



KOMPARATIVNA ANALIZA METODA RAZVOJA MOBILNOG SOFTVERA SA  
STANOVIŠTA UPOTREBLJIVOSTI

COMPARATIVE ANALYSIS OF MOBILE SOFTWARE DEVELOPMENT METHODS  
FROM A USABILITY STANDPOINT

Danilo Buijša, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi problemom odabira optimalne metode razvoja mobilnog softvera sa stanovišta naučne discipline Interakcija čovek računar. Izvršena je komparativna analiza različitih strategija u razvoju softvera za mobilne uređaje sa stanovišta upotrebljivosti. Prvo je definisana upotrebljivost, principi dizajna korisničkog interfejsa i korisničkog doživljaja u mobilnim sistemima, a zatim je izvršena evaluacija pojedinačnih strategija, na osnovu ovih elemenata. Zaključak je da je za postizanje interfejsa visoke upotrebljivosti, najpogodnija izvorna programska paradigma, zatim hibridne i na kraju progresivne veb tehnologije.

**Ključne reči:** *Upotrebljivost, mobilni softver, metode razvoja, korisnički interfejs*

**Abstract** – *The paper deals with the problem of choosing an optimal mobile software development method from the standpoint of the scientific discipline Human Computer Interaction. A comparative analysis of various strategies in the development of mobile software from a usability standpoint was performed. Firstly, the usability, principles of user interface design and user experience in mobile systems were defined, and then individual strategies were evaluated based on these elements. The conclusion is that in order to achieve a high usability interface, the native programming paradigm is optimal, followed by hybrid and finally progressive web technologies.*

**Keywords:** *Usability, mobile software, development methods, user interface*

**1. UVOD**

Broj pametnih telefona u 2019. godini iznosi 2.71 milijardi, odnosno svaka treća osoba na svetu poseduje pametni mobilni telefon [1]. Uporedo s ovim trendom, internet saobraćaj koji dolazi sa mobilnih uređaja postojano je rastao od 2009. do danas, dok se udeo desktop-a postojano smanjivao.

Istraživanja pokazuju da je mobilni internet saobraćaj po prvi put prestigao saobraćaj sa desktop računara 2016. godine, pa je danas udeo mobilnog internet saobraćaja 62 % [2].

Ako se navedena dva trenda, porast broja mobilnih uređaja, kao i njihov udeo u globalnom internet saobraćaju, uzmu kao glavni pokazatelji zastupljenosti različitih tipova računara, nesumnjivo je da su danas mobilni uređaji najzastupljenija vrsta računara, a da je razvoj mobilnih aplikacija, jedna od najbrže rastućih grana softvera.

Problem odabira konkretne strategije i podrške za različite operativne sisteme, a pritom zadržavajući standarde definisane platformom, predstavlja najveći izazov u razvoju mobilnog softvera. Kako trenutno postoje tri različite strategije razvoja mobilnih aplikacija, izvorne, hibridne i veb, neophodno je utvrditi najbolji način realizovanja ovih ciljeva, odnosno pronaći optimalan način razvoja softvera za mobilne uređaje. U ovom radu izvršena je evaluacija pomenutih pristupa, pre svega sa stanovišta upotrebljivosti, principa interakcije čoveka i računara i HCD-a (Human-centered Design).

**2. IZAZOVI U RAZVOJU MOBILNIH APLIKACIJA**

Uspeh mobilnih platformi direktno se meri brojem dostupnih aplikacija, a uspeh pojedinačnih programa brojem instalacija i aktivnih korisnika. Zbog toga se kompanije i pojedinci koji proizvode aplikacije trude da razviju verzije najmanje za Android i iOS, a neretko i za Windows Phone i druge operativne sisteme.

Ovde se uviđa osnovni problem u razvoju mobilnih aplikacija. On u mnogome zavisi od platforme za koju se program razvija. Aplikacije se moraju implementirati i dizajnirati za specifični operativni sistem tako da zadovolje principe i smernice koje definisane standardima određene platforme.

