

## АНАЛИЗА FIREBASE ПЛАТФОРМЕ У РАЗВОЈУ МОБИЛНИХ АПЛИКАЦИЈА ANALYSIS OF FIREBASE PLATFORM IN MOBILE APPLICATION DEVELOPMENT

Стеван Миловановић, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду, stevan@elab.rs  
Зорица Богдановић, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду, zorica@elab.rs  
Тамара Наумовић, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду, tamara@elab.rs  
Душан Бараћ, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду, dusan@elab.rs  
Маријана Деспотовић-Зракић, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду, maja@elab.rs

**РЕЗИМЕ:** Предмет овог рада је анализа Firebase платформе која својим сервисима пружа подршку приликом развоја мобилних апликација. Приликом анализе сервиси ове платформе упоређени су са сервисима конкурентних платформи као што су Fabric, Amazon и Intercom. Фокус анализираних сервиса је на функционалностима за аутентификацију корисника, слање нотификација, праћење аналитике коришћења апликације и коришћење екстерног складишта. У практичном делу рада, на основу јасно дефинисаних корисничких захтева и претходне анализе сервиса извршен је одабир адекватних решења за дати пројекат. Резултат овог рада представља јасно дефинисана методологија за избор оптималних решења у погледу доступних платформи као и сервиса у зависности од архитектуре и домена проблема.

**KLJUČNE REČI:** Firebase платформа, екстерни сервиси, мобилне технологије, развој софтвера

**ABSTRACT:** The subject of this paper is an analysis of the Firebase platform that provides support services for mobile applications development. When analyzing the services of this platform are compared with competing services platform such as Fabric, Amazon and Intercom. Focus of the analyzed services is on functionalities such as user authentication, sending push notifications, tracking application usage analytics and using an external storage. In the practical part of the paper, based on clearly defined user requirements and prior service analysis, the selection of adequate solutions for the given project was carried out. The result of this paper is a clearly defined methodology for choosing optimal solutions in terms of available platforms and services depending on the architecture and domain of the problem.

**KEY WORDS:** Firebase platform, external services, mobile technologies, software development

### 1. УВОД

Експанзија и глобализација тржишта мобилних апликација значајно су убрзале и унапредиле процес развоја софтвера прилагођених мобилним оперативним системима. Проблеми проузроковани овим трендом огледају се у скраћивању циклуса развоја софтвера као и повећању броја и комплексности функционалности у склопу мобилних апликација. Нагли пораст броја крајњих корисника (2 милијарде активних андроид уређаја [1] и милијарду активних iOS уређаја [2]) створио је увећану потребу за софтвером. Због неопходних знања потребних за развој мобилних апликација и коришћења нових технологија стручни кадар представља ограничење овог тржишта (724 хиљаде регистрованих програмера за андроид оперативни систем и 494 хиљаде регистрованих програмера за iOS оперативни систем [3]). Како би се ограничење ресурса надоместило неопходно је било креирати готова решења за устаљене функционалности апликација као што су аутентификација корисника, праћење аналитике коришћења апликације, таргетирање корисника, креирање екстерне базе података, слање нотификација, коришћење екстерног складишта и многих других функционалности. Један од пионира у задовољавању ових потреба тржишта и предмет истраживања овог рада представља Firebase платформа као и сервиси које ова платформа пружа као подршку приликом развоја софтвера у мобилним технологијама. Ови сервиси омогућавају развој serverless мобилних апликација уз помоћ коришћења инфраструктуре саме платформе. Главна одлика serverless архитектуре је замена

конвенционалних сервера апликација са cloud функцијама екстерних веб платформи које представљају дискретне појединачне услуге [4]. Основни бенефити serverless архитектуре су смањење трошкова развоја и одржавања и могућности хоризонталног скалирања [5].

У првом делу рада представљена је Firebase платформа чији су сервиси детаљно анализирани. Firebase као скуп сервиса компаније Google која је такође креирала и Android оперативни систем чини најсвеобухватнију платформу када је реч о броју, комплексности и документованости веб сервиса. Након анализе на основу прикупљених података креиран је компаративни приказ сервиса Firebase платформе и сервиса конкурентских платформи где су као критеријум компарације искоришћени резултати анализе. Овај компаративни приказ има за циљ одређивање оптималних сервиса на основу представљеног проблема, односно захтева клијента. У завршном делу рада приказан је процес одабира екстерних веб сервиса на практичном примеру.

### 2. FIREBASE ПЛАТФОРМА

Екстерне веб платформе заједно са сервисима које пружају представљају пионире креирања serverless мобилних апликација. Коришћењем сервиса платформи омогућава се развој целокупног софтверског система у склопу клијентске апликације. Упоредо са унапређивањем методологија развоја софтвера у мобилним технологијама развијају се сервиси неопходни за усавршавање и прилагођавање поменутих система крајњим корисницима [6].

Интеграцијом екстерних сервиса креирају се доменски специфичне апликације. Код оваквих апликација комплексност глобалних сервиса као што су складиштење података, аутентификација корисника или слично изолована је коришћењем екстерних веб платформи. Поред бржег извршавања апликација услед смањене комплексности, екстерни сервиси пружају поузданију и свеобухватнију подршку приликом развоја.

Развој екстерних веб платформи значајно је убрзао процес развоја мобилних апликација. Једноставном интеграцијом сервиса унутар апликација сва логика ових сервиса енкапсулира се на страни екстерне платформе па се самим тим комплексност мобилних апликација смањује [7].

Интеграцијом екстерних сервиса могу се користити алтернативни канали дистрибуције апликације како би се омогућило праћење резултата тестирања. Такође, могуће је пратити преференције и активности корисника приликом коришћења апликације интеграцијом сервиса за дефинисање појединих догађаја унутар апликације и њихово регистровање и анализу на страни екстерних веб платформи.

