

55. SREČANJE  
MLADIH RAZISKOVALCEV SLOVENIJE 2021

**KAMERE IN COVID-19**

računalništvo ali telekomunikacije

**Mentor:**

Ivanka Lesjak

**Avtorja:**

Amadej Šardi,

Lovro Tušek

**SERŠ Maribor, 2021**

## **KAZALO**

<b>POVZETEK</b>	<b>5</b>
<b>ZAHVALA</b>	<b>5</b>
<b>1 UVOD</b>	<b>6</b>
<b>2 TEORETIČNI DEL</b>	<b>7</b>
2.1 SARS-CoV-2	7
2.1.1 Covid-19 / SARS-CoV-2	7
2.1.2 Kužnost, umrljivost	7
2.1.3 Širjenje	7
2.1.4 Kratkotrajne posledice	8
2.1.5 Dolgotrajne posledice	9
2.1.6 Previdnostni ukrepi	9
2.2 PROGRAMIRANJE	10
2.2.1 Zaznavanje obraza	10
2.2.2 Zaznava zaščitnih mask	11
2.3 DRUŽBENA ODGOVORNOST	11
<b>3 PRAKTIČNI DEL</b>	<b>12</b>
3.1 STROJNA OPREMA	12
3.1.1 Raspberry Pi	12
3.1.2 Raspberry Pi Camera Module v2	12
3.1.3 Termalni senzor MLX90614	13
3.2 POTEK RAZISKOVANJA	13
<b>4 METODOLOGIJA DELA</b>	<b>14</b>
<b>5 RAZPRAVA, INTERPRETACIJA REZULTATOV</b>	<b>15</b>
5.1 MOŽNE IZBOLJŠAVE	15
<b>6 ZAKLJUČEK / SKLEPI</b>	<b>17</b>
<b>7 SEZNAM VIROV IN LITERATURE</b>	<b>18</b>
7.1 KNJIŽNI VIRI	18
7.2 SPLETNI VIRI	18
<b>8 PRILOGE</b>	<b>20</b>

## **KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Primer meritev (avtorsko delo, 2021).....	14
Preglednica 2: Meritve (avtorsko delo, 2021).....	19

## **POVZETEK**

V raziskovalni nalogi sva iskala odgovor na vprašanje, če je mogoča sestava kamere pod sto petdesetimi (150) evri, ki beleži, če so ljudje v prostor prišli brez obvezne zaščitne maske in s pomočjo infrardeče kamere meri temperaturo vseh ljudi, ki se nahajajo v prostoru. Tukaj sva zajela področje kamere in infrardečega termalnega senzorja. Prva (navadna) zajema video posnetke človeških obrazov in s pomočjo Python programskega jezika ugotavljala nošenje zaščitnih mask (s Facial Detection programom, ki bi ga sprogramirala sama). Drug (infrardeč oziroma termalen) senzor pa pri tem beleži temperaturo ljudi, ki v prostor vstopajo.

Ključne besede: raziskovalna naloga, kamera, sto petdeset evrov

## **ZAHVALA**

Najprej bi se iskreno rada zahvalila mentorici, ki nama je vso pot skozi izdelavo te raziskovalne naloge pomagala, odgovorila na vsa vprašanja povezana z njo ter nenazadnje tudi privolila v mentorstvo naloge. Zahvala gre tudi družinama, kateri sta naju v tem času podpirali in omogočili nemoteno opravljanje naloge, sploh zaradi epidemijskih razmer v katerih prebivamo. Zahvalo prejme tudi podjetje infinCUBE d.o.o. , ki nama je omogočilo testiranje končnega izdelka med njihovimi zaposlenimi.

## 1 UVOD

Scenarij vstopa v zaprte ustanove, ki so namenjene ljudem iz različnih gospodinjstev (trgovsko-obratovalne dejavnosti, izobraževalni zavodi, gospodarske družbe, športno-rekreativne dejavnosti, ...) je vsem že popolnoma jasen. Zaščitna maska je že tako rekoč obvezna v vseh zgoraj naštetih ter podobnih prostorih. Epidemijski pogoji terjajo svoj davek, ki se kaže v mnogo oblikah.

Ob vstopu v trgovske centre lahko velikokrat opazimo zaposlene, kateri imajo dolžnost preverjanja telesne temperature ljudi, ki vstopajo. Tako so vsak delovnik izpostavljeni okužbi. Opravljanje vsakodnevnih dejavnosti (nakupovanje, izobraževanje, administrativni opravki, ...) nas časovno obremenjuje, postavlja v gneče, povzroča stres in nam še na mnogo načinov otežuje vsakdanjik. Zgoraj naštete nevšečnosti so ene izmed razlogov, ki so naju spodbudile k razmišljanju, kako bi tovrstne težave razrešila. Tukaj se pojavijo naslednje rešitve:

- Zmanjševanje potrebnega časa za pregled posameznika, v kolikor nosi obvezno zaščitno masko,
- hitro in učinkovito merjenje telesne temperature,
- zmanjševanje kadra neposredno izpostavljenega virusu,
- ugodna varianta za podjetja (enkratni nakup).

