
**UNIVERSITATEA SAPIENTIA DIN CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE ȘTIINȚE TEHNICE ȘI UMANISTE,
TÎRGU-MUREȘ
PROGRAMUL DE STUDII ...**

**TITLUL PROIECTULUI DE
DIPLOMĂ**

PROIECT DE DIPLOMĂ

Coordonator științific:

Absolvent:

2021

UNIVERSITATEA “SAPIENTIA” din CLUJ-NAPOCA Facultatea de Științe Tehnice și Umaniste din Târgu Mureș Specializarea: ...		Viza facultății:
LUCRARE DE DIPLOMĂ		
Coordonator științific:	Candidat: Anul absolvirii:	
a) Tema lucrării de licență:		
b) Problemele principale tratate:		
c) Desene obligatorii:		
d) Softuri obligatorii:		
e) Bibliografia recomandată:		
f) Termene obligatorii de consultații: săptămânal		
g) Locul și durata practicii: Universitatea Sapientia, Facultatea de Științe Tehnice și Umaniste din Târgu Mureș		
Primit tema la data de:		
Termen de predare:		
Semnătura Director Departament	Semnătura coordonatorului	
Semnătura responsabilului programului de studiu	Semnătura candidatului	

Declarație

Subsemnatul/a ... , absolvent al specializării ..., promoția ... cunoscând prevederile Legii Educației Naționale 1/2011 și a Codului de etică și deontologie profesională a Universității Sapienția cu privire la furt intelectual declar pe propria răspundere că prezenta lucrare de licență/proiect de diplomă/disertație se bazează pe activitatea personală, cercetarea/proiectarea este efectuată de mine, informațiile și datele preluate din literatura de specialitate sunt citate în mod corespunzător.

Târgu Mureș,

Data:

Extras

Extract

Cuvinte cheie:

**SAPIENTIA ERDÉLYI MAGYAR
TUDOMÁNYEGYETEM
MAROSVÁSÁRHELYI KAR
SZÁMÍTÁSTECHNIKA SZAK**

Sapi3D tour - UI

DIPLOMADOLGOZAT

Témavezető:

**Dr. Szántó Zoltán
adjunktus**

Végzős hallgató:

Nagy-Serbán Tünde

2021

Kivonat

Kivonat

Kulcsszavak:

Abstract

Abstract

Keywords:

Tartalomjegyzék

1. Bevezető	1
2. Célkitűzések	4
3. Szakirodalom áttekintése	6
3.1. Telkom Egyetem kampusza 3D túrával	6
3.2. Mauritiusi Egyetemen 3D virtuális túra	7
3.3. Virtuális rendszerek az Old-Segeberg város házán	8
3.4. Kuba-i Nemzeti Művészeti iskola virtuális túrája	8
3.5. A játéktechnika alkalmazása virtuális túrák esetén	9
4. Követelmény specifikáció	10
4.1. Felhasználói követelmények	10
4.2. Rendszer követelmények	13
4.3. Funkcionalitások	13
5. Technológiai áttekintés	15
5.1. Adatbázisok	15
5.1.1. SQL	15
5.1.2. NoSQL	16
5.1.3. SQL vs NoSQL	16
5.2. Webes keretrendszerek	18
5.2.1. Angular	19

5.2.2.	Vue.js	19
5.2.3.	Angular vs Vue.js	20
5.2.4.	NodeJs	20
5.2.5.	Spring Boot	21
5.2.6.	NodeJs vs Spring Boot	21
6.	Architektúra	23
7.	Gyakorlati megvalósítás	24
7.1.	Megvalósítások	24
8.	Összefoglalás	31
	Irodalomjegyzék	31

Ábrák jegyzéke

4.1. Use Case diagram	12
5.1. 6.000.000 rekord, 50% olvasás, 50% írás esetén [1]	17
5.2. 6.000.000 rekord és 5.000 véletlenszerű olvasás esetén [1]	17
5.3. 6.000.000 rekord 5.000 véletlenszerű frissítés esetén [1]	18
5.4. Webes keretrendszerek használatossága érdeklődési és elégedettségi szint alapján [2]	19
5.5. NodeJS és SpringBoot érdekeltségi szintje	22
7.1. Az adatbázist alkotó táblák.	26
7.2. A user felhasználók menü rendszere	27
7.3. A user felhasználók adatainak módosítása	28
7.4. A user felhasználók által használt különleges funkciók	29
7.5. A 3D modell kép visitor(látogató) és user felhasználók számára	29
7.6. Visitor(látogató) felhasználó által látható menürendszer	30

1. fejezet

Bevezető

A mai gyorsan fejlődő világunkban a digitális eszközök a mindennapok elengedhetetlen részei. Nem sok olyan háztartás van ahol nincs egyáltalán legalább egy telefon, számítógép, laptop, okos tv. Az elmúlt években a digitális világ annyira fejlett lett, hogy lassan már ki sem kell mozdulnunk a házból és mindent eltudunk végezni. Például ki tudjuk fizetni a számláinkat, be tudunk vásárolni. Ezekből is következtethetünk, arra hogy egy jó internet kapcsolattal és egy közepes teljesítményű számítógép mellett már egy életet is letudunk élni.

Az elmúlt két évtizedben a „virtuális múzeum” [3] fogalmának meghatározása a gyors technológiai fejlődés következtében megváltozott. A mai rendelkezésre álló 3D technológiák a virtuális múzeumok esetén már nem csupán a gyűjtemények bemutatása az interneten vagy egy kiállítás virtuális bemutatója panorámás fotózás segítségével. Egy virtuális múzeum nem csak az oda látogatóknak hasznos, hanem már tanórákon is feltudják használni a tanárok mivel nem mindig sikerül elvinni a diákokat egy adott városba így egy ilyen virtuális túra segítségével a tanár betudja mutatni az adott múzeum látványosságait. Sőt a gyerekek ezáltal otthon is eltudnak barangolni más országok, kontinensek múzeumaiba virtuálisan.

Világunk fejlődése próbálja biztosítani, hogy egyetlen ember se maradjon le azon helyekről ahová nem tud eljutni, így egyes múzeumokat, iskolákat, kastélyokat, látványosságokat is betudunk járni otthon a négy fal között a 3D virtuális túrák segítségével. De mit is jelent, mire is használják ezeket a

3D virtuális túra modelleket?

A 3D jelentése három dimenzió. Ez egy modell, amely tulajdonképpen matematikailag ábrázol egy háromdimenziós objektumot, amely lehet épület, virág, vagy akár egy ember is. A 3D modelleket széles körben használják az orvostudományban, magasabb szintű gyakorlati és elméleti kompetenciák elérésében. A 3D modellekkel nem csak tárgyakat hanem emberi folyamatokat is le lehet szimulálni.

Az orvos tudományban nagyon szépen letudják előre játszani a műtéteket így biztosabbak a dolgukba és a kockázati lehetőségeket is csökkenthetik. Sok esetben egy szimuláció/3D modell segít egy adott problémát jobban átlátni. Ilyen példa lehet egy hajóforgalom szimulációs rendszer [4] amely figyelembe veszi a hajókat, vízfelületet és az időjárési viszonyokat. Ezzel a rendszerrel próbálták megmutatni az olajszennyezést a tengerekben, óceánokban. Ezen modellek segítségével a világ látványosságai elérhetővé válhatnak azon emberek számára is, akik nem jutnak el az eredeti országba, városba, hogy megtudják tekinteni az adott látványosságot.

A számítógépes grafikát [5] sok területen alkalmazzák mint például az interaktív médiatervezésben, 3D túrák készítésében és videojáték iparban. Az elmúlt néhány év során számos technológia jelent meg a 3D virtuális túrák megjelenítésére az interneten. A virtuális túrák a felhasználóknak biztosítják az életszerű 3D környezeteket.

A tour (virtuális túra) szó jelentése utazás, kirándulás. A mai világban túrázni nem csak a való életben lehet hanem a virtuális világban is. Egy ilyen virtuális túra célja, hogy fejlettebb szimulációs technikák segítségével a nézők élethű 3D-s képet kapjanak a meglévő helyről. Egy híres példa a Second-Life [5] ahol a felhasználók közötti interakció avatárokon keresztül zajlik. Ezen alkalmazáson belül interaktív 3D tour-ok vannak leképezve.