Коришћењем екстерних сервиса за складиштење различитих података, односно ресурса као и измештање аналитике на специјализоване платформе за обраду складиштених података омогућен је развој мобилних апликација које се заснивају на Big data концепту [8]. Уз помоћ ових сервиса омогућено је прикупљање података о начину коришћења мобилних апликација од стране корисника на основу којих се креирају циљне групе и даље таргетира тржиште.

Сервиси за аутентификацију корисника у склопу екстерних веб платформи пружају подршку не само за мобилне већ и за веб апликације и на тај начин омогућавају коришћење cross-platform система за идентификацију корисника [9].

Firebase платформа представља веб платформу уз помоћ које програмери широм света праве апликације лакше, брже и сигурније. Инцијални сервис ове платформе био је сервис за коришћење екстерне базе података у реалном времену који је омогућавао корисницима да чувају и синхронизују податке на свим клијентским апликацијама. Од тада до данас сервиси ове платформе се непрестано унапређују и проширују. Према подацима компаније MightySignal која се бави истраживањем учесталости коришћења екстерних сервиса у мобилним апликацијама, Firebase core сервис заузима треће место, одмах иза GoogleAdMob и Facebook сервиса [10]. Данас Firebase пружа мноштво сервиса [11]:

- **Firebase Analytics** – увид у начин коришћења апликације од стране корисника
- **Firebase Cloud Messaging** – слање нотификација корисницима
- **Firebase Auth** – аутентификација корисника
- **Realtime Database** – база података у реалном времену
- **Firebase Storage** – складиштење слика, аудио или видео садржаја и других ресурса.
- **Firebase Hosting** – чување јавно доступног садржаја на интернету
- **Firebase Test Lab for Android** – тестирање android апликација

- **Firebase Crash Reporting** – извештава о прекидима рада апликације
- **Firebase App Indexing** – омогућава боље резултате приликом веб претраге

### 2.1 *Firebase Analytics сервис*

Firebase analytics сервис прилагођен је широкој и некомерцијалној примени јер омогућава бележење до 500 различитих догађаја приликом коришћења апликације без накнаде. Овај сервис омогућава и регистровање преференција корисника како би се потенцијално открила зависност између понашања корисника и њихових преференција. Аналитика покрива понашања корисника на различитим платформама тако да је могуће упоредити кориснике сваке од платформи (Android, iOS и Web). На тај начин маркетинг стратегије за сваку од платформи могу таргетирати идентификоване преференције корисника [12] [13]. На основу података о броју инсталирања и деинсталирања апликације, броју неочекиваних прекида рада апликација, прегледаних обавештења и реклама, као и многим другим догађајима могуће је сегментирати тржиште и спровести независне кампање за сваки од идентификованих сегмената.

Овај сервис је увезан са BigQuery сервисом који представља enterprise решење за big data аналитику. Уколико пројекат довољно скалира да је big data анализа неопходна подаци се могу аутоматски пренети са једног сервиса на други. Такође, важна карактеристика овог система је и креирање аналитике у реалном времену. Уз помоћ ове карактеристике могуће је имати увид у период дана када су корисници најактивнији. Уколико се у оквиру истог пројекта интегрише и AdMob сервис за приказивање реклама у оквиру аналитике ће бити приказани и приходи од приказаних реклама као и задржавање корисника након укључивања реклама приликом коришћења апликације. Firebase analytics конзола омогућава истраживање сакупљених података према различитим критеријумима, од социодемографских карактеристика корисника до ручно креираних критеријума који се дефинишу на основу сакупљених података и доменског модела пројекта. Подаци које сакупља Firebase analytics сервис могу се поделити у две групе: прву групу чине догађаји који бележе одређене акције корисника апликације, други тип података представљају атрибути корисника као што су језик који корисници користе на својим уређајима, локација уређаја или атрибути дефинисани на основу доменског модела апликације.

### 2.2 *Firebase Authentication сервис*

Већина апликација захтева неку врсту аутентификације корисника. На тај начин омогућава се персонализовано искуство приликом коришћења апликације. На основу истраживања корисничког искуства прикупљање личних података представља једну од критичних тачака апликација [14]. Firebase authentication сервис представља систем за аутентификацију корисника користећи имејл адресу и лозинку као креденцијале. Овај сервис подржава и OAuth2

систем аутентификације за увезивање са системима других провајдера идентитета као што су Google, Facebook, Twitter и GitHub [15]. Иновације овог сервиса су пружање готових корисничких интерфејса са већ уграђеном интеграцијом аутентификационог сервиса и интеграција Fabric Digits сервиса у Phone Auth сервис [16].

### 2.3 Firebase Cloud Messaging сервис

Firebase Cloud Messaging представља некомерцијални платформски независан сервис за слање нотификација корисницима. Уз помоћ овог сервиса корисницима се могу слати обавештења у зависности од њихових акција и начина коришћења апликација. Поруке које се преносе уз помоћ овог сервиса могу носити до 4KB података. Поузданост овог сервиса огледа се у 98% процената успешности достављања обавештења регистрованим корисницима за мање од 500 милесекунди [17]. Инфраструктура овог сервиса стабилна је и скалабилна узимајући у обзир да је недељни проток  $10^{12}$  порука [17]. Кључне функционалности овог сервиса су [18]:

- **Слање порука са или без додатних података** – додатни подаци се преносе у виду мапе кључева и вредности.
- **Одређивање приоритета послатих порука** – овај сервис подржава два нивоа приоритета (поруке нормалног и високог приоритета). Подразумевани приоритет за поруке које преносе податке је нормални што у пракси значи да ове поруке неће пробудити уређај из успаваног (енг sleep) стања, као и да њихов приказ може бити одложен како би се сачувала батерија уређаја. Са друге стране, поруке без података се користе за пренос важних и временски зависних информација (обавештење о почетку одређеног догађаја, објављивање новог видео снимка итд) и подразумевани приоритет ових порука је високи приоритет.
- **Сегментација слања порука** – поруке могу бити послате:
  - само једном кориснику / уређају
  - групи корисника на основу њихових корисничких идентификатора (UserID у Firebase конзоли)
  - групи корисника који су се претплатили (енг subscribe) на одређену врсту догађаја у апликацији
- **Слање повратних порука из клијентских апликација на сервер**

Да би се искористиле функционалности овог сервиса неопходно је имплементирати серверски део (Firebase конзола или сервер апликације који комуницира са клијентима преко Firebase-a) а затим и клијентски део (интеграција сервиса у апликацију која ће примати поруке са Firebase сервиса).

### 2.4 Firebase Storage сервис

Firebase storage сервис омогућава складиштење ресурса апликације на екстерним серверима. Уколико је унутар

апликације омогућено складиштење фотографија, снимака, докумената или неких других ресурса како се не би оптерећивала меморија уређаја неопходно је пронаћи екстерни простор за складиштење података и ресурса корисника. Најбољи примери апликација које су погодне за коришћење овог сервиса су апликације као Facebook, Instagram, Pinterest и тако даље. Овај сервис пружа сигурност приликом трансфера фајлова на сервер и за само очување ресурса на серверима. Периодично се праве резервне (енг backup) верзије директоријума тако да је могућност губљења података минимална [19]. Овај сервис је подржан од стране Google Cloud Storage сервиса.

Кључне предности овог сервиса представљају [20]:

- Робусност операција – Firebase Cloud Storage сервис омогућава upload и download без обзира на квалитет мреже. Операције су робусне у смислу да након што се конекција поново успостави операција не почиње из почетка већ се наставља штедећи тако време и новац корисника.
- Висока сигурност операција – аутентификација и пренос података унутар овог сервиса засноване су на Google security технологији тако да је приступ и трансфер ресурса заштићен провереним сигурносним методама.
- Скалабилност – овај сервис креиран је тако да се скалира на складишта величине од неколико ексабајта.

Сервис је компатибилан са Google Cloud Storage сервисом тако да је омогућено складиштење података клијената уз помоћ Firebase Cloud Storage сервиса док је серверску обраду података, на пример филтрирање фотографија или транскодираних видео снимака могуће одрадити коришћењем Google Cloud Storage сервиса. Такође, овај сервис се аутоматски повезује са Firebase authentication сервисом како би идентификовао кориснике и утврдио њихова права за приступ одређеним ресурсима.

Како је ауторизација један од кључних проблема приликом креирања складишта података овој функционалности посвећено је доста пажње на Firebase Storage конзоли. Унутар ове конзоле постоји секција Rules у којој се дефинишу правила приступа командама *allow* (омогућава читање, односно писање уколико су одређени услови испуњени) и *match* (омогућава приступ одређеним ресурсима унутар складишта).

## 3. КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА СЕРВИСА ЕКСТЕРНИХ ВЕБ ПЛАТФОРМИ

Тржиште мобилних апликација доживљава експанзивни раст. У периоду од 2014. до 2018. године тржиште андроид апликација се увећало четири пута (са милион на четири милиона) [21] а тржиште iOS апликација нешто више од три пута (са 700 000 на 2 200 000) [22]. Квалитет мобилних апликација одређује се, између осталог, на основу квалитета функционалности које одређена апликација пружа [23]. Како се велики део апликација заснива



на коришћењу сервиса екстерних веб платформи, квалитет апликација пропорционалан је квалитету платформи које те сервисе пружају. Платформе чији ће се сервиси поредити са сервисима Firebase платформе су Fabric, Amazon и Intercom. Fabric платформа [24] издваја се пружањем сервиса за дистрибуцију мобилних апликација контролисано броју корисника и диверзификацијом аналитике по различитим критеријумима као што су верзија апликације, време активности корисника, окидање дефинисаних догађаја унутар апликације или територијална распрострањеност корисника. Amazon компанија је у оквиру своје платформе Amazon Web Services [25] развој сервиса усмерила ка Big data концепту. Сервиси ове платформе омогућавају коришћење екстерне базе података, екстерног складишта ресурса апликације, коришћење модела машинског учења и тако даље. Intercom платформа [26] предност даје корисничкој подршци унутар независних пројеката па се уз помоћ сервиса ове платформе може омогућити не само подршка приликом коришћења апликације већ се уз помоћ истог канала могу корисницима прослеђивати таргетиране поруке. Такође, овај сервис обезбеђује аналитику о успешности спроведених кампања. Све поменуте платформе пружају подршку за два глобално коришћена оперативна система мобилних технологија, Android и iOS.

### 3.1 Аналитика

Аналитика представља прикупљање и обраду података о начину коришћења апликације. Конкурента решења на тржишту, на основу захтева корисника, креирала су стандардне скупове информација које би овај сервис требало да пружи корисницима. Приказивање статистичких података као што су број активних корисника, тренд раста броја корисника у односу на време, социодемографски приказ корисника, број и дужина сесија, најчешће коришћена верзија апликације и многи други представљају резултате овог сервиса. Такође, аутоматски се бележе и одређени догађаји као што су прво покретање апликације, отварање и затварање сесије и тако даље. Поред стандардних скупова података свака од платформи поседује могућност креирања кастомизованих догађаја и атрибута корисника. Подаци прикупљени регистровањем кастомизованих догађаја и бележењем додатних атрибута корисника такође су укључени у анализе платформи. Како је прикупљање података слично на свим платформама разлике између сервиса уочавају се у обради и приказу али и сигурности прикупљених података, као и надокнади за коришћење сервиса.

