráti data. Server sa presunie na ďalšie volanie a vďaka pomoci notificačného mechanizmu udalostí získa

server odpoveď z prechádzajúceho volania. Je **jednovláknový a vysoko škálovateľný** vďaka udalostnej slučke. Udalostný mechanizmus pomôže serveru vrátiť odpoveď tak aby nebol blokujúci a robí server vysoko škálovateľný oproti tradičným serverom, ktoré vytvárajú limitovaný počet vlákien na spracovávanie požiadaviek. NodeJS spustí jednovláknový program, ktorý môže poskytnúť službu omnoho väčšiemu počtu požiadaviek ako tradičný server Apache HTTP. Aplikácie sú **bez vyrovnávajúcej pamäte**, čiže jednoducho posielajú údaje na výstup v malých blokoch.

Ako sme už spomenuli, tak platforma NodeJS sa skladá z viacerých častí. Bolo by možné ju rozdeliť ešte na menšie časti, ale toto je základný pohľad na obrázku č.3.



Obrázok 3: Architektúra NodeJS platformy.

Na vrchole obrázku máme základné NodeJS API. Je napísané v JavaScripte a je priamo dostupné programátorom, pre využitie v ich aplikáciach. Pod základným API je knižnica, ktorá viaže C/C++ s JavaScriptom. NodeJS tiež poskytuje doplnky (addons), čo sú dynamicky linkované zdieľané objekty. Tie sa viažu na C/C++ knižnice. To znamená, že môžeme využiť skoro hocikakú C/C++ knižnicu a vytvoriť z nej doplnok, ktorý použijeme v NodeJS.

Pod týmto všetkým máme už len natívne knižnice vytvorené v C/C++:

V8 je open source JavaScript engine, ktorý bol vytvorený pre Google Chrome. Je napísaný v C++ a je možné ho spustiť samostatne alebo v hocikakej C++ aplikácii. V podstate kompiluje JavaScript kód do natívneho strojového kódu, namiesto toho, aby bol interpretovaný.

Libuv je multiplatformová podporná knižnica so zameraním na asynchrónne I/O operácie. Zo začiatku NodeJS začal používať *libuv* ako abstrakčnú vrstvu pre *libev* a *libio*, ale neskôr sa libuv stala robustnejšou a nahradila túto funkcionálnosť, aby sa mohla

stať multiplatformovou. Keď V8 spravuje vykonávanie JavaScriptu, tak libuv spravuje udalostnú slučku (event loop) a asynchrónne I/O operácie. V tomto zozname vidíme všetky možnosti *libuv*:

- plnohodnotnú udalostnú slučku, ktorú tvorí epoll, kqueue, IOCP a udalostné porty,
- asynchrónne TCP a UDP sockety,
- asynchrónne DNS,
- asynchrónne operácie nad súborom a súborovým systémom,
- udalosti nad súborovým systémom,
- preklad ANSI kódov kontrolovaných cez TTY,
- IPC so zdieľaním socketu s využitím Unix socketov alebo pomenované kanály (Windows),
- detské procesy,
- vlákna a synchronizáciu,
- riadenie signálov,
- hodiny s presným časovaním (high resolution clock).

c-ares je C knižnica pre asynchrónne DNS žiadosti vrátane prekladanie názvov. Je určená pre aplikácie, ktoré potrebujú vykonávať dotazy na DNS bez blokovania, alebo je potrebné vykonať niekoľko dotazov paralelne.

http_parser je parser pre požiadavky a odpovede HTTP napísaný v C. Nerobí žiadne systémové volania ani alokácie, neukladá dáta do vyrovnávacej pamäte, môže byť zrušený okamžite. Jeho hlavné vlastnosti sú:

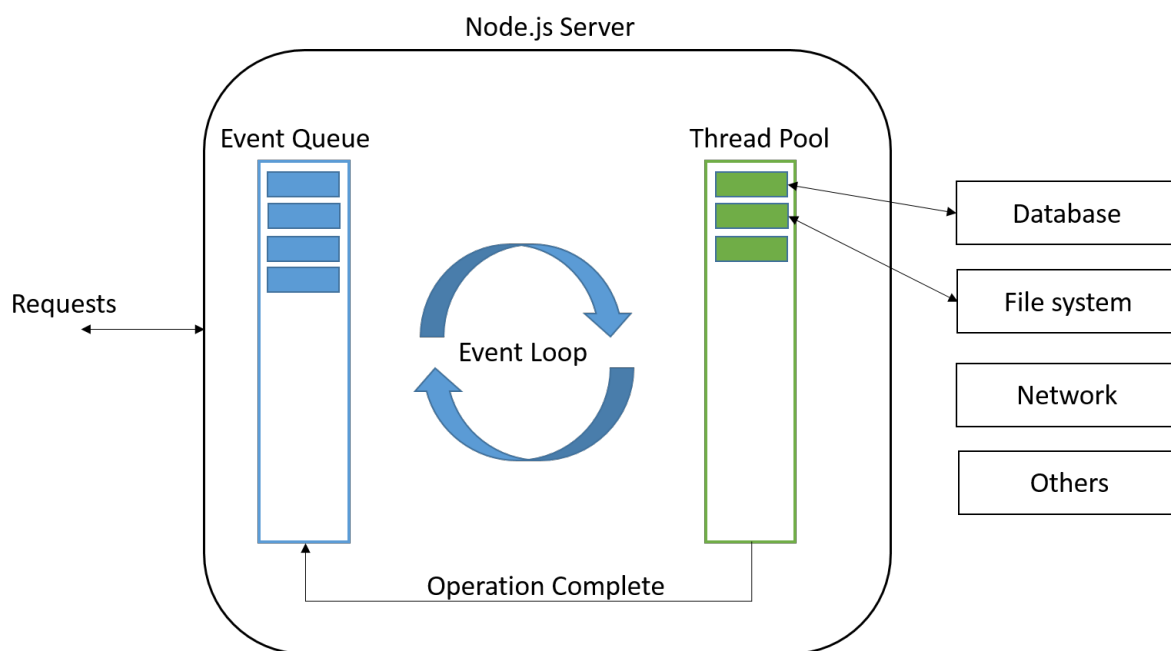
- žiadne závislosti,
- udržiava trvalý stream
- dekodovanie blokového kódovania,
- chráni buffer proti útokom.

