

Razvoj mobilne aplikacije temeljene na senzorima uređaja

Perlić, Mihovil

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:143909>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-19**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

Mihovil Perlić

Razvoj mobilne aplikacije temeljene na senzorima uređaja

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

Razvoj mobilne aplikacije temeljene na senzorima uređaja

**Development of a Mobile Application Based on Device
Sensors**

Mentor: doc. dr. sc. Siniša Husnjak

Student: Mihovil Perlić
JMBAG: 0135245844

Zagreb, rujan 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 11. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za informacijsko komunikacijski promet**
Predmet: **Terminalni uređaji**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6203

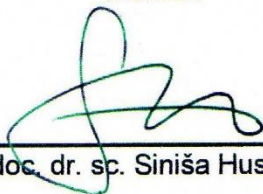
Pristupnik: **Mihovil Perlić (0135245844)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Informacijsko-komunikacijski promet**

Zadatak: **Razvoj mobilne aplikacije temeljene na senzorima uređaja**

Opis zadatka:

Razmotriti korištenje mobilnih uređaja. Opisati arhitekturu mobilnih uređaja. Identificirati senzore mobilnih uređaja i njihove mogućnosti. Objasniti pojedine platforme za razvoj mobilnih aplikacija. Razviti mobilnu aplikaciju temeljenu na senzorskoj tehnologiji.

Mentor:



doc. dr. sc. Siniša Husnjak

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Sažetak

Industrija mobilnih uređaja omogućuje programerima i dizajnerima da ugrađuju različite senzore, procesore i memorije u elektroničke uređaje koji su različitih dimenzija i oblika shodno svrsi za koju su namijenjeni i za koju će se upotrebljavati. Dodatni senzori koriste se kako bi se poboljšala upotrebljivost ovih uređaja i kvaliteta iskustva prikupljanjem podataka i analizom. Postoje razne mobilne aplikacije koje komuniciraju sa sensorima te tako proširuju i obogaćuju funkcionalnosti koje mobilni uređaji mogu sadržavati.

U ovome završnom radu sagledani su mobilni uređaji sa gledišta funkcionalnosti, dimenzija, arhitekture te ostalih aspekata koje čine mobilni uređaj. Prikazani su i objašnjeni najčešće korišteni senzori u mobilnim uređajima te svaki od njih dodatno opisan na način kako funkcioniraju te u koju se svrhu najčešće koriste. Navedene su razne razvojne okoline za razvoj mobilnih aplikacija kao što su: Android studio, Cordova, MIT App Inventor (MAI) i ostali. Također je detaljno opisana mobilna aplikacija koja svoju funkcionalnost ispunjava korištenjem raznih mobilnih senzora, te je napravljena uz pomoć razvojne okoline za razvoj mobilne aplikacije MAI.

KLJUČNE RIJEČI: mobilni uređaji; aplikacija; senzori; MIT App Inventor

Summary

The mobile device industry allows developers and designers to incorporate different sensors, processors and memories into electronic devices that are of different dimensions and shapes according to the purpose for which they are intended and for which they will be used. Additional sensors are used to improve the usability of these devices and the quality of the experience by data collection and analysis. There are various mobile applications that communicate with sensors, thus expanding and enriching the functionalities that mobile devices can contain.

In this final paper, mobile devices are considered from the point of view of functionality, dimensions, architecture and other aspects that make up a mobile device. The most commonly used sensors in mobile devices are presented and explained, and each of them is further explained in the way they work and for what purpose they are most often used. Various development environments for the development of mobile applications are listed, such as: Android studio, Cordova, MIT App Inventor (MAI) and others. It also describes in detail the mobile application that fulfills its functionality using various mobile sensors, and was created with the help of the development environment for the development of the mobile application MAI.

KEY WORDS: mobile devices; application; sensors; MIT App Inventor

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Korištenje mobilnih uređaja	2
2.1	Mobilni telefon	3
2.2	Pametni telefon	5
2.3	Pametni sat	7
3.	Arhitektura mobilnih uređaja	9
3.1	Sustav na čipu	9
3.2	Ulazno - izlazne jedinice	10
3.2	Napajanje	11
4.	Senzori mobilnih uređaja	13
4.1	Zaslon osjetljiv na dodir	13
4.1.1	Zaslon osjetljiv na dodir temeljen na električnom otporu	14
4.1.2	Zaslon osjetljiv na dodir temeljen površinskim zvučnim valovima	15
4.1.3	Zaslon osjetljiv na dodir temeljen na kapacitivnom otporu	16
4.2	Senzori pokreta	17
4.2.1	Senzor pokreta – Akcelerometar	17
4.2.2	Senzor pokreta – Žiroskop	18
4.2.3	Senzor pokreta - Magnetometar	19
4.3	Globalni sustav za pozicioniranje (GPS)	20
4.4	Senzor blizine	21
4.5	Senzor svjetlosti	22
4.6	Senzor otkucaja srca	23
5.	Platforme za razvoj mobilnih aplikacija	24
5.1	Programabilni alati	24
5.1.1	Android studio	24
5.1.2	DroidEdit	25
5.1.3	Cordova	25
5.2	Alati za kodiranje nulte linije	25
5.3	Hibridni alati	26
6.	Razvijena mobilna aplikacija temeljena na senzorskoj tehnologiji	27
6.1	Sučelje MIT App Inventor-a	28
6.1.1	Sučelje u designer načinu rada	29
6.1.2.	Sučelje u blok načinu rada	30
6.2	Opisivanje prozora aplikacije sa designer gledišta	31
6.2.1	Prozor 1 (Screen1)	31

6.2.2	Prozor 1 (home_screen)	32
6.2.3	Prozor 3 (navigacija)	34
6.2.4	Prozor 4 (pedometar)	35
6.2.5	Prozor 5 (svjetlo)	36
7.	Zaključak	37
	Popis literature	38
	Popis ilustracija	41

1. Uvod

U današnjem brzo rastućem svijetu sa gledišta tehnologije stalno se gleda i istražuje kako olakšati ljudima svakodnevne radnje. Sa gledišta pojave prvih mobilnih telefonskih uređaja koji su se primarno koristili za obavljanje jednostavnih zadataka kao što su: telefonski pozivi i slanje poruka. Do pojave dosadašnjih pametnih mobilnih telefonskih uređaja te ostalih pametnih uređaja njihova se funkcionalnost drastično proširila. To proširenje funkcionalnosti omogućili su razni senzori koji su ugrađeni u samo sklopovlje mobilnih uređaja koji u sklopu sa određenim razvojnim okolinama za razvoj aplikacija za pametne uređaje omogućavaju korisniku beskrajne mogućnosti korištenja. Sa tim platformama i sensorima moguće je koristiti mobilne uređaje za puno više stvari nego za što su planirani i dizajnirani da rade.

Naslov završnog rada jest: Razvoj mobilne aplikacije temeljene na sensorima uređaja. Rad je podjeljen u sedam cjelina:

1. Uvod.
2. Korištenje mobilnih uređaja.
3. Arhitektura mobilnih uređaja.
4. Senzori mobilnih uređaja.
5. Platforme za razvoj mobilnih aplikacija.
6. Razvijena mobilna aplikacija temeljena na senzorskoj tehnologiji
7. Zaključak.

U drugom poglavlju nabrojane su i opisane različite vrste mobilnih uređaja te njihove funkcionalnosti. Također su prikazani i uspoređeni dijelovi njihovih sklopovlja.

U trećem poglavlju opisana je arhitektura mobilnih uređaja, koja u znatnoj mjeri ovisi o svrsi mobilnog uređaja, dimenzijama i načinu korištenja te ostalim aspektima.

U četvrtom poglavlju nabrojani su neki od najčešće korištenih senzora mobilnih uređaja te je ujedno svaki od njih ukratko opisan.

Peto poglavlje opisuje platforme za razvoj mobilnih aplikacija. Platforme za razvoj mobilnih aplikacija možemo svrstati u 3 skupine: programabilni alati (*eng. programmable tools*), alati za kodiranje nulte linije (*eng. zero-line coding tools*) i hibridni alati (*eng. hybrid tools*).

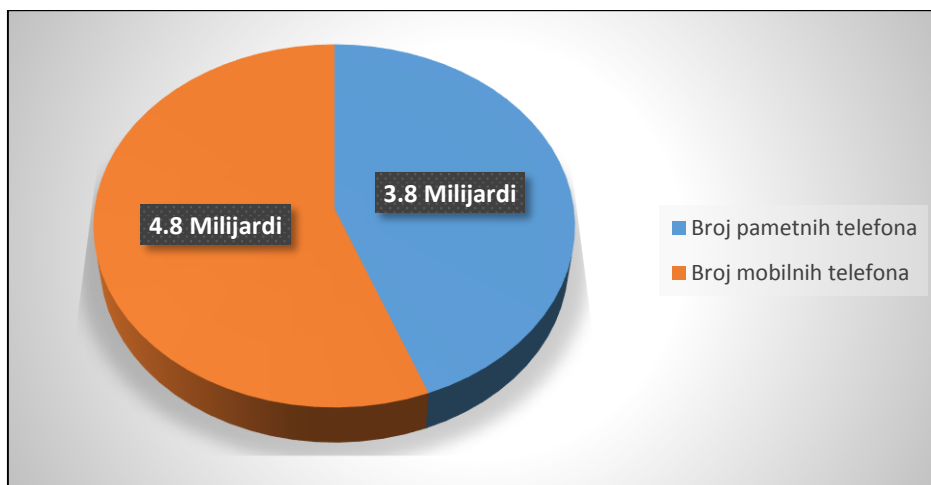
U šestom poglavlju razmatrana je mobilna aplikacija napravljena uz pomoć hibridnog alata za pravljenje mobilnih aplikacija pod nazivom MIT App Inventor (MAI). Ta aplikacija koristi različite senzore koji su implementirani u sklopovlje uređaja kao što su senzor svjetlosti, senzor blizine, senzor pokreta te mnogi drugi. Oni u kombinaciji sa aplikacijom proširuju osnovne funkcije za koje su dizajnirani većina dosadašnjih pametnih uređaja.

2. Korištenje mobilnih uređaja

U povijesti mobilni terminalni uređaji primarno su se koristili za obavljanje jednostavnih zadataka kao što su: telefonski pozivi i slanje poruka. Danas je njihova raznolikost i funkcionalnost itekako proširena, gdje imamo pametne telefone (*eng. smarthphone*), pametne satove (*eng. smartwatch*), tablet-e (*eng. tablet*), i tako dalje. U današnjem vremenu korisnici na raspolaganju imaju široki spektar različitih mobilnih uređaja koji su lako dostupni.

Bitno je shvatiti da pojam mobilni uređaj je široki pojam te se grana na mobilne telefone, pametne telefone, pametne satove, prijenosna računala i tako dalje. Iako se pametni telefoni često nazivaju mobilni telefoni, ta dva pojma tehnički se odnose na različite uređaje. Mobilni telefon i pametni telefon su mobilni uređaji koji se mogu koristiti za pozivanje i slanje tekstova, gdje osnovna funkcionalnost mobilnih telefona staje, iako neki imaju kameru koja je uglavnom lošije kvalitete. Pametni telefon ima više vrsta dodatnih funkcionalnosti, poput pristupa Internetu, mogućnosti preuzimanja aplikacija i fotoaparata (koji je često bolje izveden nego kod mobilnih telefona), te sve različite funkcije na mobitelu otvaraju široki spektar uporabe pametnih uređaja. Druga velika razlika je u tome što mobilni telefoni često imaju fizičku tipkovnicu, dok su tipkovnice pametnih telefona obično virtualne, [1].

Procijenjeno je da u 2021. godini broj pametnih telefona iznosi: 3,8 milijardi, dok mobilnih uređaja iznosi: 4,8 milijardi, [2].



Grafikon 1. Razlika u brojnosti mobilnih i pametnih telefona.

Izvor: [2]

Grafikon (Grafikon 1) grafički prikazuje razliku u brojnosti pametnih i mobilnih telefona.

Primjene mobilnih uređaja u osnovi ovisi o samom uređaju, ali su mogućnosti beskonačne. U nastavku poglavlja prikazani su i opisani primjeri korištenja najčešće uporabljenih mobilnih uređaja.

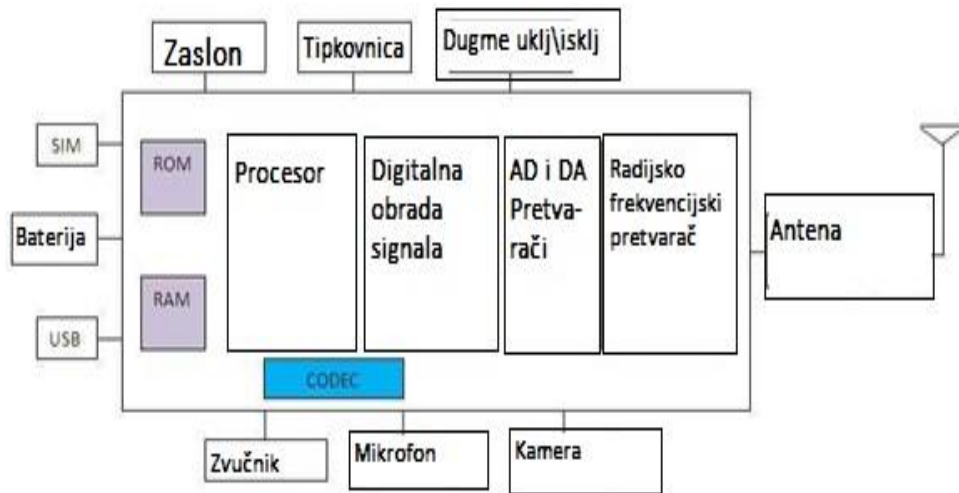
2.1 Mobilni telefon

Kako je prethodno navedeno najviše korišten mobilni uređaj je mobilni telefon čija brojka prelazi 4,8 milijardi što je i dan danas više od brojke pametnih telefona čija brojka iznosi 3,8 milijardi. Njihova je funkcionalnost ograničena na osnovne zahtjeve korisnika za komunikacijom kao što je: telefonski razgovor, slanje sms poruka. Kompaktni su, često malenih dimenzija, u većini slučajeva sastavljeni su od fizičkih tipkovnica te relativno malih zaslona i ne tako dobre kvalitete kao u pametnim telefonima te pametnim satovima. Iznimno je lako sa njima rukovati, te je i to razlog zašto su vrlo popularni kod ljudi starijih generacija, kojima nisu potrebne funkcionalnosti koje se dobivaju uz pametne telefone, nego im je u suštini bitna samo funkcija telefonskih poziva. Uz te osnovne funkcije ovisno o njihovoj izvedbi znaju imati dodatne funkcije kao što su kamera, svjetiljka i tako dalje. Također postoje veliki broj mobilnih telefona koji su specifično napravljeni za ljude starijih generacija kako bi mogli lakše rukovati i koristiti sa njima. Ti mobilni telefoni imaju uvećane fizičke tipke, zaslon te često sadrže SOS dugmadi koji u slučaju pritiska zove kontakt za hitne slučajeve kao što je na primjer 911. To u znatnoj mjeri koristi ako se čovjek nalazi u smrtnoj opasnosti te nije u mogućnosti tipkati i tražiti kontakt za hitne slučajeve nego jednostavnim pritiskom na dugme to se automatski obavlja. Njihova cijena je poprilično niža od pametnih telefona, čemu je razlog pojednostavnjeno sklopovlje.



