

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 5191

**Primjena paradigme
poslužiteljskih dojava u razvoju
web-usluga**

Karlo Vrbić

Zagreb, srpanj 2017.

SADRŽAJ

Popis slika	vi
1. Uvod	1
2. Tehnologije poslužiteljskih dojava	3
2.1. Comet	3
2.1.1. Prozivanje	4
2.1.2. Blokirajuće prozivanje	4
2.1.3. Strujanje	6
2.2. WebSocket	9
2.2.1. Rukovanje	9
2.2.2. Prijenos podataka	10
2.3. Firebase Cloud Messaging (FCM)	11
2.3.1. Prijava na uslugu	11
2.3.2. Slanje dojava i podataka	12
2.4. Apple Push Notification Service	13
2.4.1. Prijava na uslugu	14
2.4.2. Slanje dojava i podataka	14
3. Arhitektura sustava za praćenje događaja	16
3.1. Protokol za razmjenu podataka	16
3.2. Autentikacija	17
3.3. Spremanje podataka	17
3.4. Poslužiteljske dojava	18
4. Programsko ostvarenje sustava za praćenje događaja	20
4.1. Poslužiteljske dojava	20
4.2. Klijent	21
4.2.1. Prijava korisnika	22

4.2.2. Registracija korisnika	22
4.2.3. Glavni prozor	23
4.3. Poslužitelj	26
5. Zaključak	29
Literatura	30

POPIS SLIKA

2.1. Dijagram razmjene dojava primjenom tehnike prozivanja	4
2.2. Dijagram razmjene dojava primjenom tehnike blokirajućeg prozivanja	5
2.3. Dijagram razmjene dojava primjenom <i>Comet</i> tehnike strujanja	6
2.4. Primjer korištenja <code>EventSource</code> objekta za prikaz poslužiteljskih dojava	8
2.5. Primjeri SSE poruka	8
2.6. Dijagram razmjene dojava primjenom tehnologije <i>WebSocket</i>	9
2.7. Zahtjev klijenta i odgovor poslužitelja tijekom rukovanja	10
2.8. Princip rada Firebase Cloud Messaging usluge	12
2.9. Primjer JSON objekta kojeg poslužitelj šalje FCM poslužitelju za sla- nje dojava	13
2.10. Upravljanje tokenom uređaja koristeći APNs	14
2.11. JSON objekt za „tihu“ dojavu	15
3.1. Slanje događaja i pretplata na događaj	17
3.2. ER diagram poslužiteljske baze podataka	18
4.1. Prikaz arhitekture sustava za praćenje događaja	21
4.2. Prozor za prijavu	22
4.3. Prozor za registraciju	23
4.4. Glavni prozor	24
4.5. Prozor za prikaz profila korisnika	25
4.6. Prozor za prikaz profila događaja	26
4.7. Primjer zahtjeva za registraciju	27

1. Uvod

U 21. stoljeću tehnologije u svim područjima se sve brže razvijaju, a najviše na području informacijskih tehnologija i mobilnih tehnologija. Danas je nezamisliv život bez mobilnih uređaja poput prijenosnih računala, pametnih mobitela, tableta, pametnih satova, itd. To potvrđuje podatak da 60% ljudi posjeduje mobilni telefon i da danas većina ljudi Internetu pristupa pomoću mobilnih uređaja. Do tako drastičnog porasta broja korisnika mobilnih uređaja došlo je ponajviše razvojem tzv. pametnih mobitela. Danas tržištem dominiraju pametni mobilni uređaji s operacijskim sustavima Android i iOS koji korisniku pružaju mnoge mogućnosti koje nisu bile dostupne tradicionalnim mobilnim telefonima. Uz razvoj mobilnih mreža i bežičnog pristupa Internetu korisnicima je omogućeno da budu spojeni na Internet bez obzira na vrijeme i mjesto gdje se nalaze. Ti podatci drastično mijenjaju način na koji korisnici koriste svoje uređaje. Od uređaja se više ne zahtijeva samo da može pristupiti informacijama bitnim korisniku nego i da može primiti informacije iz više izvora u trenutku kada te informacije budu dostupne. Standardna klijentsko-poslužiteljska arhitektura ne zadovoljava te uvjete i to je pokretač za razvoj tehnologija poslužiteljskih dojava.

Svrha ovog rada je izrada sustava za praćenje događaja objavljenih od strane drugih korisnika sustava u svrhu olakšanja organizacije raznih događaja i praćenja informacija vezanih uz te događaje. Ostvaren je sustav koji korisniku omogućava objavu vlastitih događaja i informacija vezanih uz taj događaj poput naziva događaja, opisa i datuma kada se događaj održava. Također korisnicima koji su objavili događaje omogućeno je da šalju poruke korisnicima koji su pretplaćeni na taj događaj. Sustav će obavještavati pretplatnike o porukama organizatora kroz poslužiteljske poruke koje su ostvarene pomoću sustava *Firebase Cloud Messaging*.

Prvo poglavlje govori o razvoju tehnologija poslužiteljskih dojava od *Comet* tehnologija pa do novijih tehnologija poput protokola *WebSocket* i sustava *Firebase Cloud Messaging* i *Apple Push Notification Service*. U tom poglavlju opisan je način rada pojedine tehnologije te prednosti i mane.

Sljedeće, drugo poglavlje govori o arhitekturi sustava za dojavu poruka i promjena

na korisniku zanimljivih događaja koji je razvijen u sklopu ovog rada. U sklopu razvoja sustava on je podijeljen na klijentski i poslužiteljski dio sustava te se definira način razmjene podataka između njih. U ovom poglavlju također se opisuje dijelova sustava poput autentikacije i sustava za poslužiteljske dojave.

U trećem poglavlju preciznije se objašnjava rad programskog ostvarenja izrađenog u sklopu ovog rada te raspraviti o korištenim tehnologijama. Također se govori o mogućnostima ovog sustava i načinu kako korisnik može koristiti ovaj sustav za praćenje raznih događaja, ali i organiziranje vlastitih događaja.

Četvrto poglavlje opisuje postupak implementacije sustava opisanog u prijašnjem poglavlju i govori o tehnologijama korištenim za implementaciju klijentskog i poslužiteljskog dijela sustava. Također se opisuje *Firebase Cloud Messaging* usluga za poslužiteljske dojave i način na koji je integrirana u sustav.

U petom poglavlju izneseni su zaključci ovog rada. Uz zaključke u ovom poglavlju je opisan plan održavanja i nadogradnje sustava u budućnosti.

2. Tehnologije poslužiteljskih dojava

Sredinom 90-ih godina prošlog stoljeća počeo je razvoj sustava koji podržavaju poslužiteljske dojave. Isprva, zbog nedostatka već gotovih i praktičnih rješenja, poslužiteljske dojave su se izvodile nekonvencionalnim korištenjem protokola HTTP, izvorno namijenjenog uporabi tako da klijent šalje zahtjev i dobiva odgovor. Te tehnologije su se nazivale *Comet* tehnologije. U novije vrijeme razvile su se nove tehnologije poput protokola *WebSocket*, ali i usluga poput *Firebase Cloud Messaging* i *Apple Push Notification Service* koji sadrže više od same usluge poslužiteljskih dojava.

2.1. Comet

U počecima World Wide Web tehnologije Internet preglednici bi za svaku stranicu poslali više zahtjeva prema poslužitelju, svaki zahtjev za jednu komponentu stranice, npr. HTML dokument, CSS dokument, skripte ili bilo koji drugi resurs koji se upotrebljavao na stranici. Preuzimanje stranice u dijelove podataka poznato je kao model stranica po stranica model (engl. *Page-by-Page model*). Za dohvat novog sadržaja stranice stranica se trebala ponovo učitati.

Asynchronous JavaScript and XML (AJAX) tehnologija je donijela promjene i omogućila učitavanje dijelova stranice kroz asinkrone zahtjeve prema poslužitelju ali AJAX nije riješio sve probleme dinamičkih web stranica. Iako web preglednici s AJAX tehnologijom imaju mogućnost zatražiti podatke sa servera i dinamički izmijeniti stranicu kada ti podatci stignu i dalje nisu imali mehanizam kojim bi znali da li server uopće ima nove podatke u slučajevima kada je to potrebno, npr. chat aplikacije. U takvim slučajevima se koristila razne *Comet* tehnologije. (Gravelle, 2009)

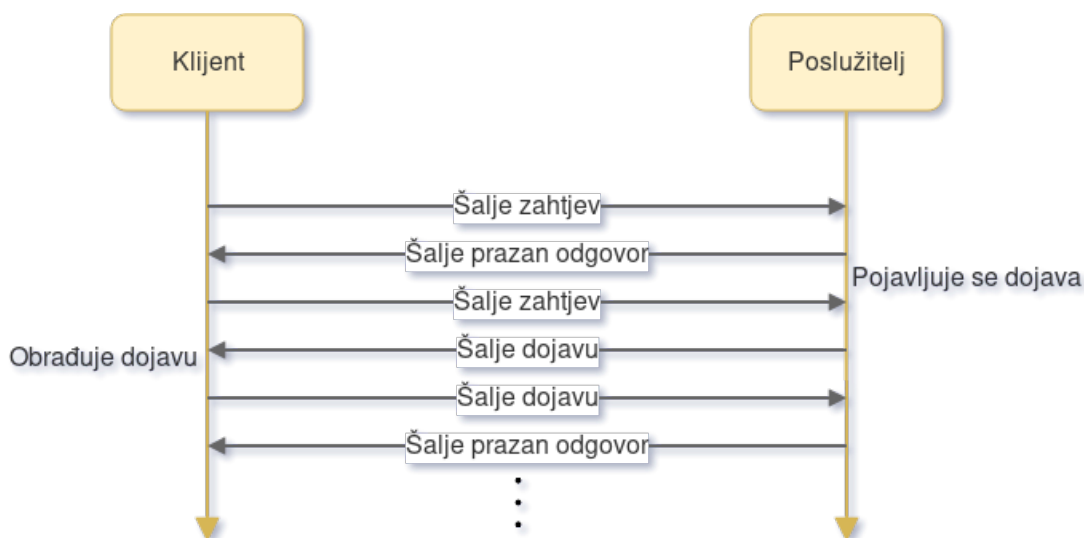
Comet je model web aplikacija u kojem se koristi HTTP veza za imitaciju poslužiteljskih dojava. U ovom modelu HTTP veza se održava živom kako bi se kroz tu vezu slale poslužiteljske dojave. Comet je u biti grupni naziv za sve tehnologije koje ostvaruju poslužiteljske dojave pomoću HTTP veze.