A 3D és a tour (virtuális túra) szavak összetételéből jön ki a 3D tour (3D virtuális túra) amely azt tükrözi, hogy a virtuális világban tudunk megnézni adott épületeket, kilátásokat, látványosságokat. Habár ezen virtuális 3D modelleken alapuló világ még nem tökéletes de folyamatosan fejlődik. A

dolgozatomon belül egy ilyen modellről lesz szó amely a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Marosvásárhely-i karának egy részét tartalmazza. A projekt két részre van bontva, amely két államvizsga dolgozatot eredményez a 3D modell és a felhasználói felület. Közös munka a modellel történő attrakciók megoldása. Ilyen attrakció lehet a modellben való mozgás, közlekedés. Ezen dolgozatban a felhasználói felületről lesz szó.

Több okot is fel lehet sorolni annak érdekében, hogy miért is használatosak ezek a 3D modellekkel megalkotott virtuális túrák. Első sorban az új diákok már otthonról be tudnak nézni az egyetem falai mögé így amikor elérkeznek az új év kezdéséhez akkor otthonosabban érezhetik magukat. Ez azért történhet meg mert már fogják tudni, hogy mit hol találnak nem kell segítséget kérjenek. Egy másik ok, hogyha az adott egyetem rendelkezik egy ilyen típusú modellel akkor jobban felhívhatja a figyelmet a diákok számára. Ez által az egyetem népszerűsítése is megtörténik. Ismert, hogy egyes szülők nehezen engedik el gyermeküket egyetemre mert féltik. Viszont az, hogy látnak egy képet az egyetemről megnyugtathatja őket így bátrabban biztathatják gyermeküket, hogy menjen el az adott egyetemre.

A projekt célja, hogy a felhasználók a saját házukból is betekintést tudjanak nyerni az egyetem falai mögé is. Ez elsősorban az új felvételizőknek és az első éves egyetemistáknak lenne hasznos, mivel ez által már otthon neki foghatnak áttekinteni az egyetem különböző részeit mint például, hogy hol található egy adott tanszék, vagy hol található a dékáni hivatal, vagy hogy hol található a könyvtár. Ilyen alkalmazás hasznos lehet úgy a diákok mint a tanárok, szakkoordinatorok számára, hiszen rengeteg apró de gyakori kérdésben tud segítséget nyújtani. Ugyanakkor egy egyetemen belül sokszor megfordulnak kutatók, vendég tanárok, külföldi diákok (Erasmus) így számukra is hasznos lehet egy ilyen jellegű alkalmazás.

Egy ilyen alkalmazás esetében nem csak maga a modell jelenik meg hanem rajta kívül számos fontos információ, elérhetőség is. Dolgozatom célja bemutatni a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem 3D Virtual Tour alkalmazás megalkotását, implementálását és nem utolsó sorban a felhasznált technológiákat

2. fejezet

Célkitűzések

Elsődleges cél az volt, hogy legyen egy felület ahol a 3D modellt megtudjuk jeleníteni. Ez mellett fontos volt az is, hogy az alkalmazás ne legyen bonyolult. Legyen minél egyszerűbb, átláthatóbb, használhatóbb. Hiszem azt, hogy egy egyszerűbb rendszer használatosabb mint egy bonyolultabb.

Elgondolkodtam azon is, hogy szükséges-e regisztráció majd bejelentkezés minden felhasználó részére. Idővel rájöttem, hogy ez nem szükséges hiszen ez az alkalmazás mindenki számára nyitott kell legyen, mivel az a cél, hogy megmutassuk az egyetemet belülről. Így a regisztrációs ötlet részt teljesen elvettem.

Habár a regisztrációs részt teljesen elvettem eszembe jutott, hogy az alkalmazáson néha kell frissíteni ezért kellenek egyedi felhasználók is amelyek elérik az alkalmazás azon részeit amit más nem. Így jött az ötlet, hogy csak kimondottan bejelentkezés lesz és az új user-eket egy adott státusszal rendelkező user felhasználó tud hozzá rendelni. Ez azt jelenti, hogy a visitorból(látogató) lesz egyedi felhasználó. Viszont ez a lehetőség nem mindenki számára biztosított.

Az egyedi felhasználók szempontjában is a legnagyobb cél az átláthatóság, egyszerűség, könnyen kezelhetőség. Ennek érdekében az a cél, hogy minden egyedi felhasználó számára csak az elérhető módosítási lehetőségek jelenjenek meg. Ezen azt kell érteni, hogy egy admin jogosultsággal rendelkező személy tud hozzáadni új egyedi felhasználót vagy akár törölni is, míg aki csak felhasználó

jogosultsággal rendelkezik nem.

A bejelentkező személyek számára biztosítani szeretném, a felhasználói adatok biztonságos eltárolását és kezelését is.

Cél az is, hogy az egyetemről egy link gyűjtemény kerüljön be az alkalmazásba. Ezt úgy kell érteni, hogy az adott tanszékekről, szakokról egy bővebb leírást mutatni, úgy hogy a linkeken keresztül átkerülünk olyan oldalakra ahol megjelennek bővebb információk az adott dologról. Ezáltal a diákok jobban eltudják dönteni, hogy az a szak amelyet kiválasztanak mennyire lesz jó számukra.

Mivel az alkalmazás első éves diákok számára készül és ők még nem ismerik az egyetem keretein belül szervezendő eseményeket sem, így az is a célok közé tartozik, hogy egy esemény naptárral is bővüljön az alkalmazás. Így az új diákok tisztában lehetnek, hogy milyen események lesznek, fogják tudni a helyszínt és dátumot is.

Az alkalmazás egyik legfőbb célja megvalósítani egy olyan funkciót, hogy "Vigyél el!". Ez a funkcionalitás azt jelenti, hogy az új egyetemista diák, vendég tanár, vendég hallgató vagy akár vendég kutató bejelöl egy adott helyiséget ahová szeretne eljutni az egyetem területén és az alkalmazás a modell segítségével megmutatja az oda vezető utat.

Szeretnék, egy olyan részt is biztosítani minden felhasználó számára ahol a saját véleményét tudja kifejezni. Ezen véleményeket figyelembe véve szeretném kijavítani az észlelt hibákat.

3. fejezet

Szakirodalom áttekintése

A világhálón való keresés során sok tanulmányt találtam, amely leírja hogy egy virtuális túra egyetemen, múzeumokban, különböző látványosságoknál mekkora befolyásoló képességgel rendelkezik. Megtudhattam, hogy sok egyetemnek van ilyen jellegű túrája más más típusban. Van amelyik egyetem a virtuális túrát képek sorozatában képzelte el, van amelyik panoráma képekben, van amelyik videókbán és nem utolsó sorban jönnek azok akik 3D modellekkel valósították meg az egyetemük virtuális túráját. A következő alfejezetekben bemutatok pár hasonló témájú alkalmazást, megközelítést.

3.1. Telkom Egyetem kampusza 3D túrával

Indonézia egyik legnagyobb magánegyeteme a Telkom University [6] is a virtuális 3D túrát alkalmazza az új diákok oda vonzására. A túrák tartalmazznak videó és képsorozatokat plusz 3d alapú modelleket is. Tulajdonképpen egy 3D web alapú túrát dolgoztak ki a 3D Vista használatával.

Miközben fejlesztették, ezt a túrát kutatásokat végeztek, hogy mivel lenne jó elkészíteni, más egyetemek milyen technológiákat alkalmaztak hazai területeken. A következő eredmények születtek:

- RF Rahmat: épületekről információ szolgáltatásokat kiviteleztek Universitas Sumatera Utara (USU) környezetben.
- Moloo: virtuális túrát hoz létre a WebGL és a SketchUp segítségével.

- Fujita: Mobile robotokat használ virtuális túrák elkészítéséhez.

Szeliski R. aki a fotó technikákat mutatta be, szerint is a nagy felbontású fotók és a 3D modellek együttes használatával nagyobb érdeklődési kört lehet elérni, mint ha csak külön használnák őket. Az egyetem kiemelt kutatási stratégia terve volt, hogy ne csak a diákokat vonzzák magukhoz, hanem az IKT (Információs és kommunikációs technológia) technológiák fejlesztésében is érjenek el fejlődéseket. Ennek érdekében használtak 3D modelleket és nagy felbontású fotókat együttesen. A diákok számára nagy érdekességnek számított és ezzel elérték azt, hogy a diákok érdeklődését felkeltették.