Slika 1. Primjer mobilnog telefona, [3].

Slika (Slika 1) prikazuje primjer mobilnog telefona, gdje se mogu opaziti fizičke tipke te ekran relativno malih dimenzija. Također može se opaziti kako je ekran malih dimenzija naspram prednje strane mobilnog telefona, gdje se u pametnim telefonima gleda da ekran bude približnih dimenzija kao prednja strana uređaja. U pametnim satovima također se nalazi ekran malih dimenzija ali je u većini slučajeva puno bolje kvalitete nego što je slučaj kod mobilnih telefona.



Slika 2. Primjer sklopovlja mobilnog telefona.

Izvor: [4]

Gledajući sliku (Slika 2) koja prikazuje sklopovlje mobilnih telefona može se primijetiti njihova jednostavnost. Praktički mobilni telefoni skoro i nemaju senzore implementiranih u sklopovlje te je to jedan od razloga velike razlike kojim se razlikuju od pametnih telefona čije se sklopovlje može vidjeti na slici (Slika 4).

2.2 Pametni telefon

Pametni telefoni toliko su zavladaali našim životima da sada idu kamo god mi krenuli. Većina ljudi pametne telefone ne gledaju samo kao na prikladan način komunikacije, već i kao na alat koji ima gotovo beskrajne mogućnosti.

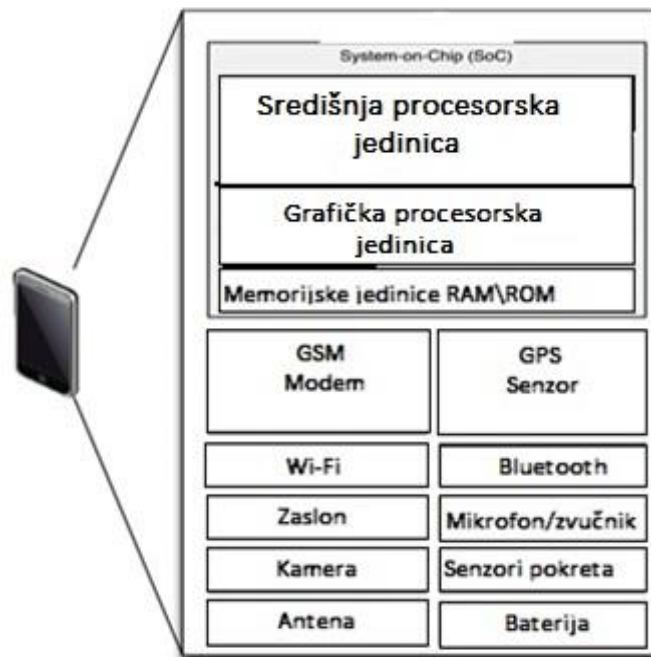
Većinom koristimo pametne telefone za fotografiranje, igranje igara, slušanje glazbe, čitanje članaka, slanje SMS-ova ili pozivanje, provjeravanje e-pošte, internet bankarstvo, navigaciju i obavijesti te objavljivanje ili komentiranje na raznim web stranicama društvenih mreža. U većini slučajeva pametni telefoni imaju zaslon na dodir (*eng. touchscreen*) kojim korisnik upravlja njegovim funkcijama, te nekolicinu fizičkih tipaka koji najviše služe za otključavanje te smanjivanje i povećavanje zvuka pametnog telefona. Te raznovrsne i skoro beskonačne funkcionalnosti omogućuju razni senzori ugrađeni u samo sklopovlje pametnog telefona kojih u većini mobilnih telefona praktički i nema. Neki od tih senzora su senzor svjetlosti, senzor blizine, senzor pokreta te mnogi drugi koji su navedeni te objašnjeni u narednim poglavljima u radu.

Osim što nam pametni telefoni koriste za komunikaciju i zabavu u današnjem svijetu se često koriste kao način plaćanja, te se koriste kao tako zvani virtualni novčanik. To su omogućile razne mobilne aplikacije napravljene u suradnji sa različitim bankama te senzorima uređaja. Jedan od načina za plaćanje putem mobitela je komunikacijom sa samom aplikacijom te se tamo unosi količina novaca koju korisnik želi negdje uplatiti, te uplati. Drugi način je uz pomoć korištenja senzora komunikacija bliskog polja, poznatijeg kao NFC (*eng. Near Field Communication*) te mobilne aplikacije. To funkcionira na način da inače gdje bi korisnik plaćao i prislonio karticu prisloni svoj mobilni telefon te se putem NFC senzora obavi transakcija novaca.



Slika 3. Primjer pametnog telefona, [5].

Slika (Slika 3) prikazuje primjer pametnog telefona. Kojea ako se usporedi sa mobilnim telefonom može se vidjeti da ima puno manje fizičkih tipaka, do te granice da ih skoro i nema. Zaslon je puno većih dimenzija i osjetljiv na dodir.



Slika 4. Primjer sklopovlja pametnog telefona.

Izvor: [6]

Ukoliko se usporedi slika (Slika 2) koja prikazuje sklopovlje mobilnog telefona, te slika (Slika 4) koja prikazuje sklopovlje pametnog telefona, može se primijetiti kako sklopovlje pametnog telefona sadrži puno više dijelova koji ne samo da su cjenovni skuplji nego su puno kompleksniji te obavljaju daleko više zadaća i omogućavaju brojne funkcionalnosti.

2.3 Pametni sat

Pametne satove u biti su sagledani kao dodatak pametnom telefonu gdje su njih dvoje povezani putem bluetooth tehnologije te imaju veći spektar dostupnih funkcija. Može ga se promatrati i kao samostalni uređaj koji može i ne mora se povezati sa pametnim telefonom te u tom slučaju korisnik je zakinut za neke određene funkcije.

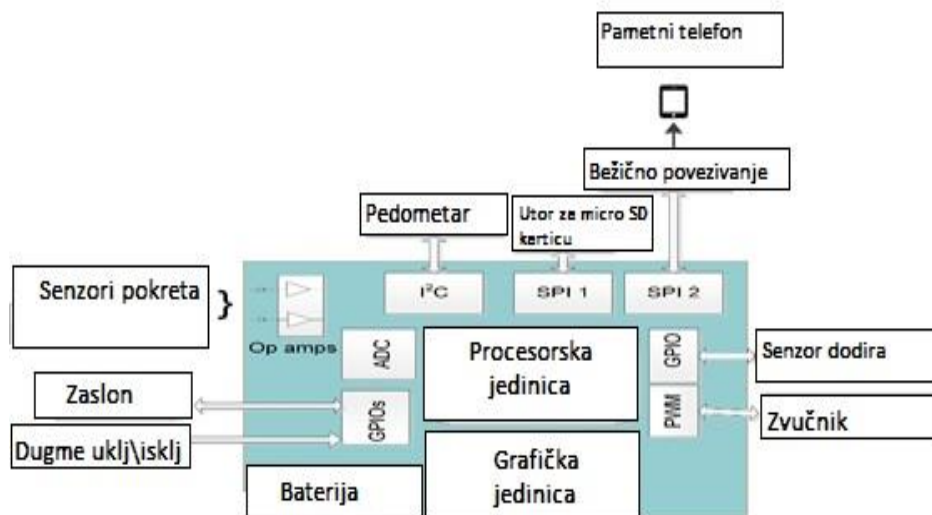
Neke od glavnih funkcija radi kojih se korisnici odlučuju za kupovinu pametnih satova je funkcija praćenja kondicije, može brojati korake, udaljenost, kalorije, otkucaje srca, puls, također i spavanje. Postoje čak i modeli koji su potpuno vodootporni te savršeni za plivače. U pokretu se mogu primati pozivi ili odgovarati na poruke te dobivati obavijesti sa raznih društvenih mreža.

U današnjem svijetu osim što pametni satovi mnogima služe za komunikaciju, zabavu te modni detalj, također postoji druga strana koja pomaže ljudima u njihovom zdravlju. Jedan od takvih primjera bio bi senzor pedometar gdje implementiran sa mobilnom aplikacijom prikazuje ljudima koliko su koraka napravili, te korisnik može odrediti koji mu je dnevni cilj sa gledišta napravljenih koraka i ukoliko korisnik nije napravio potrebne korake pametni sat ga obavještava.



Slika 5. Primjer pametnog sata, [7].

Često su vrlo kompaktnih dimenzija sa okruglim ili kvadratnim zaslonima. Cjenovno su smješteni između mobilnih telefona i pametnih telefona. Vrlo su popularni kod mlađih naraštaja. Slika (Slika 5) prikazuje primjer pametnog sata.



Slika 6. Primjer sklopovlja pametnog sata.

Izvor: [8]

Slika (Slika 6) prikazuje sklopovlje pametnog sata, koji ima puno sličnosti sa sklopovljem pametnog telefona koji se nalazi na slici (Slika 4). Može se opaziti kako pametni sat također ima puno implementiranih senzora kao što su sensor pokreta, sensor svjetlosti, pedometar te je po tome više sličniji pametnim telefonima nego mobilnim telefonima koji skoro i nemaju senzore.

3. Arhitektura mobilnih uređaja

U ovom poglavlju navedena je i opisana arhitektura mobilnih uređaja, koja u znatnoj mjeri ovisi o svrsi mobilnog uređaja, dimenzijama i načinu korištenja i ostalim aspektima.

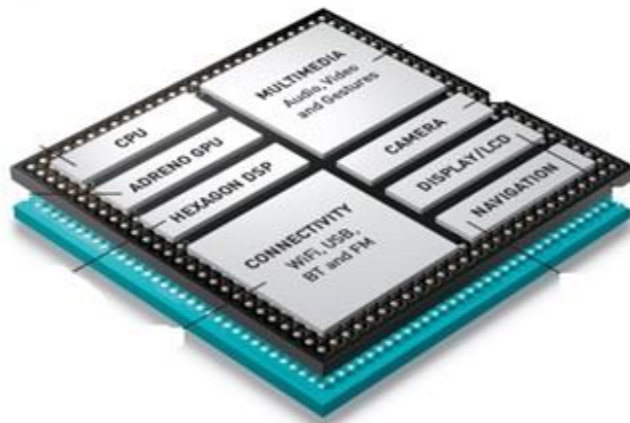
Svi mobilni uređaji imaju slične arhitekture te se sastoje od nekih glavnih dijelova koji su neophodni za njihov rad. U ovom poglavlju ti dijelovi su objašnjeni uz pomoć pametnog mobilnog telefona koji ima najviše sličnosti sa većim brojem mobilnih uređaja.

3.1 Sustav na čipu

Sustav na čipu (*eng. System on a Chip, SoC*), se često naziva mozak mobilnih uređaja. Kombinacija je više komponenata integriranih u jedan čip.

Neki od važnijih komponenti sustava na čipu su:

- Središnja procesorska jedinica (*eng. Central Processing Unit, CPU*) - Procesori rade pomoću jedinica za predviđanje, registara i izvršnih jedinica. Ovo je poznato kao procesorska arhitektura. Registri sadrže bitove podataka ili pokazivače na memoriju, često u 64-bitnim formatima podataka. Izvršne jedinice izvršavaju zadatke kao što su čitanje i pisanje u memoriju ili izvođenje matematike. Važnije značajke procesora mogu se iskazati u broju jezgri, te brzini obavljanju zadaća koja se mjeri u radnom taktu veličine herc (Hz) najčešće reda veličine giga.
- Grafička procesorska jedinica (*eng. Graphics Processing Unit GPU*) - Obraduje zadatke povezane s grafikom, poput vizualizacije korisničkog sučelja aplikacije i 2D / 3D igranja.
- Modemi - Pretvara bežične signale u podatke koje telefon razumije. Komponente uključuju 4G LTE, 5G, WiFi i Bluetooth modeme.
- Memorijska jedinica – Ona je zadužena za pohranjivanje podataka sustava i korisnika, [9].



Slika 7. Sustav na čipu pametnog telefona, [10].

Slika (Slika 7) grafički prikazuje raspored kako su raspoređene prethodno navedene komponente sustava na čipu.

3.2 Ulazno - izlazne jedinice

Ulazno - izlazne jedinice omogućuju dvosmjernu komunikaciju između uređaja i samog korisnika. Važno je napomenuti da imamo ulazne jedinice, izlazne jedinice te ulazno – izlazno jedinice.

Ulazne jedinice koriste se za unošenje podataka iz okoline u uređaj. Primjer ulazne jedinice bila bi fizička tipkovnica na mobilnom telefonu.

Izlazne jedinice služe za pretvaranje binarno kodiranih informacija iz središnje jedinice računala u oblik i medij pogodan za korištenje čovjeku ili stroju. Primjer izlazne jedinice bilo bi zaslon ili zvučnik mobilnog uređaja, [11].

Ulaznom – izlaznom jedinicom smatramo jedinicu koja može obavljati funkcije ulaznih ali i izlaznih jedinica, primjer takve jedinice bio bi zaslon osjetljiv na dodir, koji omogućuje unošenje određenih varijabli uz pomoć dodira te preko toga istoga zaslona prikazuje informacije koje se odnose na korisnika (*eng. „Touchscreen“*).



Slika 8. Modul zaslona osjetljivog na dodir, [12].

Slika (Slika 8) prikazuje modul zaslona osjetljivog na dodir koji se svrstava pod gore prethodno navedenu skupinu ulazno – izlaznih jedinica.

3.2 Napajanje

Baterija je elektrokemijski uređaj u kojem je pohranjena kemijska energija, koja se dalje pretvara u električnu energiju. U današnje vrijeme najviše se koriste dvije vrste baterija za mobilne telefone:

1. Litij-ionska baterija (Li-Ion) - pripada skupini baterija koje se pune. U ovoj vrsti baterija litijevi ioni se kreću od negativne elektrode ka pozitivnoj tijekom korištenja. Suprotan se proces zbiva tijekom punjenja baterije. Stalne sastavnice litij-ionske ćelije su elektroliti koji dozvoljavaju kretanje iona te dvije elektrode. Budući da je osnovna tvar vrlo lagani metal litij, sama baterija vrlo je lagana [13].
2. Litij-polimer baterija (Li-Poly) - pripada u skupinu baterija koja se pune na bazi litija spadaju u drugu generaciju takve vrste baterija. Tehnološki predstavlja generaciju baterija koje su naslijedile litij-ionsku bateriju. Osobine su joj uglavnom iste kao kod prethodnice. Tehnološki pomak je elektrolit. Čini ga polimer koji se može oblikovati u razne oblike, što sve prethodne generacije baterija nisu imale mogućnost. Budući da ove baterije mogu biti vrlo tanke, primjenjivost se odmah pokazala kod mobilnih telefonskih uređaja. Litij-polimer baterija ima dva nedostatka, osjetljivije su na niske temperature, a životni vijek im je kraći, otprilike koliko i kod baterija koje su dvije generacija unazad, nikal-metalhidridnih baterija, [14].