2.1.1. Prozivanje

Tehnika prozivanja (engl. *polling*) je tehnika ostvarivanja poslužiteljskih dojava koja koristi periodičko slanje zahtjeva prema poslužitelju i tako doznaje ima li poslužitelj relevantnih podataka koje bi klijent trebao dobiti. Ova tehnika ustvari nije prava tehnologija poslužiteljskih dojava jer bi takva tehnologija omogućila poslužitelju slanje podataka klijentu bez zahtjeva klijenta dok to ovdje nije slučaj.

Rad poslužiteljskih dojava ostvarene ovom tehnikom prikazan je na slici 2.1. Tehnika prozivanja se obično ostvaruje tako da klijent ostvari vezu prema poslužitelju, pošalje HTTP zahtjeve prema poslužitelju, poslužitelj odgovara klijentu i šalje mu podatke s dojavom ako je dostupna te se nakon što klijent primi odgovor veza raskida. Ovaj proces bi se periodički ponavljao te bi tako korisnik naizgled imao prave poslužiteljske dojava. Ova tehnika se obično koristila na internetskim stranicama pomoću periodičkih AJAX zahtjeva.

Problemi ovakve implementacije poslužiteljskih dojava su očiti. Zbog potrebe za slanjem periodičkih HTTP zahtjeva, koji su često i bespotrebni, poslužitelja se tjera na nepotrebnu obradu velikog broja zahtjeva što zahtjeva bolji i skuplji hardver ali i povećava Internet promet zbog većeg broja zahtjeva.

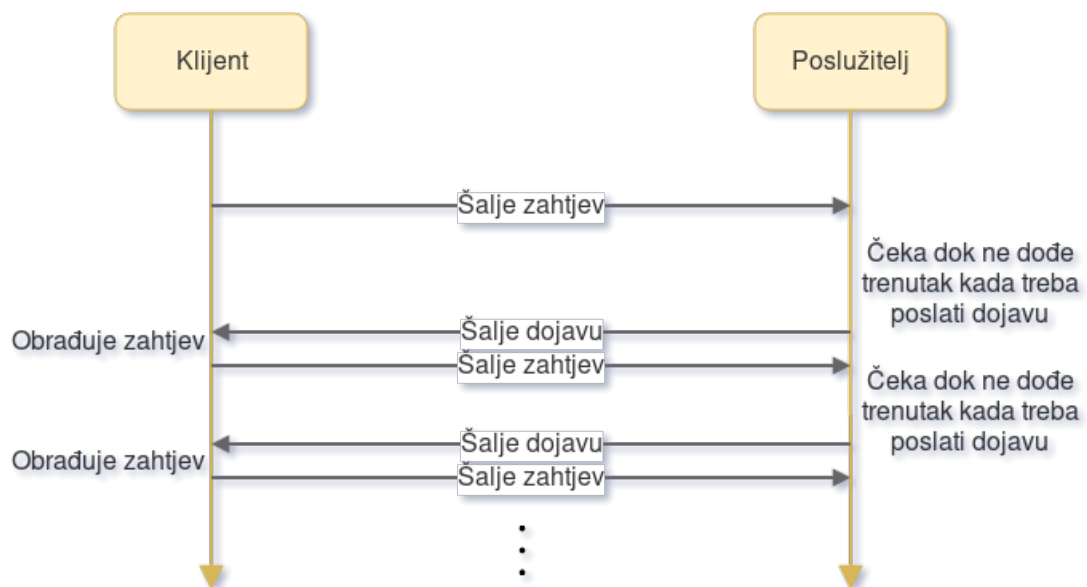


Slika 2.1: Dijagram razmjene dojava primjenom tehnike prozivanja

2.1.2. Blokirajuće prozivanje

Zbog navedenih problema s normalnom tehnikom prozivanja razvijena je tehnika blokirajućeg prozivanja. Ova tehnika je slična svom prethodniku ali se razlikuje u

Koristeći ovu tehniku klijent mora ostvariti vezu s poslužiteljom, poslati HTTP zahtjev prema poslužitelju ali poslužitelj neće odmah odgovoriti. Kod protokola HTTP TCP veza se održava sve dok klijent ne dobije odgovor. Ova činjenica je ovdje iskorištena tako da će poslužitelj pričekati dok relevantni podatci ili dojave ne budu dostupne pa će tek onda kada je to potrebno poslati odgovor klijentu. Klijent nakon što zaprimi odgovor šalje novi zahtjev poslužitelju i proces se ponavlja. Ako se ipak zbog nekih razloga veza raskine prije nego što poslužitelj pošalje odgovor klijent pokušava ostvariti novu vezu i poslati novi zahtjev. Iako se ovom tehnikom rješava problem velikog broja zahtjeva stvara se novi problem. Većina modernih poslužitelja radi tako da za svaki zahtjev stvara novi proces ili dretvu i nakon obrade zahtjeva prekida proces ili dretvu ili zahtjeve predaje dretvi iz bazena dretvi nakon obrade zahtjeva vraća dretvu u bazen dretvi. Problem je što koristeći ovu tehniku većinu vremena poslužitelj čeka podatke koje treba poslati a za to vrijeme ima proces ili dretvu koja ne radi ništa osim što koristi resurse poslužitelja koji bi se mogu koristiti za ostale zadatke. Još gori je problem ako se koristi bazen dretvi jer može doći do situacije u kojoj sve dretve iz bazena čekaju podatke pa nema ni jedne dretve dostupne za obradu novih zahtjeva koji čekaju u redu ili se odbacuju.



Sustavi koji upotrebljavaju tehniku blokirajućeg prozivanja su ne skalabilni jer veći broj korisnika drastično povećava broj zahtjeva koje server mora obrađivati što je skupo

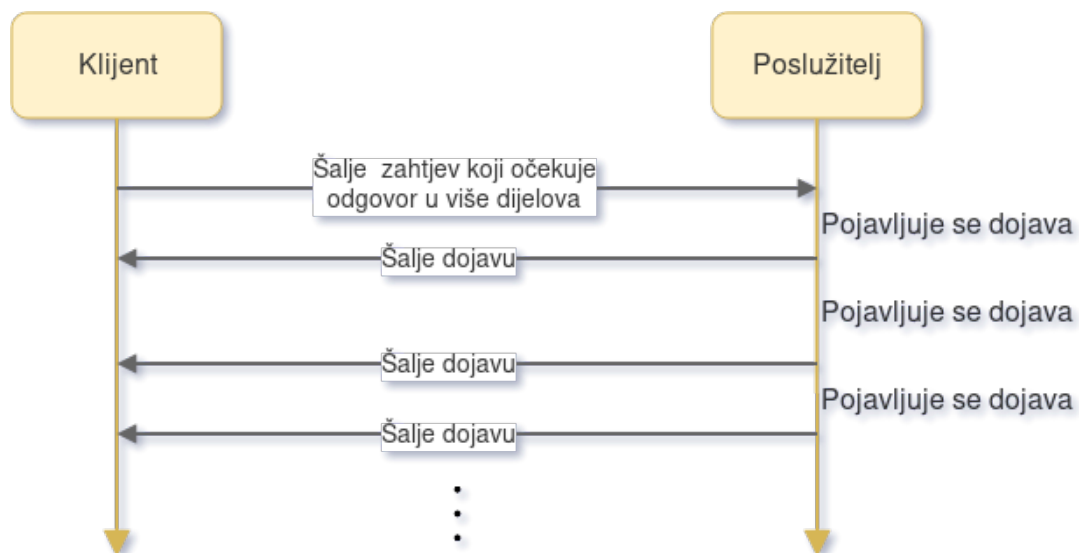
i ne održivo.

2.1.3. Strujanje

Pored tehnike prozivanja i blokirajućeg prozivanja imamo i tehniku strujanja. Ova tehnika se ostvaruje pomoću jedne veze koju klijent ostvari s poslužiteljem koju potom poslužitelj koristi za slanje dojava klijentu. Ako se odlučimo za implementaciju ove tehnike imamo dvije opcije: korištenje metode skrivenih iframe-ova ili korištenje višestrukog odgovora pomoću XMLHttpRequest objekta koji se koristi pri slanju AJAX zahtjeva.