Koristeći izvornu (eng. *native*) strategiju, da bi se razvile aplikacije za više platformi potrebno je ekspertske znanje različitih profila softverskih inženjera, jer izvorni kod ne može da se deli između platformi. Veliki problem je što projektanti moraju da razmišljaju o UI (User Interface) standardima i paternima na konkretnim platformama i da u skladu sa njima prilagođavaju svoja dizajnerska rešenja. Korisnički doživljaj na mobilnim uređajima je vrlo specifičan: veličina ekrana, sadržaj, prethodno iskustvo i ponašanje korisnika koji koriste mobilne uređaje drugačiji su od onih na drugim uređajima i računarima. To je osnovni razlog zbog čega ne postoji neko opšte uputstvo za razvoj mobilnih aplikacija. Sve to podiže cenu razvoja i vreme potrebno za realizaciju projekta, pa kupci softvera neretko odustaju od podrške za više platformi. Time su na gubitku ne samo oni, već i proizvođači softvera čija

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red. prof.**

rešenja veliki procenat potencijalnih korisnika nije u mogućnosti da koristi. Ovi problemi prouzrokovali su nastanak novih pristupa u programiranju mobilnih aplikacija, hibridnih i progresivnih veb tehnologija koji pokušavaju da reše problem **višeplatformske** podrške, zadržavajući deo baze koda.

### 3. UPOTREBLJIVOST U MOBILNOM OKRUŽENJU

Upotrebljivost (eng. *usability*) ocenjuje koliko je neki korisnički interfejs jednostavan za korišćenje. Neke od osnovnih komponenti upotrebljivosti su lakoća učenja, memorabilnost i satisfakcija. Zašto je upotrebljivost toliko važna? Na internetu, na primer, upotrebljivost je odlučujući faktor u zadržavanju korisnika. Ako je veb stranica preteška za korišćenje, ne nudi dobar uvid u to šta kompanija pruža ili ne pruža odgovore na korisnikova pitanja, korisnici će otići u potragu za drugim sajtom.

Dizajn usredsređen na korisnike (HCD - Human-centered Design) najvažniji je princip za kreiranje dizajna sa dobrim korisničkim interfejsom i doživljajem. Human Centered Design (HCD) u osnovi znači usredsrediti se na to kako korisnici zapravo koriste proizvod, umesto da se očekuje da će korisnici prilagoditi svoje ponašanje načinu na koji proizvod radi.

Jedna od najvažnijih heuristika dizajna korisničkog interfejsa u razvoju mobilnih aplikacija jeste eksterna **konzistentnost**, tj. konzistentnost u odnosu na ceo ekosistem u kom se aplikacija koristi. Interna konzistentnost, poput konzistentnosti sadržaja, fontova, boja itd. može da se postigne bez obzira na odabir platforme. Eksterna konzistentnost, sa druge strane, veoma zavisi od konkretnog operativnog sistema za koji se aplikacija razvija.