Slika 9. Litij-ionska baterija (Li-Ion) pametnih uređaja, [15].

Slika (Slika 9) prikazuje litij-ionsku bateriju najčešće korištenu u pametnim mobilnim telefonima.

4. Senzori mobilnih uređaja

Senzori mobilnih uređaja igraju veliku ulogu za proširenja spektra mogućnosti korištenja samih uređaja, senzori su ugrađeni u ove uređaje kako bi se poboljšala njihova iskoristivost i upravljivost.

Prema kategorizaciji senzora mobilnih uređaja prema njihovim funkcionalnostima postoje aktivni i pasivni senzori. Bilo koji senzor može djelovati kao aktivni ili pasivni senzor prema svojoj upotrebi. Drugim riječima, ako se podaci prikupljeni od senzora koriste na isti način kao što su to dizajnirali dizajneri ili programeri mobilnih uređaja, to se naziva aktivnom funkcionalnošću. Međutim, ako su prikupljeni podaci interpretirani na nove načine, ti senzori funkcioniraju na pasivan način. U nastavku ovoga poglavlja sagledani su i objašnjeni najčešće korišteni senzori mobilnih uređaja.

4.1 Zaslون osjetljiv na dodir

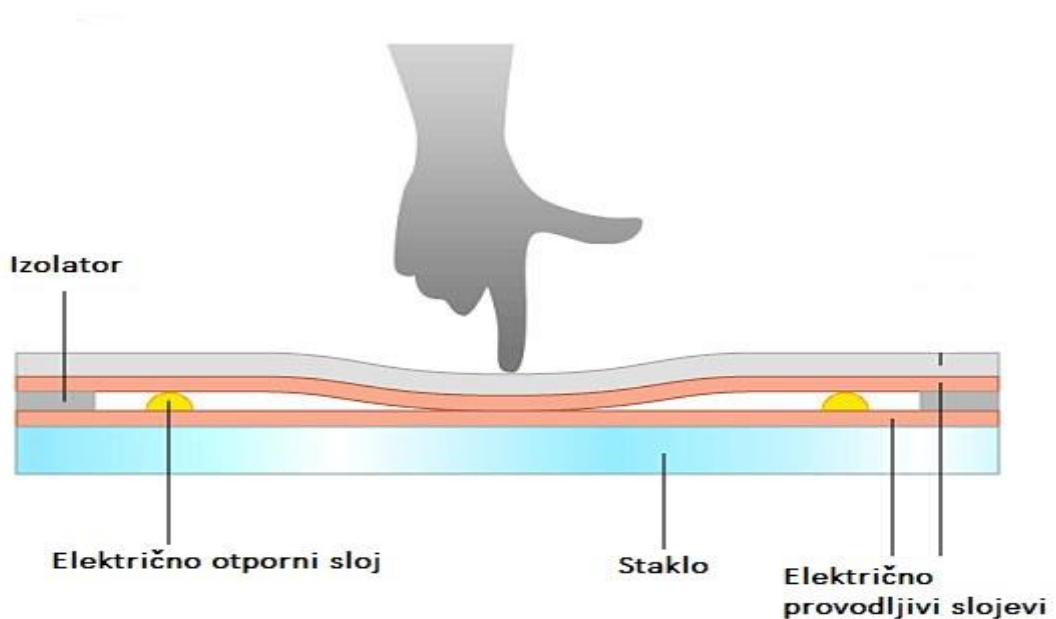
Zaslون osjetljiv na dodir (*eng. Touchscreen*) je sklop ulazne jedinice („dodirna ploča“) i izlazne jedinice („zaslona“) mobilnog uređaja. Dodirna ploča obično je naslonjena na vrh elektroničkog vizualnog zaslona sustava za obradu informacija. Zaslون je često LCD (*eng. Liquid Crystal Display*) ili OLED (*eng. Organic light-emitting diode*) te se koristi kod prijenosnog računala, tablet-a, pametnog sata ili pametnog telefona. Zaslون osjetljiv na dodir omogućuje korisniku izravnu interakciju s prikazanim sadržajem. Korisnik može upravljati mobilnim uređajem jednostavnim gestama ili dodirivanjem zaslona posebnom olovkom ili jednim ili više prstiju (*eng. Multi touch*). Neki ekrani osjetljivi na dodir koriste obične ili posebno obložene rukavice za rad, dok drugi mogu raditi samo pomoću posebne olovke.

Postoje različite vrste zaslona osjetljivog na dodir koji su sagledani i objašnjeni u nastavku poglavlja.

4.1.1 Zaslون osjetljiv na dodir temeljen na električnom otporu

Zaslون na dodir temeljen na tehnologiji električnog otpora sastoji se od nekoliko slojeva. Pritom su najvažnija dva tanka metalna, električno provodljiva i otporna sloja međusobno odvojena tankim prostorom. U trenutku dodira dolazi do promjena u strujnom krugu što se registrira kao dodir te se potom ta informacija šalje kontroleru na procesiranje, [16].

Slika (Slika 10) grafički prikazuje princip rada zaslona osjetljiv na dodir temeljen na električnom otporu.



Slika 10. Princip rada zaslona osjetljiv na dodir temeljen na električnom otporu.

Izvor: [17]

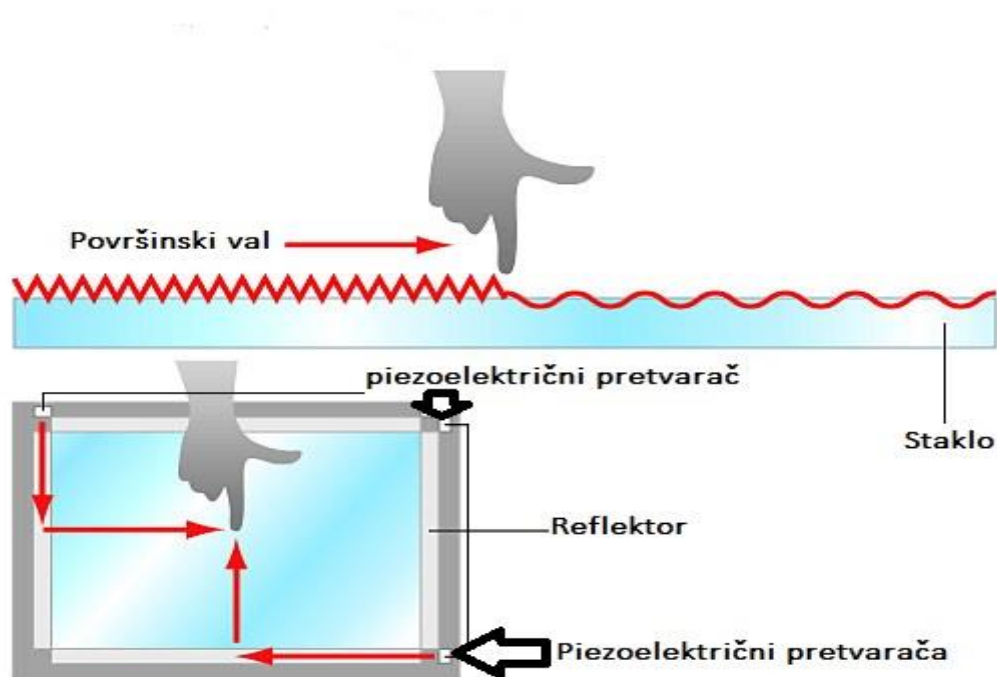
Ono što je specifično kod ovoga zaslona je to da se sa zaslonom može komunicirati dodiranjem prsta, olovkom ili drugim predmetom jer otkriva promjenu pritiska na zaslonu.

Prednosti ovog sustava uključuju jeftiniju proizvodnju, zahvaljujući svojoj jednostavnoj strukturi. Sustav također koristi manje električne energije od drugih metoda zaslona, također snažno su otporni na prašinu i vodu budući da je površina prekrivena filmom. Budući da unos uključuje pritisak na film, može se koristiti za unos ne samo golim prstima, već čak i kada se nose rukavice ili kada se koristi olovka. Ovi se zaslone mogu koristiti i za unos rukopisnog teksta. Nedostaci uključuju nižu propusnost svjetla što rezultira smanjenom kvalitetom prikaza zbog filma i dva sloja elektroda, relativno niža trajnost i otpornost na udarce i smanjena preciznost otkrivanja s većim veličinama zaslona, [16].

4.1.2 Zaslون osjetljiv na dodir temeljen površinskim zvučnim valovima

Površinski zvučni valovi (*eng. Surface Acoustic Wave - SAW*) - Ovi zasloni otkrivaju položaj na zaslonu gdje dolazi do kontakta s prstom ili drugim predmetom prigušivanjem u ultrazvučnim elastičnim valovima na površini. Unutarnja struktura ovih ploča oblikovana je tako da više piezoelektričnih pretvarača postavljenih u kutovima staklene podloge prenose ultrazvučne površinske elastične valove kao vibracije na površini ploče koje primaju pretvarači postavljeni nasuprot odašiljačima. Kada se dodirne ekran, ultrazvučni valovi se apsorbiraju i prigušuju prstom ili drugim predmetom. Mjesto se utvrđuje otkrivanjem ovih promjena, [16].

Slika (Slika 11) grafički prikazuje princip rada zaslona osjetljiv na dodir temeljen površinskim zvučnim valovima.



Slika 11. Princip rada zaslona osjetljiv na dodir temeljen površinskim zvučnim valovima.

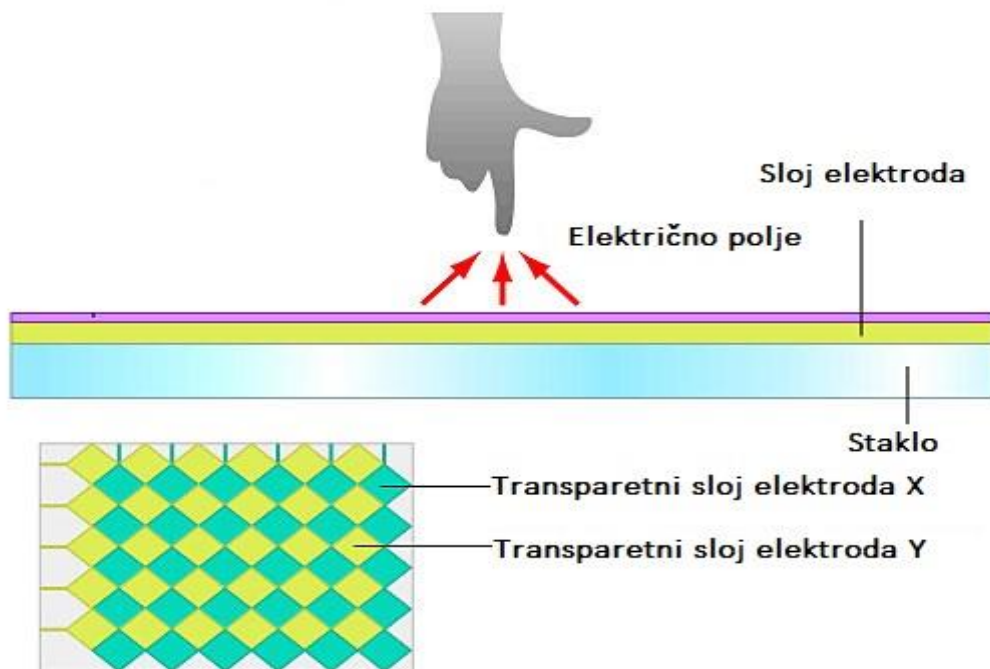
Izvor: [18]

Prednosti ove vrste dodirnih ploča uključuju visoku propusnost svjetla i vrhunsku vidljivost, budući da struktura ne zahtijeva film ili prozirne elektrode na ekranu. Dodatno, površinsko staklo pruža bolju izdržljivost i otpornost na ogrebotine od kapacitivne ploče osjetljive na dodir. Još jedna prednost je ta što čak i ako se površina nekako izgrebe, ploča ostaje osjetljiva na dodir. Slabe točke uključuju kompatibilnost samo s prstima i mekim predmetima (poput rukavica) koji upijaju površinske elastične valove ultrazvuka. Ove ploče zahtijevaju olovke za posebne namjene i mogu reagirati na tvari poput kapi vode ili malih insekata na ploči, [16].

4.1.3 Zaslona osjetljiv na dodir temeljen na kapacitivnom otporu

Kod ovoga tehnološkog principa kapacitativni panel je prekriven slojem indij-kositar oksida koji osigurava kontinuirani električni naboj ugrađenih senzora što nam rezultira pohranom električnog naboja. Isti reagiraju samo na dodir ljudskog tijela, dakle prsta. Naime, da bi mogli adekvatno prepoznati i registrirati dodir potreban im je kontakt s električnim nabojem. Kada se dodirne kapacitativna ploča, mala količina naboja privlači se do točke kontakta, koja postaje funkcionalni kondenzator. Mjeri se promjena elektrostatičkog polja kako bi se pronašlo mjesto dodira. Zanimljivo je da kapacitativni zaslone podržavaju istovremeni dodir više prstiju (*eng. Multitouch*), [16].

Slika (Slika 11) grafički prikazuje princip rada zaslona osjetljiv na dodir temeljen na kapacitivnom otporu.



Slika 12. Princip rada zaslona osjetljiv na dodir temeljen na kapacitivnom otporu.

Izvor: [19]

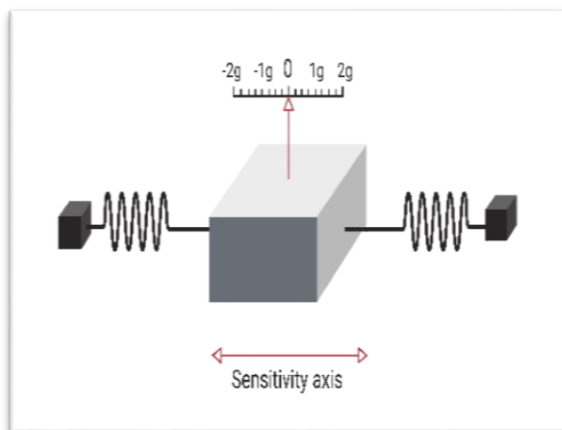
Ovaj tip zaslona zahtijeva ili prst ili posebnu olovku. Ne mogu se rukovati dok se nose rukavice, osjetljivi su i na učinke obližnjih metalnih konstrukcija.

4.2 Senzori pokreta

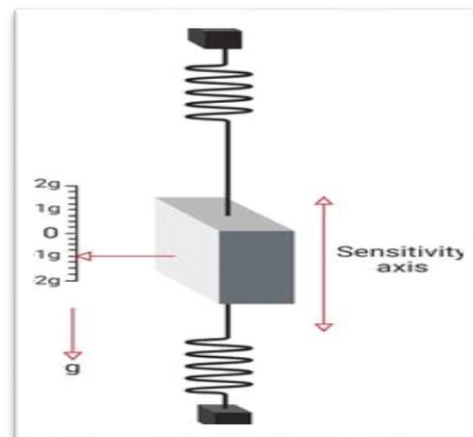
Tri su glavna senzora za otkrivanje pokreta ugrađena u moderne mobilne uređaje: akcelerometar, žiroskop i magnetometar, dolaze u raznim veličinama ali senzori pokreta koji se koristimo u mobilnim uređajima su kompaktnih dimenzija te se su znani pod nazivom „mikroelektromehanički sustavi“ ili skraćeno „MEMS“. Inercijski senzori bili su skupi precizni instrumenti, tipično upotrebljavani u kvalitetnijim i kompleksnijim uređajima. Kako je MEMS tehnologija sazrijevala, jeftini senzori pokreta na razini čip-a postali su dostupni kao alternativa većim sensorima pokreta visoke klase. Ovaj dodatak MEMS-a pružio je širok spektar mogućnosti izvedbe i omogućio upotrebu tehnologije senzora pokreta u više aplikacija nego ikad prije, [20].