`iframe` je HTML element koji se koristi za ugradnju dokumenta unutar drugog HTML dokumenta. Pri implementaciji streaming Comet tehnike može se koristiti skriveni `iframe` element čiji će `src` atribut pokazivati na URL s kojeg će poslužitelj slati dojave. Svaki put kada poslužitelj ima dojavu za klijenta on će tu dojavu zapakirati u JavaScript skriptu koju će klijent dobiti kroz `iframe` element te će je potom izvršiti.

Drugi način se ostvaruje koristeći AJAX zahtjev koji očekuje višestruki odgovor, tj. odgovor u više dijelova. Uobičajeno bi poslužitelj poslao odgovore u više dijelova i u zadnjem označio da je riječ o zadnjem što bi dovelo do zatvaranja veze. Kod ove tehnike se koristi činjenica da se veza ne zatvara u koliko ne dođe do odgovora u kojem poslužitelj kaže da je zadnji odgovor i stoga može koristiti vezu za neograničeno slanje poslužiteljskih dojava klijentu. Na slici 2.3 je opisan rad ove tehnike. (Carbou, 2011)



Slika 2.3: Dijagram razmjene dojava primjenom *Comet* tehnike strujanja

Server Sent Events

Poslužiteljske dojave pomoću AJAX zahtjev koji očekuje višestruki odgovor su dobro rješenje ali nedostaje precizna specifikacija koja bi opisala postupak implementacije takvog sustava. Skupina *Web Hypertext Application Technology Working Group* (WHATWG) ovaj problem je riješila sa svojim predloškom *Web Application 1.0*. Nakon što je web preglednik *Opera* implementirala ovu specifikaciju u listopadu 2006. godine ona se počinje nazivati *Server Sent Events* (SSE).

Upotreba ove specifikacije umjesto da se imitira pomoću *JavaScript* objekta *XMLHttpRequest* ili HTML oznake *iframe* omogućuje klijentskoj aplikaciji bolju upotrebu mrežnih resursa, a to može rezultirati značajnim uštedama u trajanju baterije na prijenosnim uređajima.

Sučelje *MessageEvent*

Sučelje *MessageEvent* se koristi za poruke u velikom broju protokola poput *Server Sent Events*, *WebSocket*, *cross-document messaging*, *channel messaging* i *broadcast channels*. Sastoji se od pet ne promjenjivih atributa *data*, *origin*, *lastEventId*, *source* i *ports* prikazanih u tablici 2.1.

Tablica 2.1: Atributi sučelja *MessageEvent*

Atribut	Opis
<i>event.data</i>	Sadrži poruku koja je poslana
<i>event.origin</i>	Podrijetlo poruke (obično shema, host i port ali ne i putanja)
<i>event.lastEventId</i>	Id zadnjeg događaja
<i>event.source</i>	Ne koristi se za SSE
<i>event.ports</i>	Ne koristi se za SSE

Poruke

Korištenje ove specifikacije u klijentskoj web aplikaciji je vrlo jednostavno. Primjer korištenja je prikazan na slici 2.4. Kako bi mogli primiti poruke treba nam *JavaScript* objekt *EventSource* kojeg stvaramo tako što njegovom konstruktoru predamo URL s kojeg klijentska aplikacija treba primiti poslužiteljske dojave. Za svaku poruku koju klijent primi pozove se funkcija predana *onmessage* atributu koja je odgovorna za obradu poruke.

```
var source = new EventSource('updates.cgi');
source.onmessage = function (event) {
    alert(event.data);
};
```

Slika 2.4: Primjer korištenja `EventSource` objekta za prikaz poslužiteljskih dojava

```
event: add
data: 73857293

event: remove
data: 2153

event: add
data: 113411
```

Slika 2.5: Primjeri SSE poruka

Nakon poziva konstruktora objekta `EventSource` šalje se zahtjev poslužitelju s predanim URL-om, a poslužitelj mu odgovara sa HTTP 200 OK odgovorom koji sadrži zaglavlje `Content-Type: text/event-stream`. Nakon toga klijent najavljuje vezu tako što postavlja atribut `readyState` na `OPEN` i šalje događaj naziva `open`. Nakon toga poslužitelj može početi sa slanjem poruka.

Primjere poruka možemo vidjeti na slici 2.5 gdje je prikazano 3 poruke. Svaki redak poruka je kodirana s UTF-8 kodnom stranicom i može se sastojati od više dijelova kao što se u primjeru na slici 2.5 prikazane poruke od dva dijela. Svaki redak se interpretira tako da tekst prije znaka `:` označava polje(npr. `data`, `event`, `id` ili `retry`). Drugi dio događaja označava vrijednost tog polja. Ako redak ne sadrži znak `:` onda se vrijednost tog polja tretira kao prazni tekst. Ako imamo prazan redak onda treba odaslati dojavu sa svim prije napisanim redovima.

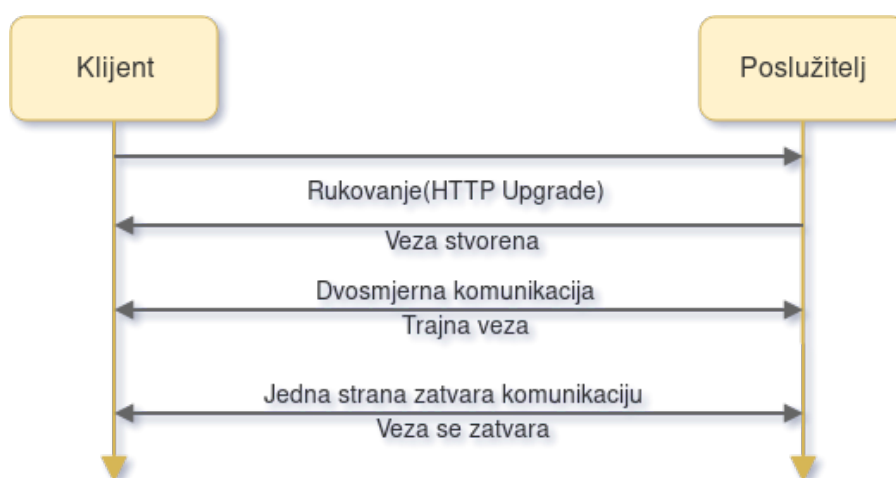
Svako ime polja ima posebnu namjenu. Ime polja `event` to označava tip poruke, `data` dodaje svoju vrijednost u `data` atribut, `id` postavlja `lastEventId` atribut a polje s imenom `retry` postavlja vrijeme ponovnog povezivanja na vrijednost tog polja koje mora biti cjelobrojni broj.(WHATWG, 2017)

2.2. WebSocket

Povijesno, stvaranje web aplikacija koje trebaju dvosmjernu komunikaciju između klijenta i poslužitelja zahtijevala je korištenje protokola HTTP na način na koji HTTP nije namijenjen. Jednostavnije rješenje bi bilo da se koristi jedna TCP veza za slanje svih zahtjeva. Upravo na tome je radila *Internet Engineering Task Force* (IETF) skupina i objavila pod RFC 6455 specifikacijom. Protokol se zove WebSocket i zajedno sa WebSocket API-ijem daje alternativu tehnici prozivanja i sličnim tehnikama. WebSocket protokol pokušava riješiti ciljeve postojećih dvosmjernih HTTP tehnologija u kontekstu postojeće HTTP infrastrukture. Kao takav, osmišljen je za rad preko HTTP portova 80 i 443, kao i za podršku HTTP posrednika.

Protokol trenutno podržavaju svi poznatiji Internet preglednici poput Firefox (PC i Android verzija), Chrome (PC i mobilna verzija), Safari (PC i iOS verzija), Opera (PC i mobilna verzija), Internet Explorer i Android browser.

Protokol se sastoji od dva dijela: rukovanja (engl. *handshake*) i prijenosa podataka. (Fette i Melnikov, 2011)



Slika 2.6: Dijagram razmjene dojava primjenom tehnologije *WebSocket*

2.2.1. Rukovanje

Klijent tijekom rukovanja poslužitelju šalje zahtjev na koji poslužitelj odgovara odgovorom prikazanom na slici 2.7. Klijent uključuje naziv poslužitelja u `Host` zaglavlje rukovanja prema tako da i klijent i poslužitelj mogu potvrditi da se slažu o tome koji poslužitelj je u upotrebi.

```
GET /chat HTTP/1.1
Host: server.example.com
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Key: dGhlIHNhbXBsZSBub25jZQ==
Origin: http://example.com
Sec-WebSocket-Protocol: chat, superchat
Sec-WebSocket-Version: 13

HTTP/1.1 101 Switching Protocols
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Accept: s3pPLMBiTxaQ9kYGzzhZRbK+xOo=
Sec-WebSocket-Protocol: chat
```

Slika 2.7: Zahtjev klijenta i odgovor poslužitelja tijekom rukovanja

Dodatna polja zaglavlja koriste se za odabir opcija u protokolu *WebSocket*. Tipične opcije dostupne u ovoj verziji su selektor potprotokola `Sec-WebSocket-Protocol`, popis ekstenzije podrške od strane klijenta `Sec-WebSocket-Extensions`, zaglavlje `Origin` itd.