Na trgu tovrstne rešitve že obstajajo vendar so za potrošnika veliko dražje.

Hipoteza, ki jo želiva s to raziskovalno nalogo preveriti je, če je mogoča sestava kamere pod sto petdesetimi (150) evri, ki beleži, če so ljudje v prostor prišli brez obvezne zaščitne maske in s pomočjo infrardečega senzorja meri temperaturo vseh ljudi, ki se nahajajo v prostoru.

Da bi lahko razumeli bistvo raziskovalne naloge, moramo najprej razumeti nevarnost situacije, ki jo koronavirus predstavlja. Ob nešteto mnogo virih o virusu, je občasno težavno izbrati in/ali verjeti tistim, ki so verodostojni. V tem duhu je večina člankov, zapisanih v nalogi, vzeta iz podatkovne zbirke *Google Scholar*, ki je namenjena iskanju člankov, disertacij, knjig, poročil itn. iz različnih virov - založnikov, arhivov odprtega dostopa, spletnih mest akademskih institucij. Iskanje lahko poteka tudi po citirani literaturi.

## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 SARS-CoV-2

Koronavirusi (CoV) so velika družina virusov, ki povzročajo bolezni katere segajo od navadnega prehlada do hujših, kot na primer *Middle East Respiratory Syndrome* (MERS-CoV (bližnjevzhodni respiratorni sindrom)) in *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS-CoV (hudi akutni respiratorni sindrom)). Nov koronavirus (*novel coronavirus*) je sev, ki doslej še ni bil identificiran pri ljudeh. Slednjemu bomo namenili nekoliko več pozornosti saj je aktualen.

#### 2.1.1 Covid-19 / SARS-CoV-2

Nov koronavirus so poimenovali SARS-CoV-2, bolezen, ki jo virus povzroča pa COVID-19. Bolezen se kaže s slabim počutjem, utrujenostjo, nahodom, z vročino, kašljem in pri težjih oblikah z občutkom pomanjkanja zraka (Nacionalni Inštitut za Javno Zdravje, 2021).

#### 2.1.2 Kužnost, umrljivost

Natančni podatki o poteku bolezni se še zbirajo, saj gre za nov virus. Iz poročanja Kitajske pa lahko sklepamo, da poteka v lažji obliki pri približno 80 % okuženih. Težji potek naj bi imelo približno 20 % obolelih. Kot je razvidno iz statistične slike, število okuženih ljudi presega nekaj čez 124 milijonov, število umrlih pa dobra dva milijona - smrtnost je tako približno dvo procentna (podatki dne 23. 3. 2021). Večina umrlih je bila starejša in je imela pridružene kronične bolezni srca, pljuč, sladkorno bolezen in podobno. Za težji potek bolezni je značilna pljučnica (Nacionalni Inštitut za Javno Zdravje, 2020).

#### 2.1.3 Širjenje

COVID-19 povzroča virus SARS-CoV-2, ki se širi med ljudmi, predvsem kadar je okužena oseba v tesnem stiku z drugo osebo. Virus se lahko širi iz ust ali nosu okužene osebe v majhnih tekočih delcih kadar kašlja, kiha, govori, poje ali močno diha. Ti tekoči delci so različnih velikosti, od večjih "dihalnih kapljic" (*respiratory droplets*) do manjših aerosolov. Drugi ljudje lahko ujamejo COVID-19, ko virus zaide v njihova usta, nos ali oči, kar je bolj

verjetno, če se ljudje okužijo v neposrednem ali tesnem stiku (manj kot 1 meter narazen). Trenutni dokazi kažejo, da se virus najpogosteje širi z dihalnimi kapljicami med ljudmi, ki so med seboj v tesnem stiku (World Health Organization, 2020).

Prenos aerosolov se lahko zgodi v določenih okoljih, zlasti v zaprtih, prenatrpanih in neustrezno prezračevanih prostorih, kjer okužene osebe preživijo dlje časa z drugimi, kot so restavracije, fitnes sobe, nočni klubi, pisarne in / ali kraji bogoslužja. Virus se lahko razširi tudi po okuženih ljudeh, kihanju, kašljanju ali dotiku površin ali predmetov, kot so mize, kljuge na vratih in ograde. Drugi ljudje se lahko okužijo tako, da se dotaknejo teh onesnaženih površin, nato pa dotik prenesejo do oči, nosu ali ust, ne da bi si prej očistili roke (World Health Organization, 2020).

Verjetnost okužb je tako z nepravilnimi higieničnimi postopki izredno velika, kar ponazarja tudi statistika okuženih (124 milijonov (dne 23. 3. 2021)). Zaradi zgoraj navedenih razlogov je skrb za higieno in preprečevanje okužb na prvem mestu, kar je tudi cilj te raziskovalne naloge.

