

Iva Cvitković 0036484963  
Tihana Đerek 0036479503  
Anita Garić 0036486034  
Matea Mak 0036492972  
Filip Tomas 0036487874

SEMINARSKI RAD - SPVP



Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za elektroničke sustave i obradu informacija  
Sveučilište u Zagrebu

# Daljinska skrb za ukućane



- Δ Namijenjeno starijim osobama koje žive same
- Δ Potrebno poznavanje programiranja i elektrotehnike
- Δ Povezivanje mikrokontrolera i skupine senzora u funkcionalnu cjelinu

12. lipnja 2019

## Sažetak

Danas je životni vijek sve duži i vrlo je važno omogućiti starijima kvalitetan život u toplini njihova doma. Moderno društvo sve više teži omogućavanju sigurnog i kvalitetnog života svojih bližnjih u njihovom vlastitom domu. Jedno je od temeljnih ljudskih prava živjeti samostalno dok god je to moguće, naravno uz konstantan nadzor, brigu i pomoć bližnjih. Moderni životi mladih koji su odgovorni za svoje stare ne ostavljaju mnogo vremena i mogućnosti da im budu na raspolaganju onoliko koliko je ponekad potrebno.

Kako bi omogućili samostalan život starijih te kontrolu i informiranost mladih bez potrebe za stalnim fizičkim nadzorom osmišljen je sustav za daljinsku skrb za ukućane. Sustav omogućava nesmetan život i kretanje osobe koja ga koristi dok istovremeno obavještava odgovorne o eventualnim opasnim situacijama kako bi mogli pravovremeno reagirati ili poslati pomoć.

## Sadržaj

1. UVOD .....	3
2. OPIS SUSTAVA I KOMPONENTE .....	4
2.1. Shema sustava .....	4
2.2. ESP8266 .....	5
2.3. Senzor za akceleraciju .....	6
2.4. Senzor zvuka .....	7
2.5. Temperaturni senzor .....	8
2.6. Ostale komponente .....	9
2.7. Konačni izgled sustava .....	9
3. OPIS RADA SUSTAVA .....	10
3.1. Mogućnosti i ograničenja sustava .....	10
4. PROGRAMSKA PODRŠKA .....	13
4.1. Programski kod .....	13
4.2. Pushbullet aplikacija i Pushingbox servis .....	15
5. ZAKLJUČAK .....	17
6. LITERATURA .....	18
7. POJMOVNIK .....	19

Ovaj seminarski rad je izrađen u okviru predmeta „Sustavi za praćenje i vođenje procesa“ na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija, Fakulteta elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu.

Sadržaj ovog rada može se slobodno koristiti, umnožavati i distribuirati djelomično ili u cijelosti, uz uvjet da je uvijek naveden izvor dokumenta i autor, te da se time ne ostvaruje materijalna korist, a rezultirajuće djelo daje na korištenje pod istim ili sličnim ovakvim uvjetima.

## 1. Uvod

Sustav za daljinsku brigu, pomoć i skrb o ukućanima ima za cilj omogućiti kvalitetniji život osoba bez osjećaja da ih netko stalno promatra. Sustav daljinske brige je samo dio projekta „Pametna kuća“ kojom se želi unaprijediti sveukupan život u domu i izvan njega. Aktivnost modernog života sa sobom donosi sve češće izbjivanje iz doma te se tako nehotično zanemaruje briga o starijim ukućanima kojima je potreban stalni nadzor i pomoć.

Daljinski sustav za brigu o ukućanima osmišljen je tako da čita vrijednosti s različitih senzora te ovisno o podacima koje obrađuje i prati pravovremeno obavještava korisnika o alarmantnoj situaciji dajući pritom informaciju o tome koji senzor je registrirao promjenu. Sastoji se od sklopovlja malih dimenzija koji se nosi kao narukvica te programske podrške implementirane pomoću razvojnog okruženja Arduino IDE, ugrađenih biblioteka i postojećih servisa za alarmiranje nadležne osobe koristi se mobilna aplikacija pomoću koje se šalju obavijesti u trenutcima kada senzori zabilježe promjenu.