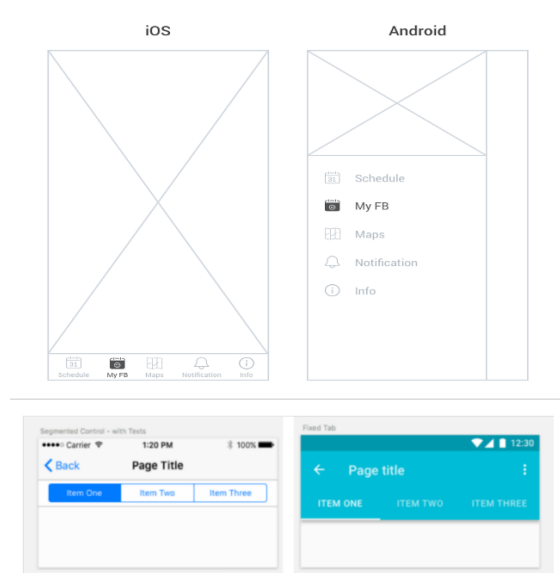
### 4. EVALUACIJA METODA

#### 4.1. Konzistentnost i standardi

Jedna od osnovnih komponenti upotrebljivosti je lakoća učenja, odnosno koliko lako korisnik može da ostvari željene zadatke kada se prvi put susretne sa aplikacijom. U ovome, korisniku pomaže iskustvo koje je sticao koristeći druge aplikacije platforme koju koristi. Sa stanovišta dizajna, ono sto karakteriše različite platforme jeste postojanje različitih sistema dizajna. Na primer, za Android to je Material Design [3], a za iOS, Human Interface Guidelines [4]. Prema tome, da bi se korisniku olakšala upotreba aplikacija, neophodno je da ona bude u skladu sa UI i UX (User Experience) principima i standardima platforme na koju je navikao.

Zbog ovih standarda i principa, korisnički interfejs i kontrole mogu znatno da se razlikuju na različitim platformama, slika 1. Te kontrole nije moguće simulirati putem hibridnih ili veb metoda, toliko da bi pružile sličan doživljaj i familijarnost kao na izvornoj platformi, jer svaka platforma ima svoje jedinstvene načine interakcije.

Dakle, jedan od glavnih benefita izvornih aplikacija jeste familijarnost. Developeri znaju kako da razvijaju softver za konkretnu platformu koristeći izvorne SDK-ove (Software Development Kit). Sa druge strane, korisnici poznaju osećaj, tok akcija i navigaciju aplikacija koje već koriste na svojim uređajima.



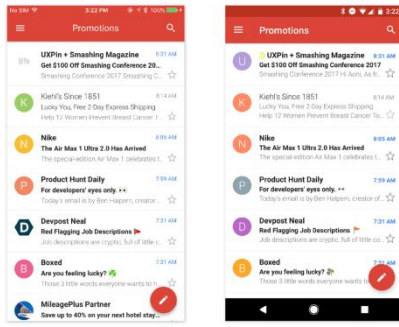
Slika 1. Neke od razlika iOS (levo) i Android dizajna (desno)

Stoga, razviti identičan korisnički interfejs i korisnički doživljaj na različitim platformama koristeći hibridne tehnologije nije uvek najbolja ideja. Naime, kako hibridne aplikacije ciljaju više platformi, one se često čine previše generično ili podsećaju na aplikacije konkurentskog operativnog sistema.

U idealnom slučaju, određena mobilna aplikacija treba da pruža iste funkcije i ponašanje bez obzira na ciljanu platformu na kojoj se pokreće. Međutim, zbog unutrašnjih razlika u različitim mobilnim uređajima i operativnim sistemima, generički dizajn za sve platforme ne postoji [5]. Razlog za to je činjenica da su HCI smernice na različitim platformama prilično različite, jer za mobilni svet ne postoje jedinstveni standardi, kao što je to slučaj, na primer, na vebu. Stoga se developeri stalno suočavaju sa dva konkurentna zahteva: familijarnost i specifičnost dizajna za svaku platformu, sa jedne, i postizanje konzistentnosti na različitim platformama, sa druge strane [45].

Prema tome, ne može se jednostavno klonirati iOS aplikacija na Android i obrnuto. Svaki operativni sistem prati potpuno drugačija pitanja programiranja, dizajna i interfejsa. Dobar dizajn je dizajn koji poštuje navike korisnika u svakom operativnom sistemu. Stoga, kreiranje dizajna koji će se lako prevesti na sve platforme uz očuvanje doslednosti interfejsa i ponašanja, je veoma izazovan posao.

Postoje izuzeci gde se aplikacije jedne platforme pridržavaju HCI smernica druge platforme. Na primer, neke iOS aplikacije slede smernice Android-a, poput Gmail-a, a neke Android aplikacije slede smernice ljudskog interfejsa (Human Interface Guidelines), poput Instagram-a. Na iOS verziji se vidi plutajuće dugme za kreiranje novog mejla, kontrole za navigaciju i drugo što je specifično za Android platformu, Slika 2. Ono što je specifično za ove aplikacije jeste to što su u pitanju hibridne aplikacije. U ovim slučajevima nije bilo potrebno zadovoljiti UI I UX standarde i smernice obe platforme, već samo jedne, pa je hibridna tehnologija bila pogodna opcija.