#### **2.1.4 Kratkotrajne posledice**

Po podatkih Svetovne zdravstvene organizacije (*WHO*) se zdi, da je čas okrevanja približno dva tedna za blago okužbo in tri do šest tednov za hudo. Slednji podatki so spremenljivi, saj je resnost bolezni tudi odvisna od že obstoječih bolezni bolnika. Številne raziskave, opravljene v ZDA in Italiji, kažejo, da je le 39% hospitaliziranih poročalo o vrnitvi k prvotnem zdravstvenem stanju v 14 - 21 dneh po diagnozi. Podobno je bilo v študiji 143 bolnikov hospitaliziranih zaradi COVID-19, le 13% bolnikov brez simptomov po 60 dneh ob začetku bolezni. Najpogostejši simptomi so bili zadihanost (43%), utrujenost (53%), bolečine v sklepih in bolečine v prsih. Vendar pa obstajajo poročila o hujši obliki bolezni z večtedensko vročino in pljučnico, ki vztraja pri imunsko oslabljenih bolnikih. Pri blažji okužbi imajo lahko bolniki še vedno dolgotrajne simptome. Tisti, ki so se vrnili k izhodiščnemu zdravju, so to storili povprečno sedem dni po diagnozi. Simptomi, ki lahko vztrajajo, vključujejo kašelj, utrujenost in (redkeje) vročino in mrzlico pri tistih z blažjo okužbo.

### **2.1.5 Dolgotrajne posledice**

Bolj ko se pandemija razvija, bolj spoznavamo, da COVID-19 zraven pljuč vpliva tudi na številne organe in da okužba lahko vpliva na zdravje posameznika na več načinov. Medtem ko večina oseb s COVID-19 okreva in se povrne v normalno stanje, imajo nekateri bolniki simptome, ki lahko trajajo tedne ali celo mesece po okrevanju po akutni bolezni. Celotno ljudje, ki niso hospitalizirani in imajo blago obliko bolezni, imajo lahko trajne ali pozne simptome. V teku so večletne študije za nadaljnje raziskave. Mnoge svetovne zdravstvene organizacije si še naprej prizadevajo ugotoviti, kako pogosti so ti simptomi, kdo jih najverjetneje dobi in ali se ti simptomi sčasoma odpravijo. Najpogostejši simptomi na daljši rok so utrujenost, zadihanost, kašelj, bolečine v sklepih in prsnem košu. Redkeje pa se pojavljajo še simptomi v obliki depresije, glavobola, občasne povišane telesne temperature, ...

### **2.1.6 Previdnostni ukrepi**

V primeru bolezenskih znakov in simptomov (na primer nahod, bolečine v mišicah, slabo počutje, povišana telesna temperatura, kašelj) ostanemo doma in se po telefonu posvetujemo s svojim izbranim zdravnikom ter upoštevamo njegova navodila (Nacionalni Inštitut za Javno Zdravje, 2021). Zmanjševanje tveganosti okužbe je tako na prvem mestu za kar velja naslednjih nekaj priporočil, kot so:

- Redno in temeljito umivanje rok z milom in vodo,
- razkuževanje rok z namenskim razkužilom za roke,
- ne dotikamo se obraza (oči, nosu in ust) z nečistimi/neumitimi rokami,
- izogibamo se tesnih stikov z ljudmi, ki kažejo znake nalezljive bolezni,
- upoštevanje varne razdalje 2 metra,
- upoštevanje pravilno higieno kašlja (preden zakašljamo/kihnejo, si pokrijemo usta in nos s papirnatim robčkom ali zakašljamo/kihnejo v zgornji del rokava),
- uporaba zaščitne maske.

Dobro je vedeti, da so osebe, ki so prebolele Covid-19 praviloma imune v obdobju 21 dni do 6 mesecev od potrjene okužbe (Nacionalni Inštitut za Javno Zdravje, 2021).



## 2.2 PROGRAMIRANJE

Programski del raziskovalne naloge obsega Python program za zaznavanje obraza (kasnejša nadgradnja za zaznavo obveznih zaščitnih mask), programiranje toplotnega senzorja (MLX90614ESF-AAA) z mini računalnikom Raspberry Pi in sama vzpostavitev delovanja Raspberry Pi računalnika. Na slednjega je bilo potrebno namestiti operacijski sistem (v najinem primeru Raspberry Pi OS) in vzpostaviti povezavo med zaslonom in samim računalnikom zaradi potreb izpisovanja podatkov.

### 2.2.1 Zaznavanje obraza

Tukaj se srečamo z dvema različnima pojmom - *Facial Recognition* in *Facial Detection* (ang.). Gre za dve ločeni skupini programov, ki sta si v nekaj pogledih zelo podobni.