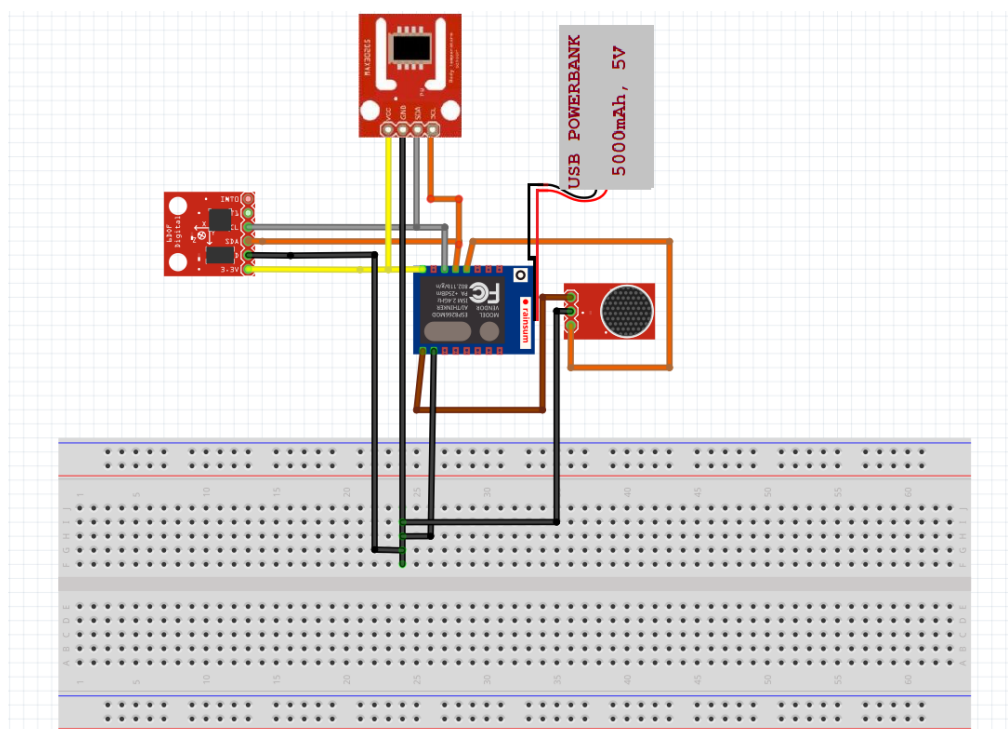
Neovisno o dobi, svaki od ukućana može uvidjeti korist od ovakvog sustava. Koncept neinvazivnog praćenja stanja osobe koja nosi narukvicu ipak ponajviše svoju primjenu nalazi kod starijih osoba i djece koja su sposobna brinuti sama o sebi. Kao sustav koji ima dvije korisničke strane, osoba kojoj je pomoć potrebna i nadležne osobe važno je uzeti u obzir zahtjeve i očekivanja obje strane.

## 2. Opis sustava i komponente

Sustav za daljinsku skrb za ukućane sastoji se od mikrokontrolera ESP8266, senzora akceleracije i žiroskopa, senzora zvuka, senzora tjelesne temperature, napajanja te dodatnih pomoćnih komponenti spojenih žicama prvenstveno na *protoboard-u* radi lakše provjere i kontrole za vrijeme projektiranja i ispitivanja rada sustava. Komponente su konačno ušivene na elastičnu pamučnu traku koja se lako stavlja te se cijeli sustav nosi oko nadlaktice tako da ne smeta u svakodnevnim poslovima i životnim navikama.

