

LIFE LINK-NARUKVICA ZA POMOĆ NAJUGROŽENIJIM PACIJENTIMA

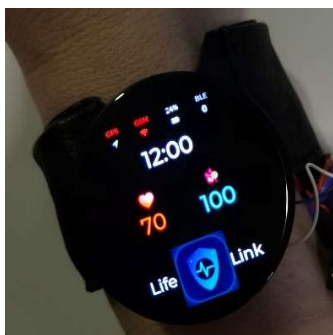
LIFE LINK– BRACELET FOR ASSISTANCE TO THE MOST VULNERABLE PATIENTS

Autori: **KRISTINA GOCEV, MIHAILO PEŠIĆ, LUKA VUČIĆ** učenici IV razreda
Tehničke škole u Pirotu

Mentor : Dipl.ing.elektrotehnike za računarsku tehniku i informatiku **BLAGOJEVIĆ
BOBAN** profesor programiranja , Tehnička škola Pirot

II REZIME

LifeLink je pametna zdravstveno-bezbednosna narukvica razvijena na ESP32 platformi, namenjena dijaliznim bolesnicima , osobama na terapijama od karcinoma , dijabetičarima i drugim najugroženijim grupama pacijenata , kao i njihovim porodicama, kojima je podrška u svakodnevnom životu od presudnog značaja. Ideja projekta nastala je iz stvarnih potreba zajednice , ali i ličnog iskustva jednog člana tima , što je dodatno motivisalo detaljnu analizu



Slika 1-Prvi prototip LifeLink-a

*Picture 1 - The first prototype
of LifeLink*

problema sa kojima se pacijenti i njihove porodice svakodnevno suočavaju. Tokom teških i mukotrpnih terapija, pacijenti često nemaju snage da posegnu za telefonom i pozovu pomoć , dok porodice žive u stalnoj brizi i strahu , ne znajući u kakvom se stanju njihovi najbliži nalaze . LifeLink omogućava kontinuirano praćenje vitalnih parametara , automatsku detekciju padova i kritičnih stanja , kao i trenutno slanje SOS poziva i poruka sa preciznom GPS lokacijom putem GSM mreže , nezavisno od mobilnog telefona. Sistem dodatno podržava BLE (Bluetooth Low Energy) komunikaciju , čime se omogućava povezivanje sa pametnim telefonom i aplikacijom kada je telefon u blizini, u zavisnosti od izbora korisnika ili osobe koja o njemu brine . Rezultat rada je funkcionalan prototip pametne narukvice koja povećava osećaj sigurnosti pacijenata , smanjuje psihološki pritisak na porodice i omogućava bržu reakciju u hitnim situacijama .

III PRINCIP RADA I PRAKTIČNA REALIZACIJA

3.1 Princip rada sistema

LifeLink je pametna narukvica bazirana na ESP32-S3 mikrokontroleru , namenjena stalnom praćenju zdravstvenog stanja korisnika i automatskoj reakciji u hitnim situacijama.

Sistem radi na sledećem principu :

- Senzori neprekidno mere puls , nivo kiseonika u krvi i prate pokrete i položaj tela .
- Podaci se obrađuju u realnom vremenu pomoću FreeRTOS multitasking sistema .
- U slučaju detekcije pada ili kritičnog stanja, automatski se aktivira GSM modul koji šalje SOS poruku sa GPS lokacijom. (ili preko BLE preko aplikacije-po izboru korisnika)
- Prikaz informacija vrši se preko AMOLED ekrana pomoću grafičkog interfejsa zasnovanog na LVGL biblioteci .
- Sistem vodi računa o potrošnji energije , automatski gasi ekran i upravlja napajanjem kako bi produžio trajanje baterije .

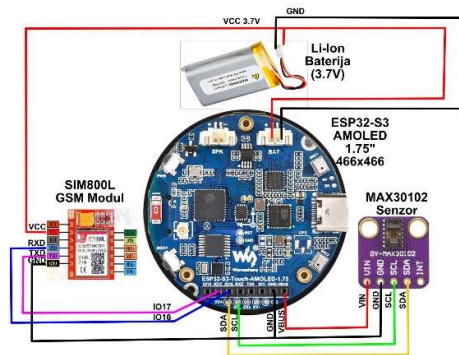
3.2 Predstavljanje komponenti za izradu rada uz opis i karakteristike komponenti

