

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică

Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor

Admis la susținere

Șefa DIIS: conf. univ., dr. V. Sudacevschi

„_” _____ 2024

Sistem pentru monitorizarea ritmului cardiac

Teză de master

Masterand: _____ **Voitcovski Daniela**

Conducător: _____ **Ababii Victor,**
conf.univ., dr.

Chișinău , 2024

ADNOTARE

La teza de master „Sistem de monitorizare a ritmului cardiac” a studentei Voitcovschi Daniela , grupa CRI-221M.

Cuvinte cheie : ritm cardiac, aplicație, Arduino IDE, ESP32, sistem, utilizator, testare și dispozitive tehnice, proiectare.

Pentru implementarea sistemului, a fost necesară analiza atentă a altor soluții existente, aparent similare, cu scopul de a crea și dezvolta prototipul propriului sistem, capabil să îndeplinească cu succes toate sarcinile și obiectivele stabilite. În epoca digitalizării și a evoluției tehnologice, se subliniază necesitatea unui astfel de sistem , având în vedere preocuparea crescută pentru sănătate și binele personal.

Obiectivul lucrării de licență este proiectarea și dezvoltarea unui sistem de monitorizare a ritmului cardiac, cu funcționalitatea de notificare pe dispozitivul mobil în cazul variațiilor semnificative. La baza sistemului stă dispozitivul ESP32 capabil să se conecteze la wifi și să transmită notificări direct utilizatorului. Pentru testarea conectivității și compatibilității dispozitivelor tehnice, s-a dezvoltat un sistem care utiliza un buzzer pentru generarea alertelor sonore, simbolizând notificările. Ulterior, s-a realizat asamblarea sistemului, facilitând astfel generarea notificărilor direct pe dispozitivul mobil al utilizatorului.

Pentru a evalua conectivitatea și compatibilitatea dispozitivelor tehnice, am implementat un sistem care utilizează un buzzer pentru generarea unor alerte sonore, simbolizând astfel notificările. Procesul de testare a fost esențial în etapa inițială, în care notificările erau elaborate prin intermediul sunetului emis de buzzer, și ulterior s-a realizat asamblarea completă a sistemului, facilitând astfel generarea notificărilor direct pe dispozitivul mobil al utilizatorului.

Scopul principal al acestei lucrări constă în furnizarea unei soluții eficiente pentru monitorizarea continuă a ritmului cardiac, oferind utilizatorilor informații relevante în timp real și notificări rapide în cazul variațiilor semnificative. În paralel, structura tezei de licență cuprinde introducerea, 3 capitole principale, concluzii finale, surse bibliografice și anexe, reflectând întregul proces de dezvoltare și evaluare a sistemului propus pentru monitorizarea sănătății cardiovasculare.

ANNOTATION

In the master's thesis "Cardiac Rhythm Monitoring System" conducted by student Daniela Voitcovschi, from the CRI-221M group, the key terms include cardiac rhythm, application, Arduino IDE, ESP32, system, user, testing, technical devices, and design.

For the implementation of the system, a careful analysis of existing solutions was necessary to create and develop the prototype of the system capable of successfully fulfilling all tasks and objectives. In the era of digitization and technological evolution, the need for such a system is emphasized, considering the growing concern for health and personal well-being.

The main objective of the thesis is the design and development of a cardiac rhythm monitoring system with the functionality of notifying the user on the mobile device in case of significant variations. The system is based on the ESP32 device capable of connecting to wifi and transmitting notifications directly to the user. To test the connectivity and compatibility of technical devices, a system using a buzzer for generating sound alerts symbolizing notifications was developed. Subsequently, the system was assembled, facilitating the direct generation of notifications on the user's mobile device.

To evaluate the connectivity and compatibility of technical devices, a system using a buzzer for generating sound alerts, symbolizing notifications, was implemented. The testing process was essential in the initial stage, where notifications were elaborated through the sound emitted by the buzzer. Later, the complete assembly of the system took place, thereby facilitating the direct generation of notifications on the user's mobile device.