### 2.1. Shema sustava

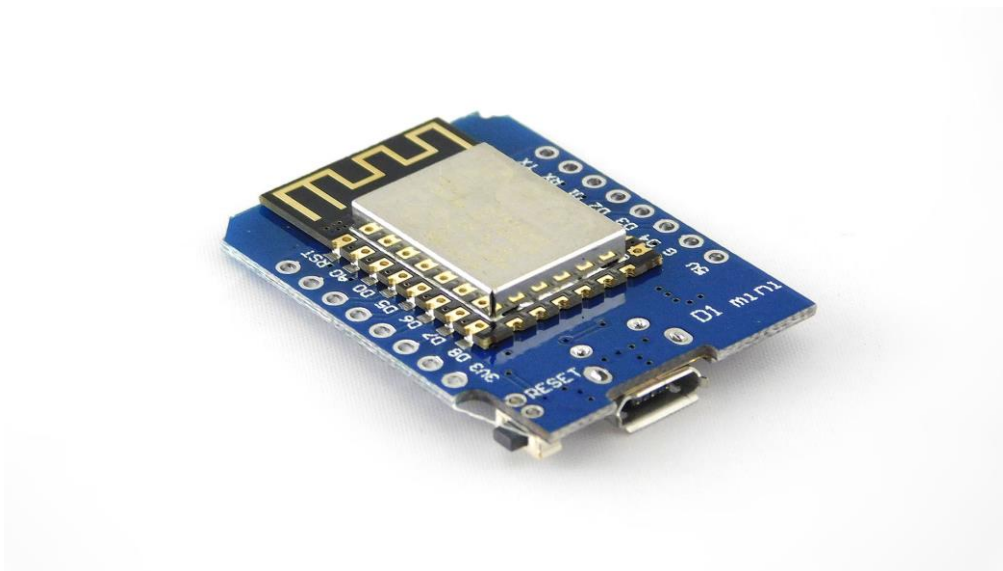
Slika 1. prikazuje shemu sustava.



Slika 1. Shema sustava

## 2.2. ESP8266

ESP8266 je mikrokontroler s integriranom podrškom za WiFi. Inačica korištena u sklopu ovog projekta je ESP8266-12N. Ugrađeni TCP/IP protokol omogućava brzo i jednostavno povezivanje na lokalnu mrežu, te samim time vezu s Internetom. Također, druge ugrađene funkcije poput podrške za komunikaciju pomoću I<sup>2</sup>C, 1-wire, SPI i UART protokola omogućavaju potpunu kontrolu nad projektiranim sustavom. Široko temperaturno područje rada, male dimenzije i niska potrošnja čine ga pogodnim za korištenje u industrijskim okruženjima kao i u mobilnim uređajima. Podržavanje različitih protokola za komunikaciju s drugim uređajima te jednostavno povezivanje na Internet čini ga idealnim za uključivanje različitih sustava u Internet stvari (eng. *Internet of Things*).



**Slika 2. Mikrokontroler ESP8266 s ugrađenim WiFi modulom**

### 2.3. Senzor za akceleraciju

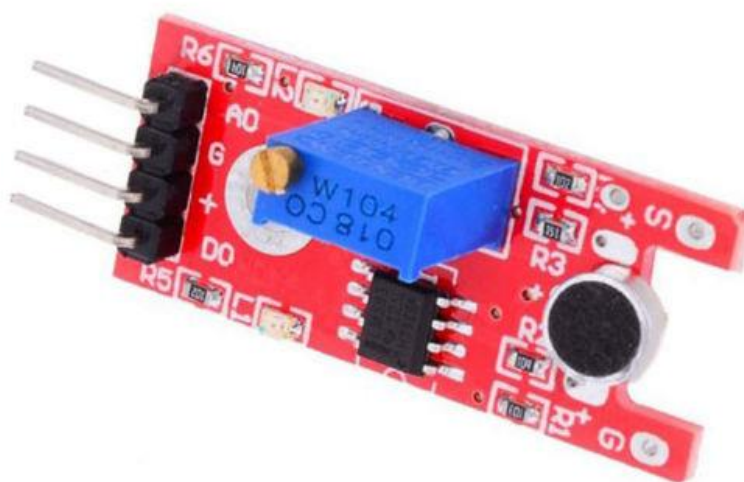
Sparkfun LSM6DS3 integrirani je akcelerometar i žiroskop s ugrađenim temperaturnim senzorom koji detektira pokrete u 6 smjerova. Za rad je potrebno dovesti napajanje od 3.3V te ima podršku za I<sup>2</sup>C i SPI komunikaciju. Također ima izvode za izazivanje prekida i međuspremnik od 8kB. Zahvaljujući malim dimenzijama, niskoj cijeni i velikom broju načina konfiguriranja ima široku i raznovrsnu primjenu. Pomoću ovakvog senzora moguće je detektirati udare, slobodan pad, položaj, nagibe, brojati korake te mjeriti temperaturu.