3.2. Mauritiusi Egyetemen 3D virtuális túra

Mauritius-i egyetem [5] is megalkotta saját 3D virtuális túráját. A megalkotást WebGL segítségével történt. A WebGL (Web Graphics Library) könyvtár 3D-s valós idejű megjelenítést kínál. A WebGL az OpenGL-ből származik, és API-t biztosít a 3D grafikához. A WebGL nem teljesen stabil és néhány algoritmus nem hatékonyan látja el a feladatait. Különböző böngészők memóriahasználata és végrehajtási ideje eltérő amelyek mellékhatásokat idézhetnek elő a megírt alkalmazásban.

Az egyetem is szintén valós időbeni megjelenítést alkalmaz és a megfelelő működés érdekében tesztelték az alkalmazást teljesítmény szempontjából, amikor több felhasználó csatlakozik egyidejűleg. A teszt eredményiből az egyetem arra következtetett, hogy minél összetettebb az objektum és ha még textúrával is rendelkezik akkor a teljesítmény nagyon csökken mivel a modell így nagyon nagy erőforrást igényel.

Az egyetem a megvalósításnak az egyik legegyszerűbb formáját választotta amellyel sikeresen elérték céljukat. Megalkották a virtuális túrájukat és ezt felhasználva felkeltették az jövőbeli egyetemisták érdeklődését.

3.3. Virtuális rendszerek az Old-Segeberg város házán

A Németország-i Old-Segeberg [3] város házának is készítettek ilyen virtuális túrát egy Windows alapú interaktív szoftvert és egy virtuális valóság alkalmazást HTC Vive rendszerekkel. Mindkét rendszert kipróbálták a látogatók és a visszajelzések alapján van jövője az ilyen jellegű alkalmazásoknak is. A virtuális múzeum csúcspontjai a műalkotások pontos ábrázolása.

A Windows alapú interaktív szoftvert egy PC számítógép segítségével tekinthették meg a felhasználók. A lényege az volt, hogy az oda látogató nem lépett be teljesen a virtuális világba csak kívülről tekintett bele míg a HTC Vive applikáció segítségével már a felhasználó végig ment a város házán virtuálisan. HTC Vive applikáció több interaktivitást nyújt a felhasználóknak viszont mindkét kifejlesztett rendszernek megvannak az előnyei és a hátrányai is. Majdnem minden háznál található egy PC számítógép így a Windows alapú rendszert könnyebben népszerűbbé lehet tenni mint a HTC Vive-ot.

3.4. Kuba-i Nemzeti Művészeti iskola virtuális túrája

Az innovatív technológiák új lehetőségeket biztosítottak a kulturális helyszínekről szóló információk gyűjtésére, elemzésére és megosztására. E technológiák közül a gömbszerű képalkotás és a virtuális túrakörnyezet segítségével megalkották a Kuba-i Nemzeti Művészeti iskolát [7] is, pontosabban a Nemzeti Balettiskolát. A virtuális túrán megnézhetőek a tantermek, a fő kupola és az előadó terem. A túrát azért hozták létre mivel az iskola már nagyon régi és rossz állapotban van így ezzel megtudják mutatni az érdeklődőknek, hogy milyen is volt régen az épület.

Ez a virtuális túra kompatibilis számítógépekkel, táblagépekkel és egyéb mobil eszközökkel. A virtuális túrában be vannak építve pdf-ek, linkek amelyek az adott részről bővebb információkat szolgáltatnak a túrázóknak. Összesen 14 gömbpanorámát, 96 hotspotot (műveletek pl. előre lépés, vissza lépés) és 40 linket. Ezen eszközök segítségével biztosítanak a felhasználóknak kényelmes virtuális túrázási lehetőséget. Az képernyőn megjelenik egy menü rendszer is amellyel tudjuk irányítani a túrát.

Ezen tanulmány szerint ennek a túrának a célja az volt, hogy az Balettiskola fennmaradjon a következő nemzedékek számára is legalább virtuális közegbe.

3.5. A játéktechnika alkalmazása virtuális túrák esetén

A virtuális túrák információt nyújtanak multimédiás úton a felhasználóknak, azt a benyomást keltve hogy valós időben navigálnak különböző helyeken. Egy sikeres túra jelentése, hogy a felhasználó el tudja hinni, hogy ő habár virtuálisan is de járt abban az adott helyiségben. Ahhoz hogy ez a benyomás létre jöjjön a modell pontos ábrázolást kell tartalmazzon az adott helyiségről. Ezen tanulmány szerint is az ilyen túrák felhasználhatóak létesítmények népszerűsítésére mivel egy interaktív élményt biztosítanak. Az ilyen jellegű túrákat össze lehet hasonlítani a számítógépes játékokkal is. Hiszen ezek a játékok annyiban különböznek, hogy nem valós időben és nem valós helyeken történnek. Persze vannak kivételek, ahol a játék egy része magába foglal egy valós helyszínt is.

Az Egyesült Királyság [8] számos egyeteme használ ilyen jellegű túrákat annak érdekében, hogy az emberek távolról is betekintést tudjanak nyerni az egyetemek világába. A kutatás szerint tizennégy brit egyetemet tekintve mindegyik weboldalán találtak állóképgalériát és videogalériát viszont meglepő számnak számított hogy 3600 interaktív túrát is találtak. Azért meglepő szám mivel ezek a túrák még nem igazán elterjedtek.

Ezen tanulmány felmérte az Egyesült Királyság egyetemei körében mennyire használatosak a virtuális túrák. Kiderült, hogy a virtuális egyetemi túrák interaktívabbá tették az egyetemek weboldalait és nagyobb fokú szolgáltatást biztosítottak a felhasználók számára hiszen nem csak képeket, videókat láttak az egyetemekről, hanem maga az egyetemet is. Az egyetemek ezen túrák megalkotásában teljes mértékben kihasználták a számítógépes játékokhoz használt grafikai eszközöket. Az modellek segítenek bemutatni az egyetemeket, plusz útvonalakat is tervezhetnek a modellben így már előre fogják tudni, hogy mit hol találnak a felhasználók. A jövőben valószínűleg majdnem minden egyetem fogja alkalmazni az ilyen jellegű túrákat.

4. fejezet

Követelmény specifikáció

4.1. Felhasználói követelmények

A Sapi3D alkalmazás web alapú, ezért mindenki számára elérhető a fő célja, hogy egy 3D modellként jelenítse meg a Sapientia EMTE Marosvásárhely-i karának a fő épületét, illetve ennek fontosabb helyeit, mint pl. tanszékek, titkárság stb. A rendszer fontosabb funkcionálisait és az ezeket igénybe vevő szerepköröket a 4.1 ábra szemlélteti.

A rendszer működése érdekében semmi előfeltételt nem kell teljesítenie a felhasználónak mivel a weboldal egyik része teljesen nyitott, elérhető bárki számára. A rendszer megértésének érdekében tekintsük meg a 4.1 ábrát amely bemutatja a rendszer különböző részeit.