OpenSSL je open source implementácia SSL v2/v3 a TLS v1 protokolov ako aj kryptografickú knižnicu pre všeobecné účely. Je založená na SSLeay knižnici. Tá poskytuje všetky potrebné kryptografické metódy ako je hash, hmac, cipher, decipher, sign a verify metódy.

Zlib je všeobecná knižnica na kompresiu dát napísaná v C.[14]

3.2.3 Event loop

Udalostná slučka dáva NodeJS možnosť zvládnuť veľké množstvo súčasných požiadaviek aj keď je spustený v "jednom vlákne". V každej udalostne riadenej aplikácii je vo všeobecnosti hlavná slučka ktorá počúva a čaká na udalosti a keď udalosť je zaregistrovaná tak sa zavolá callback funkcia. Na obrázku č.4 je zjednodušený pohľad na to, ako to funguje vrámci NodeJS.



Obrázok 4: Udalostná slučka.

Udalostná slučka jednoducho prechádza cez frontu čo je vlastne zoznam udalostí a callbackov vykonaných operácií. Všetky I/O operácie sú vykonané asynchrónne vláknami vo "vláknovom stacku" (thread pool). Tu zohráva dôležitú rolu libuv. Ak nejaká položka vyžaduje I/O operáciu, tak udalostná slučka jednoducho prenechá operáciu do vláknového stacku. Udalostná slučka pokračuje vo vykonávaní položiek v udalostnej fronte. Keď je I/O operácia hotová, tak callback je zaradený na spracovanie. Udalostná slučka vykoná callback a poskytne požadované výstupy. A takto sa celý proces opakuje.[15]

3.2.4 Možnosti a využitie

Na základe popísaných základných častí NodeJS v predchádzajúcich sekciách si ukážeme možnosti využitia, resp. výhody a nevýhody.[14]

Výhody

- asynchrónne I/O - vhodné pre webové a sieťové aplikácie,
- rôzne možnosti škálovania,
- programovací jazyk je JavaScript, čiže rovnaký jazyk aj pre backend aj frontend,
- jednoducho je možné s ním začať na rozdiel od Javy alebo .NET, stačí len zmeniť myslenie na asynchrónne,
- veľmi aktívna komunita, ktorá zdieľa množstvo kódu na verejných repozitároch ako github,
- rýchlo rastúca NPM komunita s množstvom modulov pripravených na použitie.

Nevýhody

- veľmi neefektívne pre úkony náročné na CPU, ako generovanie reportov, analýzy, výpočty...
- použitím udalostami riadenej metodológie bez pochopenia prístupu môže viesť k nevhodne napísaným kódom (napr. "callback hell"),
- neexistuje veľa štandardných knižníc ako pri Java, .NET platforme ako sú napr. XML parsery, alebo zložitejšie dátové štruktúry.

Teda NodeJS nie je vhodný na všetko, vždy záleží od konkrétnej potreby. Čiže ak potrebujeme streaming alebo rýchly upload súborov, real-time údaje, single page aplikácie, websockety tak je na takéto úlohy vhodný. Vo všeobecnosti všade kde sa používa I/O operácie, tak vie zvládnuť veľké množstvo súčasných spojení.[18]

3.3 Node Package Manager

NodeJS po nainštalovaní obsahuje aj *NPM* (Node Package Manager). NPM je program, ktorý sa spúšťa z príkazového riadku, pomocou ktorého vieme sťahovať moduly z centrálného repozitára (<https://www.npmjs.org>). Rovnako aj môžeme vytvoriť vlastný modul a uložiť ho do repozitára.

Každý modul by mal mať vlastný adresár, ktorý tiež obsahuje súbor s metadátami volaný

package.json. V tomto súbore musí byť nastavené aspoň tieto dve vlastnosti: *name*, *version*.^[17]

```
{
  "name": "my-awesome-nodejs-module",
  "version": "0.0.1"
}
```

3.3.1 Použitie modulov

Vo všeobecnosti sú tri možnosti ako použiť moduly, ktoré už existujú. Všetky tri zahŕňajú manažéra na spravovanie balíkov:^[17]

- môžeme nainštalovať špecifický modul manuálne tak, že sa presunieme do požadovaného priečinka a zavoláme v termináli *npm install nazov-modulu*. Správca balíkov automaticky nainštaluje poslednú verziu modulu a vloží ju do priečinka *node_modules*. Ak ho chceme použiť, nepotrebujeme volať celú cestu, ale len *require(nazov-modulu)*.
- inštalácia modulu globálne vďaka *-g* značke v príkaze. *npm install nazov-modulu -g*. Je to vhodnejšie používať skor na vývojové nástroje ako na bežné moduly.
- posledná možnosť je zavolať *npm install* nad priečinkom kde sa nachádza už predtým spomínaný *package.json* a obsahuje v sebe vlastnosť *dependencies*

```
{
  "name": "another-module",
  "version": "0.0.1",
  "dependencies": {
    "my-awesome-nodejs-module": "0.0.1"
  }
}
```

3.3.2 Vstavane moduly

NodeJS je považovaný za technológiu, pomocou ktorej môžeme tvoriť backend aplikácie. Často potrebujeme robiť rôzne úlohy. V NodeJS existujú veľmi nápomocné moduly, ktoré môžeme využiť.^[17]

3.3.3 Vytvorenie web servera pomocou HTTP modulu

Modul *http* patrí medzi veľmi používané, pretože vďaka nemu spustíme web server na konkrétnom porte.

```
var http = require('http');
http.createServer(function (req, res) {
  res.writeHead(200, {'Content-Type': 'text/plain'});
  res.end('Hello World\n');
}).listen(9000, '127.0.0.1');
console.log('Server running at http://127.0.0.1:9000/');
```