The primary aim of this thesis is to provide an efficient solution for continuous monitoring of cardiac rhythm, offering users real-time relevant information and prompt notifications in the case of significant variations. Simultaneously, the structure of the thesis includes an introduction, three main chapters, final conclusions, bibliographic sources, and annexes, reflecting the entire process of development and evaluation of the proposed system for cardiovascular health monitoring.

Cuprins

INTRODUCERE	8
1.ANALIZA PLATFORMELOR IOT	10
1.1.Definirea Platformelor IoT	10
1.2.Tehnologii de bază în IoT	17
1.3. Aplicații ale Platformelor IoT în Medicină	18
1.4 Analiza sistemelor de achiziție, procesare și stocare a datelor.....	20
1.5. Explorarea sistemelor de colectare, prelucrare și stocare a datelor în IoT.....	20
1.6. Studii de caz și exemple practice	21
1.7. Provocări și perspective în dezvoltarea platformelor IoT în medicină	23
2.PROIECTAREA SISTEMULUI PENTRU MONITORIZAREA RITMULUI CARDIAC .	25
2.1.Sistemul propus	25
2.2.Componente Hardware.....	25
2.3.Sisteme alternative	30
2.4. Medii de programare	32
2.5.Hardware	35
2.6. Software	39
2.7.Characterizarea sistemului	43
3.IMPLEMENTAREA TEHNOLOGIILOR	45
3.1Proiectarea 3D	45
3.2Test sistem de monitorizare a pulsului	47
3.3Sistem de monitorizare a activității electrice a inimii cu ajutorul modului Senzor ECG AD8232.	50
Concluzii	52
Bibliografie	53

INTRODUCERE

Platformele IoT (Internet of Things) reprezintă suite de software și hardware care permit conectarea, gestionarea și analiza dispozitivelor și a datelor generate de acestea într-un ecosistem IoT [16-19, 1]. Ele sunt esențiale pentru dezvoltarea și implementarea aplicațiilor IoT și furnizează funcționalități esențiale pentru colectarea datelor, securitatea, analiza datelor și gestionarea dispozitivelor conectate.

Iată câteva caracteristici cheie ale platformelor IoT:

Colectarea Datelor: platformele IoT permit conectarea dispozitivelor IoT (cum ar fi senzori, camere, dispozitive de monitorizare) la internet și colectarea datelor generate de acestea. Datele pot include informații despre temperatură, umiditate, poziție, starea echipamentelor, și multe altele.

Gestionarea Dispozitivelor: aceste platforme facilitează gestionarea și administrarea parcului de dispozitive IoT. Ele pot include funcții pentru înregistrarea dispozitivelor, actualizarea firmware-ului, gestionarea ciclurilor de viață ale dispozitivelor și monitorizarea stării acestora.

Securitate: platformele IoT sunt responsabile de securitatea datelor și a comunicării între dispozitivele IoT și serverele cloud. Ele includ caracteristici precum autentificarea, autorizarea, criptarea datelor și detectarea și prevenirea amenințărilor de securitate.

Stocarea și analiza datelor: platformele permit stocarea datelor într-un mod scalabil și oferă instrumente pentru analiza acestor date. Analiza datelor poate include identificarea de modele, generarea de rapoarte, luarea de decizii în timp real și dezvoltarea de aplicații de tipul machine learning.

Conectivitate: platformele IoT asigură conectivitatea dispozitivelor IoT cu internetul și cu alte dispozitive sau aplicații. Ele pot utiliza protocoale de comunicare precum MQTT, HTTP, CoAP sau alte tehnologii pentru transmiterea datelor.

Interfață cu utilizatorul: multe platforme oferă interfețe de utilizator grafice sau API-uri pentru dezvoltatorii de aplicații, ceea ce permite monitorizarea și controlul dispozitivelor IoT și a datelor într-un mod ușor de înțeles.