Programi za zaznavanje obrazov (ang. *Facial Detection software*) si obrazov posameznikov ne zapomnijo, temveč je v njih le koda, ki jim "narekuje" kako je obraz sestavljen, da ga lahko preko kamere zaznajo. Iz programa lahko pridobimo podatke o koordinatah oči, ušes, nosu in ust vsakega zaznanega obraza, a same strukture posameznih obrazov se ne shranjujejo nikamor. Zaznavanje obrazov se nanaša na računalniško tehnologijo, ki je sposobna prepoznati prisotnost obrazov ljudi znotraj digitalnih slik (ali video posnetkov). Da bi delovali, programi za zaznavanje obrazov uporabljajo strojno učenje (ang. *machine learning*) in algoritme, razvite posebej v ta namen. Slike, iz katerih zaznavo obrazov črpamo, lahko vsebujejo številne predmete, ki niso obrazi (kot na primer pokrajine, zgradbe in drugi deli človeka), zato zaznavanje obrazov pomeni le, da lahko sistem prepozna, da je na sliki ali video posnetku človeški obraz. Zaznavanje obrazov se v veliki meri uporablja za samodejno ostrenje pri fotoaparatih in kamerah (ang. *autofocus*), z njegovo pomočjo lahko tudi preštejemo, koliko ljudi je vstopilo na določeno območje.

Programi za prepoznavanje obrazov (ang. *Facial Recognition software*) opisujejo biometrično tehnologijo, ki presega zaznavo prisotnosti človeškega obraza. Pravzaprav poskuša ugotoviti, čigav obraz je. Postopek deluje z uporabo programa, ki zajame digitalno sliko obraza posameznika (ali video posnetka) in jo primerja s slikami v podatkovni bazi. Tehnologija je že prisotna in implementirana za odklepanje telefonov in raznoraznih aplikacij, uporablja se tudi za biometrični nadzor.

V nalogi bo vključena uporaba programa za zaznavanje obraza, saj podatkovna baza obrazov trenutno ni potrebna. Čeprav je postopek nekoliko zapleten, se algoritmi za zaznavanje obrazov pogosto začnejo z iskanjem človeških oči. Oči predstavljajo eno najlažjih lastnosti, ki jih je mogoče najti. Ko program zazna oči, algoritem išče in poskuša najti obrazni predel, vključno z obrvmi, usti, nosom, nosnicami, ... Ko algoritem domneva, da je obrazni predel zaznal, uporabi kup dodatnih testov, da preveri, ali je v resnici zaznal obraz.

### **2.2.2 Zaznava zaščitnih mask**

Končni izdelek zahteva nekaj prilagoditev programa za zaznavanje obraza, da nam lahko omogoči prepoznavo nošenja zaščitnih mask. To situacijo sva rešila s funkcijo, ki nam sporoči, če je ustni in nosni predel obraza prekrit. Tak način zaznave je tako učinkovitejši od prvotno mišljene rešitve, ki je narekovala, da program definira uporabo zaščitne maske na podlagi tega, koliko odstotkov celotnega obraza posameznika je prekrita.

Takšna metoda zaznavanja uporabe zaščitne maske je mnogo boljša in v obilo primerih tudi natančnejša, saj ob uporabi očal s temno obarvanimi stekli ne prihaja do napak, povezanih s predeli obraza, ki kameri niso vidni. Seveda so tukaj izjeme kot na primer prozorne maske, a odstotek ljudi, ki jih uporablja je izredno majhen. V tem primeru program obvesti odgovorno osebo, ki ima možnost spremljanja situacije preko kamere v živo.

## **2.3 DRUŽBENA ODGOVORNOST**

Ta seminarska naloga se navezuje na načelo družbene odgovornosti vpliva, ki ga ima na gospodarstvo in okolje na tak način, da pripomore k družbi in uspešno najde rešitev v času katerem živimo. S pomočjo končnega izdelka bo ob vstopu v različne javne ustanove poenostavljen in hitrejši proces pregleda ljudi, v kolikor nosijo zaščitno masko in nimajo povišane telesne temperature.

## **3 PRAKTIČNI DEL**

Kriterij pri izbiri komponent za praktični del naloge je bil najboljše razmerje med kakovostjo in ceno v zadanem cenovnem razredu do 150€ ter pa razpoložljivost.

### **3.1 STROJNA OPREMA**

Za "srce" oziroma jedro naprave sva uporabila četrto različico mini računalnika Raspberry Pi (model 2018) na katerega sva povezala kamero enakega podjetja (Raspberry Pi Module v2), ki skrbi za zaznavanje zaščitne maske na obrazu in termalni senzor (MLX90614), ki opravlja funkcijo hitrega in učinkovitega merjenja človeške telesne temperature.

#### **3.1.1 Raspberry Pi**

Raspberry Pi je serija mikroročunalnikov, ki jih je v Združenem kraljestvu razvila fundacija Raspberry Pi v sodelovanju z Broadcomom. Zaradi nizke cene, modularnosti in odprte zasnove se pogosto uporabljajo na številnih področjih računalništva in elektrotehnike. Uporabnikom je koristen predvsem zaradi podpore HDMI in USB naprav. Na trgu je več generacij in modelov, midva sva se odločila za Raspberry Pi 4 generacije modela B z 2 GiB. Hitrost in zmogljivost Raspberry Pi 4 generacije je vidno boljša od prejšnjih modelov. Glavne izboljšave, ki so naju prepričale, da sva se odločila za ta model so nov 64-bitni 4-jedrni procesor, hitrejša brezžična internetna hitrost 2.4/5 GHz, Bluetooth 5.0, 1 GiB hitrost žičnega interneta ter dva dodatna USB 3.0 priključka.