Máme dostupnú metódu *createServer*, ktorá vracia nový web server objekt. Vo väčšine prípadov zavoláme aj metódu *listen*. Ak je potrebné tak pomocou *close* zastavíme príchod nových požiadaviek. Callback funkcia, ktorú tam využívame, vždy má *request* (req) a *response* (res) objekty. Prvý objekt môžeme použiť na získanie informácií o prichádzajúcich požiadavkách ako napr. *GET*, *POST* parametre.[17]

3.4 Express.js

3.5 MongoDB

MongoDB je multi platformová dokumentovo orientovaná databáza. Je klasifikovaná ako NoSQL databáza, čiže nepoužíva klasickú štruktúru ako v relačnej databáze na báze tabuliek, ale objekty vo forme JSON dokumentov s dynamickými schémami (v MongoDB sa volá tento formát BSON). Vďaka ukladaniu JSON dokumentov je možné ukladať dáta z rôznych aplikácií rýchlejšie a jednoduchšie.[12]

```
{
  name: "sue",
  age: 26,
  status: "A",
  groups: [ "news", "sports" ]
}
```



Obrázok 5: JSON dokument v MondoDB.

Na obrázku č.5 je príklad dokumentu, ktorý sa ukladá do MongoDB, v jednoduchých prípadoch nie je vidieť žiadny rozdiel oproti klasickému JSON.

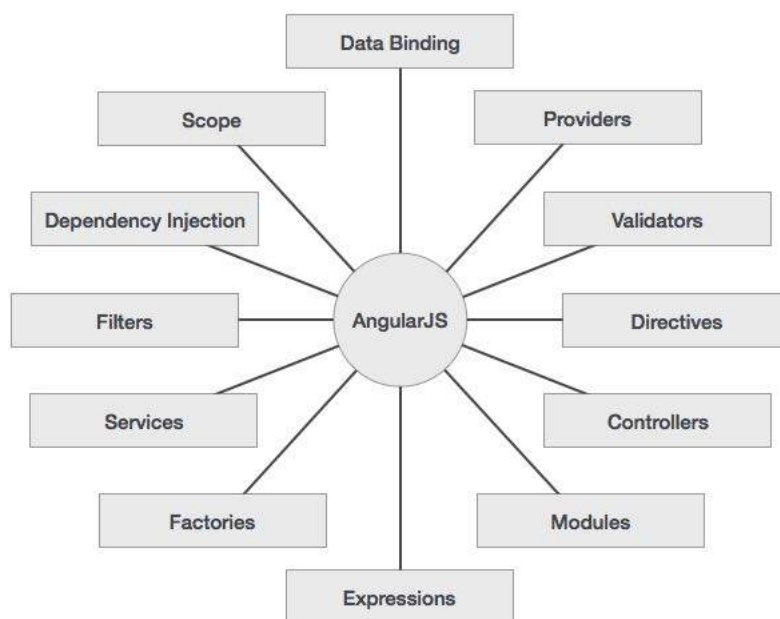
3.6 AngularJS

AngularJS, bežne označovaný aj ako Angular je open-source framework pre web vytvorený Slovákom Miškom Hevery do verzie 1.0. Neskôr vývoj a údržbu frameworku vzal pod seba Google. Bol vytvorený za účelom tvorby SPA (single page applications), čiže webových aplikácií, v ktorých je možné aktualizovať svoj obsah bez toho, aby si užívateľ toho vo väčšej miere všimol. Cieľom je zjednodušiť vývoj, ale aj testovanie front-end web

aplikácií na báze MVC (model-view-controller) alebo MVVM (model-view-view-model) architektúre. AngularJS framework funguje tak, že pri prvom načítaní HTML stránky vloží k elementom vlastné atribúty. Angular interpretuje tieto atribúty ako direktívy a viaže ich vstupno-výstupné časti ako model, ktorý je reprezentovaný štandardnými premennými JavaScriptu. Hodnoty týchto premenných môžu byť manuálne nastavené v kóde, alebo získané z statických (väčšinou uložené na súborovom systéme), dynamických (získané z RESTful služby) JSON súborov. Je front-end súčasť MEAN vývojarského stacku, čo je vlastne MongoDB databáza, ExpressJS web server framework, Angular a NodeJS ako aplikačný server, resp. prostredie.[3][4]

3.6.1 Koncept

Angular teda ako framework sa skladá z viacerých častí, ktoré robia svoju časť práce. Na obrázku je možné vidieť jeho základné komponenty, z ktorých sa skladá. Nižšie si popíšeme hlavne tie, ktoré využívame v práci.[19]



Obrázok 6: Koncept frameworku AngularJS.

Directives Jednoducho povedané, direktívy sú značky na DOM elemente (napr. atribút, element, komentár alebo CSS trieda), ktorá povie Angular HTML compileru (*\$compile*), aby priradil špecifické správanie na daný DOM element (napr. pomocou event listenerov), alebo dokonca transformoval DOM element ako svoje dieťa. V šablónach sa spájajú informácie z modelu a controlleru pre renderovanie dynamického obsahu, ktorý potom vidí užívateľ v prehliadači. Angular je dodávaný zo vstavanými directívami, od