4.2.1 Senzor pokreta – Akcelerometar

Akcelerometar je primarni senzor odgovoran za mjerenje inercijalnog ubrzanja ili promjene brzine tijekom vremena, a može se naći u različitim vrstama, uključujući mehaničke akcelerometre, kvarcni akcelerometar i MEMS akcelerometar. Akcelerometar MEMS u osnovi je masa ovješena oprugom, kao što je prikazano na slici (Slika 13.). Masa je poznata kao dokazna masa, a smjer kretanja mase poznat je kao os osjetljivosti. Kada se akcelerometar podvrgne linearnom ubrzanju duž osi osjetljivosti, ubrzanje uzrokuje pomicanje dokazne mase na jednu stranu, s količinom otklona proporcionalnom ubrzanju. Ako se uzme u obzir da je akcelerometar rotiran tako da se os osjetljivosti poravnava s vektorom gravitacije, kao što je prikazano na slici (Slika 14.). U ovom slučaju gravitacija djeluje na masu zbog čega se ona odbija prema dolje. Zbog toga akcelerometar mjeri linearno ubrzanje zbog gibanja kao i pseudo-ubrzanje uzrokovano gravitacijom. Ubrzanje uzrokovano gravitacijom naziva se pseudo-ubrzanje jer zapravo ne rezultira promjenom brzine, [20].



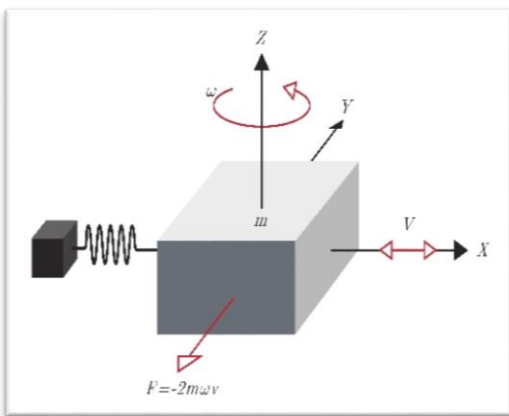
Slika 13. Horizontalni akcelometar, [21].



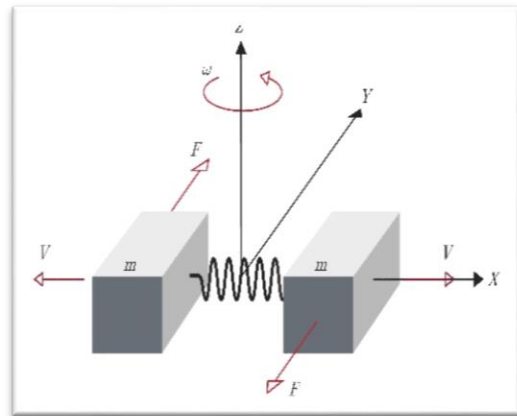
Slika 14. Vertikalni akcelometar, [22].

4.2.2 Senzor pokreta – Žiroskop

Žiroskop je inercijski senzor koji mjeri kutnu brzinu objekta s obzirom na inercijski referentni okvir. MEMS žiroskopi mjere kutnu brzinu primjenjujući teoriju Coriolisovog efekta koja se odnosi na silu tromosti koja djeluje na predmete u pokretu u odnosu na rotirajući okvir. Razmatra se masa ovješena na oprugama, kao što je prikazano na slici (Slika 15). Ova masa ima pogonsku silu na osi x, što uzrokuje njezino brzo osciliranje u osi x. Dok je u pokretu, oko z-osi primjenjuje se kutna brzina, ω . To rezultira masom koja doživljava silu u osi y kao rezultat Coriolisove sile, a rezultirajući pomak mjeri se kapacitivnom senzorskom strukturom. U većini slučajeva MEMS žiroskopi koriste konfiguraciju vilice u kojoj su dvije mase povezane oprugom, kao što je prikazano na slici (Slika 16). Kada se primijeni kutna brzina, Coriolisova sila na svaku masu djeluje u suprotnom smjeru i rezultirajuća promjena kapacitivnosti izravno je proporcionalna kutnoj brzini. Međutim, kada se primijeni linearno ubrzanje, dvije se mase pomiču u istom smjeru, što rezultira promjenom kapacitivnosti i izmjerenom kutnom brzinom od nule. Ova konfiguracija smanjuje osjetljivost žiroskopa na linearno ubrzanje u slučaju udara, vibracija i nagiba, [20].



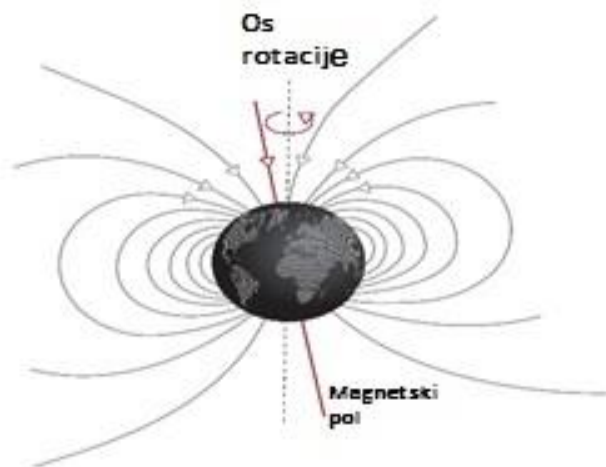
Slika 15. Žiroskop sa jednom masom, [23].



Slika 16. Žiroskop konfiguracija vilice, [24].

4.2.3 Senzor pokreta - Magnetometar

Magnetometar je vrsta senzora koji mjeri jakost i smjer magnetskog polja. Iako postoji mnogo različitih vrsta magnetometara, većina MEMS magnetometara oslanja se na magnetorezistenciju za mjerenje magnetskog polja u okolini. Magnetoresistivni magnetometri sastoje se od permaloga koji mijenjaju otpor zbog promjena u magnetskim poljima. Obično se MEMS magnetometri koriste za mjerenje lokalnog magnetskog polja koje se sastoji od kombinacije Zemljinog magnetskog polja kao i svih magnetskih polja stvorenih od objekata u blizini. Kao što je prikazano na slici (Slika 17), Zemljino magnetsko polje je samoodrživo magnetsko polje koje sliči magnetskom dipolu s geomagnetskim polovima malo odmaknutima od zemljopisnog sjevernog i južnog pola. Ovo magnetsko polje karakterizira jakost i smjer koji se mijenja u različitim dijelovima Zemlje i može se mijenjati tijekom vremena. Smjer magnetskog polja Zemlje sadrži vodoravnu komponentu kao i vertikalnu komponentu i često se opisuje pomoću kutova magnetskog nagiba i deklinacije. Magnetski nagib opisuje kut između linija magnetskog polja Zemlje i vodoravne ravnine. Na Zemljinim magnetskim polovima magnetsko polje je okomito i ima kut nagiba od 90° , dok je Zemljino magnetsko polje vodoravno na ekvatoru i ima kut nagiba od 0° . Magnetska deklinacija koristi se za objašnjenje činjenice da se magnetski sjeverni pol Zemlje ne nalazi na istom mjestu kao pravi sjeverni zemljopisni sjeverni pol Zemlje i karakterizira se kao kut između ova dva mjesta u odnosu na točku mjerenje, [20].

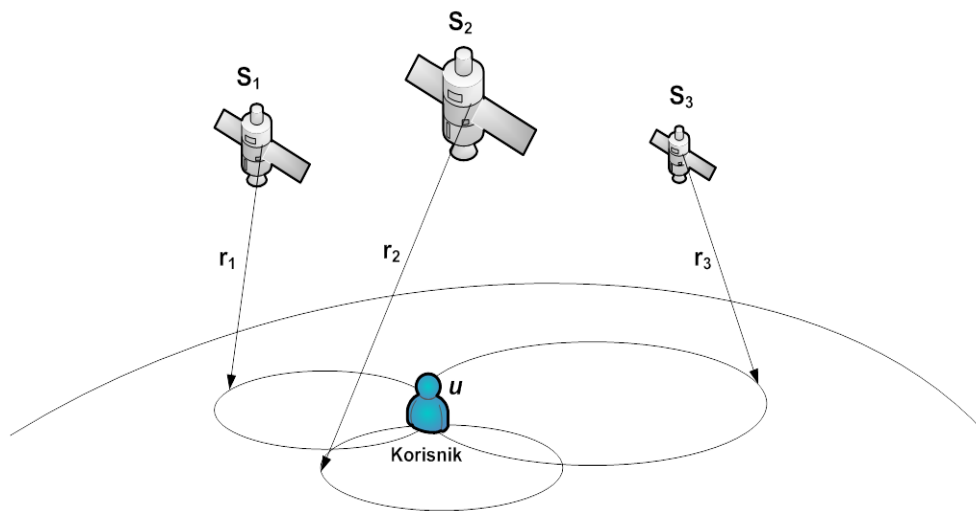


Slika 17. Prikaz Zemljinog magnetskog polja.

Izvor: [25]

4.3 Globalni sustav za pozicioniranje (GPS)

Globalni sustav za pozicioniranje (*eng. Global Positioning System*) jedna je od bitnijih tehnologija koju je razvilo čovječanstvo, a koja se koristi gotovo svaki dan. GPS jedinice u pametnim telefonima ne koriste podatkovni promet i ne ovise o signalu mreže, zahvaljujući tome se uvijek može vidjeti gdje se korisnik nalazi na karti - osim ako je u tunelu ili njemu srodnim pozicijama. GPS prijemnik u mobitelima se oslanja na radiovalove. On komunicira sa satelitima koji kruže oko Zemlje. U orbiti trenutno ima 31 GPS satelita - 28 su u aktivnoj upotrebi, a tri služe kao rezerva u slučaju kvara drugog satelita. Kako bi odredili korisnikovu lokaciju, GPS prijemnik mora odrediti položaj najmanje tri satelita iznad korisnika i gdje se trenutno korisnik nalazi u odnosu na te satelite. Prijemnik zatim koristi trilateraciju kako bi odredio točnu lokaciju. U osnovi, crta sferu oko svakog od tri satelita koje može locirati. Ove tri sfere sijeku se u dvije točke - jedna je u prostoru, a jedna je na zemlji. Točka na kojoj se sijeku tri sfere je trenutna lokacija korisnika. Sve to grafički prikazuje slika (Slika 18), [26].



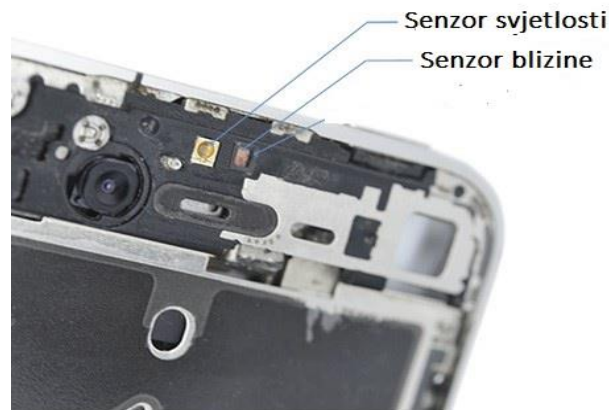
Slika 15. Prikaz trilateracije satelita, [27].

Slika (Slika 18) grafički prikazuje trilateracije sa triju satelita pod nazivima S1, S2, S3 te se može primjetiti položaj korisnika unutar sve tri sfere sva tri satelita.

4.4 Senzor blizine

Senzor blizine (*eng. Proximity sensor*) je senzor koji otkriva prisutnost u blizini objekata bez fizičkog kontakta. U mobilnim telefonima se koristi IR (*eng. Infrared*) senzor blizine, a nalazi se u većini mobilnih uređaja i ima višestruku namjenu.

Kompletni optički senzor blizine uključuje izvor svjetlosti i senzor koji otkriva svjetlost. Izvor svjetlosti se isporučuje jer je obično presudno da svjetlo bude "prilagođeno" za sustav senzora svjetlosti. Izvor svjetlosti proizvodi svjetlost frekvencije koju je svjetlosni senzor najbolje sposoban otkriti, a vjerojatno je da je neće generirati drugi obližnji izvori. Infracrveno svjetlo koristi se u većini optičkih senzora. Da bi sustav osjetljivosti svjetlosti bio sigurniji, većina izvora svjetlosti s optičkim senzorom blizine infracrveno svjetlo pulsira i gasi fiksnom frekvencijom. Krug svjetlosnog senzora dizajniran je tako da se svjetlost koja ne pulsira na ovoj frekvenciji odbija. Svjetlosni senzor u optičkom senzoru blizine obično je poluvodički uređaj kao što je fotodioda, koja stvara malu struju kad je svjetlosna energija udari u nju, ili češće fototranzistor ili foto-darlington koji omogućuje protok struje ako je svjetlost udari u nju. Rani svjetlosni senzori koristili su fotoprovodljive materijale koji su postali bolji vodiči i tako omogućili prolazak struje kad bi ih svjetlosna energija pogodila. Također je potreban upravljački sklop senzora. Upravljački sklop možda će morati podudarati frekvenciju pulsiranja odašiljača sa svjetlosnim senzorom. Upravljački krug također se često koristi za prebacivanje izlaznog kruga na određenu razinu svjetlosti. Dostupni su i senzori svjetlosnih zraka koji izlazni napon ili struja proporcionalni primljenoj razini svjetlosti, [28].



Slika 19. Prikaz lokacije senzora blizine.

Izvor: [29]

Najčešće je smješten sa prednje strane pametnog mobilnog uređaja kako prikazuje slika (Slika 19). Glavna primjena ovog senzora je da se onemogući dodir ekrana prilikom poziva, odnosno da ga ugasi.

4.5 Senzor svjetlosti

Senzor svjetlosti (*eng. Ambient light sensor*) koristi se u mobilnim uređajima za podešavanje svjetline uređaja čime se smanjuje potrošnja energije baterije. Kad padne mrak, zaslon uređaja postati će taman, dovoljno da omogući korisniku da učinkovito vidi zaslon telefona, ali tu njegova funkcionalnost ne staje jer uz pomoć različitih platformi za razvoj mobilnih aplikacija može se iskoristiti njegov puni potencijal. Jedan od primjera bi bio da kada senzor detektira određeni intenzitet svjetlosti u ovom slučaju taj intenzitet svjetlosti je mrak da upali bljeskalicu koja se u većini slučajeva nalazi na poleđini pametnog telefona. Ta opcija bi dobro došla korisniku kako bi mogao lakše locirati svoj uređaj u mraku.