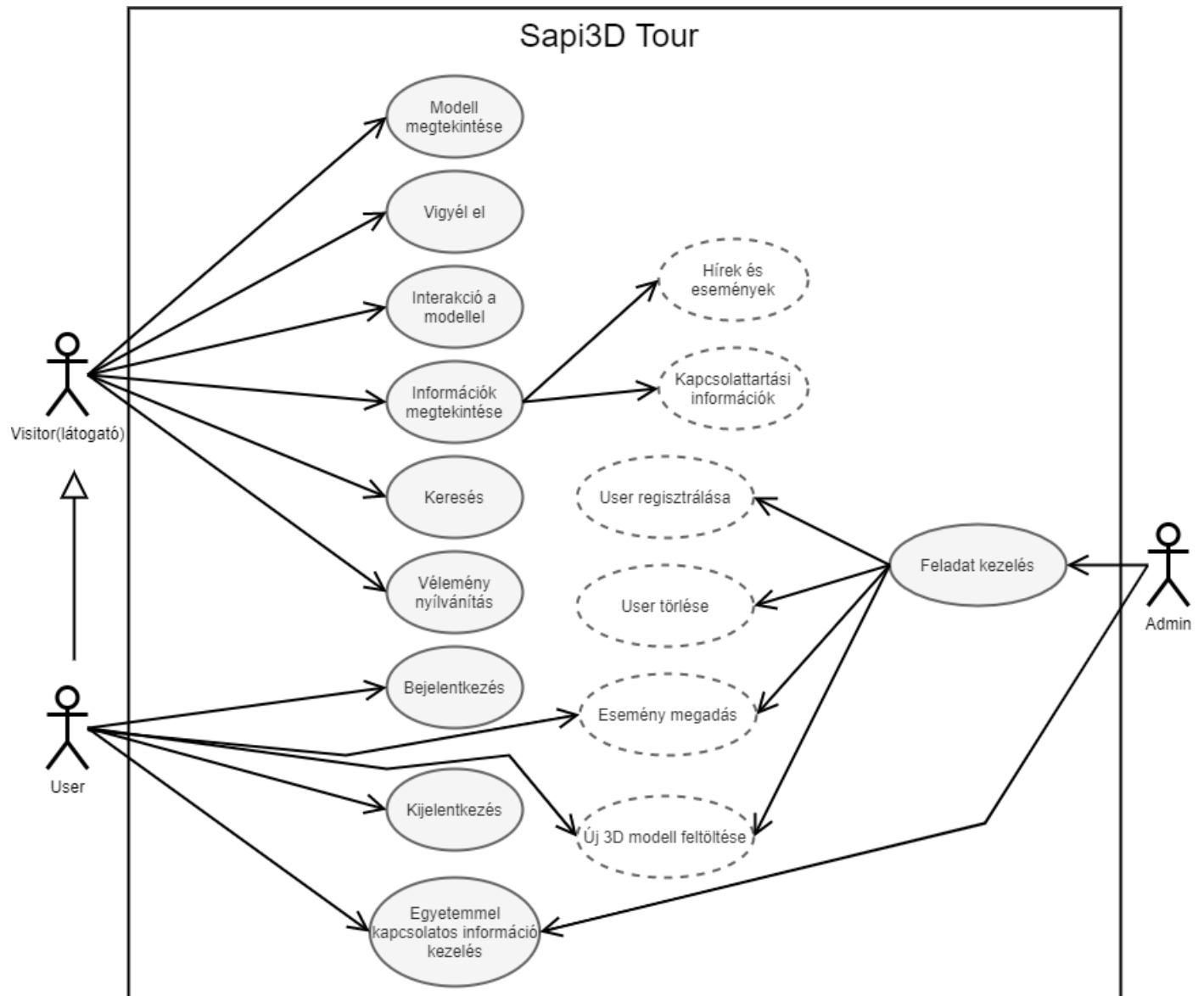
Az 4.1 ábrát tekintve észre vehetünk három aktort amelyek különböző vagy ugyan azt a tevékenységet végezhetik el. Megfigyelhető, hogy a visitor(látogató) átváltozhat user felhasználóvá. Az admin felhasználó tulajdonképpen egy user felhasználó aki admin jogosultsággal rendelkezik. A user és admin típusú felhasználók azok a személyek akik az oldal karbantartásáért felelősek.

Bármely felhasználó, aki egy böngészőből megnyitja az oldalt, a látogató kategóriából került. Ez a fajta felhasználó megtekintheti a 3d modellt, körbe sétálhatja és el tud jutni pl. titkárságra. Amint megnyílt az oldal rögtön látható az egyetemről készített modell. Ezen a modellen tud nézelődni, eset-

leg körbe is tudja járni, vagy adott helységekre el is tud jutni(például: titkárság, adott tanszék). Ezen kívül lehetősége van információk, elérhetőségek, események részleteinek elolvasására is. Minden visitor(látogató) ugyan akkor leírhatja saját véleményét, meglátásait az oldallal kapcsolatban is. A fent említett műveletek elvégzéséhez nem kell sem bejelentkezés, sem regisztráció.

Amint már említettem a visitor(látogató) át tud alakulni user felhasználóra. Ez abban különbözik a látogatótól, hogy be is tud jelentkezni és több műveletet tud elvégezni. A műveletek elvégzésének engedélyezése azon múlik hogy a bejelentkező felhasználó user vagy admin. Ha user képes bejelentkezni, eseményeket megadni, az egyetemmel kapcsolatos információkat módosítani, új 3D modellt is hozzáadni. Ezeken kívül mivel jelen van bejelentkezés így a kijelentkezés opció is a rendelkezésükre áll.

A regisztrációs feladatot egy admin jogosultsággal rendelkező ember végezheti el. Nem csak a regisztrálás tartozik az ő feladatköreihez hanem a userek törlése is az ő feladata. Ezen plusz műveletek mellett szintén elvégezheti az user és a visitor műveleteit is.



4.1. ábra. Use Case diagram

4.2. Rendszer követelmények

4.3. Funkcionalitások

Alkalmazásomon belül több fajta funkcionalitás jelenik meg. Első sorban nincs regisztrációhoz kötve a felhasználó. Ez azt akarja jelenteni, hogy mindenki előtt nyitva áll az alkalmazás. Viszont vannak különleges joggal rendelkező felhasználók, akik be tudnak jelentkezni és ennek következtében több funkcionalitást képesek használni.

Elsős sorban tisztázom, hogy a bejelentkező személyeket két csoportba különböztettem meg. Van admin és user felhasználók. Az admin felhasználó elér minden funkcionalitást. Az a jellegzetessége, hogy új felhasználót csak ő tud hozzá adni és csak ő tud törölni is. A hozzáadás úgy történik, hogy megad minden adatot és egy gombra kattintva az új adatok bekerülnek az adatbázis rendszerbe. Közben az új felhasználó fog kapni egy email-t amellyel el tudja fogadni a jelentkezését. Ügyelni kell, hogy az email érvényessége időhöz kötött. A törlés csak egyszerűen kiválasztással történik. Egyetlen felhasználó sem tudja törölni saját magát még az admin joggal rendelkezők sem.

A következőkben a user joggal rendelkező felhasználók lehetőségeit részletezem. Ezeknek az embereknek lehetőségük van hozzáadni új 3D modelleket az egyetemről, eseményeket, órarend linkeket és nem utolsósorban az oldalon található fejléc képének módosítására is képesek. A tanszékek, szakok leírásának megadásai is lehetővé válik számukra. Sőt ha netán új szak indul azt is hozzá lehet adni.

A bejelentkező felhasználók számára természetesen van kijelentkező opció is. Ezen funkciók mellett a fejlesztés során, valószínűleg sokkal több lesz. Egyelőre a cél az egyszerűségben rejlik. Tudni kell, hogy a modellenél, tanszékeknél, szakoknál és más fontos információknál elérhetőségeknél mindig az adatbázisban szereplő legújabb adat jelenik meg.

A következőkben tárgyalom a visitor(látogató) felhasználó által elérhető funkciókat. Az első és legfontosabb, hogy megjelenik egy 3D modell az egyetem épületéről amelyen a felhasználók tudnak

nézelődni. Tudják nagyítani, kicsinyíteni, sőt még lehetőségük lesz arra is, hogy az épületet körbe tudják járni.

Mindenki számára megjelenik a bejelentkezési lehetőség is. Viszont ezt a funkciót csak azok használhatják akik rendelkeznek felhasználónévvel és jelszóval.

A második legfontosabb funkció a tanszékek, szakok megjelenítése. Ez egy külön oldalon lesz. A felhasználók itt láthatnak egy leírást és az elérhetőségeket egy adott tanszékről. Ezek mellett egy útvonalat is megtekinthetnek a 3D modellen belül így amikor oda érkeznek az egyetemre nem kell annyira keresgélni, hogy mi hol található.

Mindenki számára elérhető lesz az esemény naptár is. Ezen részen jelennek meg azok az események amelyeket az egyetem szervez a diákok részére. Látható lesz az események pontos dátuma, helyszíne, ára és itt is megjelenik egy olyan opció is amely a 3D modellen megmutatja az útvonalat. Ez azért jó mert ha egy idegen ember érkezik egy ilyen eseményre, például versenyre, akkor könnyebben elfog tudni igazodni, hogy hová is kell mennie.

Utolsó funkcionalitásnak egy vélemény nyilvánítást tettem be. Itt minden felhasználó, név nélkül tudja közölni az alkalmazással kapcsolatos észrevételeit. Ha valaki véleményt szeretne írni akkor értékelnie is kell egy skálán, hogy szerinté mennyire hasznos az alkalmazás. A vélemények lehetnek pozitívak és negatívak is mindezek mellett új ötlet javaslatokat is lehet írni. Figyelembe véve a véleményeket lehetőség van jobbra fejleszteni az alkalmazást. A felhasználók nem csak véleményt tudnak nyilvánítani, hanem a mások által adottakat el is tudják olvasni. A vélemények szerkesztésére nem lesz lehetőség.