#### **3.1.2 Raspberry Pi Camera Module v2**

Kamera Raspberry Pi Module v2 je nadgradnja osnovne Raspberry Pi kamere in se je prvič pojavila na trgu aprila 2016. Kamera uporablja Sonyjev IMX219 8MP sensor. Senzor ima v primerjavi z prejšnjimi nadgradnjo kakovosti slike, izrazitejše kontraste in izboljšano delovanje v slabo osvetljenih pogojih. Podpira video načine 1080p 30, 720p 60 ter VGA90. Podpora je zelo široka saj kamera podpira vse Raspberry Pi sisteme od prve vse do četrte generacije. Kamero se lahko uporablja za snemanje video posnetkov visoke ločljivosti in za zajemanje fotografij. Za začetnike je enostavna hkrati pa naprednim uporabnikom ponuja

veliko dodatnih funkcij. Namestitev je enostavna kamera se preko 15 cm dolgega priloženega kabla priključi na vrata CSI Raspberry Pi-ja.

### **3.1.3 Termalni senzor MLX90614**

MLX90614 je brezkontaktni infrardeči digitalni temperaturni senzor, ki se lahko uporablja za merjenje temperature določenega predmeta v razponu od  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $382\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Senzor z infrardečimi žarki meri temperaturo predmeta brez fizičnega stika in komunicira z mikrokontrolerom. Senzor MLX90614 izračuna temperaturo predmeta tako, da izmeri količino infrardeče energije, ki se oddaja iz njega. Senzor za delovanje ne potrebuje dodatnih zunanjih komponent, saj ga je mogoče neposredno povezati z mikrokontrolerom.

## **3.2 POTEK RAZISKOVANJA**

Raziskovanja sva se lotila tako, da sva najprej preučila epidemiološko stanje in samo resnost situacije v povezavi z virusom. S tem sva si pridobila širše znanje o koronavirusu, ki je eden od glavnih vzrokov, da sva se odločila za to raziskovalno nalogo. Na podlagi statističnih podatkov, ki sva jih pridobila iz trenutnih razmer sva ugotovila, da je stanje skrajno resno. Zatem je bila na vrsti priprava strojnih komponent, ki so bile potrebne za uspešno izdelavo končnega izdelka. V to skupino so bile vključene komponente našete zgoraj skupaj s programsko kodo funkcij, katere sva našela in opisala v teoretičnem delu naloge.

Na Raspberry Pi 4 sva naložila uradni operacijski sistem, razvit posebej zanj, Raspberry Pi Debian OS. Vanj sva prenesla program za detekcijo človeških obrazov, ki sva ga našla na portalu GitHub avtorja Chandrika Deb. Slednjega je bilo za potrebe te raziskovalne naloge potrebno posodobiti, da je ob detekciji človeških obrazov prikazoval, če je posameznik pred kamero stopil z ali brez zaščitne maske. Ker sva na Raspberry Pi priključila tudi termalni senzor, se je morala na zaslonu, ki je stal ob kameri, izpisovati tudi telesna temperatura posameznika. To sva brez večjih težav dosegla s še nekaj vrsticami kode več.

Zaradi verodostojnosti celotnega projekta sva se odločila končni izdelek testirati v enem od podjetji v Ljubljani (infinCUBE d. o. o.). Eksperiment je potekal tako, da sva kamero s termalnim senzorjem namestila pred vhodna vrata pisarn, v katerih je bilo vsakodnevno 10

zaposlenih. V časovnem obdobju enega tedna sva tako pridobila 70 različnih odčitkov temperature, zadolžitev zaposlenih pa je bila, da hkrati z najinim senzorjem izmerijo še svojo telesno temperaturo z natančnejšim merilnikom (brezstični Alicn Medical Shenzen AET-R1B1 termometer). Prav tako so zabeležili če so vstopili z masko ali brez nje. Izkazalo se je, da je najin termalni senzor deloval z nekaj več kot 98% natančnostjo, medtem ko je program za detekcijo uporabe zaščitne maske deloval s 100% natančnostjo. Ugotovila sva, da imajo svetlobni pogoji veliko vlogo pri hitrosti zaznavanja uporabe zaščitne maske, sama natančnost zaznavanja pa ostaja bolj ali manj enaka. Eksperiment je potekal ob dnevnih urah znotraj osvetljene stavbe, kar je bil tudi končen namen uporabe - izdelek bi se uporabljal pred vhodom v trgovske centre, banke, lekarne, ...