Zaglavlje zahtjeva `Sec-WebSocket-Protocol` može se upotrijebiti za označavanje potprotokola koje klijent podržava. Poslužitelj odabire jedan ili nijedan od prihvatljivih protokola i šalje tu vrijednost tijekom rukovanja kako bi naznačio da je odabrao taj protokol.

Rukovanje je slično protokolu HTTP dopuštajući poslužiteljima da obrađuju HTTP i *WebSocket* veze na istom portu. Kada se uspostavlja veza, komunikacija prelazi na dvosmjerni protokol koji ne odgovara HTTP protokolu. Uz zaglavlje `Upgrade` klijent šalje i zaglavlje `Sec-WebSocket-Key` koje sadrži nasumične oktet kodirane sa *Base64* algoritmom, a poslužitelj odgovara s hash vrijednosti tog ključa u `Sec-WebSocket-Accept` zaglavlju.

2.2.2. Prijenos podataka

Nakon rukovanja i klijent i poslužitelj mogu poslati podatke u oba smjera. *WebSocket* prijenosi zovu se poruke, gdje se jedna poruka može po želji podijeliti na više okvira podataka. To može omogućiti slanje poruka gdje su početni podaci dostupni, ali cjelokupna duljina poruke je nepoznata (šalje se jedan podatkovni okvir nakon drugog dok se ne postigne kraj i označeno s bitom `FIN`). Uz proširenja protokola, to se također

može koristiti za multipleksiranje nekoliko veza istovremeno.

Svaki okvir ima svoju vrstu ali svi okviri koji čine jednu poruku moraju biti iste vrste. Općenito govoreći, postoje vrste za tekstualne podatke (koji se tumače kao tekst kodiran UTF-8 kodnom stranicom), binarne podatke (čija interpretacija ostaje do aplikacije) i kontrolne okvire (koji nisu namijenjeni za prijenos podataka za aplikaciju Ali umjesto toga za signalizaciju na razini protokola, kao da signalizira da veza bude zatvorena). Ova verzija protokola definira šest vrsta okvira i ostavlja deset rezerviranih za buduću upotrebu.

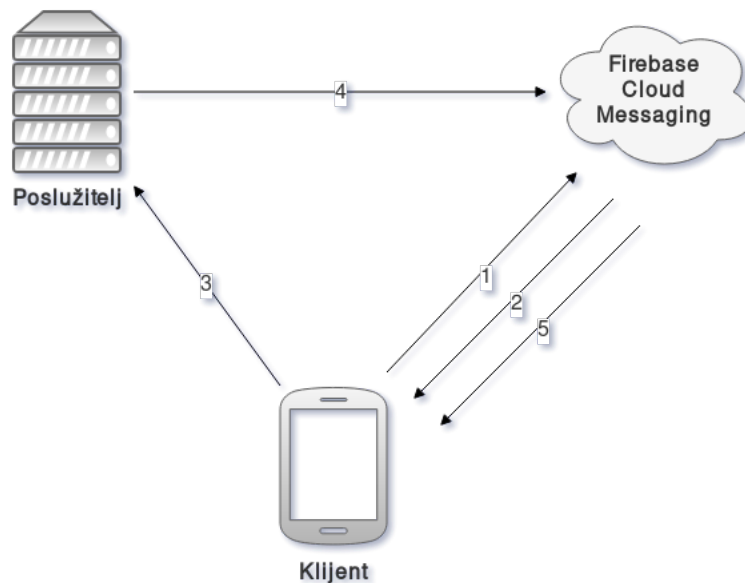
2.3. Firebase Cloud Messaging (FCM)

Pojavom pametnih mobilnih telefona s Android operacijskim sustavom Google, kompanija koja razvija Android operacijski sustav, tražila je rješenje za omogućivanje dvosmjerne komunikacije između Android aplikacija i poslužitelja. Postojeća rješenja nisu bila dovoljno dobra za mobilne uređaje. Jedan od razloga je da korisnik mobilnog uređaja može od jednom imati veliki broj aplikacija koje zahtijevaju opciju poslužiteljskih dojava a postojeće tehnologije su koristile jednu vezu po aplikaciji. Problem je što su mobilni uređaji relativno slabiji od osobnih uređaja i nisu mogli koristiti veliki broj veza odjednom.

Prva verzija protokola nazvala se *Android Cloud to Device Messaging* (AC2DM). Protokol je omogućavao sve aplikacije primaju poslužiteljske dojave preko jedne veze s Google poslužiteljem. *Google Cloud Messaging* (GCM) usluga najavljena je u lipnju 2012. kao nasljednik protokola *Android Cloud to Device Messaging*. Poboljšanja su uključivala poboljšanja za provjeru autentičnosti i isporuke, nove krajnje točke API-ja i parametre za razmjenu poruka te uklanjanje ograničenja na broj odaslanih poruka i veličine poruka. 2014 godine Google preuzima tvrtku Firebase i pod imenom *Firebase Cloud Messaging* (FCM) izbacuje protokol koji je sada dostupan na pametnim mobilnim uređajima s Android i iOS operacijskim sustavima ali i na klasičnim web aplikacijama.

2.3.1. Prijava na uslugu

Firebase Cloud Messaging protokol radi tako da klijent koji na svom uređaju ima barem jednu aplikaciju koju koristi FCM protokol mora ostvariti vezu s FCM poslužiteljem kako je prikazano na slici 2.8 (1). Na uređajima s Android operacijskim sustavom svaka aplikacija mora imati proces koji će inicirati vezu s FCM poslužite-



Slika 2.8: Princip rada Firebase Cloud Messaging usluge

ljem i dobiti token jedinstven za svaku aplikaciju (2). Nakon što klijent dobije token on ga šalje svom poslužitelju koji bi trebao token spremiti ako planira slati dojave tom klijentu (3).

Klijent isto tako ima mogućnost prijave na razne teme. Teme su skupine klijenata koji žele primati iste dojave a svaka tema se identificira pomoću svog jedinstvenog imena. FCM poslužitelj pamti koji klijenti su se pretplatili na koje teme te koriste tu informaciju prilikom slanja dojave.

2.3.2. Slanje dojava i podataka

Kada poslužitelj poželi poslati dojavu korisniku on za to koristi token koji je prije toga dobio i FCM poslužitelje. Na FCM poslužitelj šalje JSON objekt preko protokola HTTP ili XMLL. JSON objekt se sastoji od dva atributa: `to` ili `condition`, `notification` i `data` (4). Zatim FCM poslužitelj obrađuje dojavu, sprema u svoju bazu podataka ako klijent nije spojen ili šalje dojavu klijentu (5) s JSON objektom, kao što je prikazano na slici 2.9, kao tijelom poruke.

Prvi atribut može biti `to` ili `condition` i oba služe za određivanje klijenta ili više njih kome će slati dojava. Kod atributa `to` to može biti token koji je prije toga klijent poslao svom poslužitelju ili može biti ime teme. Vrijednost atributa `condition` sadrži neke uvijete koje primatelji moraju ispunjavati, npr. `"condition": "'dogs' in topics || 'cats' in topics"` znači da će se dojava poslati klijentima koji su pretplaćeni na teme `dogs` ili `cats`. U oba slučaja FCM poslužitelj koristi ovaj

```
{
  "to" : "APA91bHun4MxP5egoKMwt2...",
  "notification" : {
    "body" : "Ovdje se nalazi tijelo dojave",
    "title" : "Ovdje se nalazi naslov dojave",
    "icon" : "Ovdje se nalazi ime ikone koja će se prikazati uz dojavu"
  },
  "data" : {
    "example1" : "value1",
    "example2" : "value2"
  }
}
```

Slika 2.9: Primjer JSON objekta kojeg poslužitelj šalje FCM poslužitelju za slanje dojave

podatak da razluči kome treba poslati dojavu.

Atribut `notification` se koristi za slanje dojava koje će se prikazati u dijelu za dojave na klijentskom operacijskom sustavu. Ovaj atribut je objekt koji se sastoji od atributa poput `body`, `title`, `icon`, itd. koji određuju informacije koje će se prenijeti ali i koja će se ikonica prikazati uz dojavu ili koji zvuk će se oglasiti prilikom primitka dojave.

