

STUDII PRIVIND PROIECTAREA UNOR ECHIPAMENTE ȘI SISTEME HIBRIDE PENTRU APLICAȚII MEDICALE PERSONALIZATE

STUDIES REGARDING THE DESIGN OF HYBRID EQUIPMENT AND SYSTEMS FOR PERSONALIZED MEDICAL APPLICATIONS

IVAN Bogdan Paul, NEGRECI Felicia Maria

Facultatea: Facultatea de Inginerie Industrială și Robotica, Specializarea: INPN, Anul de studii: II,
e-mail: lotxcsp@gmail.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. **Elena LACĂTUȘ**

ABSTRACT: The prototype of the vein detector can be used to facilitate the identification of veins for various medical purposes. The procedure is a reliable one, without contact but also difficult to interpret the data. In order for this to be achieved, a video camera and a series of connected UV LEDs are used to capture the image that will be processed in the software application.

CUVINTE CHEIE: cameră video, vene, LED-uri.

1. Introducere

Lucrarea de față își propune să proiecteze un echipament pentru aplicații medicale personalizate. Pentru a realiza acest prototip folosim leduri cu emisie infrarod, o camera fără infrarod, servomotoare, CNC controller și eventual senzori de mișcare pe care le implementăm într-un singur dispozitiv pentru detectarea venelor.

Fiecare persoană are un tip unic de vene ceea ce face destul de dificilă identificarea și injectarea acestora de către o persoană fără experiență, sau necesită un timp îndelungat de exercițiu pentru a deprinde o astfel de tehnică, chiar și așa tot există accidente.

Una dintre cele mai grele părți ale luării de sânge poate fi găsirea unei vene adecvate. Unii pacienți au venele foarte mici și / sau profunde, împiedicând profesioniștii din domeniul sănătății să găsească un loc ușor și rapid.

În ciuda faptului că nu este foarte cunoscută metoda, identificarea venelor de către un calculator este posibilă cu o acuratețe de peste 93%, acesta putând să devină una dintre cele mai bune forme de autentificare biometrică și nu numai.

2. Stadiul actual

Multe companii comercializează acum produse „Vein Finder”, dar aceste produse pot costa peste 5.000 de dolari (în funcție de calitate și utilitate). Acesta este un ghid destinat persoanelor care au un hobby pentru medicină nu personalului unui spital mare care caută tehnologie de ultimă generație pentru a ajuta la venipunctura de rutină.

Un alt procedeu mai puțin cunoscut este detectarea venelor din palmă. Fiecare persoană are un model unic de vene în palme iar detectarea acestora cu ajutorul unui dispozitiv poate fi una dintre cele mai bune forme de autentificare biometrică. (fig. 1)



Fig. 1. Echipament inovator pentru puncția venoasă



Fig. 2. Echipament inovator pentru puncția venoasă din palmă

3. Contribuție personală

Identificarea venei este un procedeu fără contact, extrem de fiabil, dar și dificil de interpretat. Cu toate acestea, principalul dezavantaj este în prezent cheltuiala (senzorii se vând cu peste 400 euro). Iată cum se poate face unul simplu, dar extrem de precis, folosind Raspberry Pi, și OpenCV.

Primul pas este obținerea imaginii. Dar cum se poate obține o imagine exactă a venelor? Se pare că hemoglobina din sânge absoarbe lumina IR. Deci, dacă se iau niște LED-uri IR (de aproximativ 940 de nm) și se poziționează sub mâna cuiva, ar trebui să se vadă vene. Evident, ochiul liber nu va vedea nimic, motiv pentru care se va folosi o camera foto NoIR (fără filtru IR).

Deoarece majoritatea camerelor au filtre pentru radiația în IR, este necesară o camera dedicată sau eliminarea acestui filtru.