#### **4 METODOLOGIJA DELA**

Ob nastanku raziskovalne naloge sva uporabila naslednje metode dela:

- **Metoda zbiranja:** v roku tedna dni sva s pomočjo podatkovne zbirke Google Scholar izbrala 6 člankov, ki so doprinesli k teoretičnem delu raziskovalne naloge.
- **Metoda analiziranja:** vseh 6 člankov sva preučila oziroma analizirala njihovo vsebino pa strnila v to raziskovalno nalogo.
- **Metoda deskripcije in kompilacije:** vsebino naloge sva opisala in povzela s pomočjo knjižnih in spletnih virov, ki so navedeni v zadnjem poglavju.
- **Metoda sinteze:** zaključke raziskovalne naloge in potrdbo / ovržbo hipotez skupaj z najinim osebnim mnenjem sva pripisala ob koncu naloge.

## 5 RAZPRAVA, INTERPRETACIJA REZULTATOV

Na podlagi 70 opravljenih testov sva ugotovila, da program za detekcijo maske deluje nad pričakovanji, saj je pravilno zaznal masko v vseh 70 primerih. Toplotni senzor je imel maksimalno odstopanje 0,2 stopinj celzija v plus in minus kar je dober rezultat, ki zadošča za vsakodnevno uporabo. Najin izdelek zaradi cenovnega okvirja, ki sva si ga zadala nima najboljših komponent na trgu, zato ima seveda določene pomanjkljivosti. Kamera in senzor imata kratko zaznavno polje za natančne meritve, zato je uporabniku nekoliko otežena uporaba saj mora stopiti neposredno pred kamero. Oddaljenost do kamere mora za natančno meritev biti v razponu največ enega metra, toplotnemu senzorju pa se mora oseba približati na pet centimetrov.

Meritve, ki sva jih opravila sva tabelirala v obliki kot je prikazana na spodnji sliki.

*Preglednica 1: Primer meritev (avtorsko delo, 2021)*

MERITEV	OSEBA	MASKA SENZOR	MASKA	TEMPERATURA SENZOR	TEMPERATURA
1	oseba 1	TRUE	TRUE	36,3	36,4
2	oseba 2	TRUE	TRUE	36,4	36,6
3	oseba 3	FALSE	FALSE	35,8	36

### 5.1 MOŽNE IZBOLJŠAVE

Izdelek je mogoče opremiti:

- s še **boljšim senzorjem toplote** - senzor uporabljen v nalogi ima natančnost  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ , kar je za najine potrebe v tem cenovnem razredu sicer dovolj, ampak so izboljšave vselej dobrodošle,
- z **zmogljivejšim jedrom** (oziroma Raspberry Pi-jem) - mini računalnik uporabljen v nalogi se ponavadi uporablja za preproste procese in programe (vklop ali izklop luči preko aplikacije, digitalni okvir slik, alarmni senzor gibanja) zato bi se nadgradnja jedra kazala predvsem v mnogo večji hitrosti detekcije uporabe zaščitnih mask in hitrejšem branju telesne temperature,

- s **širšim vidnim kotom** kamere - s tem bi zagotovila detekcijo uporabe zaščitne maske in merjenje telesne temperature več oseb hkrati, saj bi v sliko prišlo od 2 do 5 krat več ljudi,
- z **zaslonom** povezanim z Raspberry Pi-jem - tako bi bila končna uporabniška izkušnja mnogo boljša, saj bi posamezniki na lastne oči videli dogajanje pred kamero in na podlagi slikovnega gradiva (video posnetka v živo) izvedeli njihovo telesno temperaturo in uporabo zaščitne maske,
- s 3D zasnovanim **ohišjem** - celotna struktura oziroma zunanji videz izdelka bi tako bil lepši in produkt bi se posledično boljše prodajal (če bi se za prodajo seveda odločili).

## 6 ZAKLJUČEK / SKLEPI

Glede na pridobljene rezultate in njihovo analizo lahko potrdiva zastavljeno hipotezo. Gledano s stališča rezultatov lahko jasno vidimo, da je sestava in dobava strojnih komponent pod cenovnim razredom sto petdesetih evrov mogoča in da se rezultati meritev pod določenimi pogoji lahko primerjajo z izdelki v višjih cenovnih razredih.

Med izdelavo raziskovalne naloge sva se veliko naučila o samem virusu in njegovi nevarnosti. Izvedela sva veliko novega o praktični sestavi strojnih komponent na mini računalniku. Naloga nama je dala širšo sliko o tem kako toplotni senzorji in kamere na podlagi Raspberry Pi-ja delujejo, ob tem pa nama omogočala, da sva vse eksperimente, ki sva jih zanjo potrebovala, uspela vključiti še v programsko kodo, katero sva poiskala in priredila za najine potrebe. Celoten potek izdelovanja naloge je bil zanimiv a obenem tudi utrujajoč, saj sva se nekajkrat znašla pred ovirami, ki so se sprva zdele nerešljive a so se na koncu izkazale za lažje rešljive kot so izgledale na prvi pogled. Kljub temu, da sva končala z raziskovalno nalogo bova nadaljevala z nadgradnjo izdelka. V prihodnjih ciljih imava še postavitev spletnega strežnika, kateremu se bodo podatki sproti javljali, kar bo omogočilo lažji nadzor in shranjevanje podatkov. Ko bova osvojila še nekaj dodatnih znanj iz *machine learning*-a pa se bova lotila dodatne nadgradnje programa za zaznavo mask.