Slika 20. Prikaz pozicije senzora svjetlost.

Izvor: [30]

Senzor svjetlosti najčešće je smješten na prednjoj strani pametnog mobilnog uređaja nedaleko od senzora blizine, te je njegova lokacija prikazana na slici (Slika 20).

4.6 Senzor otkucaja srca

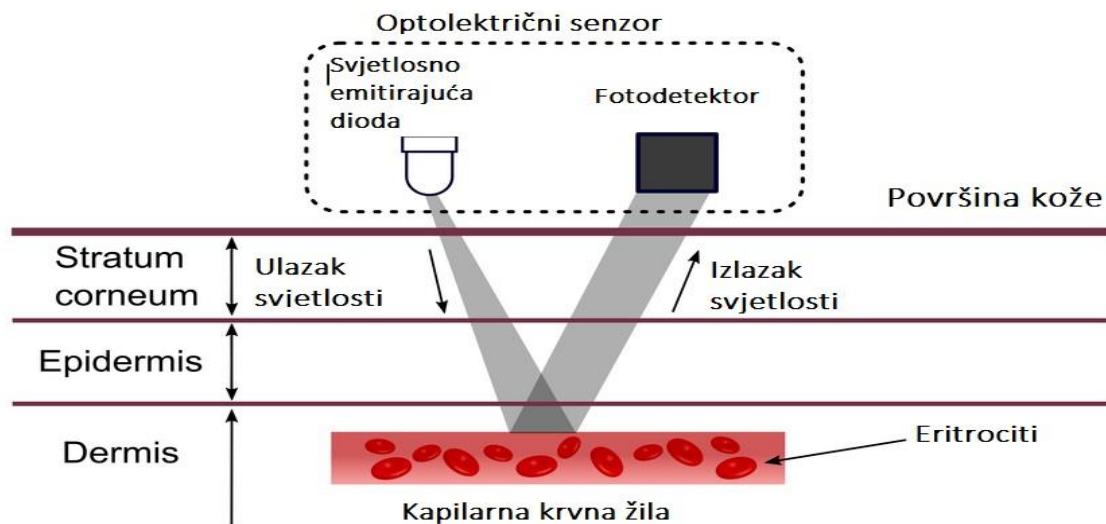
Senzor otkucaja srca najčešće se može pronaći na pametnim satovima sa poledine. Vrlo korisni senzor za korisnike koji se bave fizičkim aktivnostima. Slika (Slika 21) prikazuje pametni sat te poziciju senzora otkucaja srca koji je označen crvenom bojom.



Slika 21. Prikaz pozicije senzora otkucaja srca na pametnom satu.

Izvor: [31]

Senzor otkucaja srca mjeri broj otkucaja srca u otkucajima u minuti pomoću svjetlosne emitirajuće diode i fotodetektora. Svjetlost sija kroz površinu kože sve do kapilarnih krvnih žila, a senzor fotodetektor mjeri količinu svjetlosti koja se reflektira natrag. Refleksije svjetlosti varirat će kako puls krvi ispod kože prolazi svjetlost.



Slika 22. Grafički prikaz rada senzora otkucaja srca.

Izvor: [32]

(Slika 22) prikazuje grafički prikazuje dijelove od kojih je sastavljen senzor otkucaja srca te njegov rad.

5. Platforme za razvoj mobilnih aplikacija

S rastućim trendom pametnih telefona, tableta, pametnih televizora i pametnih satova, ubrzano se razvijaju alati i metode razvijanja aplikacija za njih. Mnoge metode i alati su predloženi, dizajnirani i komercijalizirani. Platforme za razvoj mobilnih aplikacija možemo svrstati u 3 skupine: programabilni alati (*eng. programmable tools*), alati za kodiranje nulte linije (*eng. zero-line coding tools*) i hibridni alati (*eng. hybrid tools*). U narednim potpodglavljkima ukratko su opisane svaka od platformi.

5.1 Programabilni alati

Programski alati definirani su kao integrirana razvojna okruženja (IDE) koja zahtijevaju vještine barem jednog programskog jezika za programiranje pristojne aplikacije. Neke od često korištenih programabilnih alata su: Android studio, DroidEdit, Cordova koji su detaljnije opisani u sljedećim potpodglavljkima, [33].

5.1.1 Android studio

Android studio službeno je integrirano razvojno okruženje (IDE) za razvoj Android aplikacija. Temelji se na IntelliJ IDEA, Java integriranom razvojnom okruženju za softver, a uključuje svoje alate za uređivanje koda i programere. Da bi podržao razvoj aplikacija u operativnom sustavu Android, Android Studio koristi graditeljski sustav temeljen na Gradleu, emulator, predloške koda i integraciju Github-a. Svaki projekt u Android Studiju ima jedan ili više načina s izvornim kodom i datotekama resursa. Ti modaliteti uključuju module aplikacije Android, module knjižnice i module Google App Engine. Android Studio koristi značajku Instant Push za guranje promjena koda i resursa u pokrenutoj aplikaciji. Uređivač koda pomaže programeru pri pisanju koda i nudi dovršenje, prelamanje i analizu koda. Aplikacije ugrađene u Android Studio zatim se kompajliraju u APK format za slanje u Google Play trgovinu. Softver je prvi put najavljen na Google I / O-u u svibnju 2013., a prva stabilna izrada objavljena je u prosincu 2014. Android Studio dostupan je za Mac, Windows i Linux radne površine. Zamijenio je Eclipse Android Development Tools (ADT) kao primarni IDE za razvoj Android aplikacija, [33].

5.1.2 DroidEdit

DroidEdit je još jedan primjer ove kategorije koji također zahtijeva vještine u programskom jeziku Java. DroidEdit je uređivač teksta i izvornog koda (sličan Notepadu ++ ili gedit) za android tablete i telefone sa sljedećim značajkama: označavanje sintakse za nekoliko jezika (C, C ++, C #, Java, HTML, CSS, Javascript, Python, Ruby, Lua , LaTeX, SQL, ...), nekoliko tema u boji, beskonačno poništavanje i ponavljanje, pretraživanje i zamjena, automatsko blokiranje uvlačenja, zadržavanje otvorenih datoteka i promjena između sesija, otvaranje datoteka izravno iz dropboxa ili upravitelja datoteka, podrška za kodiranje znakova, dijeliti dokumente s drugim uslugama (dropbox, e-pošta, ...), pregledati HTML datoteke u pregledniku, podudaranje zagrada, izravno u liniju i pokretanje skripti u SL4A, [34].

5.1.3 Cordova

Treći primjer je Cordova, Cordova je platforma za mobilni razvoj otvorenog koda. Omogućuje upotrebu standardnih web tehnologija kao što su HTML5, CSS3 i JavaScript za razvoj više platformi, izbjegavajući izvorni razvojni jezik svake mobilne platforme. Aplikacije se izvršavaju u omotima ciljanim na svaku platformu i oslanjaju se na API-je koji su u skladu sa standardima za pristup senzorima, podacima i statusu svakog uređaja. Cordovu koriste mobilni programeri kada žele proširiti aplikaciju na više od jedne platforme, bez potrebe da je ponovno implementiraju s jezikom i skupom alata svake platforme, web programeri kada žele implementirati web aplikaciju koja je pakirana za distribuciju na raznim portalima, trgovinama aplikacija te mobilni programeri zainteresiran za miješanje komponenata izvorne aplikacije s prozorom preglednika (*eng.WebViewom*) koji može pristupiti API-ima (*eng. Application program interface*) na razini uređaja ili ako se želi razviti sučelje kao dodatak između izvornih i WebView komponenata, [35].

5.2 Alati za kodiranje nulte linije

S alatima za kodiranje nulte linije, aplikacija se koristi za pretvaranje web aplikacija i web stranica u aplikacije pametnih uređaja. Bilo koja internetska aplikacija ili web stranica može se pretvoriti u aplikaciju bez pisanja bilo kojeg retka koda. Ovaj je alat opasan jer se nekim senzorima pametnih uređaja može pristupiti iz JavaScript-a bez ikakvih dozvola. Međutim, dizajneri aplikacija prvo bi trebali imati web-aplikaciju koju treba pretvoriti. To također zahtijeva duboke vještine programiranja.

5.3 Hibridni alati

Treći i najsofisticiraniji alat za razvoj aplikacija za pametne uređaje je hibridni. U ovom je alatu potreban jednostavan logički tok aplikacije za dizajn složenog koda. Nisu potrebne vještine programiranja. Međutim, potrebno je pisanje algoritma. Jedan od najpopularnijih primjera ovog alata je MIT App Inventor (MAI), koji je definiran kao stil programiranja vođen događajima. MAI omogućuje programerima da dobiju sve funkcionalnosti bilo kojeg složenog IDE-a bez ikakvih vještina programiranja. Može se koristiti bilo koji senzor. Podaci se mogu razmijeniti na jednostavan način koristeći Wi-Fi, mobilnu mrežu, Bluetooth i NFC. Googleov besplatni račun jedini je uvjet za započinjanje pisanja bilo koje složene aplikacije. Ovo je okruženje iskorišteno u aplikaciji za nadzor pametnog doma, aplikaciji za fitnes, aplikaciji za nadzor zdravlja i pametnom dizajnu svjetiljki koji koriste senzore za pametne telefone, [36].

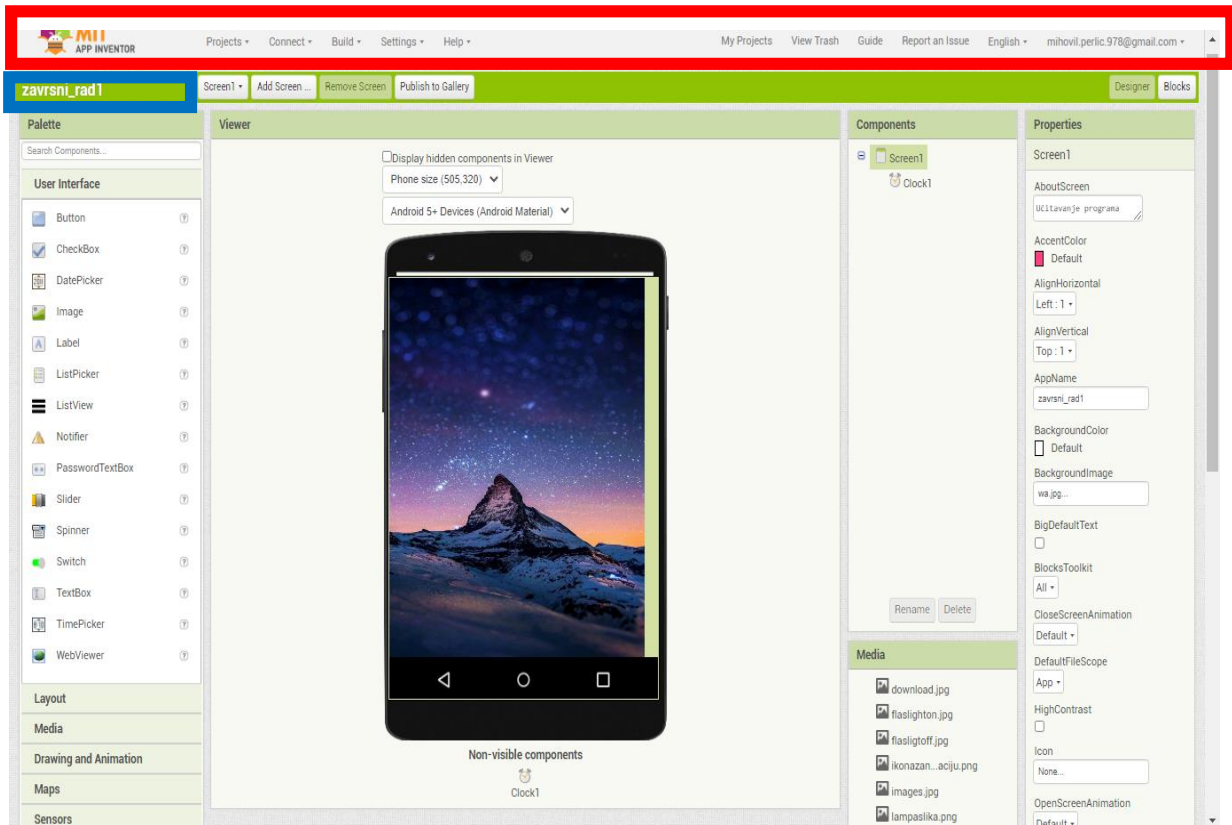
6. Razvijena mobilna aplikacija temeljena na senzorskoj tehnologiji

U ovom poglavlju razmatrana je mobilna aplikacija napravljena uz pomoć hibridnog alata za pravljenje mobilnih aplikacija MIT App Inventor (MAI).

MIT App Inventor razvojno je okruženje integrirano u web aplikacije koje je izvorno pružio Google, a sada ga održava Massachusetts Institute of Technology (MIT). Novim korisnicima računalnog programiranja omogućuje izradu aplikacijskog softvera (aplikacija) za dva operativna sustava (OS): Android (operativni sustav) | Android i iOS, koji je od 8. srpnja 2019. u završnom beta testiranju. Objavljen je besplatni i open-source softver. Koristi grafičko korisničko sučelje (GUI) koje korisnicima omogućuje povlačenje i ispuštanje vizualnih objekata radi stvaranja aplikacije koja se može izvoditi na mobilnim uređajima. U stvaranju App Inventor Google se oslanjao na značajna prethodna istraživanja obrazovnog računanja i rad u Googlu na internetskim razvojnim okruženjima. Aplikacija je postala dostupna putem zahtjeva 12. srpnja 2010., a javno objavljena 15. prosinca 2010. Tim App Inventor vodili su Hal Abelson i Mark Friedman. U drugoj polovici 2011. Google je objavio izvorni kod, ukinuo poslužitelj i osigurao financijska sredstva za stvaranje MIT centra za mobilno učenje, koji su vodili kreator App Inventor Hal Abelson i njegovi profesori s MIT-a Eric Klopfer i Mitchel Resnick. Verzija MIT-a bila je lansirana u ožujku 2012. Prosinca 2013. MIT je objavio App Inventor 2, preimenovao originalnu verziju u "App Inventor Classic", [36].

6.1 Sučelje MIT App Inventor-a

Početno sučelje MAI-a vrlo je intuitivno i lako za korištenje te je u daljnjem tekstu sagledano iz različitih perspektiva.