Slika 2. Gmail aplikacija na iOS-u (levo) i Android-u (desno)

#### 4.2 Klasične hibridne tehnologije

Hibridna okruženja poput Apache Cordova i Ionic-a služe za razvoj generičnih interfejsa, koji pokušavaju da pruže kompromis između različitih standarda. Međutim, konzistentnost same platforme, često se gubi u ovakvim aplikacijama. Hibridna aplikacija i dalje može funkcionisati ne pridržavajući se standarda platforme, ali će korisnicima trebati više vremena da nauče da koriste aplikaciju i da se naviknu na njeno ponašanje. Takođe, zadovoljiti obe platforme istovremeno je znatno teže za implementaciju, jer se koriste neizvorne tehnologije poput HTML5, JavaScript-a, CSS-a i slično. U poređenju sa razvojem izvornih mobilnih aplikacija, korisničko iskustvo je teže održavati jer interfejs mora zadovoljiti korisnike različitih platformi. Ako se aplikacija previše nakloni iOS-u, na primer, iskustvo bi se pogoršalo za korisnike Android-a, i obrnuto. Zadovoljavanjem obe platforme istovremeno, dobija se interfejs drugačiji od izvornog, na kojem nisu navikli ni korisnici prve ni korisnici druge platforme.

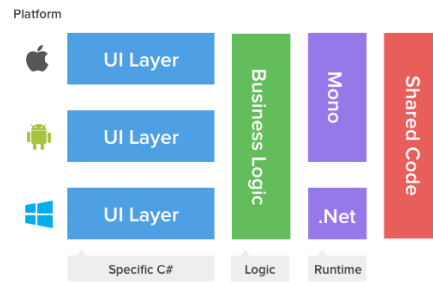
#### 4.3 Izvorno-hibridne tehnologije

Glavna prednost React Native i sličnih izvorno-hibridnih tehnologija, poput Flutter-a i Xamarin-a, jeste mogućnost da se prilikom razvoja softvera koriste dva različita korisnička interfejsa. Na taj način, na primer, jedan može da prati Material Design principe Android-a, a drugi može da prati smernice ljudskog interfejsa iOS-a.

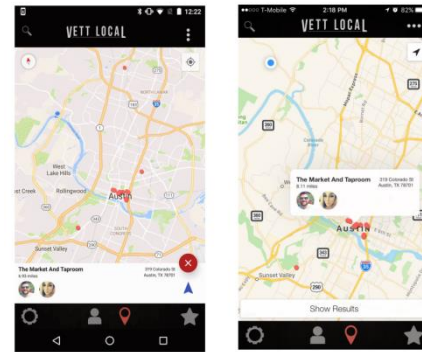
Ovo je moguće zahvaljujući odvojenim UI modulima aplikacije koji dele isti kod biznis logike, slika 3. Slika 4 ističe interfejse specifične za platformu, koji se mogu postići pomoću ovog programskog okvira.

Kao što se vidi, svaka aplikacija koristi svoju izvornu mapu i sadrži markere sa deskripcijom koji se pridržavaju smernica dizajna svake platforme. Na Android-u se kartice sa opisom podižu s dna mape. Na iOS-u se opis povezuje sa odabranim elementom na mapi. Iste radnje mogu se izvesti u obe aplikacije, većina koda se deli, ali ove dodatne specifičnosti pojedinačnih platformi pomažu u dizajnu specifičnom za platformu i celokupnoj upotrebljivosti.

Dakle, nova generacija hibridnih aplikacija poput React Native-a i Flutter-a je značajno poboljšana sa stanovišta upotrebljivosti, u odnosu na inicijalne hibridne tehnologije poput Ionic-a, Cordove i drugih. Razlog za to je upravo zbog mogućnosti kreiranja posebnog interfejsa za različite platforme, dok ostatak koda, tj kod biznis logike, ostaje isti.