Slika 3. Sparkfun LSM6DS3 akcelerometar i žiroskop

## 2.4. Senzor zvuka

Senzor LM393 je senzor koji mjeri razinu zvuka. Koristi napajanje od 4V do 6V te se spaja direktno na mikrokontroler ESP8266. Sadrži 4 pina, potenciometar i 2 LED diode. Jedna dioda signalizira da je senzor spojen na napajanje i ona svijetli cijelo vrijeme rada. Druga dioda svijetli u trenutku kada je detektirana razina zvuka iznad zadanog praga. Pomoću ugrađenog potenciometra jednostavno se mijenja osjetljivost što omogućava bolju točnost samog mjerenja ovisno o uvjetima u kojima senzor radi. Komponenta se sastoji od mikrofona koji je spojen na pojačalo koje pojačava zvučni signal prije slanja signala na mikrokontroler.

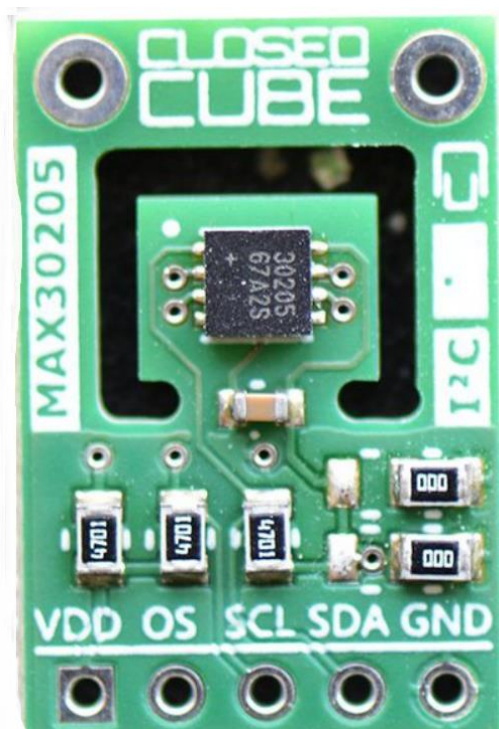


Slika 4. Senzor zvuka LM393



## 2.5. Temperaturni senzor

Temperaturni senzor MAX30205 pretvara mjerenu temperaturu u digitalni signal pritom koristeći analogno digitalni pretvornik visoke rezolucije. S obzirom na različite načine rada koji omogućavaju smanjenje potrošnje i točnost mjerenja od 0.1 °C u području od 37 °C do 39 °C često se primjenjuje u medicinske svrhe. Komunikacija je ostvarena I<sup>2</sup>C protokolom. Za rad senzora potrebno je napajanje od 2.7V do 3.3V.



