



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00767**

(22) Data de depozit: **30.08.2010**

(41) Data publicării cererii:
30.04.2012 BOPI nr. **4/2012**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• LEȚIA TIBERIU ȘTEFAN,
STR.MESTECENILOR NR.8, AP.19,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

• MIRON RADU FLORIN, STR. SLĂNIC
NR.5, AP.11, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(74) Mandatar:
CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL,
STR. MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, AP. 2,
CLUJ NAPOCA, JUDEȚUL CLUJ

(54) **METODĂ PENTRU RECUNOAȘTEREA PERSOANELOR PE
BAZA UNOR AMPRENTE DIGITALE PARȚIALE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă pentru recunoașterea persoanelor pe baza unor amprente digitale parțiale. Metoda conform invenției constă din procesarea unei amprente parțiale de analizat prin subțierea creștelor, identificarea minuțiilor, unirea acestora prin linii și formarea de regiuni colorate, după care amprenta parțială este comparată cu o amprentă existentă într-o bază de date, compararea fiind făcută prin alegerea a două minuții, cele mai îndepărtate, care sunt comparate cu amprenta șablon (din baza de date), iar dacă acestea nu se găsesc, se aleg alte două minuții din amprenta parțială și se continuă procedeul de comparare, până

când fie nu se găsește nicio pereche de minuții corespunzătoare în amprenta șablon, situație în care răspunsul este negativ, fie se găsește o pereche corespunzătoare în amprenta șablon, situație în care imaginea amprentei de analizat se aliniază la imaginea amprentei șablon, pe baza celor două perechi de minuții din cele două imagini, după care se determină gradul de corelare printr-un procedeu bazat pe logica fuzzy.

Revendicări: 5
Figuri: 13





B

Metodă pentru recunoașterea persoanelor pe baza unor amprente digitale parțiale

Invenția se referă la o metodă pentru recunoașterea persoanelor pe baza combinării scorurilor de recunoaștere a mai multor amprente parțiale ale aceluiași individ.

Recunoașterea indivizilor pe baza amprentelor digitale constă în compararea imaginii unei amprente digitale cu una sau mai multe imagini ale altor amprente, stocate într-o bază de date. Majoritatea metodelor de recunoaștere a indivizilor pe baza amprentelor digitale folosesc algoritmi de procesare a imaginilor amprentelor în vederea evidențierii caracteristicilor unice ale fiecărei amprente.

Pentru recunoașterea indivizilor pe baza amprentelor digitale se utilizează următoarele trei categorii de metode: metode bazate pe minuții, metode bazate pe corelație și metode bazate pe caracteristici.

Metodele de recunoaștere bazate pe minuții încearcă să alinieze imaginea amprente de identificat (numită și amprentă de comparat) la cea a amprente stocate în baza de date (numită și amprentă șablon), astfel încât numărul de minuții ce se suprapun să fie maxim. Dezavantajul acestor metode este legat de faptul că necesită un număr relativ mare de minuții (uzual între 15 și 20 pentru o recunoaștere fiabilă), lucru ce le face inaplicabile în cazul amprentelor parțiale.

Metodele bazate pe corelație compară imaginile amprentelor pixel cu pixel. Principalul dezavantaj al metodelor bazate pe corelație este dat de faptul că sunt foarte costisitoare din punct de vedere computațional, datorită numărului mare de rotiri și translații care sunt aplicate imaginii amprentelor de comparat.

Metodele bazate pe caracteristici folosesc pentru recunoașterea amprentelor forme geometrice distincte prezente la nivelul imaginii amprente digitale, de cele mai multe ori numărul și tipul singularităților (centrele șabloanelor amprentelor digitale: arce, spirale, bucle). Dezavantajul metodelor bazate pe caracteristici este dat de imposibilitatea identificării unui număr suficient de caracteristici în cazul amprentelor parțiale.

Metodele cunoscute și utilizate în cazul recunoșterii persoanelor pe baza unor amprente parțiale fie sunt ineficiente, fie necesită un volum mare de calcule, fapt ce presupune costuri computaționale ridicate.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este realizarea unei metode de recunoaștere a persoanelor pe baza unor amprente digitale parțiale, care oferă siguranța recunoșterii și presupune costuri computaționale reduse.