Slika 3. Različiti UI moduli Xamarin aplikacije



Slika 4. Primer hibridne aplikacije sa različitim interfejsom u zavisnosti od platforme na kojoj se izvršava

#### 4.4 Brzina odziva i performanse

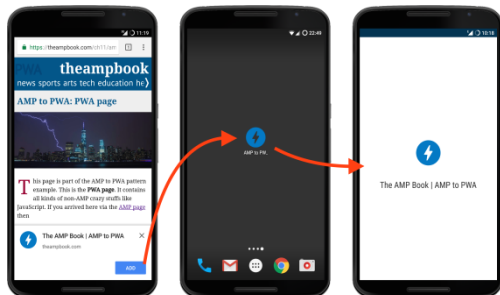
U studiji „Upotrebljivost i UX u izvornim i hibridnim aplikacijama“ [6] iz 2018. godine, pokušale su da se utvrde preferencije korisnika između izvorne i hibridne aplikacije. Utvrđeno je da koliko brzo aplikacije reaguju na akcije korisnika je takođe važan deo korisničkog iskustva, kao i da je ono bolje u u izvornoj verziji, jer između ostalog, postoji ugrađeno kašnjenje na veb i hibridnim aplikacijama. Takođe, hibridne aplikacije su sporije u odnosu na izvorne aplikacije zato što hibridne aplikacije dodaju još jedan sloj između korisnika i aplikacije - ne izvršavaju se u izvornom okruženju već u veb pogledu (eng. *web-view*). Jedan od ključnih prednosti izvorne metode razvoja aplikacija je velika brzina i performanse koje pruža, jer je aplikacija optimizovana za iOS ili Android.

Hibridne aplikacije su i dalje sporije od svojih konkurenata, ali ne toliko kritično. Situacija je danas drastično poboljšana, delom zbog napretka u optimizaciji mobilnih operativnih sistema i značajnoj procesorskoj snazi modernih uređaja, a delom i zbog alata i biblioteka koje se koriste za razvoj, kao i iskustva projekatana i programera. Budući da se progresivne veb aplikacije izvršavaju unutar veb pregledača, one su sporije od prethodne dve vrste.

#### 4.5. Namena softvera i zahtevi korisničkog interfejsa

Potrebe za performansama zavise od namene softvera i zahteva korisničkog interfejsa. Studije [7] i [8] potvrđuju da ako je potreban visok nivo detaljnosti korisničkog interfejsa i korisničkog doživljaja, izvorni pristup je i dalje najpovoljniji, jer izvorne tehnologije omogućavaju brzu grafiku, fluidnu animaciju i tečne tranzicije. Stoga, u slučaju razvoja aplikacija sa zahtevnim animacijama, kao i 3D igrice, izvorna strategija je najpogodnija, dok za

manje resursno zahtevne aplikacije, hibridne i progresivne veb tehnologije mogu biti dobra alternativa. Kako se progresivnim veb aplikacijama pristupa kao normalnim veb stranicama, one mogu da pomognu do dolaska novih korisnika. Nakon posete stranici, korisnik ima mogućnost kreiranja ikonice koja služi kao prečica do sajta uz uvodni ekran, simulirajući na taj način korisnički doživljaj izvornih i hibridnih aplikacija, slika 5.



Slika 5. PWA aplikacija nalikuje izvornim i hibridnim

#### 4.6 Izvorne funkcionalnosti

Izvorne funkcionalnosti svake platforme obogaćuju korisničko iskustvo aplikacije. Izvorne aplikacije imaju prednost ugrađenih funkcija koje mogu pružiti poznatiji izgled i korisnički doživljaj [5]. Hibridne i progresivne veb aplikacije, zahvaljujući raznim *plugin*-ovima, imaju pristup ugrađenim funkcionalnostima i sensorima uređaja. Međutim, izvorni SDK omogućava pristup ovim funkcionalnostima bez potrebe za izvornim *plugin*-ovima, a nove funkcionalnosti će biti dostupne odmah pri njihovom objavljivanju. Zbog ovoga, izvorne aplikacije pružaju bolje performanse, boljeg odziva, i tečnijeg doživljaja pošto korisnik ne primećuje nikakva kašnjenja zbog učitavanja, *wrapper*-a, *plugin*-ova itd, za razliku od neizvornih aplikacija.