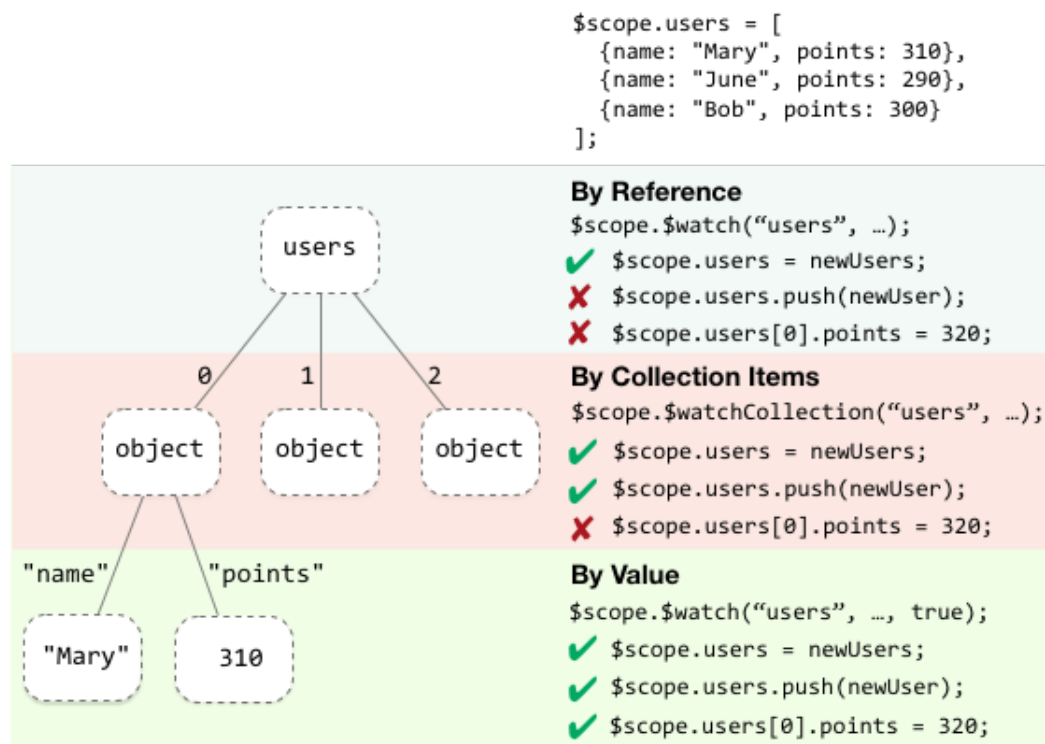
ktorých sa očakáva, že budú využívané často. Napr. *ngBind*, *ngModel*, *ngClass*.^[4]

3.6.2 Scope

Scope je objekt, ktorý odkazuje na model aplikácie. Je to kontext, na ktorom sa vykonávajú výrazy. Scopes sú usporiadané do hierarchickej štruktúry, ktorá napodobňuje DOM štruktúru aplikácie. V scope je možné sledovať model pomocou *textit\$watch* a vykonávať udalosti (*\$apply*) cez celý systém do view. Je považovaný ako lepidlo medzi aplikačným controllerom a view. Aj controller aj directive majú prístup k scope, ale nie navzájom k sebe. Vďaka tomu je controller izolovaný od directive a tak isto aj od DOM. Každá aplikácia má práve jeden *\$rootScope*, ale môže mať viacero detských *\$scope*. Aplikácia môže mať viacero scopes, pretože niektoré directive môžu vytvoriť nový detský scope, ak to potrebujeme. Keď je nový scope vytvorený, tak je priradený ako dieťa k rodičovskému scope. Toto vytvára stromovú štruktúru paralelnú k DOM, kde sú priradené.^[4]

Dirty checking v scope pre zmeny vlastností objektu je často používaná operácia a preto by mala byť efektívna. V závislosti od potreby môže byť dirty checking využité týmito tromi stratégiami: referenciou na objekt, obsah poľa alebo na hodnoty objektu. Líšia sa v spôsobe zaregistrovania zmeny aj výkonostnými rozdielmi.

- Sledovanie podľa referencie *\$scope.\$watch(watchExpression, listener)*: detekuje zmenu, keď sa do sledovanej hodnoty nastaví nová. Ak sledovaný objekt, alebo pole, zmeny vnútri nie sú detekované. Toto je najúčinnnejšia stratégia.
- Sledovanie na celej kolekcii (poli) *\$scope.\$watchCollection(watchExpression, listener)*: detekuje zmeny, ku ktorým dochádza vo vnútri poľa alebo objektu. Napr. keď sú položky pridané, odstránené alebo sa v nich zmenilo poriadie. Detekcia je plytká, čiže nesleduje vnorené kolekcie. Sledovanie celého obsahu kolekcie je výkonovo náročnejšie ako sledovanie podľa referencie, pretože treba uchovávať kópie obsahu. Avšak, táto stratégia sa snaží minimalizovať množstvo potrebných kopírovaní.
- Sledovanie všetkých položiek objektu *\$scope.\$watch(watchExpression, listener, true)*: detekuje akúkoľvek zmenu v ľubovolnej vnorenej štruktúry. Táto stratégia má najväčšie možnosti detekovania zmien, ale za to aj výkonovo a pamäťovo náročnejšia. Je potrebné uchovávať kópiu celej vnorenej štruktúry a pri každej zmene, sa musí nakopírovať do pamäte.



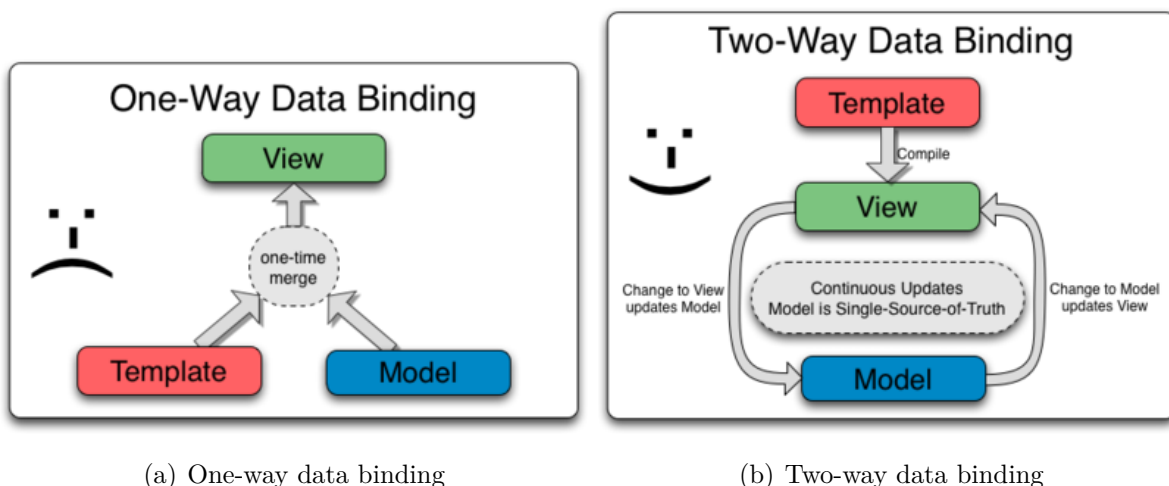
Obrázok 7: Možnosti sledovania modelu v AngularJS.