Atribut `data` se koristi ako se treba poslati veća količina podataka. Pomoću ovog atributa može se poslati do 4kB podataka u obliku ključ-vrijednost. iOS klijent će ove podatke primiti tek kada klijentska aplikacija dođe u prednji plan dok će Android aplikacija obraditi podatke i kad je u pozadini. U slučaju ako se šalju i `notification` i `data` atribut dojava će se prikazati i ako je aplikacija u pozadini dok će se `data` atribut obraditi tek kada aplikacija dođe u prednji plan. (fcm, 2017)

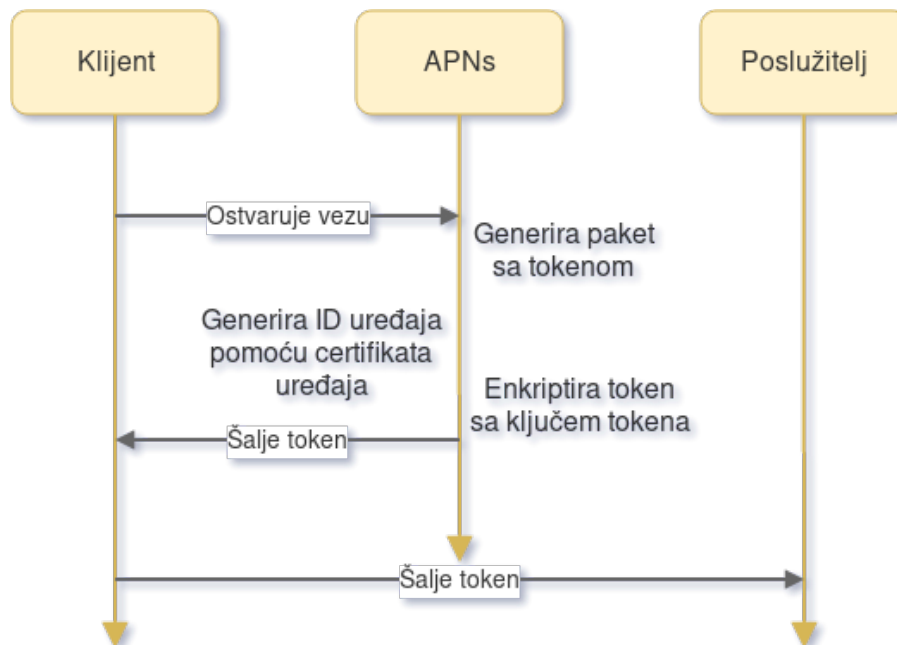
2.4. Apple Push Notification Service

Prvi pametni mobilni uređaj iPhone kompanije Apple pokrenuo je revoluciju u razvoju mobilnih uređaja i promijenio način na koji korisnici koriste svoje mobilne uređaje. Veliki broj aplikacija se oslanjao na poslužiteljske dojave ali nije bilo adekvatnog rješenja. Apple se susreo s istim problemima kao i njihov konkurent Google pa su se odlučili za izradu vlastite usluge za poslužiteljske dojave.

2008 godine napravljen je sustav nazvan *Apple Push Notification Service* (APNs). Usluga podržava pametne mobilne telefone s iOS operacijskim sustavom, pametne satove sa watchOS operacijskim sustavom, pametne televizore sa tvOS operacijskim

sustavom i macOS osobna i prijenosna računala.

Princip rada je sličan *Firebase Cloud Messaging* usluzi. Klijenti se registriraju kod APNs poslužitelja i APNs vodi računa o vezama s klijentima. Poslužitelj kada poželi poslati dojavu šalje zahtjev prema APNs poslužitelju koji šalje te dojave klijentima.



Slika 2.10: Upravljanje tokenom uređaja koristeći APNs

2.4.1. Prijava na uslugu

Po početnom pokretanju aplikacije na korisničkom uređaju sustav automatski uspostavlja akreditiranu, šifriranu i postojanu IP vezu između aplikacije i APNs poslužitelja. Ta veza omogućuje vašoj aplikaciji da izvrši postavljanje kako bi omogućila primanje dojava. APNs poslužitelj nakon stvaranja veze s klijentom generira paket s token, generira ID uređaja pomoću certifikata uređaja te još enkriptira token s ključem tokena. Ako je proces autentikacije uspješno izvršen klijentska aplikacija dobije token. Svaki token je jedinstven za aplikaciju i uređaj koji korisnik koristi (slika 2.10).

2.4.2. Slanje dojava i podataka

Poslužitelj pri slanju dojava šalje zahtjev APNs poslužitelju preko HTTP/2 protokola. U tijelu zahtjeva treba poslati JSON objekt koji ne prelazi veličinu od 4kB ili VoIP poruku koja ne prelazi 5kB.

```
{  
  "aps" : {  
    "content-available" : 1  
  }  
}
```

Slika 2.11: JSON objekt za „tihu“ dojavu

JSON objekt se sastoji od atributa `aps` i drugih atributa koji nemaju određeno ime a koriste su za prijenos podataka u obliku ključ-vrijednost. Vrijednost atributa `aps` je objekt koji sadrži attribute `title`, `body`, `alert`, `sound`, itd. koji određuju sadržaj notifikacije i način prikaza. Ako se želi poslati tzv. „tiha“ dojava pošalje se posebno oblikovani zahtjev(kod 2.11). Tiha dojava označava aplikaciji da ima dostupne dojave i da ih može dohvatiti kada to poželi.(apn, 2017)

3. Arhitektura sustava za praćenje događaja

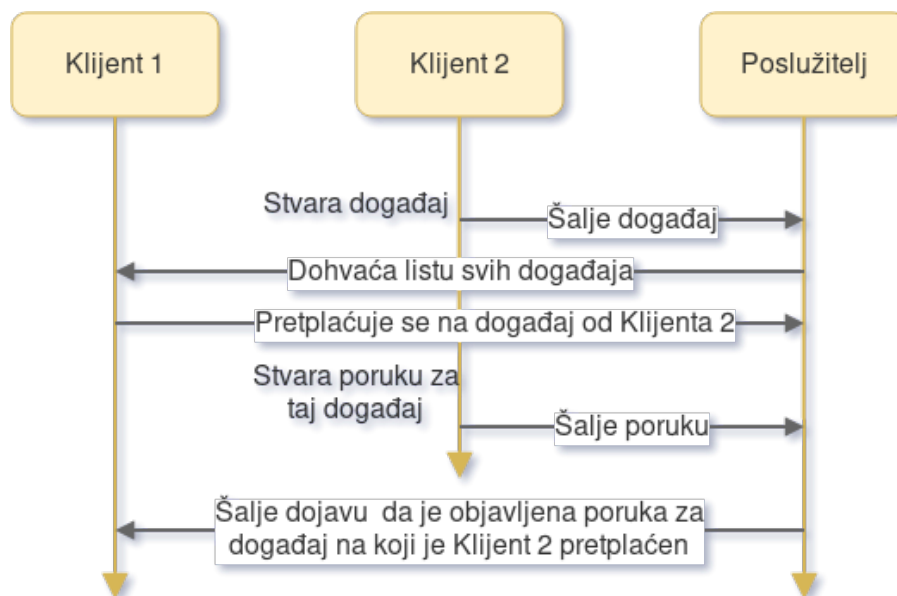
Cilj je oblikovati sustav koja korisniku omogućava praćenje događaja poput koncerata, rođendana i sl. i informacija vezanih uz taj događaj. Isto tako korisnici trebaju imati mogućnost stvaranja događaja za koje mogu definirati nekakve attribute poput naziva događaja, opisa, datuma i sl. Svi pratioci koji prate određeni događaj bi trebali dobiti dojavu kada se kreator događaja odluči izmijeniti neki od atributa događaja ili odluči poslati poruku vezanu uz taj događaj. Tako će se dobiti aplikacija koja će biti koristan alat pri organizaciji manjih događaja ali i većih događaja. Aplikacija se lako može pretvoriti u manju društvenu mrežu na kojoj će fokus biti na događajima, a ne na objavama kao većina društvenih mreža. Aplikacija se sastoji od poslužiteljskog dijela i klijentskog dijela.

3.1. Protokol za razmjenu podataka

Za funkcioniranje aplikacije mora se implementirati protokol za razmjenu podataka između poslužitelja i klijenta. Za implementaciju ove aplikacije potrebno je omogućiti dvosmjernu komunikaciju između klijenta i poslužitelja.

Prilikom neke akcije, poput registracije, prijave, stvaranja novog događaja, pretplate na događaj, itd., klijent će podatke slati na poslužitelj koji će obaviti provjeru ispravnosti tih podataka, obraditi ih i odgovoriti klijentu da li su poslani podatci uspješno poslani i poslat će korisniku resurse, poput profila korisnika, liste događaja, itd., ako ih je klijent zatražio.

Korisnik koji je stvorio događaj može ih i promijeniti te poslati poruke vezane uz taj događaj. Kod tih događaja potrebno je obavijestiti druge korisnike koji su se pretplatili na taj događaj o obavljenim promjenama ili novoj poruci s poslužiteljskom dojavom kako je prikazano na slici 3.1. Ako korisnik pretplatnik nije trenutno dostupan dojavu treba spremi te poslati čim postane dostupan.



Slika 3.1: Slanje događaja i pretplata na događaj

3.2. Autentikacija

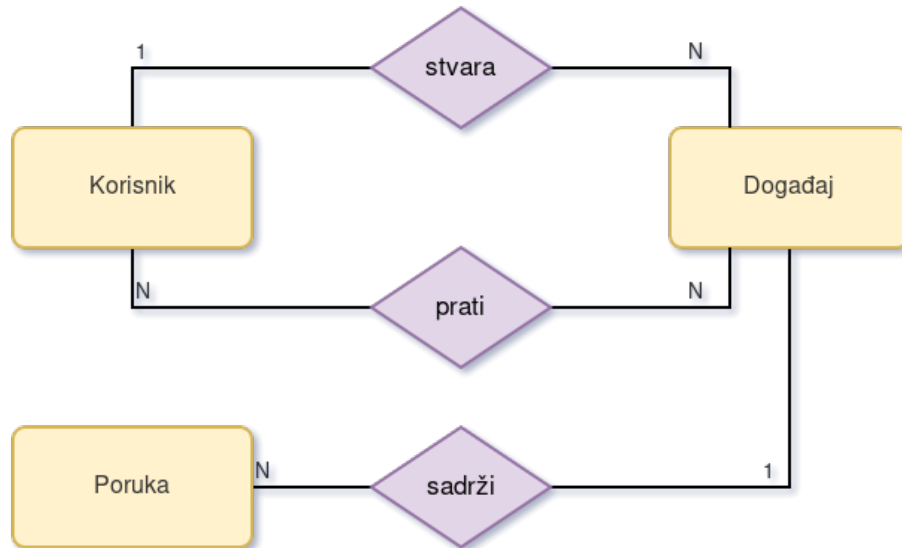
Sustav treba imati mogućnosti registracije i prijave kako bi raspoznala korisnike i pamtila njihove odabire. Svaki korisnik bi trebao imati jedinstveno korisničko ime. Prilikom otvaranja klijentske aplikacije korisnika se mora zatražiti da unese svoje korisničko ime i lozinku. Ako se radi o novom korisniku mora mu se ponuditi mogućnost registracije, a pri registraciji korisnici bi trebali unijeti svoje osobne podatke, korisničko ime njihovog budućeg računa i lozinku. Nakon što unese korisničko ime i lozinku korisnik pomoću klijentske aplikacije šalje zahtjev prema poslužitelju koji će utvrditi da li se radi o ispravnim podacima.