Slika 5. Senzor tjelesne temperature MAX30205

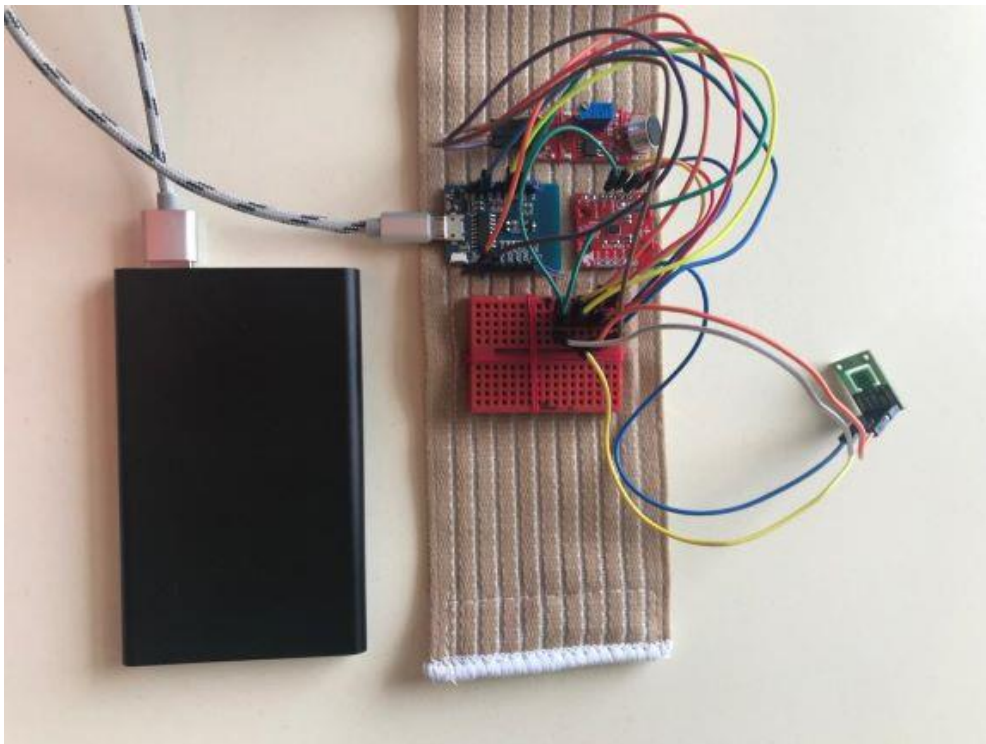


## 2.6. Ostale komponente

Osim mikrokontrolera i navedenih senzora korištene su žice, *protoboard*, prijenosna baterija te kabel za napajanje. S obzirom na zahtjev da je sustav lagan i kompaktan, napajanje je izvedeno pomoću prijenosne baterije koja je kabelom odvojena od samog sustava senzora. Radi jednostavnosti, kontrole i lakšeg testiranja, komponente su spojene na *protoboard*.

## 2.7. Konačni izgled sustava

Na slici 6. prikazan je konačni izgled sustava za daljinsku skrb o ukućanima.



Slika 6. Konačni izgled sustava

### 3. Opis rada sustava

Sustav je osmišljen tako da obavlja svoju zadaću bez intervencije i potrebe za dodatnom reakcijom korisnika koji ga nosi. U trenucima kada neki od senzora zabilježi promjenu ili pošalje prekid, sustav automatski šalje obavijest korisniku – skrbniku pomoću mobilne aplikacije te takva obavijest sadrži informaciju o tome koji je senzor detektirao promjenu. Osim naglih i neočekivanih promjena, sustav također redovito prati tjelesnu temperaturu i kretanje.

#### 3.1. *Mogućnosti i ograničenja sustava*

Sustav pomoću podataka koje dobiva sa senzora prati i obavještava o eventualnim promjenama u životnoj rutini. Svaki od senzora pridonosi velikom količinom podataka koje treba analizirati kako bi se iz njih mogli donositi zaključci. Sustav je prvenstveno zamišljen kao pomoć starim osobama pretpostavljajući njihovu životnu rutinu. Međutim, daljnji razvoj ovakvog sustava zahtjeva individualni pristup svakom korisniku, promatranje i analizu podataka sa senzora te postupnu cjelokupnu prilagodbu pojedincu.

Senzor zvuka koji se koristi u ovom sustavu ima zadaću detektirati razinu zvuka. Kada razina zvuka prijeđe određeni definirani prag, senzor u stvarnom vremenu šalje prekid na mikrokontroler, te se generira odgovarajuća poruka. Senzor može detektirati neuobičajene glasne zvukove poput vriska ili poziva u pomoć, no samo u smislu detekcije razine zvučnog signala. Prednost tome je što osobi koja ga koristi nije ugrožena privatnost, samim time korištenje sustava ne izaziva osjećaj sputanosti u svakodnevnim razgovorima. S druge strane, kada bi senzor zvuka mogao prepoznavati govor ili određene ključne riječi, sustav bi se znatno unaprijedio jer bi se smanjila vjerojatnost pogrešnog očitavanja.

