

ANALIZA BIOMETRICĂ A LINIILOR PALMEI FOLOSIND CIRCUITE PASIVE DE MICROUNDRE

Daniela NOVAC¹,
Narcisa-Georgiana ANGHEL¹,
Măriuca-Roxana GAVRILOAIA²,
Bogdan-Mihai GAVRILOAIA^{3*}

¹ Universitatea din Pitești, Facultatea de Electronica, Departamentul Electronica, Pitești, România

² Universitatea de Medicina și Farmacie din București, Facultatea de Farmacie, București, România

³ Universitatea Politehnică din București, Facultatea de Electronica și Telecomunicații, București, România

*Autorul corespondent: ggavriloaia@gmail.com

Rezumat. Tehnologia biometrică asigură recunoașterea/autentificarea persoanei folosind metrici adaptate caracteristicilor fiziologice și/sau comportamentale. Utilizarea liniilor palmei, caracteristici cu vechi tradiții, constituie o preocupare accentuată a specialiștilor din domeniu în ultimii ani. Autorii prezintă o metodă originală de evaluare a caracteristicilor geometrice ale liniilor palmei folosind tehnici specifice ingineriei microundrelor. Topologia liniilor principale, dominante, este transformată într-o rețea de linii microstrip. Morfometria este rezolvată folosind caracteristicile de rezonanță, iar individualizarea dispunerii spațiale este obținută din analiza secțiunii transversale radar. Procedeele propuse sunt exemplificate folosind două imagini asemănătoare, dar aparținând la persoane diferite, preluate dintr-o bază internațională de date cu imagini ale palmelor. Rezultatele obținute sunt promițătoare, iar compararea cu rezultatele altor metode prezentate în literatura de specialitate va face obiectul unor investigații ulterioare.

Cuvinte cheie: recunoaștere formelor, câmp electromagnetic, rezonanță, vectori proprii, autentificare automată, caracteristici de radiație.

Introducere

În scopul recunoașterii/autentificării automate a persoanelor, în activitatea practică se folosesc caracteristicile fiziologice și/sau comportamentale ale acestora, iar algoritmi utilizați pentru procesarea datelor sunt studiați în domeniul biometriei. Cu toate că încă nu există o explicație științifică convingătoare, irisul, retina, amprente palmare sau ale degetelor, semnătura, mersul, structura ADN-ului etc. prezintă aspecte specifice care diferențiază indivizii, chiar dacă sunt gemeni. În activitatea de cercetare, o atenție deosebită a cunoscut-o explorarea caracteristicilor palmare ca urmare a următoarelor proprietăți: acuratețe, robustețe, cost scăzut și ușor de implementat. Cercetarea liniilor palmei a făcut obiectul unor ample investigații încă din cele mai vechi timpuri, dar rezolvarea problemei a apărut în studii relativ recente prezentate în literatura de specialitate

În [1] D. Zang folosește trei categorii de amprente palmare: liniile principale (uzual sunt trei linii dominante), linii neregulate și mai puțin proeminente și creste cu ridicături și văi. Liniile principale și cele neregulate se pot extrage din imaginea palmei folosind detectorul de linie [2]. Micșorarea zgomotului se poate face printr-o filtrare gaussiană în etapa de postprocesare. Hussein a folosit metode de decizie bazate pe rețele neuronale [3], iar Biradar a utilizat transformata Radon și un prag dinamic pentru extragerea liniilor palmare [4].

Metodele bazate pe substituții au presupus utilizarea metodei componentelor principale, analiza discriminantului linear, analiza componentelor independente, transformata cosinus discretă sau discriminantul linear Fisher asociat cu funcții wavelet [5]. Metodele statistice transformă imaginea inițială în regiuni mai mici în care se evaluează diferite mărimi statistice [6].

Formularea problemei

Structura generală a unui sistem biometric este prezentată în Figura 1. Biometria palmei se poate realiza folosind informația captată cu senzori care lucrează în diferite spectre de frecvențe, de ex., spectrul video (videocamere) sau în infraroșu (camere cu termoviziune). În primul caz se pot evidenția caracteristicile geometrice ale palmei și ale liniilor, iar în al doilea caz se pune în evidență conturul vaselor de sânge.