Ako se radi o ispravnim podacima klijent će podatke za prijavu privremeno spremiti na klijentski uređaj. Svaki put kada klijent želi stvoriti novi događaj, poslati poruku, pretplatiti se na događaj i sl. sustav će od korisnika tražiti te podatke kako bi poslužitelj mogao utvrditi da tu akciju obavlja korisnik koji je za to i autoriziran.

3.3. Spremanje podataka

Poslužiteljski dio je odgovoran za spremanje svih podataka vezanih uz aplikaciju. Za spremanje podataka koristit ćemo relacijske baze podataka. Podatci potrebni za rad ovog sustava navedeni su u tablici 3.1 a njihove veze prikazane su ER dijagramom na slici 3.2.

Podatci poput korisnika, događaja ili poruka su stvoreni od strane korisnika i klijent treba ponuditi tu funkcionalnost. Na primjer, tijekom registracije u bazu podataka spremaju se podatci koje je korisnik upisao.



Slika 3.2: ER diagram poslužiteljske baze podataka

3.4. Poslužiteljske dojave

Poslužiteljske dojave se ovdje koriste kao način na koji se obavješćuje pretplatnike o izmjenama u događajima na koje su se prethodno pretplatili. Pošto izmjene mogu biti veoma bitne korisniku vrlo je bitno da se poruke dostave u što kraćem roku ali i da se ne izgube ako klijent nije spojen na poslužitelj u tom trenutku (npr. korisnikov uređaj nema pristup Internetu ili je ugašen).

Za ostvarivanje poslužiteljskih dojava mogli bi koristiti tehniku prozivanja ili blokirajućeg prozivanja. Veliki problem kod ovog pristupa je ta što klijent troši podatke čak i kada nema dojava koje mu se trebaju poslati. Taj problem bismo mogli riješiti koristeći *WebSocket* protokol ali nam ostaju još dva velika problema. Korisnik u trenutku pojave dojava ne mora i često neće biti spojen na poslužitelja i u tom slučaju bi te dojave trebalo spremiti dok klijent ne bude mogao primiti te dojave. Drugi problem bi se pojavi tek ako bi sustav koristio veliki broj ljudi. Koristeći protokol *WebSocket* mora se održavati veza sa svakim uređajem i stoga zahtjeva dodatna ulaganja.

Najbolje rješenje za ovaj sustav je integracija sa *Firebase Cloud Messaging* sustavom. Taj sustav ima već riješene prethodno nabrojane probleme, podržava širok spektar platformi i ne zahtijeva nikakva ulaganja pošto je u potpunosti besplatan.

Tablica 3.1: Popis podataka u bazi podataka

Podatak	Atributi	Opis
Korisnik	Id	Jedinstveni cjelobrojni broj
	Korisničko ime	Tekst do 50 znakova
	Lozinka	SHA1 hash od 40 znakova(160 bitova)
	E-mail adresa	Tekst do 254 znakova
	Ime	Tekst do 50 znakova
	Prezime	Tekst do 50 znakova
	Datum rođenja	Datum
Događaj	Id	Jedinstveni cjelobrojni broj
	Naslov	Tekst do 50 znakova
	Opis	Tekst do 1024 znakova
	Datum održavanja događaja	Datum i vrijeme
	Datum dodavanja događaja	Datum i vrijeme
	Kreator	Id korisnika koji je kreirao događaj
Poruka	Id	Jedinstveni cjelobrojni broj
	Sadržaj	Tekst do 1024 znakova
	Događaj	Id događaja na koji je poruka poslana

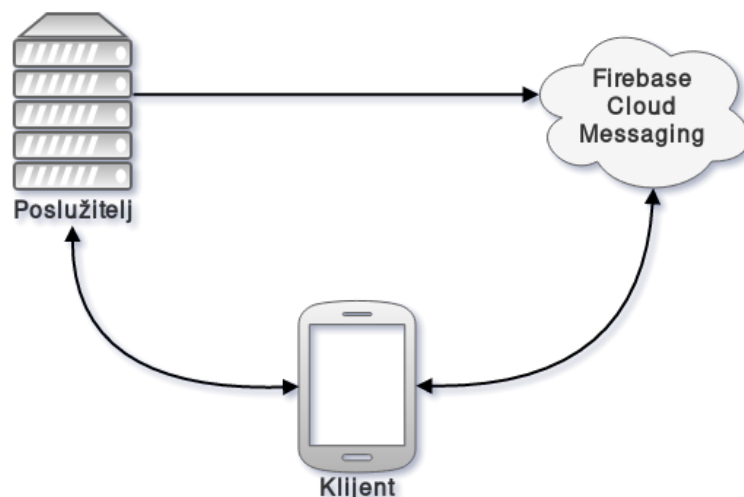
4. Programsko ostvarenje sustava za praćenje događaja

4.1. Poslužiteljske dojave

Prilikom odabira tehnologije za poslužiteljske dojave velika pažnja je bila na brzini slanja dojava i načinu na koji određena tehnologija rješava problem korisnika koji nije spojen na poslužitelj u trenutku dolaska dojave. Isto tako bitno je koje sve platforme ta tehnologija podržava jer bi u budućnosti mogli poželjeti izraditi klijentsku aplikaciju za neku drugu platformu.

Za ostvarenje poslužiteljskih dojava izabran je sustav za poslužiteljske dojave *Firebase Cloud Messaging* koji se koristi na način prikazan na slici 4.1. *Firebase Cloud Messaging* sustav pruža mogućnost brzog slanja dojava, a ako dojavu nije moguće poslati u trenutku kada se dojava pojavila (npr. korisnik nije spojen na Internet ili je ugasio uređaj) FCM usluga će automatski spremiti dojavu i poslati je čim korisnik ponovo ostvari vezu s FCM poslužiteljem. Velika prednost ove usluge je ta da je višeplatformska. Ovaj servis podržava Android i iOS operacijske sustave ali i klasične web aplikacije.

Prije započinjanja implementacije FCM servisa na vlastitom poslužitelju sa službene stranice se mora dobiti ključ pomoću kojeg će FCM moći raspoznati našu aplikaciju od drugih. Taj ključ će se slati, zajedno s ostalim informacijama za dojavu, FCM poslužitelju svaki put kada poslužitelj poželi poslati dojavu klijentu. Poslužitelju se mora omogućiti da se poveže s FCM poslužiteljima pomoću HTTP veze i slanje ispravnih zahtjeva za slanje dojava.



Slika 4.1: Prikaz arhitekture sustava za praćenje događaja

4.2. Klijent

Pri implementaciji klijenta korištena je Android platforma. Prednost naspram klasičnih web aplikacija je ta da Android klijent može imati stalne pozadinske procese koji će moći primiti dojave i kad korisnik ne koristi aplikaciju dok je prednost naspram iOS platforme ta da se pametni mobilni telefoni s iOS operacijskim sustavom manje koriste nego telefoni s Android operacijskim sustavom. U 4. kvartetu 2016. godine od svih prodanih mobilnih uređaja 81.7% (Vincent, 2017) su bili pametni mobilni telefoni s Android operacijskim sustavom. Time Android dobiva prioritet pri izradi klijentske aplikacije.

Za spajanje na poslužitelja koristio sam dvije knjižnice: OkHttp i Retrofit2. OkHttp je HTTP klijent koji uz mogućnost slanja HTTP zahtjeva koristi i bazen veza za smanjenje latencije zahtjeva, cache odgovora za sprečavanje ponovljenih zahtjeva te podržava HTTP/2 što je korisno ako se bude mijenjao protokol u budućnosti. Retrofit2 je knjižnica koja se koristi za jednostavniju uporabu oblikovnog obrazca repozitorij kod repozitorija koji koristi HTTP vezu.

