

DISPOZITIV INTELIGENT PENTRU MONITORIZAREA PERSOANELOR ÎN ETATE

Anatolie IAVORSCHI

Departamentul Microelectronica și Inginerie Biomedicală, doctorand, Facultatea Calculatoare, Informatica și Microelectronica, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Anatolie Iavorschi, e-mail: anatolie.iavorschi@mib.utm.md

Îndrumător/coordonator științific: Victor ȘONTEA, prof. univ., dr., Facultatea Calculatoare, Informatica și Microelectronica, Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat. Odată cu înaintarea în vârstă, mai ales în contextul îmbătrânirii continue a populației, persoanele în etate pot suferi de boli care pot cauza lipsa de memorie, stări de lipsă de concentrare astfel încât au nevoie de îngrijire și monitorizare adecvată.

Lucrarea dată redă elaborarea unui dispozitiv inteligent destinat de a permite persoanelor ce prezintă tulburări cognitive și de memorie să ducă un mod de viață fără obstacole și dificultăți.

Cuvinte cheie: Alzheimer, demență, pulsoximetrie, monitorizare GPS.

Introducere

Tot mai des sunt mediate cazuri când persoanele în vârstă cu deficiență de memorie se pierd și nu sunt în stare să își găsească casa sau persoanele apropiate, și sunt greu de găsit în timp cât mai scurt.

Omenirea suferă de o îmbătrânire continuă a populației iar dezvoltarea tehnologiilor noi trebuie să atragă atenția și la asupra preocupării îngrijirii acestor persoane pentru a le asigura o viață în siguranță și fără primejdii.

Lucrarea dată relatează dezvoltarea unui dispozitiv ce servește ca un accesoriu al persoanelor în etate și are ca scop monitorizarea poziției în care aceasta se află, respectiv și distanța față de un punct prestabilit pentru o alarmare în caz că persoana s-a îndepărtat prea mult față de locul de trai fără o preîntâmpinare a persoanelor în îngrijirea cărora se află. Modulul GSM încorporat în componența dispozitivului servește pentru transmiterea datelor de locație a persoanei în caz că este necesar, precum și ritmul cardiac măsurat cu ajutorul unui sensor de puls. În cazul în care frecvența ciclului cardiac, precum și saturația sângelui în oxygen, depășesc o limită minimă sau maximă, sau în cazul în care persoana monitorizată se îndepărtează mai mult de o distanță limită față de punctul de reședință, persoanele în custodia cărora se află vârstnicul vor fi înștiințate cu un mesaj text despre aceste schimbări de situație.

Display-ul LCD grafic permite persoanei care poartă dispozitivul să fie la curent cu ora și data curentă iar interacționând cu dispozitivul dat să solicite ajutor de la cei responsabili de monitorizarea acesteia.

Elaborarea dispozitivului de monitorizare

Dispozitivul este format din mai multe module: un microprocesor de tip ARM, modul de afișare grafică LCD de tip OLED, modul de localizare GPS (Sistem de Poziționare Globală), modul GSM/GPRS, modul RTC (Real Time Clock), modul de măsurare a frecvenței ritmului cardiac și a saturației sângelui în Oxigen (SpO₂), un Buzzer, butoane, LED-uri, baterie acumulatorie și modul de gestionare a alimentării. În Fig. 1 este prezentată schema bloc a dispozitivului.