Када је реч о прикупљању података свака од платформи користи све доступне канале за прикупљање информација о корисницима и апликацији. Firebase платформа аутоматски интегрише податке прикупљене са Google налога [27]. Fabric приликом креирања извештаја укључује податке прикупљене уз помоћ Crashlytics сервиса о корисницима који су изазвали прекиде рада апликације [28].

Свака од платформи врши анализу података у складу са осталим сервисима платформе како би се на основу добијених резултата креирала препорука за интеграцију

још неког сервиса платформе у апликацију која би се на тај начин унапредила. На овај начин, након што се прикупи довољна количина података Firebase Analytics сервис пружа могућност интеграције са BigQuery сервисом ради детаљније обраде података [29]. Fabric Crashlytics сервис, након прикупљања података о прекидима рада апликације пружа могућност прикупљања и података о начину коришћења апликације (Fabric Answers) а након тога и сервис за детаљније праћење активности корисника унутар апликације (Apsee). Amazon Mobile Analytics сервис пружа могућности, слично као и сервис Firebase платформе, аутоматског експортовања прикупљених података на складишта платформе (Amazon S3).

За приказ података и графикана свака платформа поседује одговарајућу конзолу. У склопу конзоле могуће је поред прегледа креираног садржаја модификовати параметре како би се приказ прилагодио жељеним испитивањима. Што се тиче дизајна и могућности конзола, Firebase и Fabric платформе су испред решења Amazon компаније. Основна разлика између Firebase Analytics и Fabric Answers сервиса је пажња посвећена анализи преференција корисника, односно регистрованих догађаја. Fabric платформа више је окренута анализи преференција корисника у односу на анализу понашања, док је фокус Firebase платформе дедукција на основу комбиновања различитих понашања корисника уочених на основу регистрованих догађаја.

Надокнада за коришћење сервиса директно је сразмерна безбедности прикупљених података, односно квалитету резултујућих информација. Firebase Analytics и Fabric Answers представљају некомерцијалне сервисе с обзиром да се ни на који начин не гарантује сигурност прикупљених података као и да се анализа података врши на основу узорака прикупљених података. Amazon Mobile Analytics је комерцијални сервис али за разлику од претходне две платформе гарантује да неће прикупљене податке прослеђивати другим компанијама као и да су све анализе података извршене на целом скупу података [30].

### 3.2 Аутентификација

Креирање кастомизованог система за аутентификацију представља велики изазов приликом развоја мобилних апликација. Такође, с обзиром да је на тржишту све већи број платформски независних апликација у комплексност развоја ове функционалности укључена је и конкурентност сесија једног корисника (отворене сесије на више различитих платформи). Налози са социјалних мрежа представљају још једну могућност идентификовања корисника али и увезивање података о једном кориснику на основу примарног идентификатора (email адреса и/или број мобилног телефона). Овај сервис поред идентификације корисника омогућава и добијање информација о кориснику прикупљених ван апликације. Због бенефита екстерних веб сервиса ова функционалност је најчешће интегрисана са неке од доступних платформи. Избор платформе за интеграцију овог сервиса најчешће зависи од избора платформе за остале екстерне сервисе унутар апликације. Во-

deће платформе у пружању ове врсте сервиса су Firebase са својим Authentication сервисом и Amazon Cognito сервис.

Firebase Authentication омогућава и аутентификацију помоћу броја мобилног телефона аквизицијом Fabric Digits сервиса. Уз помоћ детаљне документације и Firebase Auth конзоле могуће је укључити све доступне провајдере идентитета на тржишту. Такође, овај сервис омогућава интеграцију својих функционалности са готовим графичким корисничким интерфејсом који се може прилагодити апликацији. На овај начин омогућена је потпуна енкапсулација процеса аутентификације. Firebase омогућава коришћење овог сервиса без накнаде са изузетком коришћења Firebase Phone Auth функционалности за компаније са великим бројем корисника где се свака успешна верификација налога наплаћује 0.06 долара [31].

Amazon платформа не садржи могућност аутентификације уз помоћ мобилног телефона без претходне интеграције Amazon SNS сервиса што захтева додатне трошкове интеграције а касније и коришћења. Документација сервиса је оскудна и нејасна тако да је процес интеграције сервиса сложенији. Мана целокупне Amazon платформе је зависност осталих сервиса платформе од Amazon Cognito сервиса, односно идентитета корисника креираних уз помоћ овог сервиса. За разлику од Fabric-овог сервиса, сервис платформе Amazon и Firebase поседују могућност мултифакторске аутентификације налога корисника.

### 3.3 Слање нотификација

Push нотификације у све већем броју апликација постају више потреба него конкуретна предност. Корисници су навикнути да буду обавештени о новостима апликације. Без обзира на сврху и домен проблема апликације интеграција push нотификација увећава број и дужину сесија корисника па самим тим утиче и на интензитет коришћења апликације. Ова чињеница подстакла је развој многобројних сервиса који пружају услуге дистрибуције порука крајњим корисницима. Платформе које пружају ову врсту сервиса су OneSignal, Urban Airship, Pushed, Amazon SNS Mobile Push Notifications, Intercom Push Notifications и Microfost Azure. Када је реч о имплементацији функционалности push нотификација сваки од претходно поменутих сервиса ослања се на Firebase Cloud Messaging (FCM) сервис. Остале платформе предности својих решења у односу на FCM базирају на једноставнијој интеграцији са осталим сервисима својих платформи или додатној енкапсулацији имплементације. Главне предности FCM сервиса у односу на конкуренте су коришћење без накнаде за услуге сервиса, прилагођеност платформи, документација функционалности као и јасна упутства имплементације сервиса.