A funkcionalitásokból is látszik, hogy a céloknak megfelelően próbáltam megfelelni. Törekedtem az egyszerűsége, átláthatóságra. Kiderült, hogy a regisztrációs rész nem egyedi módon történik meg. Az alkalmazás megpróbál minden olyan lehetőséget magába foglalni ami a diákok számára elérhető kell legyen.

5. fejezet

Technológiai áttekintés

5.1. Adatbázisok

Adatbázisnak nevezzük azokat a nagy mennyiségű adatokat amelyek közös jellemzőkkel és struktúrákkal rendelkeznek. Az adatbázisokon belül több fajta műveletet tudunk elvégezni: karbantartás, tárolás, lekérdezés, szerkesztés, módosítás és nem utolsó sorban az adatok törlése is egy lehetőség. Ezen funkciókat egy adatbázis kezelő rendszer segítségével tudjuk elvégezni.[9] Azonban különbséget kell tennünk az SQL (Structured Query Language) és a NoSQL (Not only Structured Query Language) között.

5.1.1. SQL

Az elmúlt harminc évben a relációs adatbázis volt az alapértelmezett strukturált adatlekérdezési nyelv. Világunk fejlődése miatt egyre több és nagyobb információ adatok robbantak ki így az SQL alapú adatlekérdezés elveszítette hatékonyságát ezzel maga elé állítva azt a kihívást, hogy a nagyobb adatbázisok kezelése jóval megnehezedett. Ebből kifolyólag lehet arra következtetni hogy az SQL alapú szerverek hajlamosak nagy mennyiségű memóriát foglalni, biztonsági kockázatokat és teljesítményproblémákat elkövetni.[10]

5.1.2. NoSQL

A NoSQL adatbázisokat azért alkották meg, mivel az SQL adatbázisok merev struktúrával rendelkeznek aminek következtében egy adott táblába nem tudunk kihagyni egy oszlopnak a feltöltését sem. Ennek következtében vagy fiktív adatokat, vagy üres mezőket kell megadjunk azokban a mezőkben amelyeket nem akarunk használni. A NoSQL adatbázisok sokkal rugalmasabbak lettek, fő céljuk az adatok könnyű tárolása és visszakeresése függetlenül a szerkezetektől és tartalomtól. Automatikusan kezelik az adatkezelést, hibajavítást amelyek költségmegtakarítás szempontjából is fontosak [10].

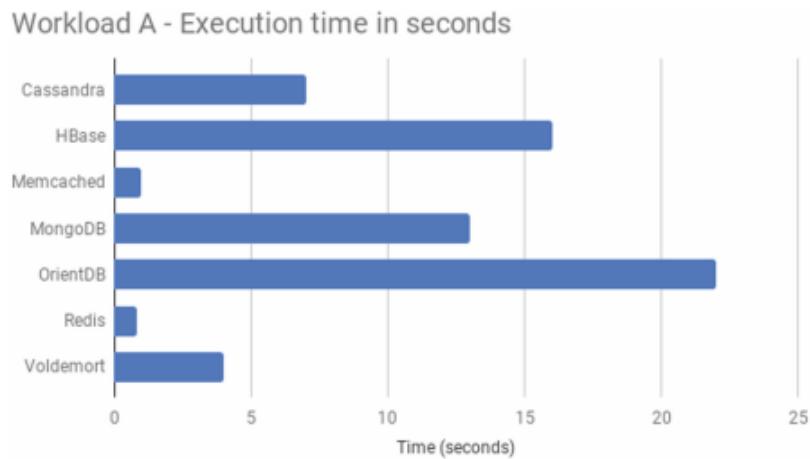
5.1.3. SQL vs NoSQL

A relációs adatbázisok az egyszerűség miatt leggyakoribb adatbázistípusok. Az adatok több táblára vannak bontva amelyekhez egyszerűen hozzá lehet férni. Az olyan műveletek, mint összeadás, létrehozás, visszakeresés, törlés stb. nagyon egyszerűen elvégezhetőek az SQL által megadott szintaxisok betartásával. Ilyen típusú adatbázis kezelő rendszerek a következők: Oracle, SQL Server, MySQL, PostgreSQL stb. A folyamatos adatmennyiség miatt a relációs adatbázisok hátrányba kerültek a nem relációs adatbázisokkal szemben. A nem relációs adatbázisok sokkal gyorsabban és hatékonyabban tudják elvégezni feladataikat mint a relációsak. Nem relációs adatbázis típusú rendszerek a következők lehetnek [11]: Firebase, MongoDB, GraphQL stb. A tanulmányok sokat segítenek abban, hogy egy adott projektben relációs vagy nem relációs adatbázist használjunk. Ha sok adatunk van és törekedünk a hatékonyságra akkor érdemesebb a nem relációs adatbázisokat használni.

Több tanulmány is szól az adatbázisok teljesítményéről. A következőkben bemutatnánk egyet. Ebben a tanulmányban három tesztet végeztek el. A kísérletben szerepelnek a következő adatbázis kezelő rendszerek: Cassandra, HBase, Memcached, MongoDB, OrientDB, Redis és a Voldemort [1]. Az első tesztben 6.000.000 rekord állt az adatbázis kezelők rendelkezésére. A munkaterhelés fele olvasást és fele frissítést tartalmazott. Az eredmény a 5.1 ábrán látható.

A második teszt szintén 6.000.000 rekordot tartalmazott. A munkaterhelés 5.000 véletlenszerű olvasás volt. Az eredmények 5.2 ábrán láthatóak.

A harmadik teszt szintén 6.000.000 rekordot tartalmazott. A munkaterhelés 5.000 véletlenszerű



5.1. ábra. 6.000.000 rekord, 50% olvasás, 50% írás esetén [1]



5.2. ábra. 6.000.000 rekord és 5.000 véletlenszerű olvasás esetén [1]



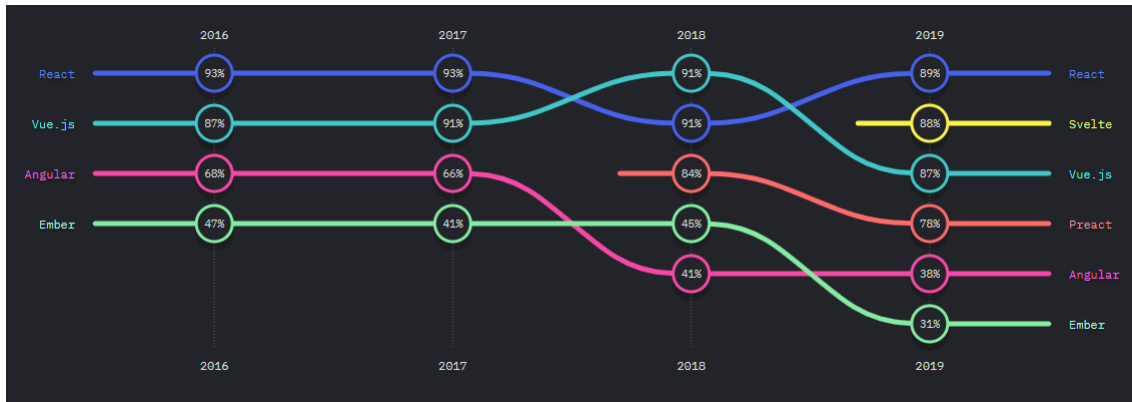
5.3. ábra. 6.000.000 rekord 5.000 véletlenszerű frissítés esetén [1]

frissítés volt. Az eredmények 5.3 ábrán láthatóak.

5.2. Webes keretrendszerek

A keretrendszerek [12] napjainkban felkapott rendszerek lettek a felhasználók között. Ezek a rendszerek sokoldalúak, robusztusak és hatékonyak. A különböző alkalmazások fejlesztéséhez az ilyen jellegű rendszerek segítségével csak a magasabb szintű funkcionalitások elvégzésére kell koncentrálni. Erre az a magyarázat, hogy a keretrendszer gondoskodik az alacsonyabb funkcionalitásokról, amelyek már rengeteg tesztelt kódot tartalmaznak, így mi ezeket a funkcionalitásokat nem kell külön megírjuk és leteszteljük, hogy helyes-e a megírt kód. Számos előnyt lehet felsorolni, hogy miért jó ha használjuk ezeket a rendszereket.