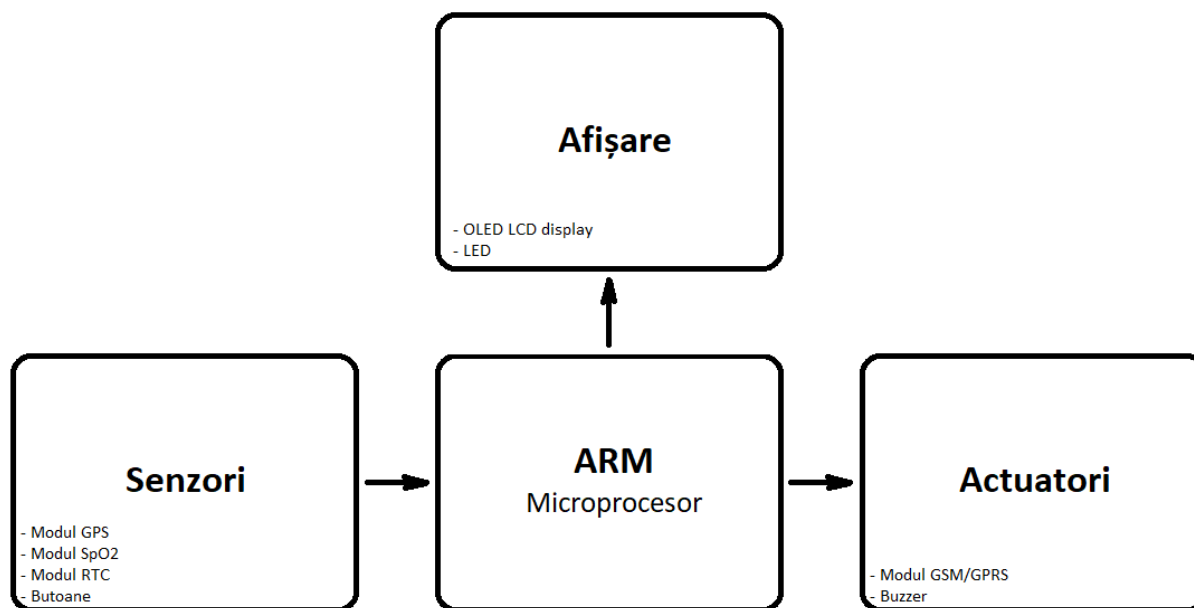


Figura 1. Schema bloc a dispozitivului

Funcționalitatea dispozitivului se bazează pe un microprocesor Cortex-M3 Advanced Reduced instruction set computer Microcontroller (ARM) cu o arhitectură pe 32 biți și o frecvență de tact de 100 MHz, conceput pentru aplicații încorporate care necesită un nivel ridicat de integrare și disipare redusă a puterii.

Componentele periferice ale microprocesorului include până la 512 kB memorie flash pentru program și până la 64 kB memorie de date, interfață USB încorporată, 4 module de comunicare USART (modul universal de transmitere și recepție a datelor în mod sincronizat și nesincronizat), comunicare SPI (interfață serială ale modulelor periferice), 3 module încorporate de comunicare I2C, până la 70 pini de intrare / ieșire configurabili, și alte funcții [1].

Funcțiile microprocesorului sunt următoarele:

- Comunicarea cu modulul GPS pentru obținerea valorilor de longitudine și latitudine pentru a citi cu o periodicitate datele de localizare a dispozitivului, respectiv și a persoanei monitorizate,
- Determinarea și monitorizarea valorilor frecvenței ritmului cardiac și a saturației sângelui în Oxigen prin intermediul modulului SpO2,
- Comunicarea cu modulul GSM/GPRS în scopul transmiterii de mesaje text scurte (SMS) către rudele persoanei în etate sau a îngrijitorilor, precum și primirea comenzilor și setărilor prin aceeași interfață,
- Stocarea și citirea valorii reale a timpului și datei cu ajutorul modulului RTC, independent de starea acumulatorului dispozitivului,
- Afișarea informațiilor utile pentru persoana monitorizată, cum ar fi ora / data, numărul de băți pe minut, saturația sângelui în Oxigen, starea acumulatorului, mesaje primite prin modulul GSM de la îngrijitori, ș.a.,
- Generarea de semnale sonore prin intermediul unui Buzzer pentru atenționarea persoanei despre anumite stări sau evenimente,
- Interacțiunea cu utilizatorul dispozitivului prin intermediul butoanelor și a LED-urilor, ș.a.

În Fig. 2 sunt reprezentate componentele de bază ale dispozitivului.