### 3.4 Складиште

Основна карактеристика serverless мобилних апликација представља коришћење сервиса екстерних веб платформи за складиштење података апликације. У раду [32] извршена је компаративна анализа Firebase Real time

Database сервиса са Mongo DB и Rethink конвенционалним решењима за складиштење података у коме је кроз анализу доказано да cloud-hosted решење нема недостатака у односу на конвенционална решења док је његова основна предност коришћење инфраструктуре платформе сервиса. Међу многобројним пружаоцима cloud сервиса који су доступни на тржишту, у овом раду издвојене су платформе Firebase са сервисом Storage као и Amazon са сервисом Simple Storage Service – S3 које комплексност складиштења и преузимања ресурса енкапсулирају уз помоћ својих сервиса. Робусност операција манипулације ресурсима омогућава праћење прогреса операција, реаговање на основу резултата операција, дефинисање додатних метаподатака складиштених ресурса као и многе друге функционалности. Такође, захваљујући тржишним позицијама компанија (Google и Amazon), респонзивност, скалабилност као и складишни капацитети не представљају ограничења. Разлике између ова два сервиса огледају се у начину енкапсулације комплексности операција као и у дефинисању цене коришћења услуга сервиса.

Када је реч о начину енкапсулације операција сервиса Firebase Storage сервис омогућава креирање засебних директоријума унутар складишта и на тај начин омогућава бољу организацију ресурса док Amazon S3 сервис све ресурсе складишти унутар базног директоријума сервиса. Како је приликом креирања мобилних апликација коришћење овог сервиса најчешће везано за складиштење фотографија још једна предност Firebase-овог решења представља интеграција са Glide библиотеком како би се преузете фотографије приказивале унутар апликације на што једноставнији начин.

Накнада за коришћење ових сервиса зависи од два фактора: количине искоришћеног простора на серверима платформи као и броја захтева за складиштење односно преузимање ресурса складишта. Када је реч о Firebase платформи основни пакет сервиса у који је укључено 5 Gb складишног простора, 20 Kb протока по дану за складиштење (енг upload) и 50 Kb протока по дану за преузимање (енг download) ресурса је бесплатан. Са друге стране, Amazon платформа првих годину дана у склопу свог Free Tier програма пружа услуге сервиса за један долар. У овај пакет укључено је 5 Gb складишног простора, 20 хиљада Get захтева и 20 хиљада Put захтева сваког месеца. Када се упореде системи наплате ове две платформе долази се до закључка да је за мале и средње компаније боље решење Firebase платформа док је за велике компаније адекватнији избор Amazon.

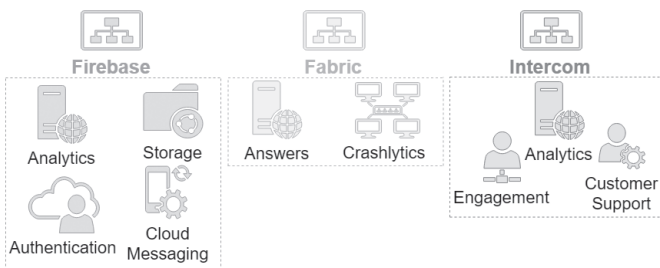
## 4. ИНТЕГРАЦИЈА ВЕБ СЕРВИСА УНУТАР МОБИЛНЕ АПЛИКАЦИЈЕ

У овом делу рада, на основу детаљне анализе сервиса као и одређивања компаративних предности и недостатака сервиса у зависности од спецификација пројекта и доменских ограничења, представљен је процес одабира сервиса екстерних веб платформи у оквиру апликације за преглед

културних догађаја. Пројектни захтев обухватао је креирање мобилне апликације за андроид оперативни систем која садржи функционалности:

- аутентификација корисника уз помоћ различитих провајдера идентитета укључујући и социјалне мреже,
- приказ и могућност филтрирања понуде културних догађаја града Београда по критеријумима тип догађаја, тип институције, датум догађаја и ценовни ранг.
- праћење аналитике коришћења апликације
- слање обавештења корисницима користећи push нотификације
- оптимизација складиштења и коришћења ресурса апликације

Интегрисани сервиси обухватају све претходно анализирани категорије сервиса. За сваку од категорија сервиса на основу компаративне анализе и спецификација функционалности у склопу пројекта одређено је најадекватније решење за интеграцију (Слика 1).



Слика 1 Интегрисани сервиси у оквиру пројекта

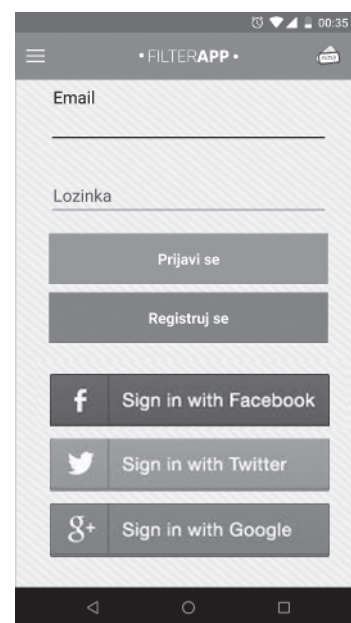
#### 4.1 Мобилна апликација за преглед културних догађаја

Апликација која је коришћена као пример пројекта развоја софтвера у мобилним технологијама има за циљ приказ културних догађаја одређеног града. Како би се креирала база корисника апликације на основу које је могуће идентификовати циљну групу корисника и омогућити комуникацију са корисницима и изван апликације неопходно је јединствено идентификовати кориснике уз помоћ неког од доступних провајдера идентитета (Google, Facebook, Twitter, GitHub) и/или email адресе. Након идентификације корисника неопходно је пратити њихово понашање и идентификовати њихове преференције како би им се предлагао адекватан садржај апликације. Како би омогућили предлагање циљног садржаја корисницима неопходно је да омогућимо слање push нотификација као канала комуникације и са друге стране да интегришемо неки од сервиса за креирање маркетинг кампања. С обзиром да се унутар апликација користи много фотографија како би се корисницима додатно приближио садржај претраге неопходно је фотографије чувати на екстерном складишту високе респонзивности ради што бољег корисничког искуства али и ради смањења величине извршног фајла апликације.