BR	NAZIV KOMPONENTE	OPIS I ULOGA
1.	ESP32-S3 mikrokontroler	Centralna procesorska jedinica sistema , upravlja svim perifernim modulima i pokreće FreeRTOS, LVGL i komunikacione protokole
2.	QMI8658 – Akcelerometar i žiroskop	Detekcija pokreta, položaja ruke i padova i komunikacija putem I2C magistrale
3.	GPS LC76G modul	Precizno određivanje lokacije korisnika i slanje NMEA koordinata (\$GNGGA , \$GNRMC)
4.	AXP2101 – Power Management Unit	Upravljanje baterijom, merenje procenta napunjenosti i kontrola potrošnje energije
5.	AMOLED displej + LVGL	Grafički prikaz svih informacija i brz i fluidan interfejs uz DMA SPI komunikaciju
6.	MAX30102 – Puls i SpO ₂ senzor	Merenje pulsa i zasićenosti krvi kiseonikom, FIFO bafer + interrupt način rada
7.	SIM800L / GSM A6 GSM modul	Quad-band 2G modul za automatsko slanje SMS poruka i poziva u hitnim slučajevima , bez potrebe za telefonom . Komunikacija preko UART interfejsa
8.	.Li-Ion baterija	Prenosivi izvor energije koji obezbeđuje višesatni stabilan i nezavisan rad uređaja .

Tabela 1-Spisak komponenata sa funkcijama

Table 1- List of components with functions

3.3 Šema sistema, način povezivanja komponenti



Slika 2-Šema povezivanja komponentata

Picture 2 - Component connection diagram

3.4 Programiranje platforme bitni delovi koda za rad sistema uz opis funkcije

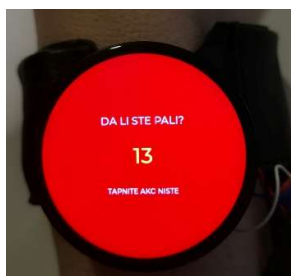
1. FreeRTOS raspodela taskova-Sistem koristi multitasking arhitekturu zasnovanu na FreeRTOS-u , gde je app_main zadužen za grafički interfejs i LVGL prikaz , sensor_read_task za čitanje podataka sa senzora , gsm_task za slanje SOS poruka , ble_task za BLE telemetriju, dok power_task upravlja potrošnjom energije sistema .

2. Algoritam detekcije pada-Sistem koristi state machine algoritam koji obuhvata faze detekcije slobodnog pada (FREE_FALL) , detekcije udara (IMPACT) i potvrde nepokretnosti uz promenu ugla (STILLNESS + ANGLE) . Pad se smatra validnim ukoliko je detektovana promena ugla veća od 60° i ukoliko nepokretnost traje najmanje 5 sekundi .

3. Slanje SOS poruke-Nakon potvrde pada , sistem automatski aktivira GSM modul , postavlja tekstualni režim rada (AT+CMGF=1) i šalje SOS poruku na unapred definisan broj (AT+CMGS), koja sadrži upozorenje i GPS lokaciju korisnika u obliku Google Maps linka.

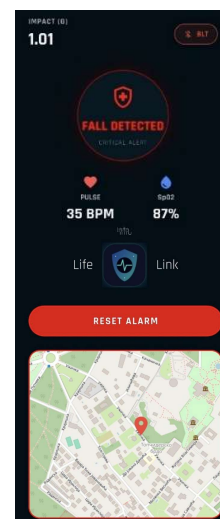
4. Upravljanje ekranom i potrošnjom-Nakon 15 sekundi neaktivnosti , sistem automatski isključuje AMOLED ekran , smanjuje ukupnu potrošnju energije i po potrebi prelazi u deep-sleep režim rada radi maksimalne uštede baterije .

Više informacija na našem sajtu : <https://lifelink.tsp.edu.rs/>.



Slika 3-Ekran na uređaju kada dođe do incidenta

Picture 3 - Device screen when an incident occurs



Slika 4-LifeLink aplikacija(ble)-kada je došlo do incidenta

Figure 4-LifeLink application(ble)-when the incident occurred

```

// Fall Detection State Machine (Runs fast)
// Advanced Fall Detection State Machine
uint32_t now = pdTICKS_TO_MS(xTaskGetTickCount());

switch (fallState)
{
case IDLE:
// Phase 1: Free Fall (or Pre-Impact)
if (g_total < FALL_THRESHOLD_LOW)
{
// Store current orientation as reference before the chaos starts
ref_ax = acc.x;
ref_ay = acc.y;
ref_az = acc.z;

potentialFallCount++;
snprintf(info_str, sizeof(info_str), "FreeFall? (Pot:%d)", potentialFallCount);
lv_label_set_text(ui_LabelInfo, info_str);

fallState = FREE_FALL;
stateTimer = now;
}
else
{
// Constant update of reference vector while stable (optional, but good for tracking)
if (abs(g_total - 1.0f) < 0.1f)
{
ref_ax = acc.x;
ref_ay = acc.y;
ref_az = acc.z;
}
}
break;

case FREE_FALL:
// Phase 2: Impact
if (g_total > FALL_THRESHOLD_HIGH)
{
ESP_LOGM(TAG, "!!! IMPACT DETECTED (G: %.2f)!!!", g_total);
snprintf(info_str, sizeof(info_str), "IMPACT! (G:%.1f)", g_total);
lv_label_set_text(ui_LabelInfo, info_str);

fallState = WAITING_FOR_STILLNESS;
stateTimer = now;
}
}