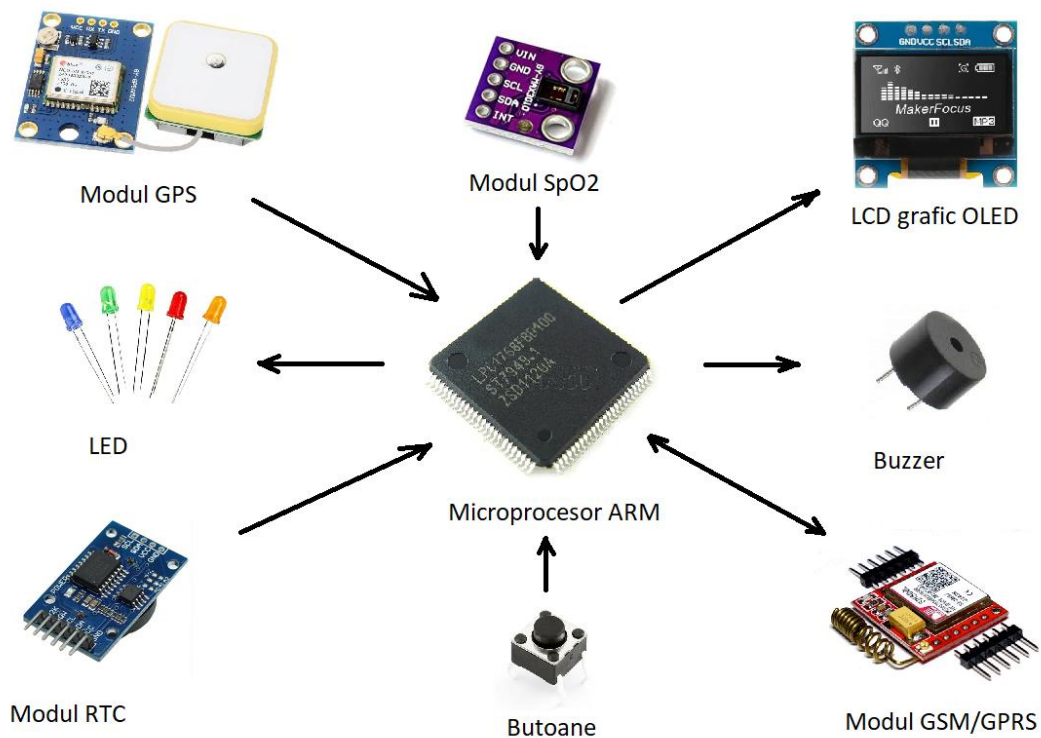


Figura 2. Prototipul dispozitivului

Descrierea componentelor dispozitivului de monitorizare

Display-ul grafic LCD este unul de tip OLED monocrom cu o rezoluție de 128 x 64 pixeli și o diagonală de 3,2" ce oferă o vizibilitate foarte bună a informației și un consum redus de energie electrică. Afișarea se va face doar la necesitate, la apăsarea unui buton de către persoana care poartă dispozitivul sau la declanșarea unor alarme sau apariția mesajelor de atenționare, astfel se va prelungi funcționarea dispozitivului prin reducerea curentului de consum. Comunicarea dintre microprocesor și display se face prin intermediul interfeței I2C.

Informațiile ce pot fi afișate de către display sunt următoarele:

- Ora și data actuală,
- Valoarea ritmului cardiac și a saturației sângelui în Oxigen,
- Starea acumulatorului,
- Mesaje text scurte primite prin intermediul modulului GSM,
- Notificări privind starea bateriei, îndepărtării prea mari de locul prestabilit, ș.a.,
- Notificări programate pentru efectuarea cărorva acțiuni (ex.: primirea medicamentelor), ș.a.

Modulul GPS permite primirea în timp real a coordonatelor de poziționare a dispozitivului. Sistemul GPS (Global Positioning System) este o rețea de sateliți care orbitează în jurul Pământului în puncte fixe deasupra planetei, transmițând semnale tuturor receptorilor aflați la sol. Aceste semnale conțin un cod de timp și un punct de date geografice care permit utilizatorului să primească poziția exactă în care se află, viteza și ora din orice regiune de pe planetă. GPS funcționează în orice condiții meteorologice, oriunde în lume, 24 ore pe zi [2].

Citirea datelor de localizare se face în mod continuu de către microprocesor cu o perioadă de 10 s. Datele primite se procesează pentru a determina distanța față de un punct cu coordonatele prestabilite. Distanța măsurată este comparată cu câteva valori limită pentru monitorizarea îndepărtării persoanei monitorizate față de locul în care trebuie să se afle. La depășirea valorii de 30 m dispozitivul va livra un sunet intermitent cu ajutorul Buzzerului piezoelectric și v-a afișa o notificare pe ecran pentru a atrage atenția persoanei monitorizate. La depășirea distanței de 100 m dispozitivul va expedia un mesaj text scurt către persoanele în grija cărora se află persoana monitorizată cu coordonatele GPS.