Platformele IoT sunt fundamentale pentru dezvoltarea și gestionarea proiectelor IoT, deoarece ele reduc complexitatea implementării și asigură o gestionare eficientă a datelor și dispozitivelor. Ele sunt utilizate într-o varietate de domenii, inclusiv sănătate, industrie, agricultură, energie și multe altele, și joacă un rol crucial în exploatarea potențialului tehnologiilor IoT.

Platformele IoT reprezintă o parte esențială a revoluției tehnologice în domeniul medicinei. Acestea sunt construite pe baza evoluției continue a tehnologiei și a convergenței multiplelor domenii de dezvoltare.

Iată mai multe detalii despre fiecare aspect menționat:

Evoluția IoT: IoT este rezultatul unei evoluții tehnologice care a permis conectarea obiectelor fizice la internet și comunicarea acestora între ele. Această evoluție a fost posibilă datorită dezvoltării tehnologiei de rețea, miniaturizării dispozitivelor, creșterii capacității de calcul și a dezvoltării senzorilor.

Impactul IoT asupra industriei și societății: platformele IoT au transformat industrii întregi, inclusiv producția, sănătatea, logistică, energie, agricultura și multe altele. Ele au adus eficiență crescută, economii de costuri, îmbunătățirea calității produselor și a vieții oamenilor.

Necesitatea platformelor IoT: cu creșterea complexității vieții moderne, platformele IoT au apărut ca un răspuns esențial la nevoile societății și ale industriei. Acestea facilitează colectarea și analiza datelor în timp real, oferind astfel posibilitatea de a lua decizii informate și de a optimiza procesele.

În ceea ce privește impactul în medicină:

Rolul platformelor IoT în medicină: acestea permit monitorizarea pacienților, telemedicina și gestionarea eficientă a stocurilor de medicamente. Platformele IoT contribuie la îmbunătățirea calității îngrijirii pacienților și facilitează accesul la servicii medicale.

Beneficiile aduse de platformele IoT: Acestea includ creșterea eficienței, reducerea costurilor, îmbunătățirea calității produselor și serviciilor, precum și facilitarea luării deciziilor informate în timp real.

În concluzie, platformele IoT [16-19] au un impact semnificativ asupra societății și industriei, transformând modul în care interacționăm cu mediul înconjurător și gestionăm activitățile cotidiene. Ele reprezintă o parte vitală a tehnologiei viitorului și aduc cu sine o serie de oportunități și beneficii.

Bibliografie

1. Ce este IoT? <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot> [citat 25.11.2023]
2. Internet of things. <https://www.ibm.com/topics/internet-of-things> [citat 26.11.2023]
3. Dispozitive IoT în domeniul sănătății. <https://www.mokosmart.com/ro/iot-in-healthcare/> [citat 27.11.2023]
4. Avantajele implementarii Iot în industria medicală. <https://ro.htssgroup.eu/avantajele-implementarii-iot-pentru-industria-medicala/> [citat 28.11.2023]
5. Servicii inteligente de asistență medicală. <https://pdfs.semanticscholar.org/7801/2dc9b7ee864ad3e52fc8b7c048e9bf12998f.pdf> [citat 30.11.2023]
6. ECG monitoring. <https://how2electronics.com/ecg-monitoring-with-ad8232-ecg-sensor-arduino/> [citat 30.11.2023]
7. A. K. S, N. V, P. S, S. P and R. R, "AI Health – IoT based Smart Medicine Box," 2023 2nd International Conference on Advancements in Electrical, Electronics, Communication, Computing and Automation (ICAECA), Coimbatore, India, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICAECA56562.2023.10200103.
8. C. H. Patil, N. Lightwala, M. Sherdiwala, A. D. Vibhute, S. A. Naik and S. M. Mali, "An IoT based Smart Medicine Dispenser Model for Healthcare," 2022 IEEE World Conference on Applied Intelligence and Computing (AIC), Sonbhadra, India, 2022, pp. 391-395, doi: 10.1109/AIC55036.2022.9848934.
9. Elementele hardware. <https://robotica.md/esp-32> [citat 02.12.2023]
10. Platforma IoT. <https://blynk.io/> [citat 03.12.2023]
11. P. Kulkarni, H. A. Umachagi and M. s. Bakshi, "IOT Based Temperature and Oxygen Pulse Scan Entry System," 2022 3rd International Conference on Communication, Computing and Industry 4.0 (C2I4), Bangalore, India, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/C2I456876.2022.10051183.
12. G. R. Deshmukh and U. M. Chaskar, "IoT Enabled System Design for Real-Time Monitoring of ECG Signals Using TIVA C-Series Microcontroller," 2018 Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS), Madurai, India, 2018, pp. 976-979, doi: 10.1109/ICCONS.2018.8663001.
13. K. Waghmare and S. Kulkarni, "Low Power IoT Based Implementation ECG & BP Monitoring System," 2021 2nd International Conference for Emerging Technology (INCET), Belagavi, India, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/INCET51464.2021.9456436.