Metoda pentru recunoașterea persoanelor pe baza unor amprente parțiale, conform invenției, combină principiul de operare al metodelor bazate pe minuții cu cel al metodelor bazate pe corelație și constă din procesarea amprentelor de comparat prin subțierea creștelor, identificarea minuțiilor, unirea acestora prin linii și formarea de regiuni colorate, după care amprenta parțială este comparată cu amprenta din baza de date prin alegerea a două minuții, începând cu cele mai îndepărtate care sunt comparate cu minuțiile din amprenta șablon (din baza de date), iar dacă acestea nu se găsesc, se aleg alte două minuții din amprenta parțială și se continuă procedeul de comparare; dacă pentru orice pereche de minuții alese din amprenta de comparat nu se găsește o pereche corespunzătoare în amprenta șablon, răspunsul este negativ, iar dacă s-a găsit o pereche corespunzătoare, imaginea amprentei de comparat se aliniază la imaginea amprentei șablon, pe baza celor două perechi de minuții din cele două imagini după care se determină gradul de corelare printr-un procedeu bazat pe logica fuzzy.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a metodei, în figurile 1, 2, ..., 13 care reprezintă:

- figura 1, coordonatele și unghiurile minuțiilor de terminație
- figura 2, coordonatele și unghiurile minuțiilor de bifurcație
- figura 3, schema bloc de realizare a metodei
- figura 4, schema bloc a algoritmului de procesare a imaginii unei amprente digitale
- figura 5, imaginea amprentei șablon stocată în baza de date
- figura 6, imaginea unei amprente parțiale, de comparat, rezultate în urma procesării
- figura 7, schema logică a algoritmului de aliniere
- figura 8, funcția de apartenență folosită la fuzzificarea mărimilor de intrare
- figura 9, funcția de apartenență folosită la defuzzificarea scorului de recunoaștere
- figura 10, intersecție a două amprente parțiale de comparat
- figura 11, reguli fuzzy logic pentru funcția $srgchf$ is H
- figura 12, reguli fuzzy logic pentru funcția $srgchf$ is M
- figura 13, reguli fuzzy logic pentru funcția $srgchf$ is L

O minuție reprezintă un punct de detaliu al unei amprente constituit de o terminație 1 (minuție de terminație) sau de o bifurcație 2 (minuție de bifurcație) formate de niște creste 3 și niște văi 4 ale unei amprente. O minuție este definită de un triplet de forma $\{x_i, y_i, \theta_i\}$, unde (x_i, y_i) sunt coordonatele locației, iar θ_i este unghiul dintre axa Ox și tangenta la creasta pe care se află minuția, dusă în punctul (x_i, y_i) (figurile 1 și 2).

Pentru a putea recunoaște o persoană pe baza uneia sau a mai multor amprente digitale complete sau parțiale este nevoie, mai întâi, ca datele și amprentele persoanei să fie stocate

într-o bază de date. Înainte de a stoca o amprentă într-o bază de date se asigură calitatea acesteia de către un operator, după care aceasta este procesată cu ajutorul tehnicii de calcul.

Procesarea imaginii unei amprente ce urmează a fi salvată în baza de date are ca scop obținerea unor facilități de exploatare a bazei de date și de creștere a performanțelor. Această procesare presupune reducerea grosimii creștelor 3 la dimensiunea de un pixel, rezultând creștele 5, subțiate, apoi se face determinarea minuțiilor de terminație 1 și a celor de bifurcație 2, după care are loc unirea terminațiilor creștelor aflate pe frontiera amprenteii prin niște linii 6. În cadrul imaginii procesate se formează niște regiuni 7, distincte, mărginite de creștele subțiate 5 și de liniile 6, de pe frontiera amprenteii. Operația de colorare a regiunilor 7 constă în atribuirea aceleiași valori unice tuturor pixelilor din aceeași regiune.

Un algoritm 8, de aplicare a metodei se prezintă în figura 3. Algoritmul 8 de realizare a metodei are două ramuri, una pentru identificarea unei persoane prin compararea amprenteii citite cu amprentele din baza de date (P1, ..., P14) și alta pentru popularea bazei de date (P15, ..., P18). Un bloc de decizie P2 selectează modul de lucru: identificarea de persoane sau înregistrarea în baza de date.