După eliminarea filtrului IR de pe camera video și testarea acesteia, este necesară crearea unui circuit simplu pentru alimentarea LED-urilor IR. S-au folosit 5 LED-uri conectate în serie cu un rezistor de 100 K ohm și o sursă de alimentare de 5V. Totodată pentru a verifica funcționalitatea, deoarece lumina IR nu este percepută de ochiul uman se adaugă un LED și un rezistor de 11.6 K ohmi.

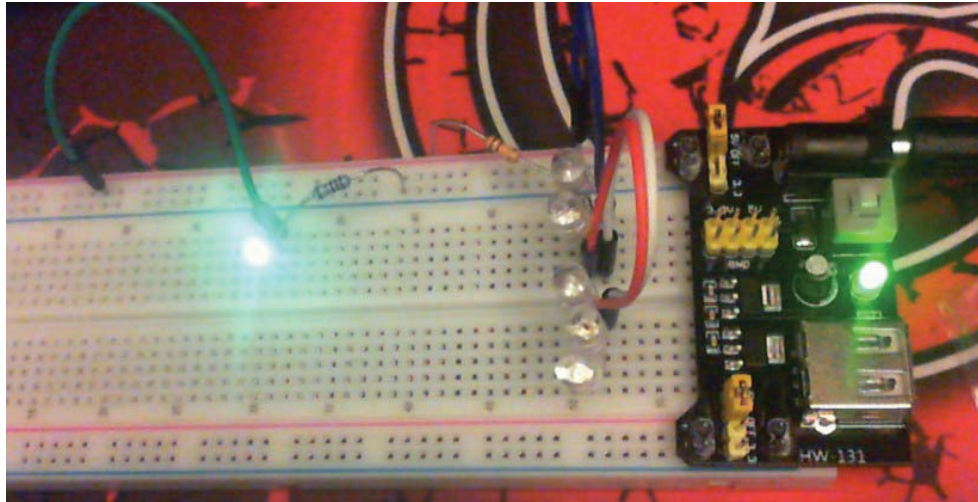


Fig. 3. LED conectat la un rezistor de 11.6 K ohmi

Astfel, este prima parte a proiectului construită. Pentru identificarea imaginilor este nevoie de un procesor grafic care să preia imaginile camerei și să le prelucreze. Deoarece în ultimii ani tehnologia a evoluat suficient încât să permită integrarea unui întreg calculator într-o placă de bază de dimensiunile unui card de credit, se utilizează un astfel de computer (Raspberry Pi 4, 1gb ram).

În vederea utilizării acestui calculator este necesară instalarea unui sistem de operare pe un mediu de stocare microSD și a limbajelor de programare necesare: Python 2.7; Librării de date: GPIO, OpenCV. Astfel vom utiliza sistemul de operare oficial al celor de la Raspberry Pi și anume Raspbian deoarece în acest moment acesta este sigurul care oferă suport pentru usb 3.0 cu care este dotat dispozitivul de care avem nevoie pentru conectarea camerei.

După finalizarea procesului de formatarea cardului microSD, este introdus în dispozitiv și se continuă instalarea.

Pentru a ușura munca în procesul de instalare, se utilizează aplicația Putty pentru conectarea la calculator în vederea instalării pachetelor necesare procesării imaginii.

Deoarece lucrarea de față și-a propus strict identificarea venelor și calibrarea dispozitivului în vederea identificării cât mai exacte a acestora, se utilizează palma pentru că este o zonă bine vascularizată dar în același timp protejată de către piele la distingerea acestor vene. După cum se observă deja în figura de mai jos venele sunt vizibil prezente iar de aici reiese faptul că ledurile IR își fac treaba.

Următorul pas este procesarea imaginii pentru a distinge un model. În primul rând se stabilește decuparea automată, deoarece este necesară doar palma.

Cele patru coordonate (0,46, 0,34, 0,25, 0,25) definesc ROI(regiunea de interes). Aceasta va varia în funcție de poziționarea camerei foto. Pentru a ajunge la asta au fost multe încercări și erori.