14. A. Ziziuchin, V. Ababii, V. Carbune. "Decision Support System for Monitoring of Patients with Diabets", In Proceedings of Workshop on Intelligent Information Systems: WIIS-2023, October 19-21, 2023, Chişinău, pp. 233-241, ISBN: 978-9975-68-492-7.
15. A. Ziziuchin, V. Ababii, V. Carbune, V. Sudacevschi, "Decision Support System for Monitoring of Patients with Diabets". Abstracts of the International Scientific Conference on Mathematics & IT: Research and Education, MITRE-2023, 26-29 June, Chişinău, Republic of Moldova, pp. 96, ISBN: 978-9975-62-535-7.
16. V. Ababii, V. Sudacevschi, S. Munteanu, V. Carbune, R. Melnic, V. Lasco. "Synthesis of Agent-Based Decision-Making Systems with Multiple Coalitions". Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN 2023) October 11-13, 2023, Craiova, România, pp. 1-5, Publisher IEEE Xplore, DOI: 10.1109/SIELMEN59038.2023.10290825, (<https://ieeexplore.ieee.org/document/10290825>).
17. S. Munteanu, A. Turcan, V. Alexei, V. Sudacevschi, V. Ababii, V. Carbune, D. Bordian. "Multi-Objective Optimal Solution Search based on Genetic Algorithms". Proceedings of the 12th International Conference on Electronics, Communications and Computing (ECCO-2022), 20-21 October, 2022, pp.247-252. ISBN: 978-9975-45-898-6. <https://doi.org/10.52326/ic-ecco.2022/CE.07>
18. Ababii, V., Sudacevschi, V., Munteanu, S., Alexei, V., Turcan, A. "Optimization of Energy Consumption in Educational Institutions". The 13th International Workshop of Electromagnetic Compatibility, 14-16 September, 2022, Suceava, Romania, pp. 77-79, ISSN: 2537-222X.
19. Ababii, V., Sudacevschi, V., Munteanu, S., Borozan, O., Nistiriuc, A., Lasco, V. "IoT based on Membrane Computing Models". Proceedings of the 13th International Conference on Electromechanically and Energy Systems (SIELMEN-2021), 7-8 October, 2021, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 010-014, ISBN: 978-1-6654-0078-7. DOI: 10.1109/SIELMEN53755.2021.9600341. (IEEE Catalog Number: CFP21L58-ART).
20. H. Garg and M. Dave, "Securing IoT Devices and SecurelyConnecting the Dots Using REST API and Middleware," 2019 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU), Ghaziabad, India, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/IoT-SIU.2019.8777334.
21. A. H. Khandoker, M. Wahbah, R. Al Sakaji, K. Funamoto, A. Krishnan and Y. Kimura, "Estimating Fetal Age by Fetal Maternal Heart Rate Coupling Parameters," 2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society

(EMBC), Montreal, QC, Canada, 2020, pp. 604-607, doi: 10.1109/EMBC44109.2020.9176049.

22. M. Sousa, N. Lopes, Ó. Ribeiro and J. Silva, "Evaluation of BPM tools open source/freeware," 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Caceres, Spain, 2018, pp. 1-6, doi: 10.23919/CISTI.2018.8398642.