Utilizarea metodei pentru identificarea unei persoane pe baza unei amprente incomplete presupune citirea amprenteii cu ajutorul dispozitivului de citire P1, după care, în blocul P3 are loc procesarea amprenteii cu ajutorul unui algoritm 9. În blocul P4, de aliniere, amprenta de comparat 10, procesată cu algoritmul 9 este aliniată la o amprentă șablon 11, extrasă din baza de date cu ajutorul blocului P5. Pentru determinarea scorului de recunoaștere a celor două amprente aliniate, informația este procesată într-un bloc P6 care determină gradul de suprapunere ale fiecărei regiuni 7, după care gradele de suprapunere sunt fuzzificate într-un bloc P7, apoi, într-un bloc P8 are loc o grupare în funcție de valoarea fuzzificată a gradului de suprapunere al regiunilor în trei grupuri distincte, iar în blocul P9 are loc fuzzificarea suprafețelor relative ale celor trei grupuri.

Un algoritm fuzzy 12 se aplică în blocul P10 pentru valorile fuzzy ale suprafețelor rezultând un scor 13, în domeniu fuzzy, a cărui valoare este defuzzificată într-un bloc P11, rezultând un scor 14. Scorul de recunoaștere parțial 14 al amprenteii de comparat 10 în curs de recunoaștere se combină în blocul P12 cu alte scoruri parțiale ale unor amprente parțiale de comparat 10 aparținând aceluiași deget, aprioric recunoscute (dacă acestea există), rezultând scorul 15. Un bloc de decizie P13 verifică dacă valoarea scorului 15 depășește o valoare de prag și decide autentificarea persoanei, în blocul P14, sau continuarea procedurii de identificare.

Aplicarea algoritmului pentru popularea bazei de date presupune verificarea calității amprentei citite cu ajutorul unui bloc P15, iar dacă aceasta este corespunzătoare, într-un bloc P16 are loc preluarea datelor personale, după care, într-un bloc P17 se aplică algoritmul de procesare 9, iar într-un bloc P18 se înregistrează amprenta în baza de date BD.

Algoritmul 9, de procesare a imaginii unei amprente, constă în realizarea următorilor pași (figura 4):

- P19, egalizarea histogramei
- P20, segmentarea imaginii
- P21, binarizarea imaginii
- P22, subțierea creștelor
- P23, extragerea minuțiilor
- P24, eliminarea minuțiilor false
- P25, trasarea liniilor între terminațiile de pe frontieră
- P25, colorarea regiunilor.

Imaginea unei amprente complete rezultată în urma aplicării algoritmului de procesare a imaginii 9 se prezintă în figura 5, iar un exemplu de amprentă parțială procesată este prezentată în figura 6.

Un algoritm 16, prezentat în figura 7, este implementat în blocul P4 și se aplică pentru alinierea imaginii de comparat 10 cu imaginea amprentei șablon 11 stocată în baza de date, pe baza unei perechi de minuții.

Baza teoretică a algoritmului 16 se prezintă în continuare:

Fie I setul minuțiilor amprentei de comparat și T setul minuțiilor amprentei șablon, stocată în baza de date.

$$\begin{aligned} I &= \{m_1, m_2, \dots, m_k\}, m_i = \{x_i, y_i, \theta_i\}, i=1..k, \\ T &= \{m'_1, m'_2, \dots, m'_l\}, m'_j = \{x_j, y_j, \theta_j\}, j=1..l, \end{aligned} \quad (1)$$

unde k și l reprezintă numărul de minuții din setul I, respectiv din setul T.

Fiecare din cele două seturi I și T sunt împărțite în câte două subseturi:

$$\begin{aligned} I &= I_T \cup I_B, \\ T &= T_T \cup T_B, \end{aligned} \quad (2)$$

unde I_T și T_T conțin minuțiile de terminație 1, iar I_B și T_B conțin minuțiile de bifurcație 2.