#### 5. ZAKLJUČAK

Korisnički interfejs i korisnički doživljaj je presudan za uspeh aplikacije. Odluka o tome šta izabrati se zasniva na ciljevima i prioritetima softvera. Slučajevi korišćenja, namena, okruženje i sama priroda aplikacije takođe utiču na odluku. Kod izvorne strategije, zbog mogućnosti korišćenja izvornih komponenti, smernica i principa definisane platformom i slično, postiže se **konzistentnost** ne samo unutar jedne aplikacije, vec u celom **ekosistemu** jedne platforme. Pored toga, standarde koje definiše Android, iOS i druge platforme, jednostavnije je postići koristeći upravo njihove jezike, okruženja i pravila. Držeći se ovih standarda, aplikacije liče jedne na druge, pružajući korisnicima **familijaran** dizajn, olakšavajući im na taj način snalaženje i upotrebu aplikacije. Hibridne aplikacije mogu da imaju sličan i konzistentni doživljaj na različitim platformama. Međutim, dosta je jednostavnije pružiti dobro korisničko iskustvo i korisnički interfejs velike **odzivnosti** na izvornim aplikacijama, jer koriste izvorne komponente i **UI i UX standarde** definisane platformom.

Za optimalnu upotrebljivost mobilne aplikacije, aplikacija mora da sadrži jasan i dosledan način interakcije, da sledi prirodni tok platforme omogućavajući korisniku da intuitivno komunicira sa njom, koristeći prethodno iskustvo iz sa platforme.

Postizanje ovih zahteva moguće je korišćenjem izvorne metode ili eventualno izvorno-hibridne uz razvoj dva različita interfejsa, a zadržavajući biznis logiku. Ako je odluka da se na više platformi koriste HCI principi, UI i UX smernice samo jedne platforme, tada su hibridne aplikacije pogodna metoda.

#### 6. LITERATURA

- [1] Statista, The Statistics Portal for Market Data, Market Research and Market Studies, <https://www.statista.com>, Uvidi i statistike.
- [2] StatCounter, Mobile and tablet internet usage, <https://gs.statcounter.com/press/mobile-and-tablet-internet-usage-exceeds-desktop-for-first-time-worldwide> (pristupljeno u septembru 2019).
- [3] Android, Material Design for Android, <https://developer.android.com/guide/topics/ui/look-and-feel>, HCI principi za Android.
- [4] Apple, Human Interface Guidelines, <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/ios/overview/themes/>, iOS HCI principi.
- [5] M. E. Joorabchi, A. Mesbah, P. Kruchten. "Real challenges in mobile app development". In: Empirical Software Engineering and Measurement, 2013 ACM/IEEE International Symposium on. IEEE. 2013, pp. 15–24.
- [6] L. Andersson, „Usability and User Experience in Mobile App Frameworks Subjective, but not Objective, Differences between a Hybrid and a Native Mobile Application”, 2018.
- [7] W. Jobe, „Native vs Mobile web apps“, 2013, [https://www.academia.edu/4967196/Native\\_Apps\\_vs.\\_Mobile\\_Web\\_Apps](https://www.academia.edu/4967196/Native_Apps_vs._Mobile_Web_Apps) (pristupljeno u septembru 2019).
- [8] N. P. Huy and D. van Thanh, „Selecting the right mobile app paradigms”, in 2012 5th IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA), 2012, pp. 1–6.

#### Kratka biografija:



**Danilo Bujiša** rođen je u Novom Sadu 1995. god. Diplomirao je 2018. godine na smeru Računarstvo i automatika – Primećene računarske nauke i informatika.

2019. godine odbranio je master rad na Fakultetu tehničkih nauka na smeru Elektronsko poslovanje.  
kontakt: danilob@uns.ac.rs