## 7 SEZNAM VIROV IN LITERATURE

### 7.1 KNJIŽNI VIRI

- Michael Jones and Paul Viola, "Fast Multi-view Face Detection" [paper.dvi \(researchgate.net\)](#), 2003,
- Mohammad Reza Pakravan-Charvadeh, Fatemeh Mohammadi-Nasrabadi, Saeed Gholamrezai, Hassan Vatanparast, Cornelia Flora and Ashkan Nabavi-Pelesaraei, "The short-term effects of COVID-19 outbreak on dietary diversity and food security status of Iranian households (A case study in Tehran province)" [The short-term effects of COVID-19 outbreak on dietary diversity and food security status of Iranian households \(A case study in Tehran province\) - ScienceDirect](#), 2020,
- Chao Qi and Lei Yang, "Face recognition in the scene of wearing a mask" [Face recognition in the scene of wearing a mask | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore](#), 2020.

### 7.2 SPLETNI VIRI

- Programska koda detekcije obrazov [GitHub - chandrikadeb7/Face-Mask-Detection: Face Mask Detection system based on computer vision and deep learning using OpenCV and Tensorflow/Keras](#) (8.1. 2021)
- Navodila izdelave [navodila-za-izdelavo-seminarske-naloge.pdf \(sc-celje.si\)](#) (8.1. 2020)
- Termalni senzor [MLX90614 Non-Contact IR Temperature Sensor Pinout, Datasheet, Equivalents & Specs \(components101.com\)](#) (8.1. 2021)
- Termalni senzor [MLX90614 Plug & Play Thermometer in a TO-can - Melexis | Mouser](#) (9.1. 2021)
- Raspberry Pi OS [Raspberry Pi OS – Raspberry Pi](#) (9.1. 2021)
- Google Scholar [Google Učenjak](#) (9.1. 2021)
- Toplotni senzor [MLX90247ESF-DSA Melexis - Temperature and Humidity Sensors - Distributors, Price Comparison, and Datasheets | Octopart component search](#) (10.1. 2021)
- Raspberry Pi kamera [Raspberry Pi NOIR vs Normal Camera - The Geek Pub](#) (10.1. 2021)
- Sistem detekcije uporabe zaščitne maske [Recognizing Masked Faces with Face Mask Detection System \(mobisoftinfotech.com\)](#) (11.1. 2021)
- Facial recognition [How Facial Recognition Works with Face Masks \(broutonlab.com\)](#) (11.1. 2021)
- Algoritmi za detekcijo [How Well Can Algorithms Recognize Your Masked Face? | WIRED](#) (14.1. 2021)

- Facial recognition z maskami [Facial recognition identifies people wearing masks - BBC News](#) (16.1. 2021)
- Facial recognition z maskami [Facial Recognition Tech That Works With Masks - APEX](#) (16.1. 2021)
- Geometrično / videzno prepoznavanje obraza [Face Recognition, Geometric vs. Appearance-Based | SpringerLink](#) (19.1. 2021)
- Detekcija mask z uporabo AI [Face Mask Detection System using AI | AI Mask Detection \(leewayhertz.com\)](#) (25.1. 2021)
- Algoritem in detekcija mask (podrobno) [Character Recognition Algorithm using Accumulation Mask -International Journal of Advanced Culture Technology | Korea Science](#) (27.1. 2021)
- Termalno prepoznavanje obraza [Face Recognition, Thermal | SpringerLink](#) (1.2. 2021)
- Prepoznavna obraza [Face Recognition, Overview | SpringerLink](#) (1.2. 2021)
- Zaznava obraza [Face Recognition, Thermal | SpringerLink](#) (1.2. 2021)
- Zaznava in prepoznavna obraza [Face Detection Vs. Face Recognition: What's the Difference? \(facefirst.com\)](#) (8. 2. 2021)
- Zaznava obraza [Face Detection | Firebase \(google.com\)](#) (15.2. 2021)
- Koronavirus [Koronavirus \(SARS-CoV-2\) - ključne informacije | www.nijz.si](#) (16.2. 2021)
- Preprečevanje okužb [Preprečevanje okužbe z virusom SARS-CoV-2 | www.nijz.si](#) (16.2. 2021)
- Nalezljive bolezni [Nalezljive bolezni | www.nijz.si](#) (16.2. 2021)
- Koronavirus [WHO Coronavirus \(COVID-19\) Dashboard | WHO Coronavirus Disease \(COVID-19\) Dashboard](#) (25.2.2021)
- Python zaznava obraza [Face Detection in Python Using a Webcam – Real Python](#) (27.2.2021)
- Kratke in dolgoročne posledice virusa [Short & Long-term Effects of COVID-19 on the Lungs \(uchealth.com\)](#) (27.2.2021)