Promjene tjelesne temperature očitavaju se sa senzora u vremenskim razmacima od 15 minuta. Sustav će poslati obavijest o promjeni ako vrijednost očitavanja senzora izlazi iz unaprijed definiranih intervala, te neće slati novu obavijest do ponovne promjene intervala temperature.

Najsloženija komponenta ovog sustava je senzor za akceleraciju. Pomoću njega prati se aktivnost i detektira pad. Senzor šalje podatke o vrijednostima akceleracije u 3 smjera (x os, y os, z os) svakih 0.05 sekundi (frekvencija uzimanja uzoraka podešena na približno 20Hz). Dobiveni podatci se obrađuju svake sekunde te se među njima računa razlika minimalne i maksimalne vrijednosti geometrijske sredine vrijednosti akceleracije u smjerovima svih osi. Postavljeni su pragovi koji definiraju kada je došlo do pomaka, pada ili izostanka aktivnosti.

Najveći izazov projektiranja i realizacije ovakvog sustava je nepredvidivost ponašanja osobe koje ga nosi. Na svakodnevnu rutinu utječu razni vanjski čimbenici koji ne stvaraju problem u smislu normalnog funkcioniranja već mijenjaju parametre koji se prate sustavom i time utječu na točnost i pouzdanost sustava. Primjerice, opasnim padom smatra se pad iz stajaćeg položaja koji senzor za akceleraciju lako zabilježi, no moguće je da osoba izgubi svijest dok sjedi. Isto tako naglo okretanje izaziva promjenu u vrijednostima akceleracije te će sustav i takvu promjenu detektirati kao pad. Sustav pomoću istog senzora prati i dnevnu aktivnost. Parametri su namješteni tako da odgovaraju prosječnoj procjeni kretanja kroz dan što naravno često ne odgovara stvarnoj aktivnosti. Iz mnogih razloga osoba može spavati duže ili kraće ili spavati kroz dan te tako utjecati na podatke koje senzor očitava. Nadalje, glasni zvukovi koje prati senzor zvuka često u kućanstvu mogu biti nevezani za krikove ili pozive u pomoć.

Svako od ovih pitanja predstavlja prepreku u dizajniranju sustava koji može pratiti stanje osobe bez da utječe na svakodnevni život, ne ograničava korisnika niti zahtjeva reakciju već je potpuno automatiziran. Poboljšanje i unaprjeđenje ovakvog sustava zahtjeva mnogo razmišljanja i istraživanja te zasigurno praćenje dodatnih parametara poput otkucaja srca ili tlaka. Postoji mnogo dodatnih mogućnosti vezanih za samu implementaciju i instalaciju sustava. Budući da sustav za rad treba konstantno napajanje, praćenje stanja baterije, smanjenje dimenzija baterije ili dodavanje pomoćnog napajanja neke su od ideja za poboljšanje sustava. Također smanjenjem dimenzija cijelog sustava i pakiranjem u vodootporno kućište znatno bi se olakšalo korištenje i produžio životni vijek samog sustava.

Korak dalje u napretku praćenja korisničkog stanja zahtjeva analizu podataka koje senzori mogu mjeriti te procjena povezanosti promjena očitavanja s različitim senzora. Tako će odluka o događajima ovisiti o promjeni više parametara što rezultira većom sigurnošću i točnošću. Ipak, treba uzeti u obzir da je važan zahtjev na ovakav sustav da obavještava o promjeni čim se ona dogodi.

## 4. Programska podrška

Programiranje mikrokontrolera i ostvarivanje veza sa sensorima, kao i povezivanje cijelog sustava na Internet koristeći postojeću mobilnu aplikaciju, izvedeno je pomoću integriranog razvojnog okruženja Arduino IDE. Komunikacija sa sensorima izvedena je ovisno o individualnim karakteristikama pojedinog senzora i podržanim protokolima. Korištene su različite ugrađene Arduino programske biblioteke i servisi za jednostavniju razmjenu podataka između sustava i korisnika.