3.6.3 Expressions

Angular výrazy sú kúsky kódu v JavaScripte, ktoré sú umiestnené medzi dvojitémi kučeravými zátvorkami. Príklad: `{{ textBinding }}`. Vyhodnotenie môže rovnako prebehnúť aj vo funkcii na kliknutie `ng-click="functionExpression"`. Pre príklad pridávam zopár ďalších platných výrazov, ktoré sa často môžu používať: `{{ 1 + 2 }}`, `{{ a + b }}`, `{{ user.name }}` a `{{ items[index] }}`.^[4]

3.6.4 Data Binding

Data binding v Angulari funguje ako automatická synchronizácia dát medzi modelom a view. Ak sa zmení model, tak zmena sa automaticky prejaví aj do view, alebo aj naopak. Na obrázkoch môžeme vidieť pre porovnanie aký je rozdiel medzi One-way a Two-way data binding.



Obrázok 8: Data binding v AngularJS.

Mnoho šablónovacích enginov nastavujú dáta len v jednom smere: spoja spolu šablónu a komponenty modelu do view. Keď sa dokončí spojenie, zmeny v modeli alebo jeho príslušných sekcií vo view sa neprejavujú automaticky v zobrazení. Horšie je, že zmeny ktoré užívateľ v zobrazení sa neprejavíajú do modelu. To znamená, že vývojár musí napísať kód, ktorý sústavne synchronizuje view s modelom a model s view.

Šablóny v Angulari fungujú inak. Šablóna (čo je neskompilovaný HTML kód spolu s ďalšími značkami a directívami) je najprv kompilovaná v browseri. Tento krok produkuje živý view. Akékoľvek zmeny vo view sa okamžite prejavíajú v modeli, a akékoľvek zmeny v modeli sú poslané do view. Vďaka tomuto spôsobu môžeme o view hovoriť ako o okamžitej projekcii modelu.

Pretože view iba je projekcia modelu, tak controller je kompletne separovaný od view a nevedia o sebe. Vďaka tomu je testovanie jednoduchšie, pretože je možné testovať controller izolovane od view.[4]

3.6.5 Controller

V Angulari je controller definovaný funkciou konštruktoru JavaScriptu, ktorý je používaný pre rozšírenie Angular Scope. Keď je controller pripojený k DOM cez *ng-controller* directívu, tak bude vytvorená inštancia objektu konštruktoru. Bude vytvorený detský Scope a je dostupný ako parameter to konštruktorovej funkcie controlleru ako *\$scope*. Vo všeobecnosti by controller nemal toho robiť veľa. Mal by obsahovať iba business logiku potrebnú pre jednotlivý view. Najlepší spôsob ako zachovať controller čo najmenší, je zabalenie niektorej úlohy do service, ktorá tam nepatrí. Potom tieto úlohy zo services voláme v controlleri ako závislosť.[4]

Controller je možné používať na:

- nastavenie počiatočného stavu v *\$scope* objekte.
- pridanie vlastností a správania do *\$scope* objektu.

Nepoužívať controller na:

- manipuláciu s DOM, pretože controller by mal obsahovať iba business logiku. Vložením hociakej prezentačnej logiky do controlleru vo veľkej miere ovplyvňuje jeho testovanie. Na manipuláciu slúžia directívy v sekcii 3.6.1.
- formátovanie vstupu - použite angular from controls
- filtrovanie výstupu - použite angular filter
- zdieľanie kódu alebo stavu naprieč controllermi - použite angular service
- spracovanie životného cyklu ostatných komponentov (napr vytváranie inštancií service).

Algoritmus 3 Ukážka controlleru v AngularJS a jeho volanie na HTML elemente.

```
var myApp = angular.module('myApp', []);

myApp.controller('LabController', ['$scope', function($scope) {
    $scope.name = 'StarkLab!';
}]);

-----

<div ng-controller="LabController">
    {{ name }}
</div>
```

3.6.6 Module

Module môžeme uvažovať ako kontajner pre rozličné časti našej aplikácie - controller, service, filter, directívy... Každý modul môže obsahovať zoznam iných modulov ako svoju závislosť. Keď závisíme na nejakom module, tak tento modul musí byť načítaný ešte pred našim modulom. Toto poriadie môžeme manuálne nastaviť v konfigurácii modulov. Každý

modul môže byť načítaný iba raz aj keď na ňom závisí viacero modulov.[4]

Pri programovaní modulov musíme dávať pozor na to, aby sme si neprepísali existujúci v pamäti.

Algoritmus 4 Ukážka vytvorenia modulov a pridávania funkcionality do nich.

```
var myModule = angular.module('myModule', []);

// pridanie directivy a sluzby do modulu
myModule.service('myService', ...);
myModule.directive('myDirective', ...);

// toto volanie prepise uz vytvorene myService a myDirective vytvorenim
// noveho modulu
var myModule = angular.module('myModule', []);

// vyhodi chybu pretoze volame myOtherModule, ktory este nebol
// definovany
var myModule = angular.module('myOtherModule');
```

3.6.7 Service

Angular service je nahraditeľný objekt, ktorý je možné použiť v aplikácií pomocou dependency injection (DI). Services môžeme použiť pre lepšiu organizáciu a zdieľanie kódu naprieč celej aplikácie. Framework poskytuje mnoho užitočných services, ako napr. *\$http*, ale väčšina aplikácií má potrebu si vytvoriť vlastné.[4] Poznáme dva typy services:

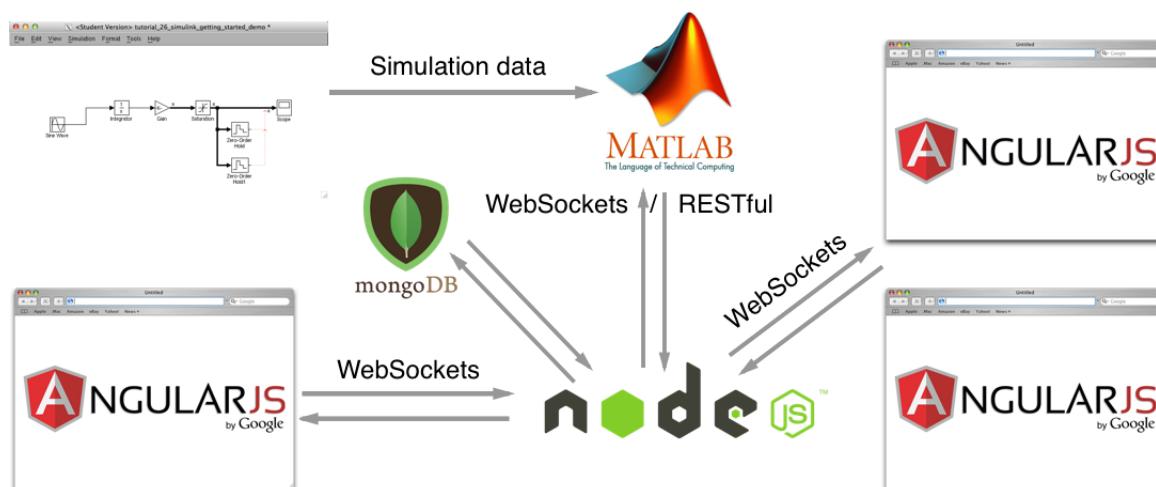
- lazily instantiated - angular vytvorí inštanciu service iba v prípade, že na nej závisí komponent/modul
- singleton - každý komponent závisiaci na service získa referenciu na jedinú inštanciu generovanú z service factory.

3.6.8 Bootstrap aplikácie

mozno lepsie pred konceptom

4 Návrh softwarového systému StarkLab

Témou práce je navrhnuť a implementovať virtuálne laboratórium s využitím JavaScriptu na strane servera. V tejto kapitole si ukážeme predpokladaný návrh celého virtuálneho laboratória s využitím technológií na jednotlivých komponentoch. Ich presný popis a využitie si popíšeme viacej v sekcii č.3. Teda máme dané, že budeme využívať NodeJS technológiu ako server. To je náš centrálny server (ďalej len StarkLab), ktorý spracováva dáta z Matlab workspace. Do Matlab workspace sú dáta posielané intervalovo zo Simulinku, v ktorom bola spustená referenčná schéma generujúca dáta. Zo začiatku nebolo isté či bude možné docieľiť spustenie Simulinku v reálnom čase multiplatformovo. Našli sme riešenie Simulink Real-time priamo od Mathworks, ktorá toto umožňuje ale bohužiaľ len pre operačný systém Windows. Lenže neskôr sme našli knižnicu *tos_lib.mdl*, ktorá nám túto funkcionality poskytla aj pod MAC OS X. Na komunikáciu s workspace využívame volanie RESTful služieb, ktoré podporuje aj Matlab R2015b [10]. Keď si užívateľ spustí simuláciu cez klienta, tak sa údaje budú uchovávať v databáze mongoDB pre neskoršie spracovanie.



Obrázok 9: Návrh komunikácie medzi jednotlivými komponentami.

5 Implementácia

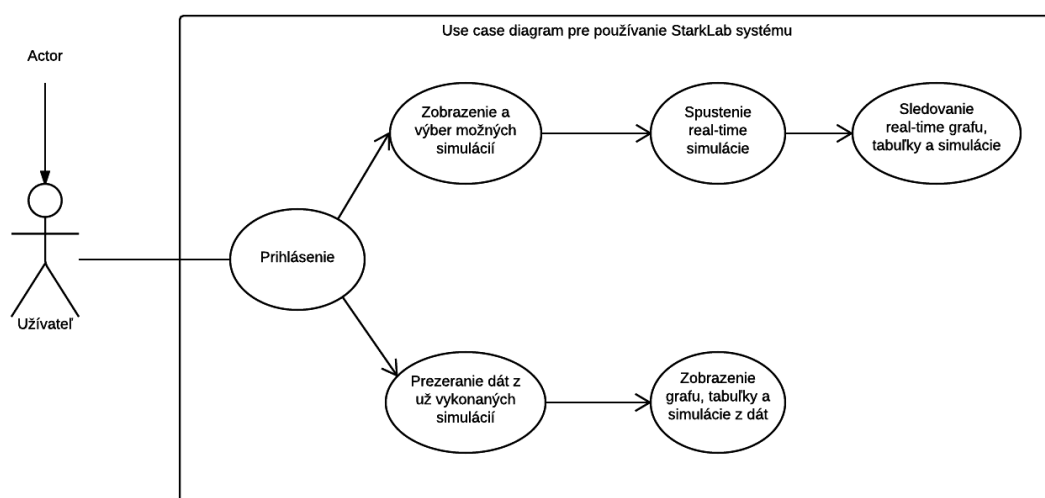
5.1 Referenčný model simulácie

sem pojdu informáci o pouzitom modeli.