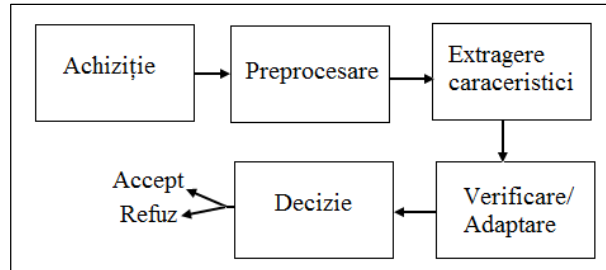


Figura 1. Structura generală a unui sistem biometric

Metoda propusă în această lucrare se poate utiliza independent de tipul de senzor utilizat la intrare. Ea presupune transformarea imaginii bidimensionale din regiunea de interes (ROI) într-o structură de linii microstrip. Conturul liniilor sau al venelor este modelat cu ajutorul unei rețele de linii microstrip. În ROI se aplică ecuațiile lui Maxwell pentru determinarea vectorilor și a valorilor proprii. Valorile proprii sunt proporționale cu frecvențele de rezonanță sau lungimile de undă de rezonanță ale diferitelor segmente de linii microstrip. Vectorii proprii reprezintă distribuția componentelor câmpului electromagnetic în zonele liniilor microstrip, la respectivele frecvențe de rezonanță. Sub formă matriceală, ecuațiile lui Maxwell au forma:

$$\begin{bmatrix} \nabla \times & j\omega\mu \\ -j\omega\varepsilon & \nabla \times \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vec{E} \\ \vec{H} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \vec{J}_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

unde \vec{J}_c specifică densitatea curentului de conducție, \vec{E} și \vec{H} sunt vectorii intensității câmpului electric, respectiv ai câmpului magnetic, ω este frecvența de lucru, iar ε și μ specifică parametrii de material, considerat fără pierderi, permitivitatea electrică, respectiv, permeabilitatea magnetică. Desfășurând pe cele șase componente, și aplicând Ec. (1) într-un spațiu discretizat se va obține un sistem de ecuații având forma generală:

$$[A][x] = [b] \quad (2)$$

Din punct de vedere matematic, $[b]$ va reprezenta vectorul valorilor proprii, cu semnificația de valori ale frecvenței de rezonanță, iar $[x]$ va reprezenta distribuția uneia dintre cele șase componente ale câmpului electromagnetic, corespunzătoare unei anumite frecvențe de rezonanță. Matricea $[A]$ a coeficienților componente scalare a câmpului electromagnetic are valori specifice geometriei în care se aplică sistemul de ecuații al lui Maxwell.

Ca urmare, pentru fiecare configurație geometrică particulară analizată, se vor obține seturi distincte de valori proprii și vectori proprii. În acest articol se utilizează rezultatele obținute la rezolvarea Ec. (1) pentru a individualiza topologia liniilor din palmă și a obține, în final, un proces de recunoaștere automată.

Rezultate și discuții

Imaginile video ale liniilor din palmă sunt disponibile pe internet în mai multe baze de date. Pentru aplicația prezentată aici au fost folosite imagini de baza de date CASIA [7]. Ilustrativ, în metoda propusă de separare a indivizilor după liniile palmei au fost folosite două imagini cu o structură topologică apropiată fig. 2 (a) și (b). Pe baza unui program proiectat de autori în Matlab au fost selectate cele trei linii principale: linia inimii, linia capului și linia vieții, toate în interiorul

unei regiuni de interes (ROI), fig. 2 (c) și (d). În etapa următoare de prelucrare fiecare ROI a fost transformat într-o rețea de linii microstrip, iar spațiul a fost discretizat, fig. 2 (e) și (f). Distribuția amplitudinii componente electrice a câmpului electromagnetic corespunzătoare primelor trei frecvențe de rezonanță de-a lungul liniilor modelate ale palmelor este redată în Figurile 3 (a)-(c) pentru modelul primei palme și în Figurile 3 (d)-(f) pentru cea de-a doua palmă.