Este necesară instalarea programului OpenCV și în primul rând, se încarcă imaginea și este transformată în scară de gri.



Fig. 4. Imaginea obținută în urma prelucrării

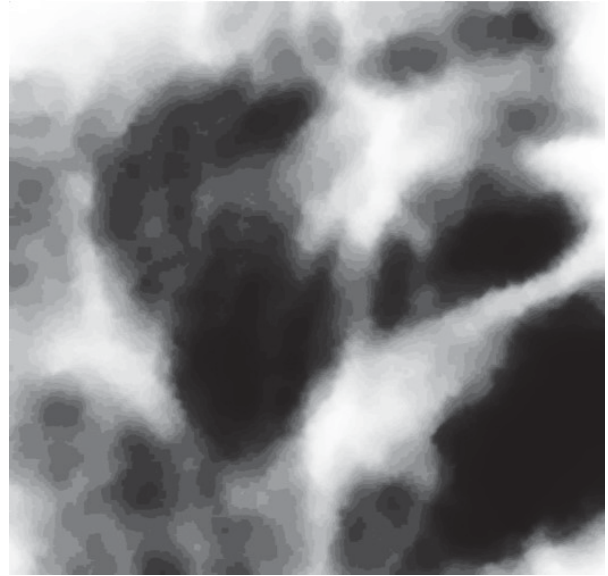


Fig. 5. Inversarea contrastului imaginii

Pentru ca venele să iasă în evidență, trebuie să fie crescut contrastul. Metoda care trebuie folosită este egalizarea histogramelor. Aceasta distribuie intensitatea pixelilor din imagine „egalizând” histograma. Apoi se inversează contrastul imaginii deoarece multe funcții din OpenCV presupun că fundalul este negru și prim-planul este alb.

Eroziunea este o tehnică folosită pentru a elimina straturile exterioare de date din imagini. De exemplu, dacă se vrea „subțierea” literei *F* folosind eroziunea, se obține un rezultat similar textului și anume *F*. În mod similar, e nevoie să fie făcut acest lucru cu imaginea venei.

După aceasta se aplică un prag rapid pentru a face venele mai vizibile. Fiecare pixel care este de 5 sau mai mare (de la gri închis până la alb) va deveni 255 (alb).



Fig. 6. Imaginea venelor după eroziune

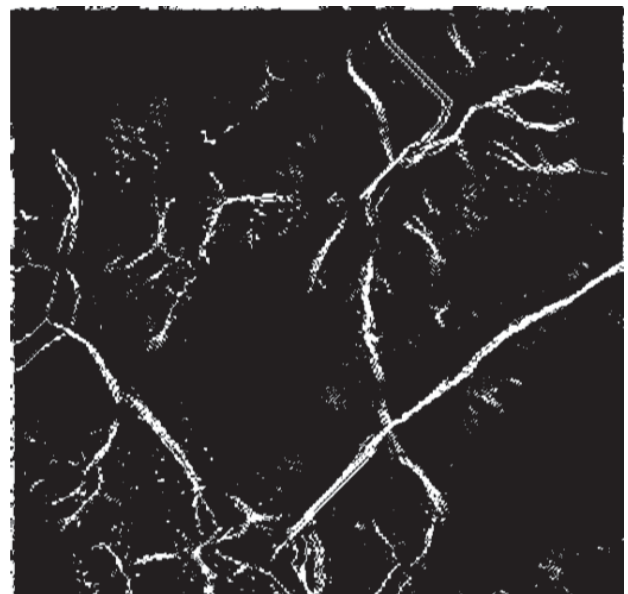


Fig. 7. Imaginea venelor după aplicarea pragului rapid de vizibilare

Pentru a vedea cât de exact a fost acest lucru, se suprapune modelul venei peste imaginea originală în vederea existenței corelației dintre cele doua imagini.

După cum se poate observa acestea nu sunt suprapuse perfect, însă este mai mult decât suficient pentru scopurile lucrării.