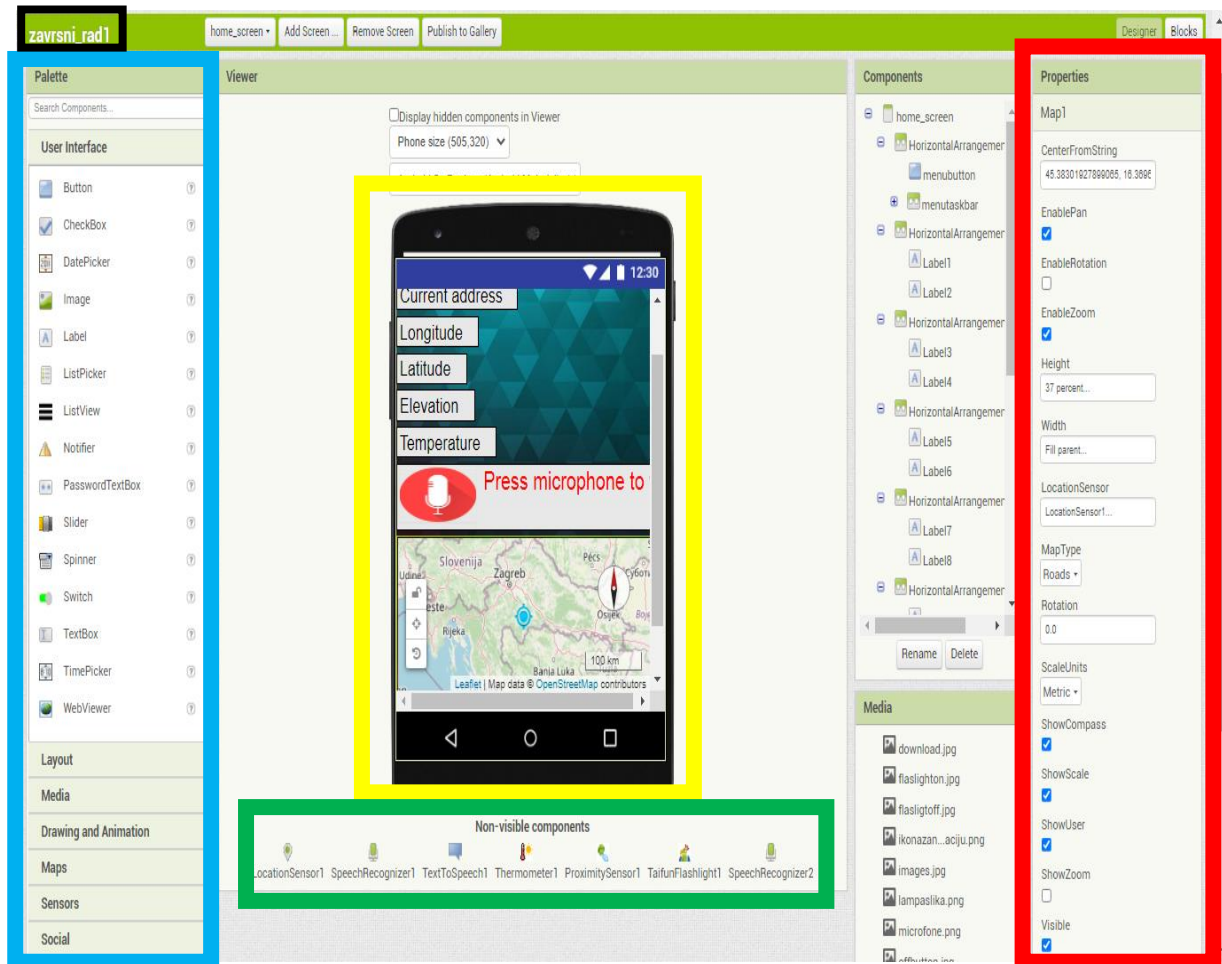


Slika 23. Prikaz sučelja MAI-a.

Na slici (Slika 23) koja prikazuje sučelje MAI-a označena je alatna traka crvenom bojom. U njoj su sadržane razne funkcije kao što su „Projects“ kod kojega se mogu učitavati drugi MAI-a projekti, spremiti projekt, započeti novi projekt i tako dalje. Desno od toga postoji funkcija „Connect“ koja omogućava razne načine spajanje sa pametnim uređajima kako bi se vidjelo kako će stvari funkcionirati na njima. Jedan od načina je i povezivanje putem USB-a kabela, koji se priključi u računalo na kojem je otvoren MAI i pametni uređaj na koji se korisnik povezuje. Drugi način je skinuti aplikaciju MAI na pametni uređaj putem koje se može skenirati QR kod sa pametnim uređajem generiran uz pomoć MAI na računalu na kojem je aktivan, ili korisnik može ručno upisivati kod koji se dobije ispod QR koda na računalu na pametni uređaj kod kojega je otvoren MAI. Nadalje desno od toga nalazi se funkcija „Build“ koja pravi aplikaciju te se može birati hoće li se spremi na računalo ili će se instalirati na nekom pametnom uređaju te više nije ovisna o sučelju otvorenom na računalu nego je samostalna. Desnije od toga stoji funkcija „My projects“ gdje korisnik može vidjeti i otvoriti svoje spremljene projekte. I Skroz u samome desnome kutu može se vidjeti sa koji korisničkim

računom se korisnik ulogirao. U plavome obojenom kvadratu na slici (Slika 23) može se vidjeti sami naziv projekta.

6.1.1 Sučelje u designer načinu rada



Slika 24. Sučelje programa MIT App Inventor 2

Na slici (Slika 24) sagledan je izgled sučelja u designer načinu rada programa, gdje se može vidjeti naziv aplikacije (označeno crnom bojom), dizajn aplikacije na uređaju (označeno žutom bojom), također korišteni senzori (označeno zelenom bojom) i mnoge druge korisne stvari.

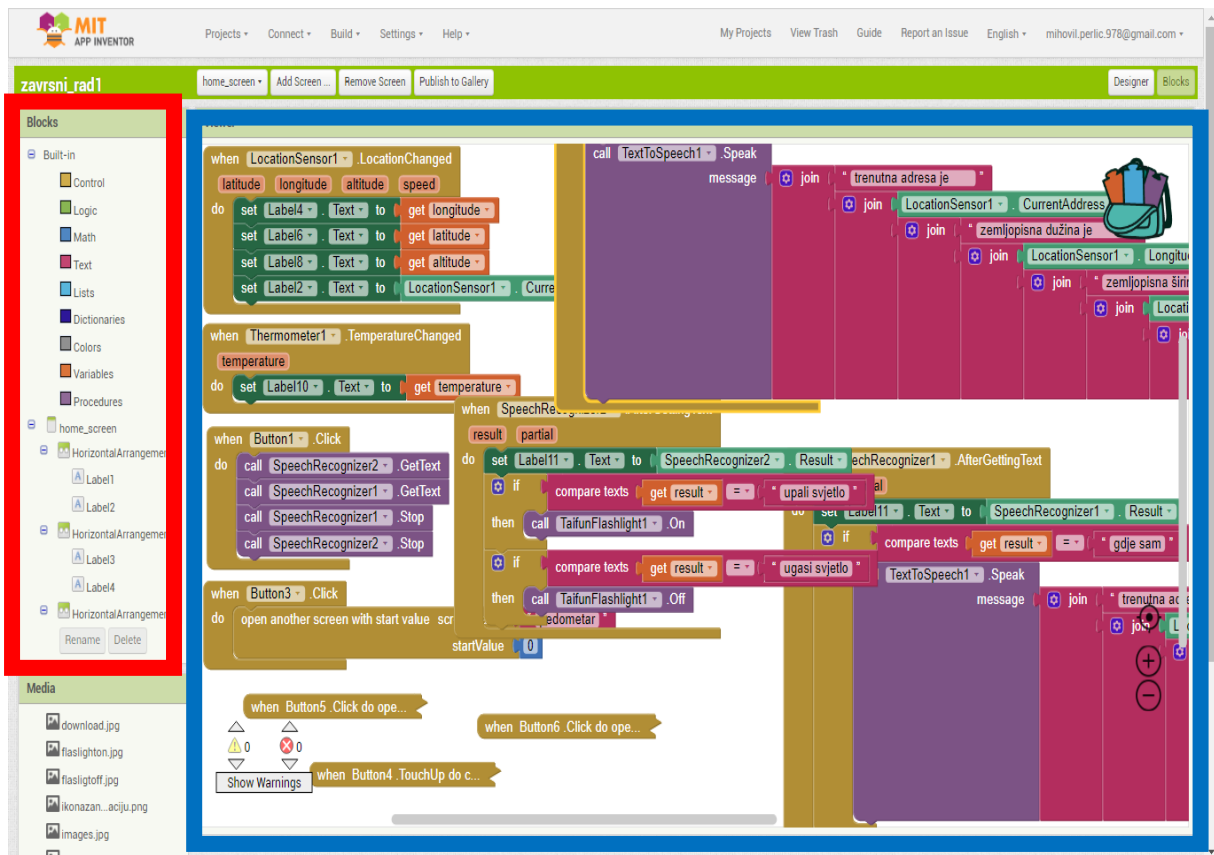
Ovdje se pri početku programa također može odabrati tip zaslona kao npr. pametni telefon, zaslon računala, zaslon prijenosnog računala...

U stupcu „properties“ (koji se nalazi pri desnom dijelu sučelja i označen je crvenom bojom) mogu se podešavati karakteristike senzora koji je smještem u pametnom uređaju te ostale stvari iz stupca „palette“ (nalazi se pri lijevom rubu sučelja i označen je plavom bojom) koje smo postavili pritiskom i odvlačenjem do ikone pametnog telefona te otpuštanja.

U desinger načinu rada korisnik implementira potrebne senzore, riječi, slike, prazna polja gdje korisnik upisuje neki tekst i mnoge druge stvari.

Aplikacija može sadržavati više zaslona, te to služi korisniku za stavljanje na primjer: zaslona za učitavanje aplikacije, zaslon pri izlasku iz aplikacije koji može sadržavati odjavnu poruku tipa tekstualne riječi, zvuka, animacije.

6.1.2. Sučelje u blok načinu rada



Slika 25. Block način rada u programu.

Sa block načinom rada povezuju se sve stvari koje su u uređaj smještene na designer načinu rada. Povezivanje je lagano i grafičko. Različite naredbe su različitih boja.

Naredbe se odabiru tako što korisnik klikne na neku naredbu i povuče iz stupca „Blocks“ (stupac pri lijevom rubu sučelja označen crvenom bojom) te otpusti na bijelu površinu u kojoj se slažu blokovi kako bi dobili skup naredbi koji imaju neku svrhu.

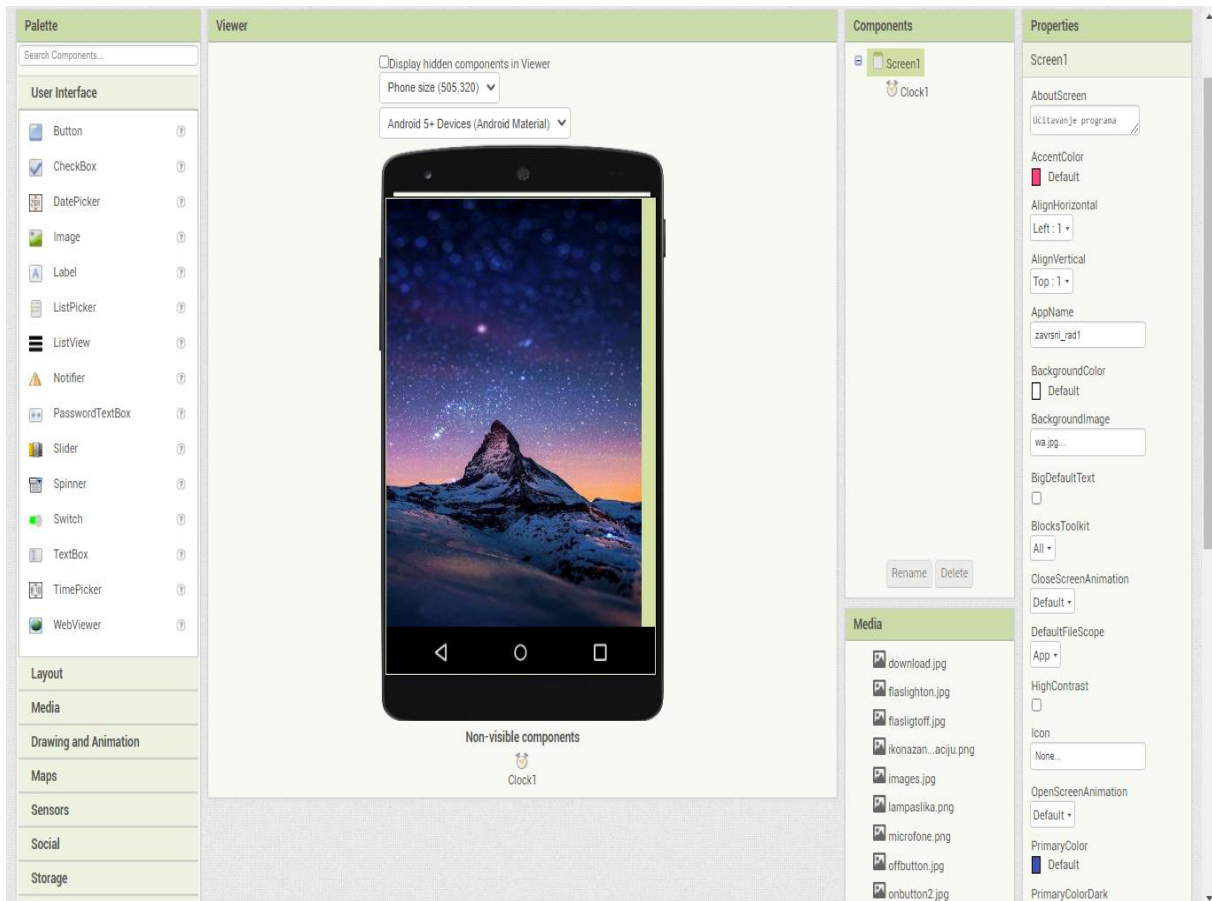
Na slici (Slika 25) su prikazani višestruki blokovi naredbi (označenih plavom bojom).

Ukoliko program shvati da se pokušavaju spojiti naredbe čiji ishod nema logike najvjerojatnije neće raditi, te neće dozvoliti korisniku spojiti te blokove.

6.2 Opisivanje prozora aplikacije sa designer gledišta

U ovom poglavlju sagledani su i opisani svi prozori aplikacije sa „designer“ načina rada sučelja.