На основу дефинисаних спецификација функционалности пројекта и компаративне анализе представљених сер-

виса екстерних веб платформи у даљем тексту одређени су најадекватнији сервиси за сваку од функционалности.

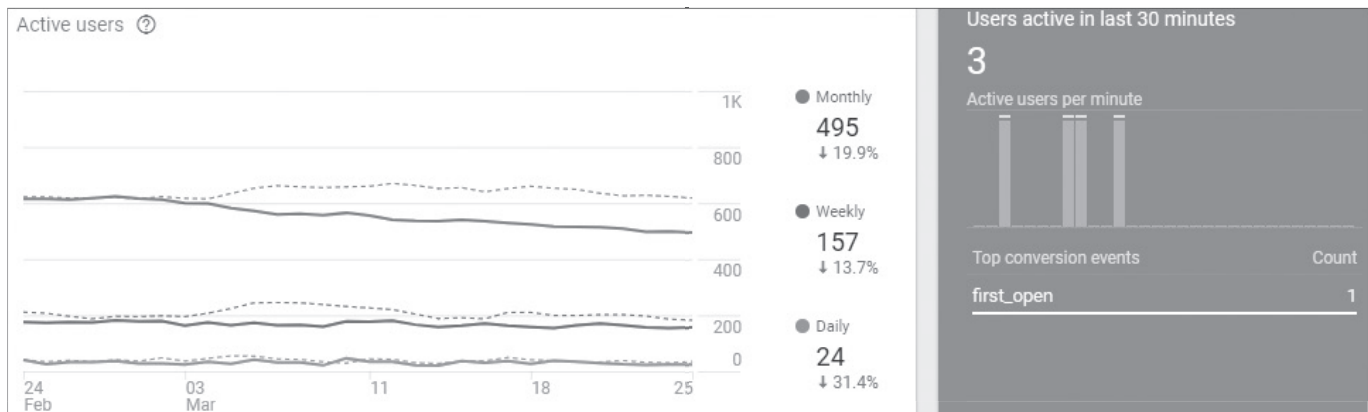
Приликом развоја пројекта циљна група корисника није јасно дефинисана већ је захтев представљао екстракцију циљне групе из прикупљене базе корисника апликације. Због оваквих спецификација идентификација примарног провајдера идентитета није била могућа. Како би се што већој групи корисника омогућила једноставна аутентификација унутар апликације као провајдери идентитета одабрани су Google, Twitter и Facebook, а омогућена је и аутентификација уз помоћ email адресе. Због диверзификације провајдера идентитета, компатибилности са осталим интегрисаним сервисима и могућности коришћења сервиса без накнаде одабран је Firebase Authentication сервис (Слика 2).



Слика 2 Firebase Authentication сервис

У складу са претходним захтевом, а то је идентификација циљне групе кроз коришћење апликације, неопходно је било прикупити што више информација о корисницима. Како би се прикупили што опсежнији подаци о преференцијама корисника и о патернима њиховог понашања приликом коришћења апликације неопходно је било интегрисати више од једног сервиса за праћење аналитике коришћења апликације. Због једноставности интеграције и компатибилности са осталим интегрисаним сервисима одабрани су Firebase Analytics (након интеграције аутоматски се повезује са Firebase Authentication сервисом) и Fabric Answers (након интеграције повезује се са Fabric Crashlytics сервисом). Са друге стране како је за пружање корисничке подршке и покретање маркетиншких кампања одабрана Intercom платформа а овај процес условљен је аналитиком прикупљеном на истој платформи појавио се захтев за интеграцијом још једног сервиса аналитике у склопу апликације. Amazon Mobile Analytics сервис ис-





Слика 3 Firebase Analytics сервис

кључен је из разматрања јер за разлику од осталих сервиса који су бесплатни, наплаћује услуге коришћења сервиса. Са друге стране подаци које је неопходно прикупљати нису осетљиве природе тако да сигурност, односно власништво над прикупљеним подацима није представљало ограничавајући критеријум.

Прикупљањем података приликом коришћења апликације, на основу параметара као што су број активних корисника на месечном, недељном и дневном нивоу са трендом у односу на претходни временски период (Слика 3 лево) и број тренутно активних корисника и најчешће регистрованога догађаја у последњих 30 минута (Слика 3 десно) креиране информације се могу даље филтрирати како би се искористиле за повећање броја корисника.

Када је реч о слању push нотификација, пратећи тренд тржишта, одабран је Firebase Cloud Messaging сервис.