## 8 PRILOGE

Rezultati 7 dnevnega eksperimenta:

*Preglednica 2: Meritve (avtorsko delo, 2021)*

MERITEV	OSEBA	MASKA SENZOR	MASKA	TEMPERATURA SENZOR	TEMPERATURA
1	oseba 1	TRUE	TRUE	36,3	36,4
2	oseba 2	TRUE	TRUE	36,4	36,6
3	oseba 3	FALSE	FALSE	35,8	36
4	oseba 4	TRUE	TRUE	36,1	36,2
5	oseba 5	TRUE	TRUE	35,6	35,7
6	oseba 6	TRUE	TRUE	35,1	35,4
7	oseba 7	TRUE	TRUE	36,1	35,8
8	oseba 8	TRUE	TRUE	35,2	35,3
9	oseba 9	FALSE	FALSE	35,8	36
10	oseba 10	TRUE	TRUE	36,9	36,9
11	oseba 11	TRUE	TRUE	35,3	35,2
12	oseba 12	TRUE	TRUE	36,6	36,4
13	oseba 13	TRUE	TRUE	35,7	35,5
14	oseba 14	TRUE	TRUE	35,4	35,1
15	oseba 15	FALSE	FALSE	35,5	35,7
16	oseba 16	TRUE	TRUE	37,2	36,9
17	oseba 17	TRUE	TRUE	35,8	35,6
18	oseba 18	TRUE	TRUE	36	35,9
19	oseba 19	TRUE	TRUE	36,1	36,3
20	oseba 20	TRUE	TRUE	36,7	36,8
21	oseba 21	TRUE	TRUE	36,6	36,8
22	oseba 22	FALSE	FALSE	36,3	36,1

23	oseba 23	FALSE	FALSE	35,3	35,1
24	oseba 24	TRUE	TRUE	36,3	36,1
25	oseba 25	TRUE	TRUE	36,2	35,9
26	oseba 26	TRUE	TRUE	34,9	35
27	oseba 27	TRUE	TRUE	34,8	35,1
28	oseba 28	TRUE	TRUE	35,4	35,3
29	oseba 29	TRUE	TRUE	36,9	36,6
30	oseba 30	TRUE	TRUE	35,4	35,3
31	oseba 31	FALSE	FALSE	36,8	36,6
32	oseba 32	TRUE	TRUE	36,8	36,9
33	oseba 33	TRUE	TRUE	35,3	35
34	oseba 34	TRUE	TRUE	35,1	35,3
35	oseba 35	TRUE	TRUE	36,7	36,5
36	oseba 36	TRUE	TRUE	36,8	36,7
37	oseba 37	TRUE	TRUE	35,5	35,8
38	oseba 38	FALSE	FALSE	36	36
39	oseba 39	TRUE	TRUE	36,6	36,6
40	oseba 40	TRUE	TRUE	35,5	35,2
41	oseba 41	TRUE	TRUE	36,7	36,5
42	oseba 42	TRUE	TRUE	36,9	37
43	oseba 43	TRUE	TRUE	36,8	36,7
44	oseba 44	TRUE	TRUE	35,9	35,9
45	oseba 45	FALSE	FALSE	36,4	36,2
46	oseba 46	TRUE	TRUE	36,3	36,3
47	oseba 47	TRUE	TRUE	34,8	35,1
48	oseba 48	TRUE	TRUE	35,2	35,4
49	oseba 49	TRUE	TRUE	37,3	37
50	oseba 50	TRUE	TRUE	36,5	36,4
51	oseba 51	TRUE	TRUE	36,9	36,7

52	oseba 52	FALSE	FALSE	35,5	35,3
53	oseba 53	TRUE	TRUE	34,9	35,2
54	oseba 54	TRUE	TRUE	36,2	36
55	oseba 55	TRUE	TRUE	36,5	36,2
56	oseba 56	TRUE	TRUE	35	35,1
57	oseba 57	TRUE	TRUE	36,7	36,9
58	oseba 58	TRUE	TRUE	36,8	37
59	oseba 59	TRUE	TRUE	36,3	36
60	oseba 60	FALSE	FALSE	36,7	36,9
61	oseba 61	TRUE	TRUE	36,8	37
62	oseba 62	TRUE	TRUE	36	35,9
63	oseba 63	TRUE	TRUE	35,4	35,2
64	oseba 64	TRUE	TRUE	35,5	35,7
65	oseba 65	TRUE	TRUE	35,6	35,3
66	oseba 66	TRUE	TRUE	36,6	36,3
67	oseba 67	TRUE	TRUE	36,6	36,7
68	oseba 68	FALSE	FALSE	36	36,2
69	oseba 69	TRUE	TRUE	35,5	35,8
70	oseba 70	TRUE	TRUE	35,5	35,2
-----					
		UJEMANJE 100%		36,037	36,01
				Razlika med povprečno temperaturo senzorja in termometra: 0,027	