6.2.1 Prozor 1 (Screen1)



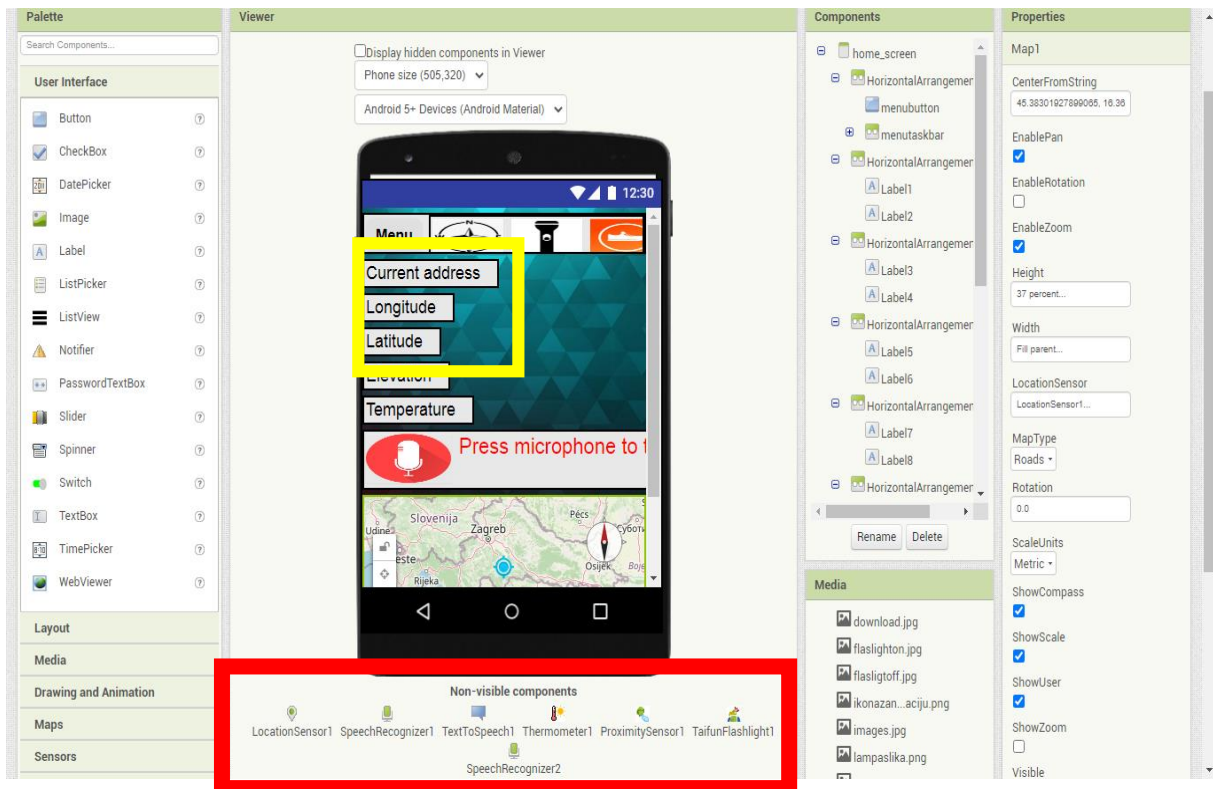
Slika 26. Designer način rada prozora 1.

Prozor 1 je jedan od jednostavnijih prozora koji služi kao svojevrsna animacija pri učitavanju aplikacije. Komponenta koja je korištena je „Clock“ koja služi za odbrojavanje vremena kako bi aplikacija znala koliko je vremena prošlo te kako bi mogla znati kada se treba prebaciti na određeni birani prozor. Slika (Slika 26) prikazuje designer način sučelja prozora 1.

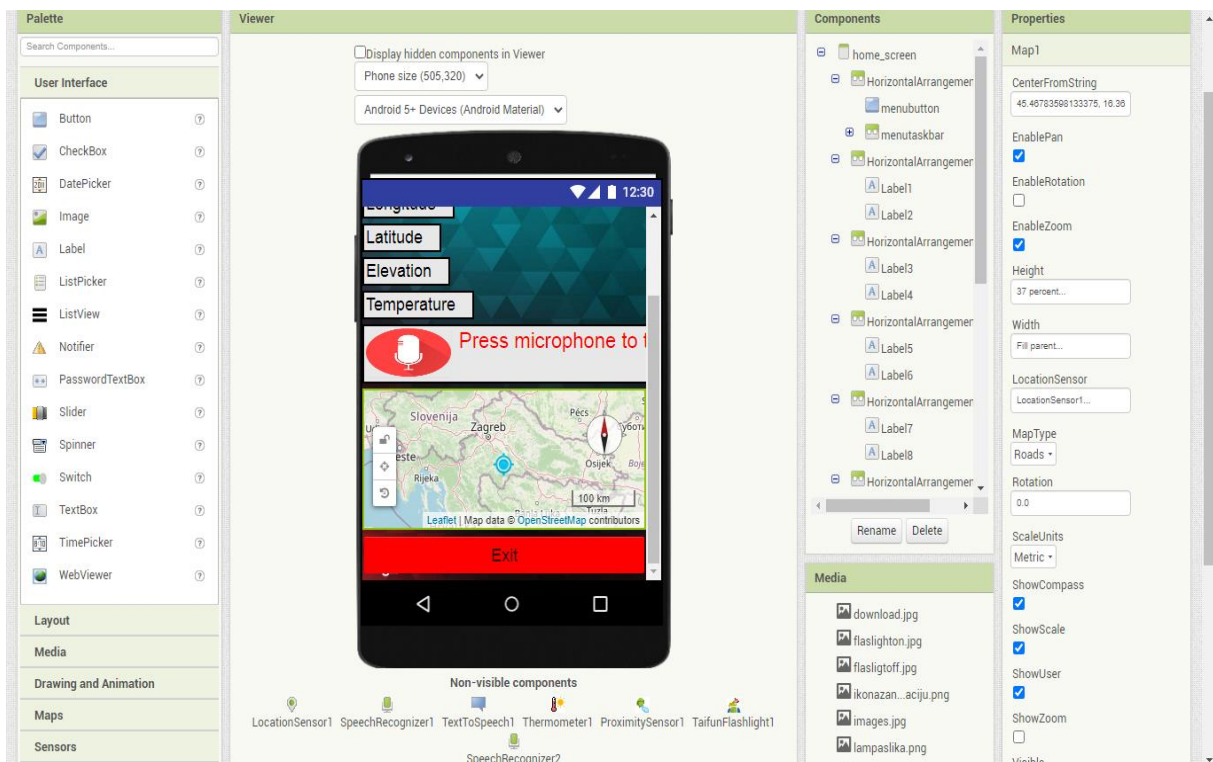
6.2.2 Prozor 1 (home_screen)

Prozor 2 jedan je od važnijih prozora u aplikaciji, sa njime korisnik pristupa prema ostalim prozorima u aplikaciji koji imaju neke svoje funkcionalnosti. Korisnik može pristupiti ostalim prozorima tako da pritisne dugme „Menu“ čija je funkcija da pokazuje i skriva ostale dugmadi koji služe za prebacivanje između prozora. Korisnik se također može prebacivati između prozora aplikacije sa glasovnim naredbama kojima pristupa pritiskom na dugme sa slikom mikrofona (Slika 27) i kaže neku od sljedećih glasovnih naredbi: „otvori pedometar“, „otvori navigaciju“, „otvori svjetlo“, kada aplikacija zaprimi glasovnu naredbu „otvori pedometar“ ona se automatski prebacuje na prozor pod nazivom „pedometar“. Također kako prikazuje slika (Slika 27) može se vidjeti kako se na tome prozoru prikazuje korisnikova trenutna adresa (*eng. Current address*), zemljopisna dužina (*eng. Longitude*), zemljopisna širina (*eng. Latitude*), nadmorska visina (*eng. Elevation*) te trenutna temperatura (*eng. Temperature*) okruženja u kojem se korisnik trenutno nalazi, te je korisnikov položaj grafički prikazan na karti koju prikazuje slika (Slika 28). Nadalje na slici (Slika 27) može se vidjeti dugme sa slikom mikrofona, ukoliko se pritisne na aplikaciji to dugme korisnik pristupa glasovnim naredbama aplikacije sa kojima može aplikaciju pitati „gdje sam“ sa čime aplikacija odgovara sa vrijednostima označenih žutom bojom na slici (Slika 28). Također postoje glasovne naredbe za upaliti bljeskalicu uređaja na taj način da korisnik kada kaže glasovnu naredbu „upali svjetlo“ bljeskalica na uređaju se upali i aplikacija daje povratnu glasovnu informaciju „the light is turned on“ i ostane svijetliti dok korisnik ne izda glasovnu naredbu „ugasi svjetlo“ te se potom bljeskalica na uređaju ugasi i daje povratnu glasovnu informaciju „the light is turned off“. Ovaj prozor sadrži i dugme označeno crvenom bojom na kojem piše „Exit“ njegova akcija završava izlaskom i zatvaranjem aplikacije na uređaju, to dugme se može vidjeti na slici (Slika 27).

Na slici (Slika 27) crvenom bojom su označene komponente korištene u prozoru 2.

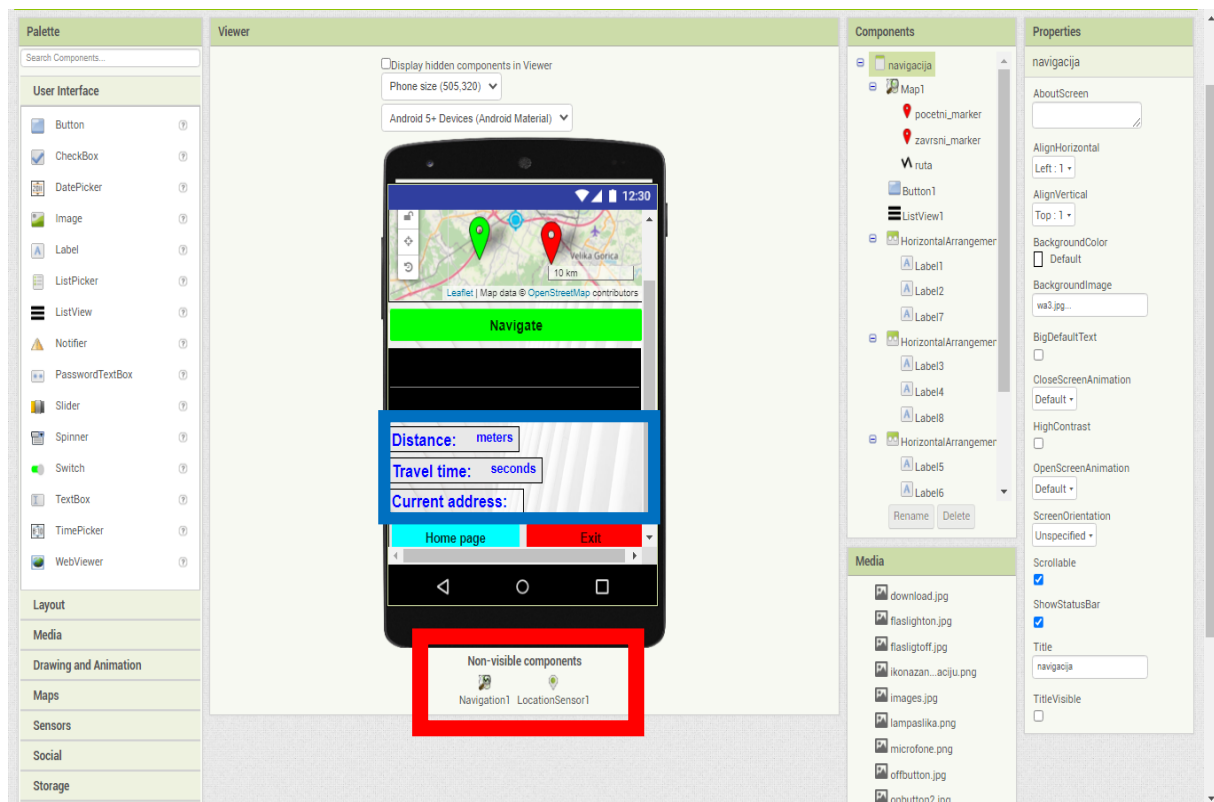


Slika 27. Designer način rada prozora 2 (1).



Slika 28. Designer način rada prozora 2 (2).

6.2.3 Prozor 3 (navigacija)



Slika 29. Designer način rada prozora 3.

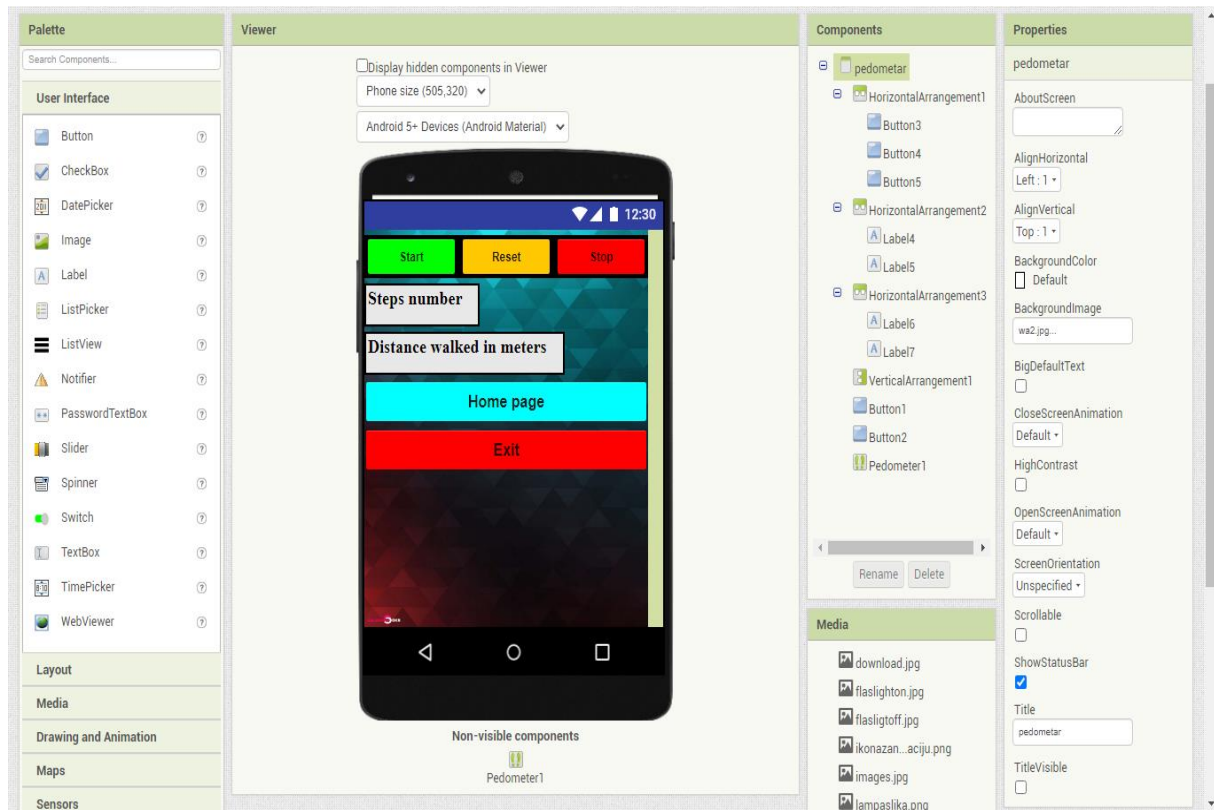
Slika (Slika 29) prikazuje designer način sučelja MAI prozora 3 pod nazivom navigacija. U ovom prozoru prvo što se može uočiti je karta na kojoj su označena dva markera i trenutno mjesto na kojem se korisnik nalazi. Marker crvene boje pod nazivom „pocetni_marker“ služi korisniku koji postavlja marker na karti na mjesto sa kojega kreće svoje putovanje. Marker zelene boje pod nazivom „zavrzni_marker“ korisnik postavlja na odredište na koje želi doći. Kada je korisnik namjestio markere za početnu i odredišnu poziciju, pritiska dugme pod nazivom „Navigate“ gdje se ispod toga korisniku izlistavaju upute kako doći do željenog odredišta. U pozadinskom procesu komponenta navigacije radi sljedeće korake:

1. Dohvaća točke rute kako bi korisnik putem njih dobio upute o putu.
2. Omogućava vidljivost rute na karti.
3. Dohvaćaju se upute o ruti.
4. Omogućava se prikaz uputa na listi koja se nalazi ispod karte.
5. Dohvaća i ispisuje podatke o udaljenosti na već predviđenom mjestu.
6. Dohvaća i ispisuje podatke o utrošenom vremenu na putovanju na već predviđenom mjestu.