Једна од оптимизација апликације представљала је кеширање приказа дестинација одређених културних институција ради смањења броја позива ка Google Maps сервису. Како би било могуће оптимизовати рад апликације на овај начин неопходно је било складиштити фотографије (енг snapshot) приказа дестинација на Google мапи у оквиру апликације. Ресурси су именовани на основу адреса које приказују. Такође, неопходно је било чувати и додатне (мета) податке о сваком ресурсу, као што су име и јединствени идентификатор институције коју приказују, датум последњег ажурирања и тако даље. Како се у склопу пројекта приказује више типова институција а план је да се приказују и институције из више градова, пожељно је било структурирати ресурсе складишта у одговарајуће директоријуме ради ефикасности манипулисања истим. Имајући у виду да Amazon S3 не подржава структурирање ресурса унутар складишта, као и више цене за мале организације, избор за интеграцију представљао је Firebase Storage сервис. Како складиштени ресурси представљају јавно доступне информације, сигурност података није представљала ограничавајући фактор. С обзиром да је реч о складиштењу и приказивању фотографија унутар апликације, додатна предност Firebase Storage сервиса је аутоматска интеграција са Glide библиотеком (Слика 4).



Слика 4 Firebase Storage сервис

#### 4.2 Анализа постигнутих резултата

Резултат овог рада представља приступ за избор адекватних сервиса на основу спецификација функционалности приликом развоја мобилних апликација. Кроз практичан пример одређени су ограничавајући параметри за сваки од интегрисаних сервиса:

- за одабир сервиса за праћење аналитике апликација – приватност података, начин њихове обраде и приказивање резултата анализе.
- за одабир сервиса за аутентификацију корисника – разноврсност провајдера индентитета и пружање готовог корисничких интерфејса.
- за одабир сервиса за слање обавештења корисницима – могућност интеграције са сервисима за креирање маркетинг кампања и једноставност имплементације.

- за одабир сервиса за складиштење ресурса апликације – могућност структурирања ресурса, сигурност података и аутоматска интеграција са библиотекама за приказ складиштених ресурса.

Такође, за сваки од интегрисаних сервиса један од ограничавајућих фактора представља и висина надокнаде за коришћење сервиса. Након интеграције екстерних веб сервиса убрзан је рад апликације, олакшана је администрација података и ресурса и праћење напретка целокупног пројекта.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Тренд глобалног тржишта условљава краће циклусе развоја мобилних апликација. То резултира коришћењем готових решења за имплементацију сложених функционалности као што су аутентификација, праћење коришћења апликације, складиштење података и ресурса апликације, пружање корисничке подршке као и многих других. Овако стање тржишта проузроквало је експанзију екстерних веб платформи које пружају услуге коришћења својих сервиса као готових решења за комплексне функционалности. Мотиви компанија за развијање платформи су различити, од проширења мрежа крајњих корисника и развојних тимова (Google са својом платформом Firebase и Twitter са својом платформом Fabric) до чисте финансијске користи (Amazon и Intercom платформе).

Са порастом стандарда квалитета мобилних апликација у погледу пружених функционалности развијају се и екстерни веб сервиси. Компаративне предности платформи представљају пре свега број и квалитет пружених сервиса који се дефинише на основу карактеристика као што су степен енкапсулације комплексности пружених функционалности, документованост функционалности као и корака интеграције, компатибилност са функционалностима оперативног система али и са сервисима других платформи и на крају висина накнаде за коришћење сервиса. Критеријуми за оцењивање квалитета сервиса умногоме зависе од доменских проблема које је неопходно решити. Најјаснији пример представља коришћење екстерног сервиса за прикупљање и обраду података о корисницима ради анализе понашања и идентификовања преференција корисника. У зависности од домена проблема критични критеријум за одређивање квалитета сервиса може варирати од цене коришћења сервиса до одређивања сигурности и власништва прикупљених података.

Иако је тржиште екстерних веб платформи још увек у формирању уочава се велика експанзија платформи као и турбулентност у одређивању тржишних позиција међу конкурентима. Након аквизиције Fabric платформе од стране Google компаније и интеграције у Firebase платформу ова платформа прети да постане апсолутни лидер тржишта. Још једна конкурента предност компаније Google је и власништво једног од два најзаступљенија оперативна система на тржишту (Android). У сваком случају монопо-

лизација тржишта сервиса екстерних веб платформи не погодује развоју нових и повећању квалитета постојећих сервиса али ни кретању цена коришћења услуга сервиса.