```

Slika 5- Deo koda zaslužen za detekciju pada

Picture 5- The part of the code responsible for the fall detection

IV REZULTAT

Nakon lemljenja fizičkih sklopova, razrade C koda po preporučenoj ESP-IDF arhitekturi na dva procesorska jezgra i renderovanja LVGL menija, sproveli smo niz stres testova uređaja. Fokus testiranja bio je kalibrisanje osetljivosti detekcije pada QMI8658 modula. Algoritam je isfiltriran za sprečavanje lažnih alarma tako što uz brzu promenu ubrzanja (slobodan pad o tlo) ispituje i očekivano mirovanje nakon pada, kao i promenu ugla pri padu, uspešno izbegavajući greške prilikom mahanja rukom ili jednostavnog guranja.. Druga uspešna tačka leži u prelasku sa modula GSM GA6-B (5V) na modul SIM800L GSM (3.7V) koji se napaja direktno sa Li-Ion baterije (3.7–4.2V) bez potrebe za spoljnim boost konvertorom, uz uvođenje filter kondenzatora (1000µF elektrolitski + 100nF keramički) paralelno na VCC/GND pinove modula. Ovo je doprinelo potpunoj mrežnoj pokrivenosti i stabilnosti signala, eliminišući probleme sa gubitkom 5V napajanja koje je prethodni boost konvertor uzrokovao. Konačni rezultat je potpuno funkcionalna pametna narukvica impresivnog interfejsa koja, za razliku od modernih pametnih satova, nije vezana isključivo za mobilni telefon putem Bluetooth veze, već poseduje integrisan zdravstveni biološki nadzor i pravovremeno izveštava o incidentima na sopstveno GSM nezavisno prenešeno mobilno SMS rešenje, obezbeđujući na taj način visok stepen prenosive bezbednosti za najugroženije grupe, time što obaveštava na vreme šaljući tačnu lokaciju nadležnim službama (hitna pomoć) i porodici, što svima pruža osećaj dodatne sigurnosti i olakšanja. Takođe, uređaj poseduje BLE (Bluetooth Low Energy), te se može

konektovati i na mobilni telefon korisnika, a hitan poziv ili SMS poslati i direktno sa aplikacije korisnikovog telefona na izabrane brojeve.

V ZAKLJUČAK

Predstavljeni prototip LifeLink platforme pruža izuzetan potencijal . Njegova najveća prednost jeste modularan multifunkcionalan pristup malog faktora forme . Mogući dalji rad na projektu zasigurno obuhvata dublju optimizaciju upotrebe baterije - kreiranjem takozvanog "Deep Sleep" logičkog koraka gašenjem ekrana , kao i integraciju algoritama veštačke inteligencije (Edge Impulse/TinyML). Mogućnošću "treniranja" sitnih klasifikacionih neuronskih mreža na samom ESP32 hardveru bi se drastično povećala moć raspoznavanja padova i nezgoda, različitih vrsta pokreta i skokova , nepravilnog rada srca , kao i predviđanja tipova događaja na osnovu većeg broja podataka , i prilagođavanja ponašanju konkretnog korisnika na osnovu bogatijih baza podataka (dataseta). Bez obzira na to što je trenutni uređaj prototipskog karaktera , efikasnost i samostalnost testiranih modula dokazuju njegovu visoku i spasonosnu nosivu primenjivost na realnom terenu .

VI ZAHVALNOST

Ovim putem se zahvaljujemo mentoru Bobanu Blagojeviću , profesoru Bojanu Ćiriću i profesorki Sanji Rančić na velikoj podršci , stručnoj pomoći i korisnim savetima tokom realizacije projekta. Posebnu zahvalnost upućujemo mentorki Milici Petković iz kompanije BOSCH na nesebičnoj pomoći i stručnom doprinosu , kao i Zoranu Dimitrovu na pomoći pri izradi prilagodljivog kaiša. Takođe , zahvaljujemo se Startup Centru Pirot i kolektivu Tehničke škole Pirot na podršci i saradnji

VII LITERATURA I REFERENCE

- [1.] Espressif Systems, *ESP-IDF Programming Guide*, Espressif, <https://docs.espressif.com>
- [2.] LVGL Community, *LVGL Graphic Library Documentation*, LVGL.io, <https://lvgl.io>
- [3.] SIM800L GSM Module Datasheet / AT Commands – SIMCom dokumentacija
- [4.] QST Corporation, *QMI8658C Attitude & Motion Detection IMU Datasheet*, QST,
- [5.] Maxim Integrated, *MAX30102 High-Sensitivity Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor Datasheet*, Maxim Integrated
- [6.] Google Developers, *Google Maps URL Schema Documentation*, Google, <https://developers.google.com/maps/documentation/urls/get-started>
- [7.] Google Developers, Google Anti-Gravity, Google, <https://antigravity.google/>