Ispod uputa u plavo označenom polju korisnik dobiva informacije o udaljenosti puta (*eng. Distance*) u metrima, vrijeme trajanja putovanja (*eng. Travel time*) u sekundama, te njegovu trenutnu adresu (*eng. Current address*) na kojoj se nalazi radi lakšeg snalaženja u

prostoru. Pri dnu prozora nalazi se dugme za povratak početnom prozoru prozor 2 (home_screen), te dugme za izlazak iz aplikacije. U crvenom označenom polju može se vidjeti komponente korištene u ovom prozoru (prozor 3).

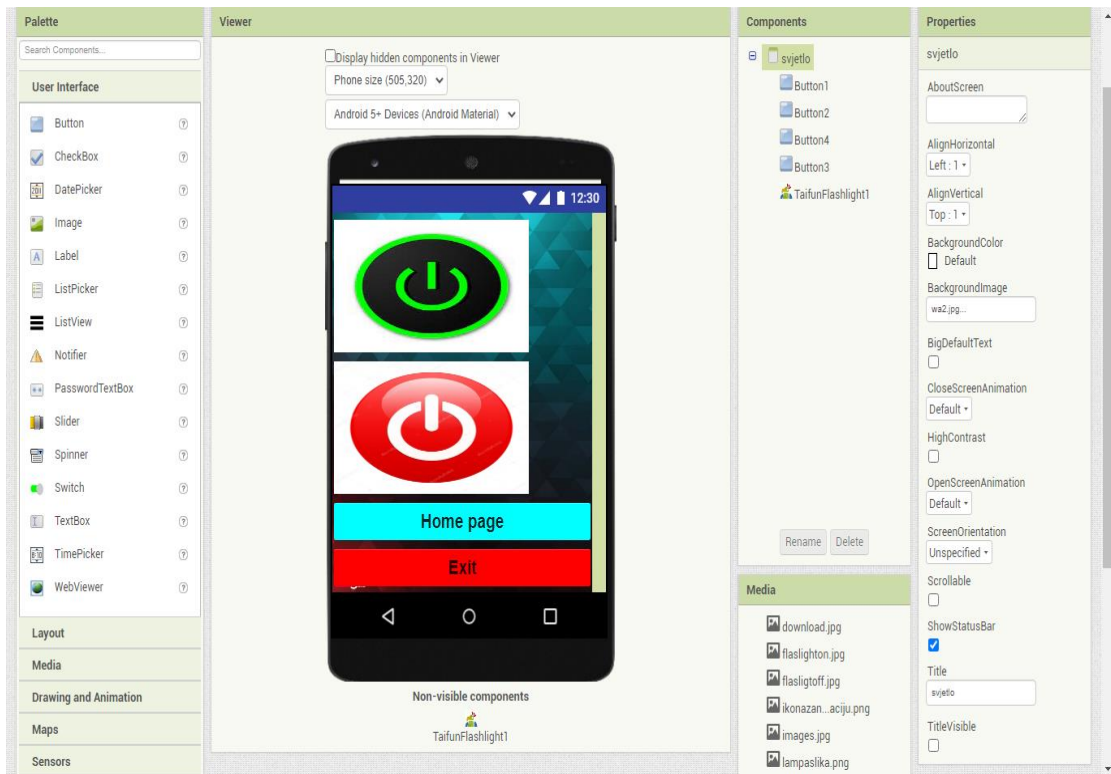
6.2.4 Prozor 4 (pedometar)



Slika 30. Sučelje designer način rada prozora 4.

Slika (Slika 30) prikazuje designer način sučelja MAI prozora 4 pod nazivom „pedometar“. U ovom prozoru korisnik upravlja sa komponentom pedometrom na taj način da može uključiti senzor pedometra sa dugmom „Start“ koji će u tom slučaju krenuti sa brojanjem koraka i sve to zapisivati na određeno mjesto. Nadalje korisnik ima opciju resetirati trenutno napravljene korake i prevaljenu udaljenost tako da pritisne dugme pod nazivom „Reset“ te se napravljene koraci i prevaljena udaljenost postavljaju u nulu. Posljednja opcija koju korisnik ima za upravljanje pedometrom je da zaustavi brojanje koraka, a to čini tako da se pritisne dugme pod nazivom „Stop“.

6.2.5 Prozor 5 (svjetlo)



Slika 31. Sučelje designer način rada prozora 5.

Slika (Slika 31) prikazuje designer način sučelja MAI prozora 5 pod nazivom „svjetlo“. U ovom prozoru korisnik upravlja sa komponentom bljeskalice uređaja na taj način da može aktivirati bljeskalicu pritiskom na dugme označenim zelenom bojom, te bljeskalica ostaje svijetliti sve dok korisnik ne pritisne dugme označenim crvenom bojom koji istovremeno isključuje bljeskalicu uređaja. Također postoje dugmi za vraćanje početnoj stranici i za izlazak iz aplikacije.

7. Zaključak

U današnjem modernom vremenu raznolikost mobilnih uređaja je velika, što sa gledišta samih dimenzija i oblika tako i sa gledišta njihovih funkcionalnosti koje su kod nekih mobilnih uređaja ograničene na neke osnovne radnje i načine korištenja, a kod nekih su skoro pa beskonačne.

Sa jedne strane postoje mobilni telefoni čija je funkcionalnost ograničena na osnovne zahtjeve korisnika za komunikacijom kao što je: telefonski razgovor, slanje sms poruka te ih korisnici u većini slučajeva koriste za radnje za koje su dizajnirani i predviđeni da rade.

Sa druge strane postoje pametni telefoni čije su funkcionalnosti skoro pa beskonačne, te ih korisnici mogu koristiti za radnje za koje su nisu dizajnirani i planirani da rade. To je omogućeno sa naprednim i kompleksnim sklopovljem u kombinaciji sa raznim implementiranim sensorima te raznovrsnim razvojnim okolinama za razvoj mobilnih aplikacija.

Neki od najčešće implementiranih i najčešće korištenih senzora mobilnih uređaja su: zaslon osjetljiv na dodir, senzor pokreta koji se sastoji od: akcelerometra, žiroskopa i magnetometra, senzor svjetlosti, senzor blizine te globalni sustav za pozicioniranje (GPS).

Postoji više vrsta razvojnih okolina, a razvojna okolina koja je korištena u svojstvenoj aplikaciji u ovom završnom radu je MIT App Inventor (MAI). Program MIT App Inventor spada pod kategoriju hibridnih programa te je vrlo koristan program koji uvodi u svijet programiranja aplikacija za pametne mobilne telefone. Njegovo sučelje te grafičke naredbe su vrlo jednostavne za shvatiti i idealne za početnike i amatersko programiranje, moguće je izraditi vlastitu aplikaciju koju je moguće objaviti na „Play trgovini“ te ostalim trgovinama na kojima se objavljuju aplikacije i moguće ih je preuzeti. Raznovrsnost upotreba senzora u programu je skoro pa beskonačna te ovisi o samome uređaju i koliko i kakvih senzora ima ugrađenih u svoje sklopovlje.

Popis literature

- [1] Coolblue portal. Preuzeto sa: <https://www.coolblue.nl/en/advice/difference-smartphone-mobile-phone.html> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [2] Bankmycell portal. Preuzeto sa: <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [3] Voip-world portal. Preuzeto sa: <https://voip.world/Gigaset-GL390-Large-Key-Phones-and-Senior-Phones-Ideal-for-the-Elderly> - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [4] Rfwireless-world portal. Preuzeto sa: <https://www.rfwireless-world.com/Articles/gsm-mobile-phone-basics.html> - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [5] Chipoteka portal. Preuzeto sa: <https://www.chipoteka.hr/artikl/155946/smartphone-xiaomi-mi-11-lite-6128gb-crni-9504000657> - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [6] Researchgate portal. Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/figure/Smartphone-components_fig1_220624246 - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [7] Fool portal. Preuzeto sa: <https://www.fool.com/investing/2018/12/24/is-the-apple-watch-causing-a-run-on-emergency-room.aspx> - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [8] Designworldonline portal. Preuzeto sa: <https://www.designworldonline.com/wearables-dressed-for-success/> - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [9] Androidauthority portal. Preuzeto sa: <https://www.androidauthority.com/what-is-an-soc-smartphone-chipsets-explained-1051600/> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [10] Top5stuff portal. Preuzeto sa: <http://top5stuffs.blogspot.com/2014/09/architecture-of-smartphone-and.html> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [11] Efos portal. Preuzeto sa: http://www.efos.unios.hr/informatika/wp-content/uploads/sites/202/2018/10/Informatika_P4.pdf - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [12] Insiamart portal. Preuzeto sa: <https://www.indiamart.com/proddetail/huawei-honor-7x-display-lcd-with-touch-screen-module-20452360933.html> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [13] Link-springer portal. Preuzeto sa: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-0-387-34445-4> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [14] Androidauthority portal. Preuzeto sa: <https://www.androidauthority.com/lithium-ion-vs-lithium-polymer-whats-the-difference-27608/> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [15] Gearbest portal. Preuzeto sa: https://www.gearbest.com/mobile-phone-batteries/pp_009806909367.html - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [16] Eizo portal. Preuzeto sa: https://www.eizo.com/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel/ - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [17] Eizo portal. Preuzeto sa: https://www.eizo.com/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel/ - [Pristupljeno: svibanj 2021.].

- [18] Eizo portal. Preuzeto sa: https://www.eizo.com/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel/ - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [19] Eizo portal. Preuzeto sa: https://www.eizo.com/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel/ - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [20] Vectornav portal. Preuzeto sa: <https://www.vectornav.com/resources/mems-operation> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [21] Vectornav portal. Preuzeto sa: https://www.vectornav.com/images/default-source/default-album/support-library/imu_accel.jpg?sfvrsn=262123c0_2 - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [22] Vectornav portal. Preuzeto sa: https://www.vectornav.com/images/default-source/default-album/support-library/imu_grav.jpg?sfvrsn=f4c800f7_3 - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [23] Vectornav portal. Preuzeto sa: https://www.vectornav.com/images/default-source/default-album/support-library/imu_gyro.jpg?sfvrsn=9dd04272_2ž - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [24] Vectornav portal. Preuzeto sa: https://www.vectornav.com/images/default-source/default-album/support-library/imu_tfc.jpg?sfvrsn=14d8ea11_2 - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [25] Vectornav-portal. Preuzeto sa: https://www.vectornav.com/images/default-source/default-album/support-library/earth_mag.jpg?sfvrsn=80eca95f_2 - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [26] Enciklopedija portal. Preuzeto sa: <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=22330> - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [27] Repozitorij FPZ, Diplomski rad-Jovović Ivan. Preuzeto sa: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRMwEbq2XYu9E7R7DGaaufz2dTdA_fgAX1BA&usqp=CAU - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [28] Pc-control portal. Preuzeto sa: <https://www.pc-control.co.uk/Optical.htm> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [29] Medium portal. Preuzeto sa: <https://medium.com/@rayacevedo45/how-it-works-proximity-sensor-f86fea770b6a> - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [30] Elprocus portal. Preuzeto sa: <https://www.elprocus.com/optical-sensors-types-basics-and-applications/> - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [31] Mykronoz portal. Preuzeto sa: <https://www.mykronoz.com/eu/en/zeround2-hr-premium.html> - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [32] Mechead portal. Preuzeto sa: <https://www.mechead.com/how-do-smartwatches-measure-your-hearth-rate/> - [Pristupljeno: kolovoz 2021.].
- [33] Searchmobilecomputing portal. Preuzeto sa: <https://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/Android-Studio> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].
- [34] Droidedit portal. Preuzeto sa: <https://droidedit.wordpress.com/about/> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].

[35] Cordova-apache portal. Preuzeto sa:

<https://cordova.apache.org/docs/en/3.0.0/guide/overview/> - [Pristupljeno: svibanj 2021.].

[36] Springer-link portal. Preuzeto sa: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-6528-7_3 - [Pristupljeno: kolovoz 2021.]

Popis ilustracija

1. Grafikon 1. Razlika u brojnosti mobilnih i pametnih telefona.....	2
2. Slika 1. Primjer mobilnog telefona.....	3
3. Slika 2. Primjer sklopovlja mobilnog telefona.....	4
4. Slika 3. Primjer pametnog telefona.....	5
5. Slika 4. Primjer sklopovlja pametnog telefona.....	6
6. Slika 5. Primjer pametnog sata.....	7
7. Slika 6. Primjer sklopovlja pametnog sata.....	8
8. Slika 7. Sustav na čipu pametnog telefona.....	10
9. Slika 8. Modul zaslona osjetljivog na dodir.....	11
10. Slika 9. Litij-ionska baterija (Li-Ion) pametnih uređaja.....	12
11. Slika 10. Princip rada zaslona osjetljiv na dodir temeljen na električnom otporu.....	14
12. Slika 11. Princip rada zaslona osjetljiv na dodir temeljen površinskim zvučnim valovima.....	15
13. Slika 12. Princip rada zaslona osjetljiv na dodir temeljen na kapacitivnom otporu....	16
14. Slika 13. Horizontalni akcelometar.....	17
15. Slika 14. Vertikalni akcelometar.....	17
16. Slika 15. Žiroskop sa jednom masom.....	18
17. Slika 16. Žiroskop konfiguracija vilice za podešavanje.....	18
18. Slika 17. Prikaz Zemljinog magnetskog polja.....	19
19. Slika 18. Prikaz trilateracije satelita.....	20
20. Slika 19. Prikaz senzora blizine i njegova pozicija na uređaju.....	21
21. Slika 20. Prikaz pozicije senzora svjetlosti na pametnom telefonu.....	22
22. Slika 21. Prikaz senzora otkucaja srca na pametnom satu.....	23
23. Slika 22. Grafički prikaz rada senzora otkucaja srca.....	23
24. Slika 23. Prikaz sučelja MAI-a.....	28
25. Slika 24. Sučelje programa MIT App Inventor.....	29
26. Slika 25. Block način rada u programu.....	30
27. Slika 26. Designer način rada prozora 1.....	31
28. Slika 27. Designer način rada prozora 2 (1).....	33
29. Slika 28. Designer način rada prozora 2 (2).....	33
30. Slika 29. Designer način rada prozora 3.....	34
31. Slika 30. Sučelje designer način rada prozora 4.....	35
32. Slika 31. Sučelje designer način rada prozora 5.....	36



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

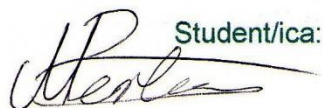
Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **Razvoj mobilne aplikacije temeljene na senzorima uređaja**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 5.9.2021

Student/ica:


(potpis)