Pentru captarea imaginilor cu camera video cât mai controlat și pentru evitarea mișcării acesteia, va fi prinsă pe suportul brațului.

Sistemul de injecție propriu-zis va permite utilizarea de seringi de unică folosință de maxim 10 ml, acestea fiind cele mai utilizate în scopuri medicale.

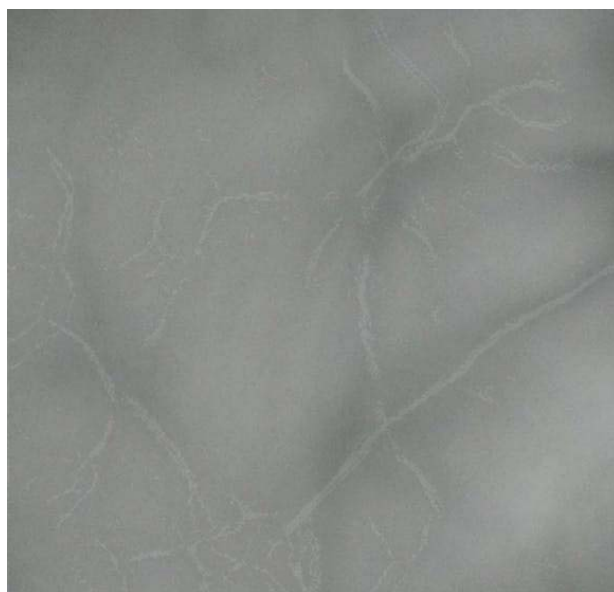


Fig. 8. Suprapunerea primei imagini originale cu cea prelucrată

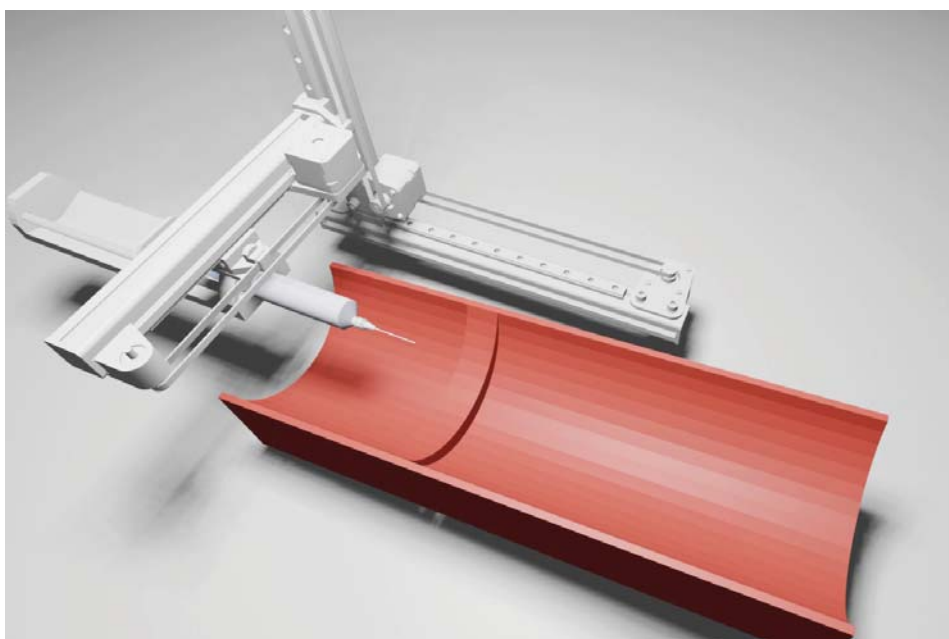


Fig. 9. Proiectarea 3D a brațului ARM

Pentru a controla aceste motoare se utilizează în prealabil sursa de curent pe care o furnizează Raspberry PI și controlul acestora în mod digital cu ajutorul modulului SBT0811 ZC-A0591.