### 4.1. Programski kod

Senzor zvuka šalje prekid u trenutku kada detektira razinu zvuka iznad definiranog praga. Slika 7. prikazuje programski odsječak kojim je postignuto postavljanje prekida na izvod mikrokontrolera i prekidna rutina unutar koje se pazi na istitravanje kontakata realnih komponenta. Time je izbjegnuto slanje višestrukih obavijesti.

```
void setup() {  
  ...  
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(13), handleInterrupt, RISING);  
  ...  
}  
  
void ICACHE_RAM_ATTR handleInterrupt()  
{  
  int microphoneDetect = digitalRead(13);  
  if (microphoneDetect) {  
    microphoneInterrupt = 1;  
    microphoneActivationTime = millis();  
    microphoneDebounce = 1;  
  }  
}
```

**Slika 7. Programski odsječak (Senzor zvuka)**

Glavni dio koda za detekciju pada prikazan je na slici 8.

```
for (int k=0; k < sizeofData; k++){  
    float sum1 = pow(x[k],2) + pow(y[k],2) + pow(z[k],2);  
    float sum2 = sqrt(sum1);  
  
    if(k == 0){  
        sumMinimum = sum2;  
        sumMaximum = sum2;  
    }  
  
    if(sum2 > sumMaximum) sumMaximum = sum2;  
    if(sum2 < sumMinimum) sumMinimum = sum2;  
    if(k == 18) fromLastHolder[0] = sum2;  
    if(k == 19) fromLastHolder[1] = sum2;  
  
    if(initalFallDetect){  
        initalFallDetect = 0;  
    } else {  
        if(fromLast[0] < sumMinimum) sumMinimum = fromLast[0];  
        if(fromLast[1] < sumMinimum) sumMinimum = fromLast[1];  
    }  
  
    fromLast[0] = fromLastHolder[0];  
    fromLast[1] = fromLastHolder[1];  
    if((sumMaximum - sumMinimum) >= fallMinimum) return fallDetected;  
    if((sumMaximum - sumMinimum) >= movementMinimum){  
        Serial.println("Iz funkcije: kolka razlika suma: ");  
        Serial.println(sumMinimum);  
        Serial.println(sumMaximum);  
    }  
}
```

**Slika 8. Programski odsječak (Akcelerometar)**

Važno je primijetiti da su pri analizi vremenskog intervala u obzir uzete i vrijednosti s kraja prethodnog intervala mjerenja. Time je osiguran kontinuitet među intervalima nad kojima se provodi analiza podataka.