- Elősegíti a tervezési minták megfelelő kialakítását.
- Biztonságosabb kódolás.
- A redundáns kód elkerülése.
- Következetes kódfejlesztés kevesebb hibával.
- Megkönnyíti a kód tesztelését és a hibakeresést is.



5.4. ábra. Webes keretrendszerek használatossága érdeklődési és elégedettségi szint alapján [2]

- Az alkalmazás fejlesztéséhez szükséges idő lecsökken.

5.4 ábrán megtekinthetjük, hogy a 2016-os évtől a 2019-es évig a webes keretrendszerek egy része az érdeklődési és az elégedettségi szint alapján a használatosságuk hogyan változik.

5.2.1. Angular

A Google munkatársai 2008-ban fejlesztették a JavaScript alapú Angular keretrendszert [13]. Abban az időben a webhelyek zöme többoldalas alkalmazás megközelítésén alapult. Ennek viszont a teljesítménye az idő elteltével romlani kezdett mivel befolyásoló tényező lett az internet kapcsolat és a szerver reakció képessége is. Ezért létre hozódott az egy oldalas alkalmazások megközelítése ami abban segít, hogy a több oldalas weboldalak csupán egy oldalon jelennek meg. Az Angular volt az egy oldalas alkalmazások első kerete. Az egyik fő előnye, hogy a felhasználók egyszerű struktúrával kell dolgozzanak. Megtanulják az Angular sajátos felépítését ezáltal gyorsan és optimálisabban tudnak benne fejleszteni. Az sem elhanyagolható, hogy a fejlesztők egy részletes és egyértelmű dokumentációval szolgáltak a felhasználóknak.

5.2.2. Vue.js

A Vue.js (röviden: Vue) [13] tekinthető a legújabb keretrendszernek. Hasonlít az Angularhoz. Mindkettő TypeScript típusú. Használható kisebb, egyszerűbb projekteknek és egy komplexebb egy

oldalas alkalmazás elkészítésénél is. Fő érdeme a skálázhatóság. Különlegessége, hogy egy nyílt forráskódú közösség fejlesztette ki, nem pedig egy nagyobb vállalat. Komponens alapú keretrendszer amely azt jelenti, hogy komponenseket különböztetünk és jelenítünk meg. Egy komponensen belül tudunk írni HTML, CSS és Script elemeket is. A megjelenítés egy oldalon történik ezért szükséges használni a útválasztást (rout).

5.2.3. Angular vs Vue.js

Mindkét keretrendszernek megvannak az előnyei 5.1 táblázat és a hátrányai is 5.2 táblázat.

5.1. táblázat. Előnyök Angular és Vue.js között [14]

	Angular	Vue.js
1	TypeScript használata	TypeScript használata, részletes dokumentáció
2	Részletes dokumentációval rendelkezik	Egy oldalas alkalmazások készítése
3	Gyorsítja a fejlesztést	Könnyű integráció a meglévő struktúrákba
4		Kihasználja virtuális DOM előnyeit
5		Sebessége és rugalmassága optimális

5.2. táblázat. Hátrányok Angular és Vue.js között [14]

	Angular	Vue.js
1	Számos különféle struktúrát kínál, nehezíti a tanulást	Kevesebb erőforrást kínál
2	Lassabb teljesítmény mert működik a reális DOM	

5.2.4. NodeJs

A NodeJs [15] egy olyan szoftver platform, amely a Chrome V8 JavaScript futási idején épül fel. Fontos tulajdonsága, hogy skálázható ezért is sokan használják. Eseményvezérelt, nem blokkoló I/O

modellt használ, amely könnyűvé és hatékonyá teszi a valós idejű alkalmazásokhoz, amelyek elosztott rendszeren futnak át. Használatos mivel aszinkron és a tanulási görbéje is helyén van. Legtöbb esetben a NodeJs használatakor adatbázisnak NoSQL adatbázisokat választanak.

5.2.5. Spring Boot

A Spring Boot [16] célja a Spring alkalmazás fejlesztés egyszerűsítése. Megtalálhatóak benne a következő tulajdonságok:

- Automatikus konfigurációk - Az alkalmazások Springként való működése érdekében.
- Indítófüggőségek - Biztosítja a felhasználóknak a szükséges függőségek(dependency) beimportálását. Ilyen lehet a Maven, Hibernate validátor, adatbázis eléréseket stb.
- Parancssori tolmács.
- Működtetés - A console-ba megjelennek az alkalmazás működésével kapcsolatos információk. Ilyen információ lehet a hiba, az elvégzett művelet stb.

Radikálisan gyorsabb és széles körben hozzáférhető, érthető Spring fejlesztést nyújt. Számos funkciót kínál: beágyazott szervereket, metrikákat, ellenőrzéseket, külső konfigurációkat. Saját struktúrával rendelkezik és nem tesz különbséget az adatbázisok között. A JAVA nyelvet használja.

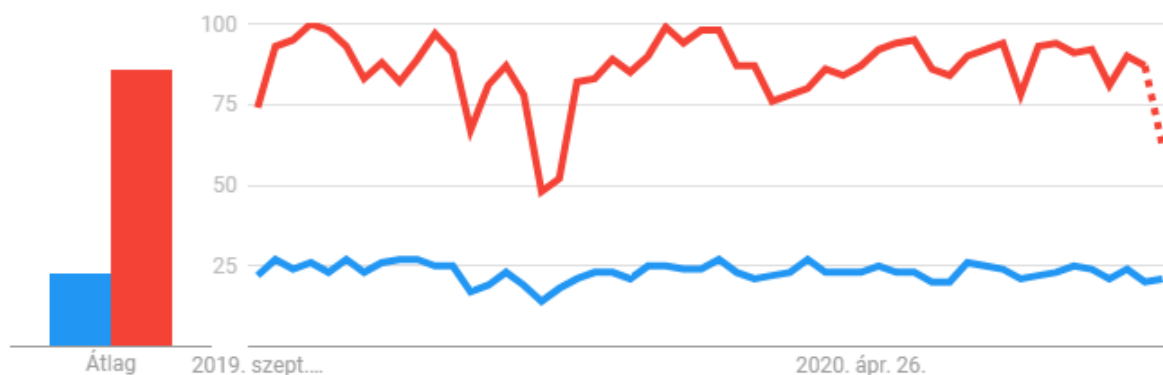
5.2.6. NodeJs vs Spring Boot

NodeJs a következő különlegességeket tartalmazza [17]:

- A NodeJS alkalmazások fejlesztésének elindítása könnyű.
- Az agilis fejlesztési módszertant követi, amely alkalmas a nagyon skálázható alkalmazásfejlesztési szolgáltatásokra.
- Nagy projekteknél gyorsabban működik mint a Java.
- Hatalmas erőforrás-készlet könyvtárakkal rendelkezik

Interest over time

● Node.js ● Spring Boot



5.5. ábra. NodeJS és SpringBoot érdekeltségi szintje

Spring Boot a következő különlegességeket tartalmazza [17]:

- Egyszerű, minden eszköz és operációs rendszer támogatja.
- Beépített nyelvbiztonsági funkciókkal rendelkezik, amelyeket a Java Compiler beágyaz.
- Robusztus kódot alkalmaz.
- Integrációs képesség jó.
- Az alkalmazások egyszerűen építhetők fel.
- Beágyazott HTTP-kiszolgálókat, például Jetty, Tomcat használ és egyszerűen teszteli a webes alkalmazásokkal.

A fent leírtakat figyelembe véve utána néztem, hogy a NodeJs és a Spring Boot milyen érdekeltségi szinttel rendelkezik az emberek körében. Ezt megfigyelhetjük a 5.5. [18] Mindkét keretrendszert inkább backend fejlesztésére használják.

6. fejezet

Architektúra

7. fejezet

Gyakorlati megvalósítás

7.1. Megvalósítások

Első részben a megvalósításokat natív HTML CSS és JavaScript elemekkel próbáltam megoldani. Ez volt az az időszak amikor elkezdtem utána nézni, hogy a céljaim közül mi valósítható meg és mi nem. Az első amivel bővebben kezdtem foglalkozni maga a 3D modell betöltése volt egy web oldalra. Idő közben rájöttem, hogy natív HTML-be nem tudok beimportálni egy 3D objektumot. Kerestem keretrendszereket ahol tudok használni ilyen jellegű modelleket. Először Angular keretrendszerben próbáltam ki. Itt elég sok időt eltöltöttem, hogy megtudjam jeleníteni az objektumot de sikerült.