Deoarece placa nu poate oferi un voltaj constant de 5V pentru alimentarea motoarelor și nici un număr suficient de porturi digitale, se va utiliza pentru controlul acestora o sursă externă de curent și o plăcuță adiacentă Arduino Mega 2560 care va prelucra informațiile digitale primite de la Raspberry PI în impulsuri analog/digitale pentru controlul motoarelor.

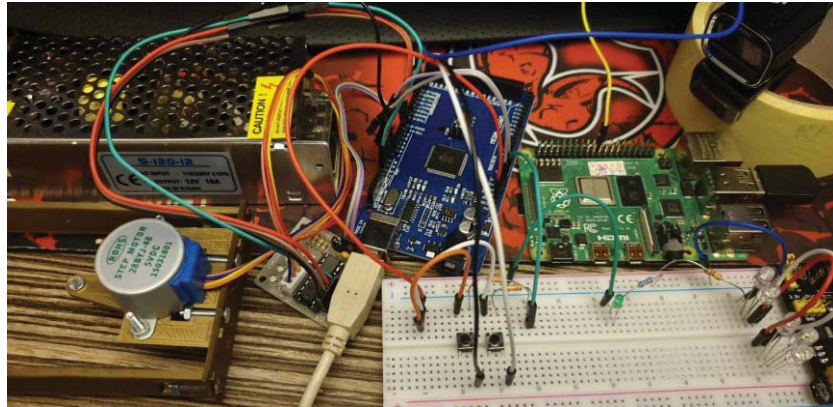


Fig. 10. Montajul dispozitivului cu plăcuța Arduino Mega 2560

4. Concluzii

În concluzie identificarea venei este un procedeu fără contact, extrem de fiabil, dar și dificil de interpretat.

În ciuda faptului că nu este foarte cunoscută metoda, identificarea venelor de către un calculator este posibilă cu o acuratețe de peste 93%, acesta putând să devină una dintre cele mai bune forme de autentificare biometrică și nu numai.

După obținerea imaginii decupate a palmei, se efectuează unele prelucrări de imagini înainte de a le putea folosi.

5. Bibliografie

- [1] https://publiclab.org/notes/Cindy_ExCites/11-13-2016/hack-a-camera-to-make
- [2] <https://www.portable-ultrasound-scanner.com/sale-2613420-no-radiation-medical-vascular-imager-infrared-vein-finder-accurate-for-displaying-patients.html>
- [3] https://www.researchgate.net/publication/333647535_Designing_and_Building_the_Vein_Finder_System_Utilizing_Near-Infrared_Technique
- [4] <https://hackaday.io/project/26158-assistance-system-for-vein-detection#menu->
- [5] <https://hackaday.io/project/13329-yet-another-ir-vein-detector>
- [6] <https://www.hackster.io/librahimirfan/low-cost-palm-vein-authentication-system-74e917>
- [7] Ababei, C. and S.C. Schneider, Arduino to the Rescue: Swaying Undecided Freshmen Engineering Students to Electrical and Computer Engineering, 2016
- [8] Devi, T.R., Implementing Project-Based Learning in Civil Engineering-A Case Study. Journal of Engineering Education Transformations, 2017. 30(3): p. 272-277
- [9] Chen, P., A. Hernandez, and J. Dong, Impact of Collaborative Project-Based Learning on Self-Efficacy of Urban Minority Students in Engineering. Journal of Urban Learning, Teaching, and Research, 2015. 11: p. 26-39.
- [10] Shekar, A., Project based Learning in Engineering Design Education: Sharing Best Practices, in ASEE Annual Conference. 2014
- [11] Waychal, P., Team and project based learning: A critical instructional strategy for engineering education. QScience Proceedings, 2015: p. 40
- [12] Aditomo, A., P. Goodyear, A.-M. Bliuc, and R.A. Ellis, Inquiry-based learning in higher education: principal forms, educational objectives, and disciplinary variations. Studies in Higher Education, 2013. 38(9): p. 1239-1258