## 4.2. Pushbullet aplikacija i Pushingbox servis

Za slanje obavijesti korišten je besplatni web servis *Pushingbox* na koji mikrokontroler šalje HTTP zahtjev. Programski odsječak koji to omogućava prikazan je na slici 9. Poruku zadanu unutar HTTP zahtjeva servis u obliku obavijesti preko API-ja šalje na *Pushbullet* aplikaciju. Obavijesti se preko aplikacije mogu primiti na osobnom računalu ili mobilnom uređaju koji mora imati instaliranu aplikaciju. Web servis omogućava slanje obavijesti na proizvoljan broj uređaja tako da mu se preda API pristupni ključ (eng. *API access key*) od pojedine instalirane aplikacije. Sadržaj poruke ovisi o tome koji je senzor javio promjenu.

```
void sendNotification(String message){
  if(WiFi.status() != WL_CONNECTED){
    WiFi.begin(ssid, password);
  }
  Serial.println("- connecting to pushing server: " + String(logServer));
  if (client.connect(logServer, 80)) {
    Serial.println("- succesfully connected");

    String postStr = "devid=";
    postStr += String(deviceId);
    postStr += "&message_parameter=";
    postStr += String(message);
    postStr += "\r\n\r\n";

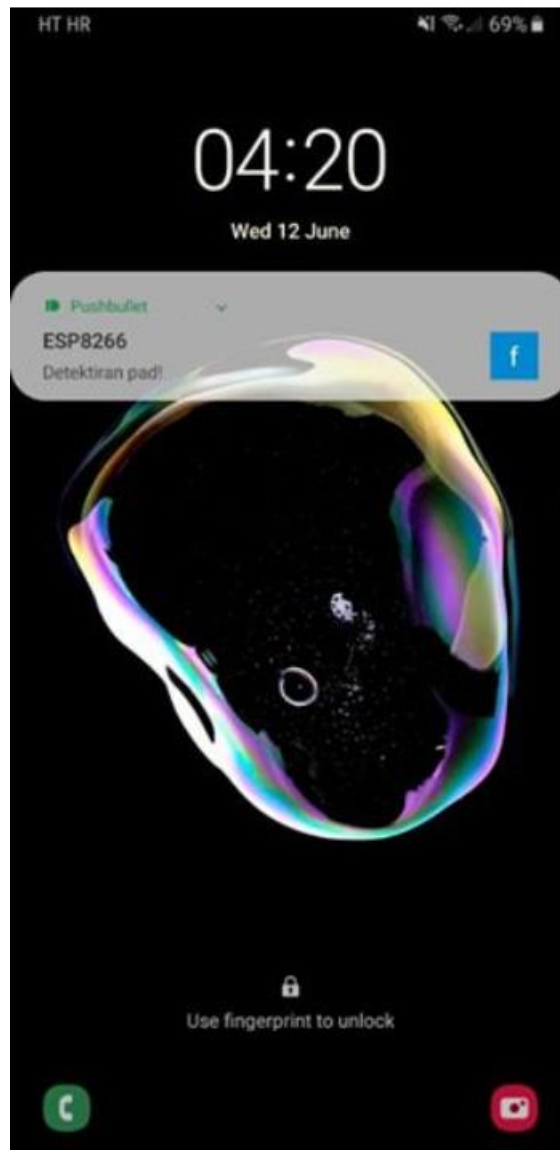
    Serial.println("- sending data...");

    client.print("POST /pushingbox HTTP/1.1\n");
    client.print("Host: api.pushingbox.com\n");
    client.print("Connection: close\n");
    client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
    client.print("Content-Length: ");
    client.print(postStr.length());
    client.print("\n\n");
    client.print(postStr);
  }
  client.stop();
  Serial.println("- stopping the client");
}
```

Slika 9. Programski odsječak (*Pushingbox*)



Izgled obavijesti koja se prima pomoću *Pushbullet* aplikacije prikazan je na slici 10.



Slika 10. Izgled obavijesti aplikacije *Pushbullet*

## 5. Zaključak

Sustav za daljinsku skrb za ukućane omogućuje samostalnost života starijih osoba bez da narušava privatnost i mijenja životnu rutinu. Implementirani sustav omogućuje bližnjima starijih osoba da svoje bližnje ne moraju zbrinjavati u domove za starije osobe. Cilj je starijima omogućiti da život nastave u okruženju i udobnosti vlastitog doma. Sustav može značiti unaprjeđenje kvalitete života za obje korisničke strane. Najveću korist naravno imaju oni kojima je prvenstveno sustav namijenjen te uz njega mogu bez straha obavljati svakodnevne poslove. Također, istraživanja pokazala kako osobe koje ostaju živjeti u vlastitom domu žive duže i kvalitetnije.

Sustav je dizajniran tako da minimalno smeta korisniku tijekom korištenja, iako se taj aspekt dodatno može poboljšati integracijom sustava napajanja i izradom vodonepropusnog kućišta. Dodatna poboljšanja mogla bi se ostvariti dodavanjem komponenata za praćenje dodatnih parametara ovisno o korisničkim zahtjevima i potrebama.

## 6. Literatura

[1] Senzor Sparkfun LSM6DS3.

URL: [https://github.com/sparkfun/SparkFun\\_LSM6DS3\\_Arduino\\_Library](https://github.com/sparkfun/SparkFun_LSM6DS3_Arduino_Library)

[2] Senzor MAX30205.

URL: [https://github.com/Protocentral/Protocentral\\_MAX30205](https://github.com/Protocentral/Protocentral_MAX30205)

[3] Senzor LM393.

URL: <http://www.alldatasheet.com/>

[4] Mikrokontroler ESP8266.

URL: <https://www.esp8266.com/>

[5] Pushingbox servis

URL: <http://www.geekstips.com/android-push-notifications-esp8266-arduino-tutorial>

[6] Pushbullet aplikacija

URL: <https://www.pushbullet.com/>