Tovább kutatva megtaláltam a Vue.js keretrendszert is. Ebben már egyszerűbb volt a 3D objektum beillesztése mivel az Angularhoz hasonlóan kellett volna lennie. Viszont Vue.js-ben találtam kimondottan egy csomagot(package) amely direkt ilyen jellegű modellekkel foglalkozott. Ezek után a 3D modell megjelenítése már hamar megtörtént.

Ezt követően neki fogtam tanulmányozni, hogy mit is tudok kezdeni egy ilyen modellel. Első körben megtanultam betölteni a weboldalra. Majd tovább keresve már tudtam forgatni is az elemet. A közelítés és a távolítás alaptól beépítve található a csomagban így ennek nem kellett utána keresnem.

A projektem egyik legfontosabb része, hogy egy 3D modellt tudjak beépíteni, kezelni lassan kezdett megvalósulni így elkezdtem készíteni egy demo-t ahol az elképzeléseimet próbáltam összeszedni, megjeleníteni. Ez egy hosszabb folyamatnak bizonyult viszont a végére kezdett körvonalazódni, hogy fog kinézni maga az alkalmazás. A demo elkészítését már csak Vue.js keretrendszeren belül készítettem el.

Mindezek után ráébredtem, hogy lassan neki kellene fognom az eredeti projektnek is. Így neki kezdtem lefejleszteni a demóban elképzelt ötleteimet. Először a visitor(látogató) felhasználók oldalát kezdtem elkészíteni. Itt rájöttem, hogy kellene nekem egy adatbázis és a backend rész is amely segítségével tudok az adatbázisban szereplő adatokkal dolgozni. Úgy döntöttem, hogy a frontend és backend részt párhuzamosan fogom elkészíteni.

Annak érdekében, hogy a frontend és backend részt tudjam párhuzamosan fejleszteni szükségem volt egy adatbázisra. Így neki fogtam elkészíteni az adatbázisomat. Először megterveztem a tábláimat majd megpróbáltam minden hibát kiküszöbölni. Úgy gondolom, hogy ezek a táblák még nem tökéletesek, lesz még változtatás rajtuk de egyelőre az elinduláshoz szükségesek. Az 7.1 ábrán láthatóak az adatbázis táblák. Láthatjuk, hogy kilenc tábla hozódott létre különböző kapcsolatokkal. Az admin tábla tartalmazza azokat a felhasználókat, amelyek be tudnak jelentkezni. A branch tábla tartalmazza a részlegket mint például a tanszékek, vagy a dékáni hivatal. Itt összeköttetés figyelhetünk meg két táblával is. A contactperson tábla megadja a kapcsolattartó személyt míg a department tábla meghatározza a alrészlegeket mint például a szakok. Tovább tekintve láthatunk egy file nevű táblát ami fájlokat. Észrevehető, hogy ez a tábla is kapcsolatot teremt három különböző táblával. Az első tábla neve event amely már el is árulja hogy az eseményekhez kapcsolódó adatokat, információkat tartalmazza. A második tábla a headerimg amely a fejlécen megjelenő képet tárolja. Harmadik tábla a model amely maga a 3D modell-t leíró adatokat tárolja.

Az adatbázis megtervezés után, neki fogtam a backend részt elkezdni. Ehhez Spring Bootot használtam ami megkönnyíti az adatbázis létrehozásának folyamatát. A kódot Java-ban kell írni és minden tábla egy osztálynak felel meg. A Spring Boot tanulmányozása során jöttem rá, hogy mennyire oda kell figyelni a különböző annotációkra. Kis idő elteltével elsajátítottam a Spring Boot struktúráját



7.1. ábra. Az adatbázist alkotó táblák.



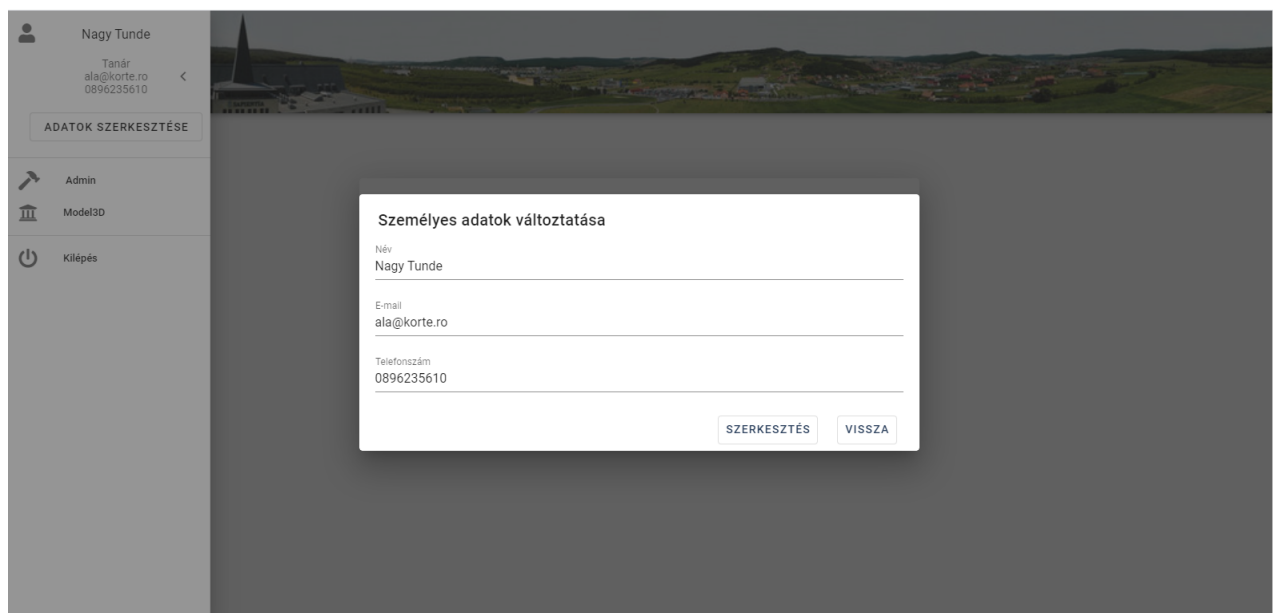
7.2. ábra. A user felhasználók menü rendszere

és ezt használva felépítettem a backend rész első fázisát. Az adatbázis egyelőre PostgreSQL-ben van létrehozva viszont a Spring segítségével gyorsan bármely adatbázissal lehet kapcsolatot teremteni.

Mindeközben fejlesztettem a frontend részt is. Eljött az a pillanat, hogy kapcsolatot kellett teremtenem a frontend és a backend rész között, amelyet hamar sikerült elvégezni. Így már tudott kommunikálni a frontend a backenddel vagyis a frontendre az adatbázisban szereplő adatok eljutottak és jelentek meg a weboldalon.

A következő részben látható lesz képek formájában a frontend rész haladása. Az első részben bemutatnám, hogy a user felhasználók mit látnak. Első sorban a menürendszerrel kezdeném. Ha már be van jelentkezve egy felhasználó akkor a 7.2 ábrán látható menü rendszerrel fog találkozni. Megfigyelhető, hogy megjelennek a felhasználó adatai és egy gomb amely segítségével tudja módosítani az adatait. Erről képet láthatunk a 7.3 ábrán. Ezek után jönnek a lehetőségek amelyekre rákattintva különböző oldalak jelennek meg.