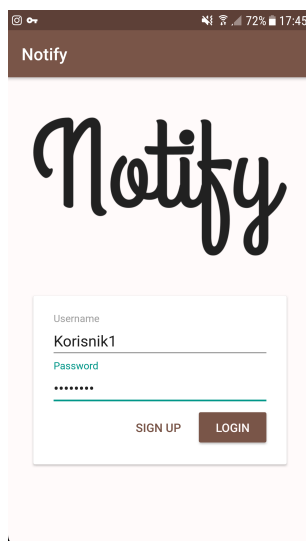
Za svaku aplikaciju vrlo bitno je da je responzivna u svim trenucima. Kako bi rješavanju tog problema pristupili što lakše koristio sam knjižnicu RxJava2 koja nam omogućuje tzv. „Reactive“ programiranje s Java programskim jezikom. RxJava2 nam omogućuje da lako upravljamo dretvama i paraleliziramo poslove koje obavlja aplikacija. Da bi aplikacija bila zadovoljavajuće kvalitete sve poslove koji bi mogli malo dulje trajati je poželjno raditi na zasebnoj dretvi.

Da bi omogućili klijentu vezu s Firebase Cloud Messaging poslužiteljem moramo

koristiti Android knjižnicu za FCM pomoću koje sam napravio servis koji će biti obaviješten kada korisnik primi dojavu. Taj servis će pri primljenoj dojavi, tu dojavu obraditi i na kraju obavijestiti korisnika s obavijesti u traci za dojave.

4.2.1. Prijava korisnika

Pri ulasku u aplikaciju korisnika će dočekati ekran za prijavu prikazan na slici 4.2. Korisnik ima mogućnost upisati svoje podatke za prijavu, tj. korisničko ime (engl. *username*) i lozinku (engl. *password*). Nakon unosa podataka korisnik će potvrditi svoje podatke pritiskom na gumb za prijavu (engl. *login*). Prvo će aplikacija provjeriti ispravnost upisanih podataka, a zatim će ih poslati poslužitelju koji će provjeriti da li postoji upisani korisnik s upisanom lozinkom.

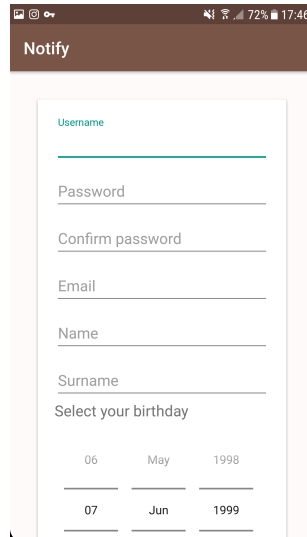


Slika 4.2: Prozor za prijavu

4.2.2. Registracija korisnika

Ako korisnik nije prije izradio račun isti može napraviti pomoću ekrana za registraciju prikazanog na slici 4.3. Do njega može doći pritiskom na gumb za registraciju (engl. *sign up*) na ekranu za prijavu. Prilikom registracije od korisnika se traži da upiše željeno korisničko ime, lozinku, e-mail, ime, prezime i datum rođenja. Nakon što je korisnik siguran da je upisao ispravne podatke to potvrđuje pritiskom na gumb za registraciju na dnu ekrana. Nakon pritiska aplikacija prvo provjeri podatke prije nego što ih pošalje poslužitelju. Kako se ne bi poslužitelj bespotrebno opterećivao podatke se prvo provjerava lokalno. Korisničko ime se mora sastojati od minimalno 3 do 30

alfanumeričkih znakova dok se za lozinku provjerava da li se sastoji od minimalno 8 znakova i da li sadrži barem jedno malo slovo, jedno veliko slovo i jedan broj. Nakon uspješne provjere podatke se šalje poslužitelju a kada se registracija završi korisnik je i automatski prijavljen.



The image shows a mobile application interface for registration. At the top, there is a dark brown header with the word "Notify" in white. Below the header is a light pink background containing a white registration form. The form has the following fields: "Username" (with a green underline), "Password", "Confirm password", "Email", "Name", "Surname", and "Select your birthday". The birthday selector is currently set to "06 May 1998" and has a dropdown arrow. Below it, there is a row of three buttons: "06", "May", and "1998". Below that, there is a row of three buttons: "07", "Jun", and "1999".

Slika 4.3: Prozor za registraciju

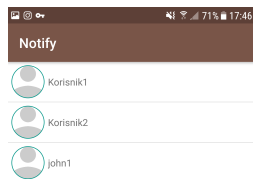
4.2.3. Glavni prozor

Nakon uspješne prijave ili registracije korisnika se prebacuje na glavni prozor koji će prikazivati listu svih registriranih korisnika prikazanu na slici 4.4a. Na dnu glavnog prozora se nalazi navigacijska traka. Na navigacijskoj traci korisnik može odabrati četiri sadržaja glavnog prozora: listu svih korisnika, listu svih događaja, listu događaja na koje je pretplaćen i listu događaja koje je stvorio.

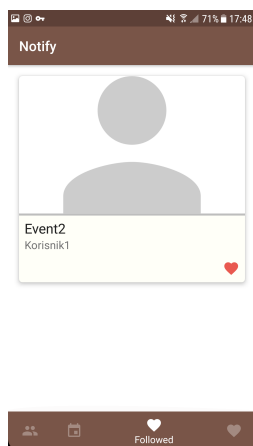
Ako je korisnik odabrao prikaz liste registriranih korisnika tada će aplikacija poslati zahtjev poslužitelju a poslužitelj mu šalje listu svih korisnika. Aplikacija zatim korisniku prikazuje listu svih korisnika u obliku liste na kojoj su prikazani slika profila korisnika i korisničko ime.

Pritiskom na jednog korisnika, tj. jedan red otvara se ekran s profilom tog korisnika prikazan na slici 4.5. Na tom ekranu korisnik može vidjeti osobne podatke tog korisnika poput imena, prezimena i e-mail adrese te listu događaja koje je ta osoba stvorila.

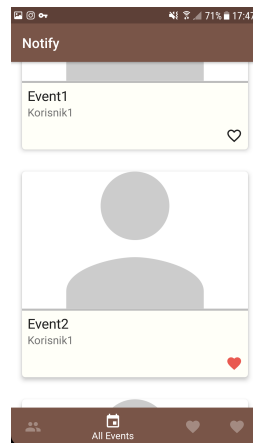
Korisnik također može pregledati listu svih događaja prikazanu na slici 4.4b pritiskom na drugu ikonicu na navigacijskog traci. Nakon pritiska tipke aplikacija zatraži



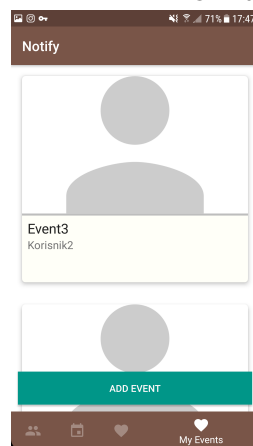
(a) Lista svih korisnika



(c) Lista praćenih događaja

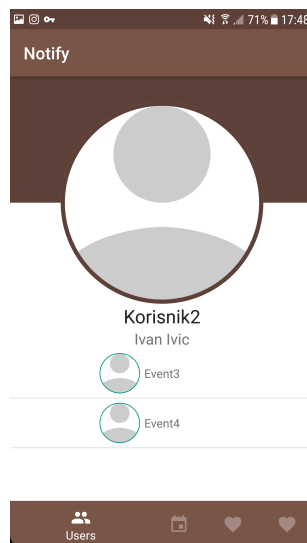


(b) Lista svih događaja



(d) Lista vlastitih događaja

Slika 4.4: Glavni prozor

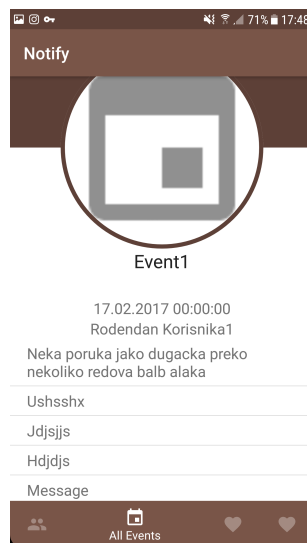


Slika 4.5: Prozor za prikaz profila korisnika

događaje od poslužitelja te ih prikaže na ekranu u obliku liste. Svaki događaj je prikazan pomoću jedne kartice na kojoj je prikazana slika, ime događaja i korisničko ime osobe koja je stvorila taj događaj. Ako prikazani događaj nije stvorio trenutno prijavljeni korisnik također u donjem lijevom kutu se nalazi ikonica u obliku srca koja služi za pretplatu na taj događaj. Ako je ikona srce popunjeno crvenom bojom to znači da je korisnik trenutno pretplaćen na taj događaj, a ako je prazno znači da nije. Prilikom pritiska na ikonicu šalje se zahtjev poslužitelju za odjavu pretplate ili pretplatu na taj događaj zavisno od prijašnjeg stanja. Nakon što poslužitelj dojavu da se korisnik uspješno pretplatio ili odjavio pretplatu ikonica mijenja izgled u odgovarajući oblik. Također aplikacija javlja FCM poslužitelju da se prijavila na taj događaj tako da mu šalje jedinstveni identifikator tog događaja.

Ako korisnik želi vidjeti više informacija o događaju može kliknuti na jednu od kartica i tako otvoriti ekran za prikaz profila događaja prikazan na slici 4.6. Na tom ekranu mogu se vidjeti sve informacije o događaju i sve poruke koje su poslane vezane uz taj događaj. Ako je taj događaj ujedno i događaj kojeg je stvorio trenutno prijavljeni korisnik na dnu ekrana će se nalaziti gumb za dodavanje novih poruka. Pritiskom na taj gumb korisniku se prikazuje iskočni prozor s formom za unos nove poruke. Nakon što korisnik završi s unosom poruke i pritisne gumb za slanje poruke, ta poruka se šalje poslužitelju.