5.2 Diagramy

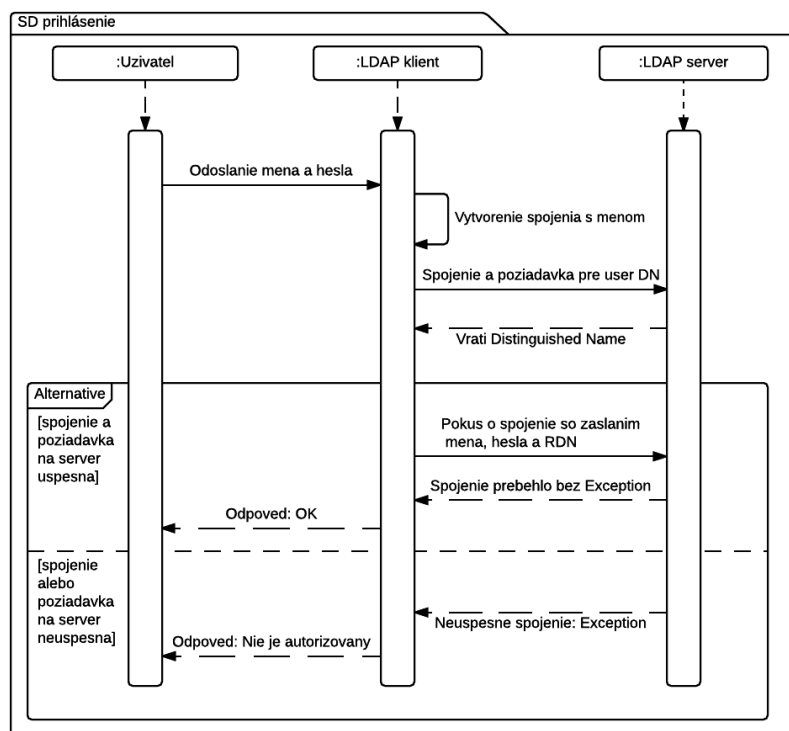
Diagramy su sucastou sytemu

5.2.1 Prípad použitia



Obrázok 10: Diagram prípadu použitia na prácu zo systémom.

5.2.2 Sekvenčný diagram



Obrázok 11: Sekvenčný diagram pre prihlásenie pomocou LDAP.

Na obrázku č.11 si všimneme ako približne funguje prihlásenie pomocou mena a hesla do LDAP systému. Nižšie si popíšeme kód ako to máme implementované v JavaScripte. Toto je len časť kódu, ktorá sa určená pre prihlásenie do systému. Na začiatku súbodu je volaná požadovaná knižnica pre prácu s LDAP ako `var ldap = require("ldapjs");` Keď užívateľ príjde na stránku a vyplní prihlasovacie meno a heslo do stuba ldap, tak formulár ho presmeruje na `/login`, kde už sa postaral o routovanie Express.js. Z `request` parametra získame zadané `username - req.body.username` a `password - req.body.password`, ktoré sme vyplnili pred odosielaním formulára. Čiže ak sú oba vyplnené dostaneme sa do vnútra podmienky, kde sa vytvorí spojenie na linku `ldap://ldap.stuba.sk`, vytvorí RDN reťazec v tvare `"uid=xstark", ou=People, DC=stuba, DC=sk"`. V momente keď je zostavený reťazec a máme získané heslo užívateľa, tak zavoláme ldap funkciu `bind` s parametrami RDN a heslom. V prípade ak nenastala žiadna chyba pri overovaní, tak sme úspešne overený a vytvoríme `session` a `cookie` pre užívateľa a presmerujeme ho na stránku, kde už môže vidieť možné simulácie.

```

1  app.post('/login', function (req, res) {
2      if (req.body.username && req.body.password) {
3          var client = ldap.createClient({
4              url: 'ldap://ldap.stuba.sk'
5          });
6          var rdn = "uid=" + req.body.username + ", ou=People, DC=stuba, DC=sk";
7          var password = req.body.password;
8
9          client.bind(rdn, password, function (err) {
10             if (err != null) {
11                 if (err.name === "InvalidCredentialsError") {
12                     console.log("Credential error");
13                     res.redirect('/');
14                 }
15                 else {
16                     console.log("Unknown error: " + JSON.stringify(err));
17                     res.redirect('/');
18                 }
19             }
20             else {
21                 console.log("Login successful!");
22
23                 req.session.user = req.body.username;
24                 res.cookie('username', req.body.username);
25                 res.redirect('/matlab');
26             }
27         });
28     } else {
29         res.redirect('/');
30     }
31 });

```

5.3 Databázový model MongoDB

V našom zadaní sme nepoužívali štandardnú SQL databázu, čiže nie je možné využiť bežné modelovanie cez ERD diagramy. Ako už vieme MongoDB neukladá dáta ako tabuľky, ale JSON dokumenty. Keďže sa jednalo o jednoduchý model šikmého vrhu, tak v tomto prípade nebude model extra zložitý. V tejto časti si ukážeme do akého objektu ho v JavaScripte ukladáme a potom konkrétny príklad z databázy.

```

1  function ProjectileDataObject(user, time, x, y, vy) {
2      this.user = user;
3      this.experiment = 'projectile';
4      this.executed = new Date();
5      this.time = time;
6      this.x = x;
7      this.y = y;
8      this.vy = vy;
9  }

```

Obrázok 12: Model objektu v JavaScripte, pre vytvorenie záznamu v MongoDB.

Ako vidíme v JavaScripte sa nepoužívajú žiadne typy. Hodnoty *user*, *experiment* budú vždy typu **String**, *executed* je typu **Date** vo formáte ISO-8601 a jeho formát je

YYYY-MM-DDTHH:mm:ss.sssZ. Zvyšok hodnôt *time*, *x*, *y*, *vy* sú hodnoty závislé od simulácie a každá z nich je pole čísiel.

Na obrázku č.13 je záznam z MongoDB kde konkrétne hodnoty *time*, *x*, *y*, *vy* nie sú zobrazené, pretože simulácia vygenerovala až 788 hodnôt.

Key	Value	Type
▼ (1) {_id : 570976a056b5eff515993525}	{ 8 fields }	Document
_id	570976a056b5eff515993525	ObjectId
"user"	xstark	String
"experiment"	projectile	String
"executed"	2016-04-09T21:39:44.382Z	String
time	[788 elements]	Array
x	[788 elements]	Array
y	[788 elements]	Array
vy	[788 elements]	Array

Obrázok 13: Príklad záznamu simulácie v MongoDB.

6 Inštalácia vytvoreného riešenia

Záver

Diplomová práca nám ozrejmila pojmy ako virtuálne laboratórium, aké môže mať komponenty a jeho využitie v súčasnej dobe.