REVENDICĂRI

1. **Metodă pentru recunoașterea persoanelor pe baza unor amprente digitale parțiale** pe baza gradului de asemănare a reuniunii unui set de amprente digitale parțiale cu o amprentă șablon, de referință, existentă într-o bază de date, **caracterizată prin aceea că,** presupune efectuarea succesivă a următoarelor operații:
 - a. **Procesarea amprentelor parțiale** pentru a obține amprente de comparat prin reducerea la un pixel a grosimi creștelor și unirea terminațiilor vecine ale creștelor amprentei de pe frontiera imaginii utile creând astfel suprafețe de comparat delimitate de crește;
 - b. **Alinierea amprentei de comparat** cu cea din șablon pe baza corelării a două minuții din amprenta de comparat (care sunt aflate la distanță maximă) cu două minuții din amprenta șablon;
 - c. **Evaluarea gradului maxim de suprapunere** al amprentei de comparat peste cea din șablon utilizând raportul dintre numărul de pixeli în care cele două regiuni se suprapun și numărul total de pixeli ai regiunii din amprenta de comparat;
 - d. **Partiționarea setului suprafețelor de comparat în grupuri** după domeniile fuzzy la care aparțin;
 - e. **Evaluarea gradelor de suprapunere ale suprafețelor relative ale fiecărui grup** după raportul reuniunii suprafețelor grupului și suprafața totală a amprentei de comparat;
 - f. **Fuzzificarea gradelor de suprapunere** ale fiecărui grup din amprenta de comparat cu amprenta șablon;
 - g. **Evaluarea gradelor de asemănare dintre amprente de comparat și amprenta șablon** prin utilizarea unui set de reguli fuzzy;
 - h. **Defuzzificarea gradelor de asemănare fuzzy** ale fiecărei amprente parțiale de comparat relativ la amprenta șablon și **calcularea gradului de asemănare al reuniunii setului de amprente de comparat** cu amprenta șablon.

2. **Metodă pentru recunoașterea persoanelor pe baza unor amprente digitale parțiale**, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, metoda se realizează după un algoritm (8), care are două ramuri, una pentru identificarea unei persoane prin compararea amprentei citite cu amprentele din baza de date (P1, ..., P14) și alta pentru popularea bazei de date (P15, ..., P18), iar cu un bloc de decizie (P2) se selectează modul de lucru: identificare de persoane sau înregistrare în baza de date.

3. **Metodă pentru recunoașterea persoanelor pe baza unor amprente digitale parțiale**, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, procesarea unei amprente ce urmează a fi comparată sau introdusă în baza de date presupune reducerea grosimii creștelor (3) la dimensiunea de un pixel, rezultând creștele (5), subțiate, apoi se face determinarea minuțiilor de terminație (1) și a minuțiilor de bifurcație (2), după care are loc unirea terminațiilor creștelor aflate pe frontiera amprentei prin niște linii (6), rezultând niște regiuni (7), distincte, mărginite de creștele subțiate (5) și de liniile (6), după care are loc colorarea regiunilor (7) prin atribuirea aceleiași valori unice tuturor pixelilor din aceeași regiune.

4. **Metodă pentru recunoașterea persoanelor pe baza unor amprente digitale parțiale**, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, identificarea unei persoane pe baza unei amprente incomplete presupune citirea amprentei cu ajutorul dispozitivului de citire (P1), după care în blocul (P3) are loc procesarea amprentei cu ajutorul unui algoritm (9), apoi în blocul (P4), amprenta de comparat (10), procesată cu algoritmul (9) este aliniată la o amprentă șablon (11), extrasă din baza de date cu ajutorul blocului (P5), iar pentru determinarea scorului de recunoaștere a celor două amprente aliniate, informația este procesată într-un bloc (P6) care determină gradul de suprapunere ale fiecărei regiuni (7), după care gradele de suprapunere sunt fuzzificate într-un bloc (P7), apoi, într-un bloc (P8) are loc o grupare în funcție de valoarea fuzzificată a gradului de suprapunere al regiunilor în trei grupuri distincte, iar în blocul (P9) are loc fuzzificarea suprafețelor relative ale celor trei grupuri, după care într-un bloc (P10) se aplică un algoritm fuzzy (12), rezultând un scor (13) a cărui valoare este defuzzificată într-un bloc (P11), rezultând un scor de recunoaștere parțial (14) care se combină într-un bloc (P12) cu alte scoruri parțiale ale

unor amprente parțiale de comparat (10) aparținând aceluiași deget sau aceleași părți anatomice aprioric recunoscute, rezultând scorul (15), iar un bloc de decizie (P13) verifică dacă valoarea scorului (15) depășește o valoare de prag și decide autentificarea persoanei, în blocul (P14), sau continuarea procedurii de identificare.