Liste za pregled pretplaćenih događaja i vlastitih događaja funkcioniraju na sličan način kako i funkcionira ekran za pregled liste svih događaja s razlikom da na ekranu za listu vlastitih događaja imamo gumb za dodavanje novih događaja. Pritiskom na taj



Slika 4.6: Prozor za prikaz profila događaja

gumb korisniku se prikazuje iskočni prozor s formom za unos novog događaja.

U svakom trenutku, čak i kada je aplikacija ugašena, korisnik može primiti poslužiteljsku dojavu ako je poslana poruka vezana uz jedan od događaja na koji je trenutno prijavljeni korisnik pretplaćen. Naslov dojave će biti ime tog događaja a sadržaj dojave će biti sadržaj poruke.

4.3. Poslužitelj

Pri implementaciji poslužiteljskog dijela aplikacije koristio sam Java EE tehnologije zbog toga što su Java programi više-platformski, ali i zbog česte uporabe ove platforme u implementaciji velikih sustava za razne kompanije. Zbog dobre zastupljenosti danas za u ovoj tehnologiji za neke česte probleme postoje dobra i isprobana rješenja što uvelike smanjuje količinu rada potrebnu za implementaciju ovog sustava.

Za prihvaćanje zahtjeva s klijentske strane i razvoj API-a koristio sam Jersey. Jersey je implementacija JAX-RS(Java API for RESTful Web Services) specifikacije koja je napravljen za lakšu implementaciju REST i sličnih API-a. Ovom metodom ne moramo ništa eksplicitno podešavati osim što moramo označiti koja metoda će se pokrenuti za koji tip zahtjeva.

Spremanje podataka i pretraga tih podataka je najvažnija zadaća poslužiteljskog dijela programa. Za bazu podataka sam odabrao MySQL zbog toga što je to besplatna baza podataka otvorenog koda. MySQL je veoma popularna baza podataka i stoga ima veliku potporu zajednice pa je stoga primamljiv odabir naspram drugih besplatnih

rješenja. Za rad s bazom podataka sam koristio knjižnicu za objektno-relacijsko mapiranje Hibernate. Hibernate je implementacija JPA(Java persistency API) specifikacije koja koristi Java objekte za stvaranje SQL tablica i spremanje podataka. Uz osnovne funkcionalnosti objektno-relacijsko mapiranja Hibernate podržava laku integraciju sa sustavima za cache-iranje poput sustava EhCache. EhCache će spremati pozive prema bazi podataka u memoriju tako da će uvelike ubrzati rad s bazama podataka koji često zna usporiti ostatak aplikacije.

U bazi podataka nalaze se podatci prikazani na slici 3.2 sa svim svojim atributima prikazanim u tablici 3.1. Ti podatci su stvoreni od strane korisnika i njima se prikazuju. Pomoću tih podataka korisnici mogu odlučiti na koje događaje se žele pretplatiti.

```
POST /events/5/messages HTTP/1.1
Authorization: Basic TWFuIGlzIGRpc3Rpbmd1aX=

{
    "fcm_token": "xHSnx2421...",
    "username": "Example1",
    "password": "2fd4e1c67a..."
    ...
}
```

Slika 4.7: Primjer zahtjeva za registraciju

Prilikom interakcije s klijentom bitno je da poslužitelj može pouzdano utvrditi identitet korisnika koji šalje upite. Fokus ovog rada nije na sigurnosti pa je stoga korišten tehnika *HTTP Basic authentication* (BA). Sustav od korisnika zahtjeva da uz svaki zahtjev za koji je potrebna autentikacija šalje zaglavlje u obliku `Authorization: Basic {Base64 šifra}` gdje je `{Base64 šifra}` korisničko ime i lozinka šifrirana sa *Base64* algoritmom. Primjer korištenja ovakve autentikacije možemo vidjeti na slici 4.7. Sve akcije iz tablice 4.1 koje koriste HTTP metode `POST` ili `PATCH` te metode za dohvat liste vlastitih događaja i liste pretplaćenih događaja zahtijevaju od korisnika da sa zahtjevom pošalje zaglavlje `Authorization`.

Tablica 4.1: Popis akcija na poslužitelju

Metoda	Putanja	Opis
POST	/users/login	Prijava korisnika
POST	/users	Registracija korisnika
GET	/users	Dohvat liste svih korisnika
GET	/users/{id}	Dohvat profila korisnika pomoću id-a
PATCH	/users/{id}/token	Osvježavanje FCM tokena
POST	/events	Stvara događaj
GET	/events	Dohvat liste svih događaja
GET	/events/{id}/events	Dohvat liste događaja
GET	/users/{id}/followed	Dohvat profila korisnika pomoću id-a
PATCH	/users/{userId}/follow/{eventId}"	Pretplaćivanje na događaja
PATCH	/users/{userId}/unfollow/{eventId}"	Prekid pretplate na događaj
POST	/events/Id/messages	Stvara poruku za zadani događaj

5. Zaključak

U ovom završnom radu predstavljene su tehnologije za poslužiteljske dojave, od starijih rješenja koja su imitirala poslužiteljske dojave poput tehnike *prozivanja* i *blokirajućeg prozivanja* do novih tehnologija poput protokola *Server Sent Events* i *Web-Socket* te sustava poput *Firebase Cloud Messaging* i *Apple Push Notification Service*. Prikazano je kako se prvo problem poslužiteljskih dojava pokušao riješiti raznim domišljatim metodama korištenja protokola HTTP, dok moderna rješenja uključuju nove protokole koji koriste TCP vezu za slanje u oba smjera.

Svrha ovog rada je izrada sustava za praćenje događaja objavljenih od strane drugih korisnika sustava u svrhu olakšanja organizacije raznih događaja i praćenja informacija vezanih uz te događaje. Ostvaren je sustav koji korisniku omogućava objavu vlastitih događaja i informacija vezanih uz taj događaj poput naziva događaja, opisa i datuma kada se događaj održava. Također korisnicima koji su objavili događaje omogućeno je da šalju poruke korisnicima koji su pretplaćeni na taj događaj. Sustav će obavještavati pretplatnike o porukama organizatora kroz poslužiteljske poruke koje su ostvarene pomoću sustava *Firebase Cloud Messaging*.

U budućnosti se planira dodavanje opcije za postavljanje slike za događaj te mogućnost objave video zapisa i slika kao poruka za događaj kako bi korisnici bolje mogli predstaviti vlastiti događaj. Jedna od najbitnijih nadogradnji će biti kategorizacija događaja i pretraga pomoću kategorija ali i naziva događaja.

LITERATURA

Local and remote notification programming guide: Apns overview, ožujak 2017. URL <https://developer.apple.com/go/?id=push-notifications>. 31. svibnja 2017.

Firebase cloud messaging | firebase, svibanj 2017. URL <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging/>. 31. svibnja 2017.

Mathieu Carbou. Reverse ajax, part 1: Introduction to comet, srpanj 2011. URL <https://www.ibm.com/developerworks/library/wa-reverseajax1/>. 31. svibnja 2017.

Ian Fette i Alexey Melnikov. The websocket protocol. RFC 6455, RFC Editor, December 2011. URL <https://tools.ietf.org/html/rfc6455>.

Rob Gravelle. Comet programming: Using ajax to simulate server push. *Webreference tutorial*, Mar, 2009.

James Vincent. 99.6 percent of new smartphones run android or ios — the verge, veljača 2017. URL <https://www.theverge.com/2017/2/16/14634656/android-ios-market-share-blackberry-2016>. 31. svibnja 2017.

WHATWG. Html standard, lipnja 2017. URL <https://html.spec.whatwg.org/#server-sent-events>. 8. lipnja 2017.

Primjena paradigme poslužiteljskih dojava u razvoju web-usluga

Sažetak

Dolazak pametnih mobilnih telefona ali i drugih prijenosnih uređaja uvelike je promijenio način korištenja aplikacija. Korisnici danas zahtijevaju da informacija dolazi do njih čim bude dostupna umjesto da je oni moraju zahtijevati. Kroz ovaj rad predstavljeno je par načina na koji je se ovaj problem pokušao riješiti. Kroz primjer sustava za praćenje događaja prikazan je način korištenja sustava *Firebase Cloud Messaging* na Android platformi kako bi se bolje objasnio način rada i integracije takvih i sličnih sustava u vlastite sustave.

Ključne riječi: poslužiteljske dojave, web-usluga, Comet, Server Sent Events, WebSocket, Firebase Cloud Messaging, Apple Push Notification Service

Application of Server Push Notifications in Web Service Development

Abstract

The arrival of smartphones and other portable devices has greatly changed the way the apps are used. Users today require information to be available as soon as it is available instead of having to request it manually. This work presents a few ways in which this problem has been tackled. Using system for following events, done as part of this thesis, it is shown how to use service *Firebase Cloud Messaging* on an Android platform to better understand the way this service works and how to integrate such and similar systems into own software systems.

Keywords: push notifications, web-service, Comet, Server Sent Events, WebSocket, Firebase Cloud Messaging, Apple Push Notification Service