Cieľom tejto práce bolo naštudovanie problematiky virtuálnych laboratórií, vytvoriť stručnú analýzu existujúcich riešení a vytvoriť komplexnú aplikáciu, ktorá sa mala skladať z viacerých častí. Začali sme tvorbou a úpravou referenčnej simulácie šikmého vrhu pre Simulink podľa potrieb. Ďalej bolo treba zabezpečiť prenos dát medzi Matlabom a Node.js, čo sme vyriešili vďaka RESTful komunikácií. Údaje bolo potrebné posielat ďalej k web klientom. Táto časť sa vyriešila použitím JavaScript knižnice socket.io čo je obdoba websocketov s rozšírenou podporou aj pre staršie prehliadače. Na strane webu sa využil aktuálne populárny frontend JavaScript framework Angular.js. Medzi dôležité súčasti implementácie nebolo len zobrazovať realtime údaje v grafoch, ale ich aj ukladať pre neskoršie spracovanie. Údaje sa podarilo ukladať do dokumentovej databáze MongoDB. Ciele, ktoré sme si stanovili, sme aj splnili.

Za konečným výsledkom je vidieť mnoho práce. Síce súčasné riešenie nie je možné nasadiť do reálnej prevádzky bez istých úprav a integrácií, ale poslúži ako solídny základ, na ktorom je možné stavať a využiť ho minimálne v priestoroch FEI STU na simuláciu systému alebo na zber dát z reálneho zariadenia.

Zoznam použitej literatúry

- [1] BORKA, T. Aplikácia typu klient-server pre virtuálne laboratórium s využitím platformy .net. Master's thesis, FEI STU, 2012. FEI-5406-30519.
- [2] FARKAŠ, R. Vzdialené laboratórium riadenia reálnych systémov využívajúce technológie matlab a java. Master's thesis, FEI STU, 2011. FEI-5384-16514.
- [3] GOOGLE. Angularjs, 2016. <https://en.wikipedia.org/wiki/AngularJS>.
- [4] GOOGLE. What is angular?, 2016. <https://docs.angularjs.org/guide/introduction>.
- [5] HATHERLY, Paul. *The Virtual Laboratory and interactive screen experiments*. s. 1. <https://web.phys.ksu.edu/icpe/publications/teach2/Hatherly.pdf>.
- [6] KUNDRÁT, M. Aplikacia pre virtualne laboratorium vyuzivajuca java matlab interface. Master's thesis, FEI STU, 2014. FEI-5384-47855.
- [7] SANTANA I.; FERRE M.; IZAGUIRRE E.; ARACIL R.; HERNÁNDEZ L. *Remote Laboratories for Education and Research Purposes in Automatic Control Systems*. IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS, VOL. 9, NO. 1, FEBRUARY 2013. s. 3. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6140966>.
- [8] MATHWORKS. Matlab - the language of technical computing, 2016. <http://www.mathworks.com/products/matlab/>.
- [9] MATHWORKS. Matlab com integration, 2016. http://www.mathworks.com/help/matlab/matlab_external/introducing-matlab-com-integration.html.
- [10] MATHWORKS. *Matlab RESTful web services*, r2015b ed. <http://www.mathworks.com/help/matlab/internet-file-access.html>, 2016.
- [11] MICROSOFT. What is com? <https://www.microsoft.com/com/default.mspx>.
- [12] MONGODB. What is mongodb, 2016. <https://en.wikipedia.org/wiki/MongoDB>.
- [13] NODEJS. History of nodejs, 2016. <https://en.wikipedia.org/wiki/Node.js>.
- [14] OLAKARA, A. R. Nodejs architecture, 2015. <http://abdelraoof.com/blog/2015/10/19/introduction-to-nodejs/>.

- [15] OLAKARA, A. R. Understanding nodejs event loop, 2015.
<http://abdelraoof.com/blog/2015/10/28/understanding-nodejs-event-loop/>.
- [16] S., G. L. B. Current trends in remote laboratories.
IEEE Transactions on Industrial Electronics (december 2009).
<http://ieeexplore.ieee.org/xpls/icp.jsp?arnumber=5280206>.
- [17] TSONEV, Krasimir. *Node.js By Example*. PACKT PUBLISHING.
- [18] TUTORIALSPPOINT. What is nodejs, 2015. http://www.tutorialspoint.com/nodejs/nodejs_introd
- [19] TUTORIALSPPOINT. Angularjs concepts, 2016.
http://www.tutorialspoint.com/angularjs/angularjs_overview.htm.
- [20] VAQQAS, M. Matlab com integration, 2014. <http://www.drdobbs.com/web-development/restful-web-services-a-tutorial/240169069>.
- [21] VARGA, S. Virtuálne laboratórium riadenia dynamických systémov. Master's thesis, FEI STU, 2015. FEI-5396-5865.
- [22] vlab.co.in. *Philosophy of Virtual Laboratories*. <http://vlab.co.in/>.
- [23] ČERVENÝ, T. Mobilný klient pre účely virtuálneho laboratória využívajúci web rozhranie. Master's thesis, FEI STU, 2014. FEI-5384-29988.

Prílohy

A	struktúra elektronickeho nosica	II
B	Algoritmus	III

A struktúra elektronického nosica

```
\
\Bakalarska_praca.pdf
\FEIk_Identuty.xpi
\FEIkIdentity
\FEIkIdentity\chrome.manifest
\FEIkIdentity\install.rdf
\FEIkIdentity\content
\FEIkIdentity\content \function.js
\FEIkIdentity\content \options.xul
\FEIkIdentity\content \overlay.xul
\FEIkIdentity\content \window.js
\FEIkIdentity\content \window.xul
\FEIkIdentity\defaults
\FEIkIdentity\defaults\preferences
\FEIkIdentity\defaults\preferences \prefs.js
\FEIkIdentity\locale
\FEIkIdentity\locale \sk-SK
\FEIkIdentity\locale \sk-SK\options.dtd
\FEIkIdentity\locale \sk-SK\window.dtd
\FEIkIdentity\skin
```

B Algoritmus

Algoritmus B.1 Ukážka algoritmu

```
1  /* Hello World program */
2
3  #include <stdio.h>
4
5  struct cpu_info {
6      long unsigned utime, ntime, stime, itime;
7      long unsigned iowtime, irqtime, sirqtime;
8  };
9
10 main()
11 {
12     printf("Hello World");
13 }
```