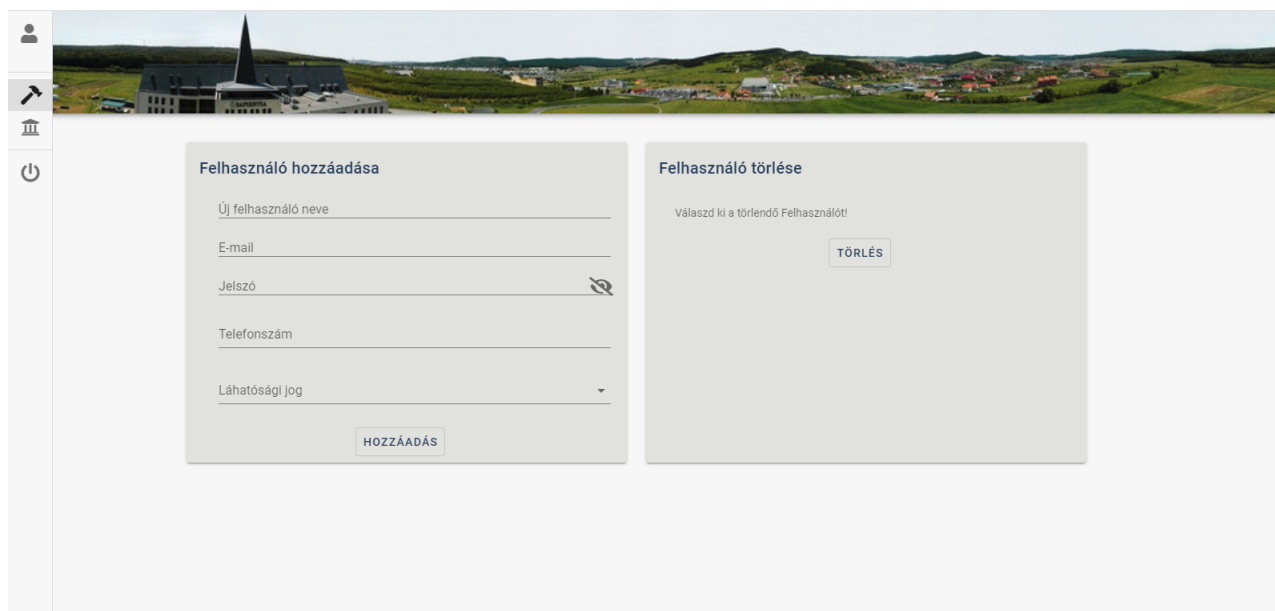
A menürendszer első opcióját választva vagyis az Admin opciót akkor előjönnek azok a funkciók, amelyeket el kell végezni a felhasználó annak függvényében hogy milyen joggal rendelkezik.



7.3. ábra. A user felhasználók adatainak módosítása

Egyelőre csak az új user felhasználók hozzáadása működik, amelyhez csak annyit kell tennünk, hogy beírjuk az adatokat és ráklikkelünk a HOZZÁADÁS gombra. Ez által bekerül az új felhasználó az adatbázisba. Erről az oldalról a 7.4 ábrán láthatunk egy képet. Az utolsó menü pont a kijelentkezés gomb amely segítségével a felhasználó ki tud jelentkezni és vissza kerül arra az oldalra amelyet már minden felhasználó képes látni.

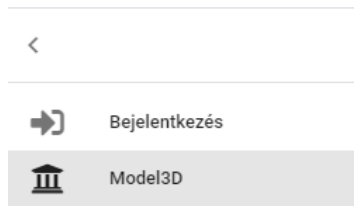
A következőkben azokat az elemeket mutatnám meg amelyeket minden felhasználó képes látni. Egyelőre csak egy ilyen oldal készült el és ez sem végeleges. Ezen az oldalon látható egy 3D modell amelyet a társam készített el. Megtekinthető a 7.5 ábrán. Ezen kívül észrevehető, hogy ha nem vagyunk bejelentkezve akkor egy kicsivel másabb menürendszer jelenik meg. Ezt megtudjuk nézni a 7.6 ábrán. A struktúra hasonló viszont itt nem jelennek meg a felhasználók adatai ámbár megjelenik a Bejelentkezés menüpont ahol be tudnak jelentkezni a felhasználók. Ez tulajdonképpen az útválasztás(rout) folyamaton belül oldódott meg. Egy útválasztás van és azon belül két nagyobb csoportra lett felosztva, hogy ki melyik oldalt láthatja.



7.4. ábra. A user felhasználók által használt különleges funkciók



7.5. ábra. A 3D modell kép visitor(látogató) és user felhasználók számára



7.6. ábra. Visitor(látogató) felhasználó által látható menürendszer

Az alkalmazást egyelőre web felületen készítem el, mivel így a különböző eszközökön nem kell különbséget tenni. Nem kell megírni külön Android vagy IOS rendszerrel rendelkező mobiltelefonok nyelvére. A web felületre írt oldalakat megtudja nyitni az Androiddal és IOS rendszerre rendelkező ember is mivel nem kell külön alkalmazást letölteni. Ezen kívül egy weboldal elérhető számítógépen is. Fejlesztési lehetőségnek persze ott tartom azt is, hogy majd ne csak web applikáció legyen hanem Android meg IOS is. Mindkettőt hasznosnak tartom mivel világunkban a telefonok használata nagyon népszerű.

8. fejezet

Összefoglalás

Az elmúlt nyár alatt ennyire sikerült az államvizsga projektemet fejlesztenem. Továbbra is töreksem, hogy minél jobban gyorsabban megoldjam a felmerülő problémákat. Folyamatosan próbálok ötletelni minél jobb és kreatívabb megoldásokról annak érdekében, hogy az alkalmazás hasznos legyen mint az egyetem és a diákok részére is. Úgy gondolom a nyár alatt elég sok mindent megtanultam, tapasztaltam a különböző rendszerekkel, technológiákkal kapcsolatban. Ezen tapasztalataimat nagy örömmel fogadtam és tudom, hogy majd a jövőbeni életemben is feltudom használni őket.

Irodalomjegyzék

- [1] P. Martins, M. Abbasi, and F. Sá, „A study over nosql performance,” in *World Conference on Information Systems and Technologies*, pp. 603–611, Springer, 2019.
- [2] „Vue and angular interest.” <https://2019.stateofjs.com/front-end-frameworks/>.
- [3] T. P. Kersten, F. Tschirschwitz, and S. Deggim, „Development of a virtual museum including a 4d presentation of building history in virtual reality,” *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. 42, p. 361, 2017.
- [4] D. Dedov, M. Krasnyanskiy, A. Obukhov, and A. Arkhipov, „Design and development of adaptive simulators using 3d modeling,” *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 12, no. 20, pp. 10415–10422, 2017.
- [5] R. K. Moloo, S. Pudaruth, M. Ramodhin, and R. B. Rozbully, „A 3d virtual tour of the university of mauritius using webgl,” in *2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT)*, pp. 2891–2894, IEEE, 2016.
- [6] D. Perdana, A. I. Irawan, and R. Munadi, „Implementation of a web based campus virtual tour for introducing telkom university building,” *International Journal of Simulation—Systems, Science & Technology*, vol. 20, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [7] R. Napolitano, I. Douglas, M. Garlock, and B. Glisic, „Virtual tour environment of cuba’s national school of art,” *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, vol. 42, no. 2, p. W5, 2017.

- [8] C. Maines and S. Tang, „An application of game technology to virtual university campus tour and interior navigation,” in *2015 international conference on developments of E-systems engineering (DeSE)*, pp. 341–346, IEEE, 2015.
- [9] „Dbms.” <https://www.tutorialspoint.com/dbms/index.htm>.
- [10] S. Venkatraman, K. Fahd, S. Kaspi, and R. Venkatraman, „Sql versus nosql movement with big data analytics,” *Int. J. Inform. Technol. Comput. Sci*, vol. 8, pp. 59–66, 2016.
- [11] A. Gupta, S. Tyagi, N. Panwar, S. Sachdeva, and U. Saxena, „Nosql databases: Critical analysis and comparison,” in *2017 International Conference on Computing and Communication Technologies for Smart Nation (IC3TSN)*, pp. 293–299, IEEE, 2017.
- [12] „Frameworks.” <https://hackr.io/blog/what-is-frameworks>.
- [13] E. Wohlgethan, *Supporting Web Development Decisions by Comparing Three Major JavaScript Frameworks: Angular, React and Vue.js*. PhD thesis, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, 2018.
- [14] „Vue and angular comparison.” <https://www.educative.io/blog/react-angular-vue-comparison>.
- [15] N. Js and N. JS, „Node.js,” *Tradução de: SILVA, AG Disponível em*, 2016.
- [16] Ž. Jovanović, D. Jagodić, and Vujičić, „Java spring boot rest web service integration with java artificial intelligence weka framework,” in *International Scientific Conference “UNITECH 2017*, pp. 323–327, 2017.
- [17] „Nodejs vs spring boot.” <https://www.chapter247.com/blog/node-js-vs-springboot-java-which-one-to-choose-and-when/>.
- [18] „Nodejs and spring boot.” <https://stackshare.io/stackups/nodejs-vs-spring-boot>.