Modulul GSM utilizat este unul de model SIM800L GSM, un modem GPRS de comunicație fără fir ieftin, modern și destul de funcțional. Această versiune a modemului SIM800L are ieșiri pentru conectarea unui microfon și a unui difuzor, ceea ce face posibilă efectuarea de apeluri audio și asigurarea monitorizării acustice de la distanță a unei camere sau mașini. Un astfel de modul GSM s-a dovedit bine în unele telefoane moderne. Indexul L indică faptul că modemul GSM poate funcționa în modul de consum redus. În plus, modulul acceptă rețele GSM/GPRS quad-band, ceea ce înseamnă că funcționează aproape oriunde în lume [3].

Modulul este dotat cu o antenă externă de dimensiuni mici și o cartelă SIM pentru a funcționa în rețeaua de telefonie mobilă din țara noastră. Comunicarea dintre microprocesor și modulul GSM se face prin interfața UART la o rată de transfer de 38400 bps și prin intermediul AT comenzilor.

Pe piață au primit o răspândire tot mai largă diverse module pentru Arduino ce permit construirea diverselor dispozitive cu variate funcționalități. Un astfel de modul utilizat în elaborarea dispozitivului este și modulul de pulsoximetrie MAX30102 ce permite determinarea atât a frecvenței ciclului cardiac cât și a saturației sângelui în Oxigen. Principiul de funcționare al pulsoximetrii se bazează pe spectrofotometrie și legea lui Beers, măsurând modificările de absorbție a luminii de către două forme de hemoglobină cea oxigenată și cea redusă în oxigen [4].

Măsurarea are loc cu o frecvență de 1 dată în minut. Valorile măsurate sunt comparate cu limite minime și maxime prestabilite, și în caz de depășire a acestora, se declanșează o notificare pe ecranul dispozitivului și se transmit mesaje text prin intermediul modulului GSM la numerele de telefon indicate în prealabil.

Concluzii

Dezvoltarea de dispozitive medicale noi trebuie să includă și preocuparea îngrijirii și îmbunătățirii condițiilor de viață a persoanelor în etate. Cu părere de rău se constată o îmbătrânire considerabilă a populației, ceea ce rezultă că numărul de persoane ce vor suferi de demență și vor dezvolta Alzheimer va crește drastic în întreaga lume. Este obligația noastră să dezvoltăm soluții noi pentru ușurarea vieții persoanelor în etate care au nevoie de îngrijire, soluții ce ar face oamenii să se bucure de viață și să uite de greutate.

Dispozitivul de monitorizare este destinat de a fi un accesoriu al persoanelor în etate care va monitoriza poziția acestora și va monitoriza distanța la care se îndepărtează de un punct cu coordonatele prestabilite. Dacă distanța determinată depășește o anumită rază dispozitivul semnalizează printr-un mesaj sonor și o notificare pe ecran persoana ce poartă acest accesoriu că s-a îndepărtat prea tare, dar și trimite un mesaj SMS către persoanele în grija cărora se află persoana monitorizată. Modulul de pulsoximetrie permite de asemenea monitorizarea stării sistemului cardiovascular prin măsurarea ritmului și a saturației sângelui în Oxigen.

Mulțumiri

Lucrarea realizată cu suportul proiectului 20.80009.8007.26, „Pilotarea principiilor medicinei personalizate” din cadrul Proiectului de Stat (2020-2023) autoritatea contractuantă Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare.

Referințe

1. LPC17xx User Manual NXP;
2. https://ro.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
3. PELAYO Roland. *Using SIM800L with Arduino (Updated 2020)* [accesat: 05.12.2022] Disponibil: <https://www.teachmemicro.com/arduino-sim800l-tutorial/>
4. IAVORSCHI, A., CORCIOVĂ, C.-P., ȘONTEA, V. *Instrumentație Biomedicală*, Chișinău, Pontos, 2017