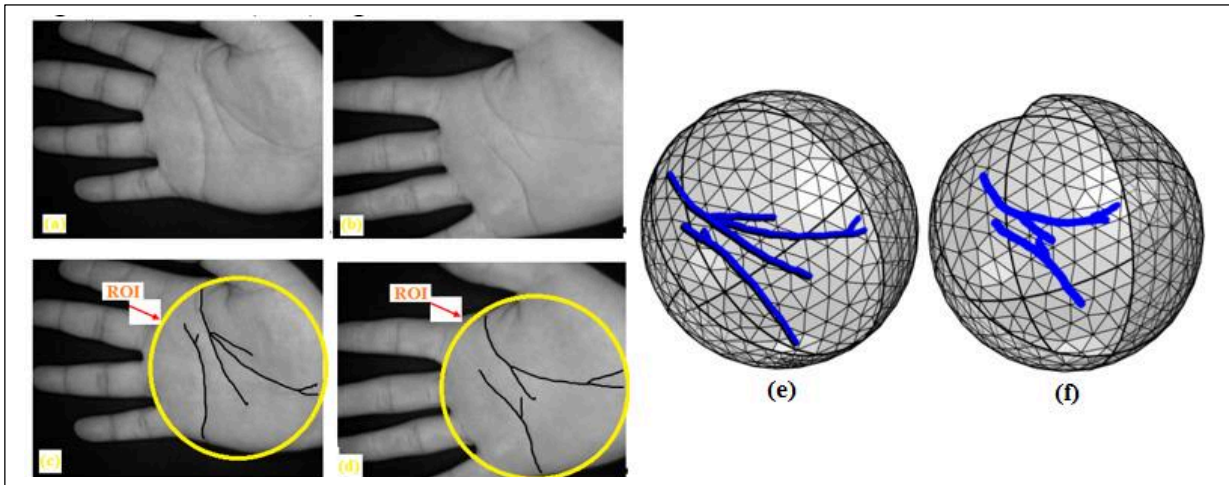


Figura 2. Imagini video ale palmelor (a) și (b), rezultatele selectării ROI (c) și (d) și modelarea microstrip (e) și (f) pentru liniile principale ale celor două palme

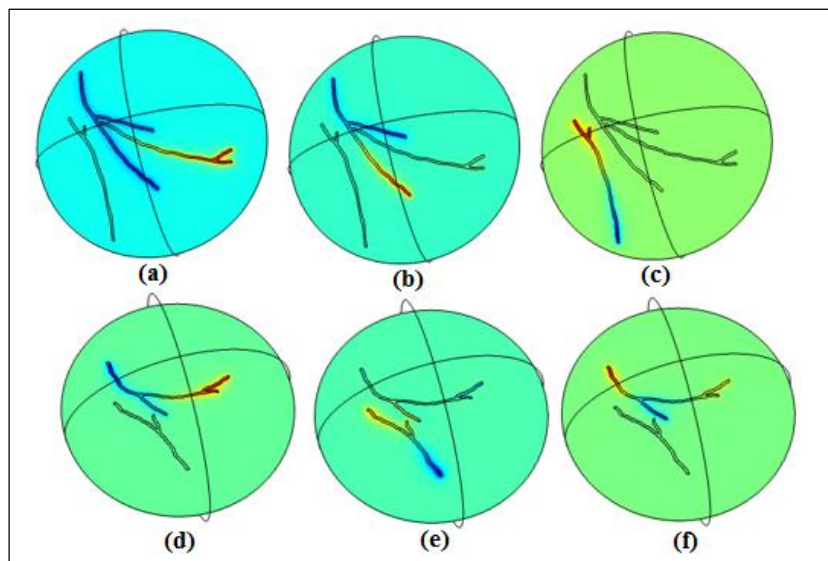


Figura 3. Distribuțiile amplitudinii componente electrice a câmpului electromagnetic corespunzătoare primelor trei frecvențe de rezonanță pentru structura microstrip din Figura 2 (e) apar în (a)-(c), iar pentru Figura 2 (f) apar în (d)-(f)

În Tabelul 1 sunt prezentate primele 10 valori ale frecvențelor de rezonanță corespunzătoare celor două rețele de linii microstrip, iar în Figura 4 sunt prezentate rezultatele obținute prin evaluarea secțiunii transversale radar (câmpul electric reflectat când o sursă electromagnetică cu frecvența egală cu prima frecvență de rezonanță se rotește cu 360° în jurul rețelei de linii microstrip). În acest ultim caz, analiza se poate face prin comparare numai a pozițiilor unghiulare ale valorilor extreme (la anularea derivatei de ordin unu)

Urmărind rezultatele prezentate se constată cu ușurință posibilitatea decelării formelor liniilor principale aparținând celor două palme comparând numai valori numerice. Numărul caracteristicilor care urmează a se introduce în baza de date depinde de numărul de indivizi pentru care se proiectează structura biometrică.