Екстерне веб платформе омогућавају развој софтвера коришћењем вишег нивоа апстракције захваљујући алокацији комплексности интегрисаних функционалности. Са друге стране, цена бржег развоја мобилних апликација представља зависност од екстерних веб платформи као и дељење информација прикупљених уз помоћ коришћења креираног софтвера.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] "Google I/O Recap," 2017. [Online]. Available: <https://events.google.com/io2017/recap/>. [Accessed 25 Mart 2018].
- [2] "Apple Reports Record First Quarter Results," 26 January 2016. [Online]. Available: <https://www.apple.com/newsroom/2016/01/26Apple-Reports-Record-First-Quarter-Results/>. [Accessed 2018 Mart 25].
- [3] "Total number of active mobile app developers in leading global app stores as of January 2017 (in 1,000s)," January 2017. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/276437/developers-per-appstore/>. [Accessed 25 Mart 2018].
- [4] P. Sbarski, Serverless Architectures on AWS, 2017.
- [5] O. Fernandez, Serverless Patterns of Modern Application Design Using Microservices, Amazon Web Services, 2018.
- [6] D. Satyavathy, P. Priya and S. Chanthini, "Mobile Application Development," *Automation And Autonomous System*, vol. 9, no. 1, pp. 6-10, 2017.
- [7] A. Santos, J. Kroll, A. Sales, P. Fernandes and D. Wildt, "Investigating the Adoption of Agile Practices in Mobile Application Development," in *18th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*, 2016.
- [8] D. Martin, C. Lamsfus and A. Alzua-Sorzabal, "A cloud-based platform to develop context-aware mobile applications by domain experts," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 44, pp. 177-184, February 2016.
- [9] M. Latif, Y. Lakhri, E. H. Nfaoui and N. Es-Sbai, "Cross platform approach for mobile application development: A survey," in *2016 International Conference on Information Technology for Organizations Development (IT4OD)*, Fez, Morocco, 2016.
- [10] "Most Used SDKs in Top 200 Free Android Apps," MightySignal, [Online]. Available: <https://mightysignal.com/top-android-sdks>. [Accessed 20 08 2017].
- [11] "Firebase features," [Online]. Available: <https://firebase.google.com/features/>. [Accessed 20 04 2017].
- [12] M. Ingram and W. Ee, "System for event-based intelligent-targeting". United States Patent US 2016/0342697 A1, 24 November 2016.
- [13] P. Aggarwal, D. Krishnaswamy, R. S. Daley and P. Lundqvist, "Method and system for providing targeted information based on a user profile in a mobile environment". United States Patent US 9,497,286 B2, 15 November 2016.
- [14] L. Moroney, "Using Authentication in Firebase," in *The Definitive Guide to Firebase*, Apress, Berkeley, CA, 2017, pp. 25-50.
- [15] F. Cheng, "User Management," in *Build Mobile Apps with Ionic 2 and Firebase*, Apress, Berkeley, CA, 2017, pp. 139-175.
- [16] "Firebase Authentication," [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/auth/>. [Accessed 27 04 2017].
- [17] L. Moroney, "Firebase Cloud Messaging," in *The Definitive Guide to Firebase*, Apress, Berkeley, CA, 2017, pp. 163-188.
- [18] "Firebase Cloud Messaging," [Online]. Available: [24](https://fire-</a></li>
</ol>
</div>
<div data-bbox=)



- base.google.com/docs/cloud-messaging/#key\_capabilities. [Accessed 29 Mart 2018].
- [19] L. Moroney, "Cloud Storage for Firebase," in *The Definitive Guide to Firebase*, Apress, Berkeley, CA, 2017, pp. 73-92.
- [20] "Cloud Storage," Firebase, [Online]. Available: [https://firebase.google.com/docs/storage/#key\\_capabilities](https://firebase.google.com/docs/storage/#key_capabilities). [Accessed 29 Mart 2018].
- [21] "Number of available applications in the Google Play Store from December 2009 to December 2017," Statista, [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/266210/number-of-available-applications-in-the-google-play-store/>. [Accessed 25 Mart 2018].
- [22] "Number of available apps in the Apple App Store from July 2008 to January 2017," Statista, [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/263795/number-of-available-apps-in-the-apple-app-store/>. [Accessed 25 Mart 2018].
- [23] M. Haroon, E. M. Shakshuki and W.-S. Yoo, "Comparing mobile apps by identifying 'Hot' features," in *Future Generation Computer Systems*, 2018.
- [24] "Fabric platform," [Online]. Available: [https://get.fabric.io/?utm\\_campaign=discover&utm\\_medium=natural](https://get.fabric.io/?utm_campaign=discover&utm_medium=natural). [Accessed 25 Mart 2018].
- [25] "Amazon Web Services," [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/what-is-aws/>. [Accessed 25 Mart 2018].
- [26] "Intercom Platform," [Online]. Available: <https://www.intercom.com/customer-intelligence>. [Accessed 25 Mart 2018].
- [27] L. Moroney, "Google Analytics for Firebase," in *The Definitive Guide to Firebase*, Apress, Berkeley, CA, 2017, pp. 251-270.
- [28] L. Moroney, "Understanding Crashes," in *The Definitive Guide to Firebase*, Apress, Berkeley, CA, 2017, pp. 127-138.
- [29] "Importing Google Analytics for Firebase Data into BigQuery," [Online]. Available: <https://cloud.google.com/solutions/mobile/mobile-firebase-analytics-big-query>. [Accessed 25 Mart 2018].
- [30] A. Mishra, Amazon Web Services for Mobile Developers: Building Apps with AWS, Alameda, CA, USA: SYBEX Inc., 2017.
- [31] "Firebase Pricing Plans," [Online]. Available: <https://firebase.google.com/pricing/>. [Accessed 25 Mart 2018].
- [32] S. Khedkar and S. Thube, "Real Time Databases for Applications," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 04, no. 06, June 2017.



**Stevan Milovanović**, Fakultet organizacionih nauka, Beograd

**Kontakt:** [stevan@elab.rs](mailto:stevan@elab.rs)

**Oblasti interesovanja:** mobilno poslovanje, tehnologije mobilnog poslovanja, internet tehnologije, elektronsko poslovanje



**Prof. dr Zorica Bogdanović**, Fakultet organizacionih nauka, Beograd

**Kontakt:** [zorica@elab.rs](mailto:zorica@elab.rs)

**Oblasti interesovanja:** elektronsko poslovanje, mobilno poslovanje, internet tehnologije



**Tamara Naumović**, Fakultet organizacionih nauka, Beograd

**Kontakt:** [tamara@elab.rs](mailto:tamara@elab.rs)

**Oblasti interesovanja:** elektronsko poslovanje, mobilno poslovanje, internet tehnologije



**Prof. dr Dušan Barać**, Fakultet organizacionih nauka, Beograd

**Kontakt:** [dusan@elab.rs](mailto:dusan@elab.rs)

**Oblasti interesovanja:** internet tehnologije, mobilno poslovanje



**Prof. dr Marijana Despotović-Zrakić**, Fakultet organizacionih nauka, Beograd

**Kontakt:** [maja@elab.rs](mailto:maja@elab.rs)

**Oblasti interesovanja:** elektronsko poslovanje, mobilno poslovanje, tehnologije mobilnog poslovanja, internet tehnologije