Frecvențele de rezonanță ale rețelelor de linii microstrip

	f1 (GHz)	f2 (GHz)	f3 (GHz)	f4 (GHz)	f5 (GHz)	f6 (GHz)	f7 (GHz)	f8 (GHz)	f9 (GHz)	f10 (GHz)
Rețeaua de linii din Figura 2e	0,307	0,538	0,847	0,905	1,103	1,418	1,631	1,882	2,062	2,194
Rețeaua de linii din Figura 2f	0,281	0,492	0,563	0,709	0,748	0,847	0,971	1,162	1,374	1,595

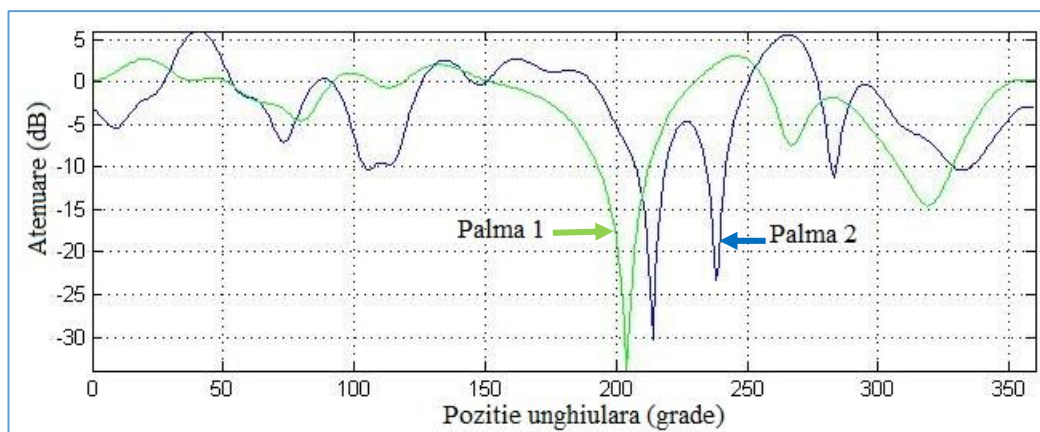


Figura 4. Repartiția secțiunii transversale radar pentru cele două rețele de linii microstrip

Concluzii

Prin utilizarea facilităților oferite de ingineria microundelor, formele în 2D corespunzătoare liniilor principale ale palmelor au fost transformate într-un număr redus de valori permițând o evaluare biometrică rapidă a persoanelor.

Referințe

1. Bai, X. Gao, N., Zhang, Z., Zhang, D. 3D palmprint identification combining blocked ST and PCA. *Pattern Recognit. Lett.* 2017, 100, pp. 89–95.
2. Genovese, A., Piuri, V., Plataniotis, K., PalmNet: Gabor-PCA convolutional networks for touchless palmprint recognition. *IEEE Trans. Inf. Forensics Secur.* 2019, 14, pp. 3160–3174
3. Hussein I, Sahibuddin S, Sjarif N, The Fundamentals of Unimodal Palmprint Authentication based on a Biometric System: A Review *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2018, Vol. 9, No. 11, pp. 12-20
4. Biradar S Personal Identification Using Palmprint Biometrics Based on Principal Line Approach *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 2013, pp. 35-42
5. Soh, S., Ibrahim, M., Yakno, M. A review: Personal identification based on palm vein infrared pattern. *J. Telecommun. Electron. Comput. Eng.* 2018, 10, 175–180
6. Iula A, Micucci M, *Experimental Validation of a Reliable Palmprint Recognition System Based on 2D Ultrasound Images* [online], Electronics 2019 [accesat 08.02.2020]. Disponibil <https://www.mdpi.com/2079-9292/8/12/1393>
7. CASIA Palmprint Image Database [online]. [accesat 03.02.2020]. Disponibil <http://biometrics.idealtest.org/dbDetailForUser.do?id=5>