- 5. Metodă pentru recunoașterea persoanelor pe baza unor amprente digitale parțiale,** conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că,** pentru popularea bazei de date se face o verificare a calității amprentei citite cu ajutorul unui bloc (P15), iar dacă aceasta este corespunzătoare, într-un bloc (P16) are loc preluarea datelor personale, după care, într-un bloc (P17) se aplică algoritmul de procesare (9), iar într-un bloc (P18) se înregistrează amprenta în baza de date (BD).

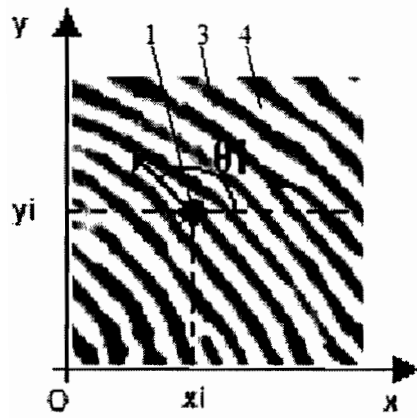


Figura 1

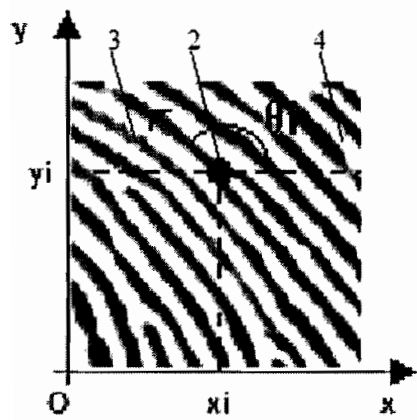


Figura 2

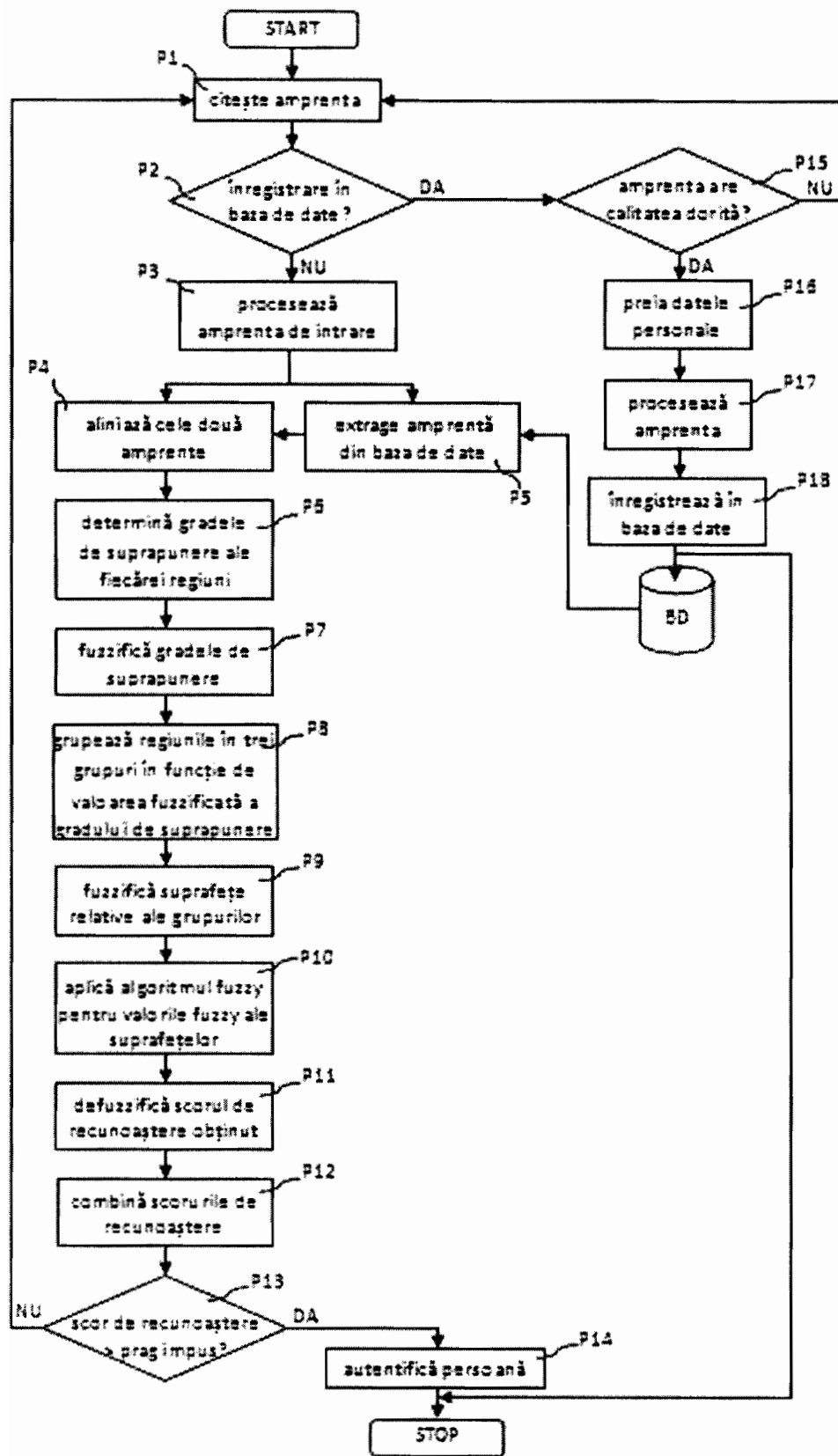


Figura 3

30-08-2010

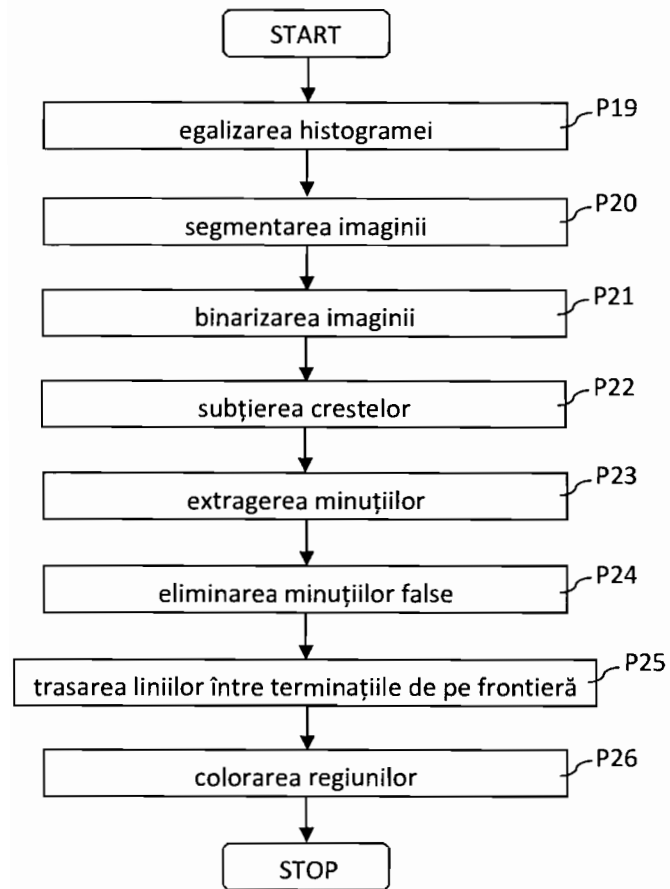


Figura 4

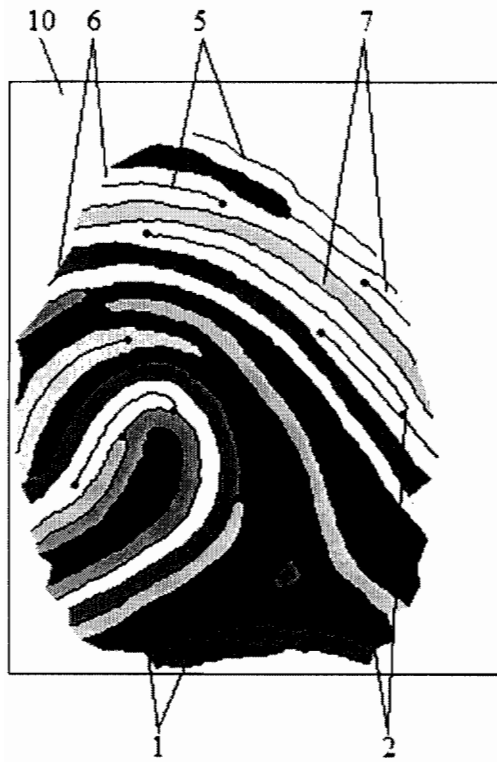


Figura 5

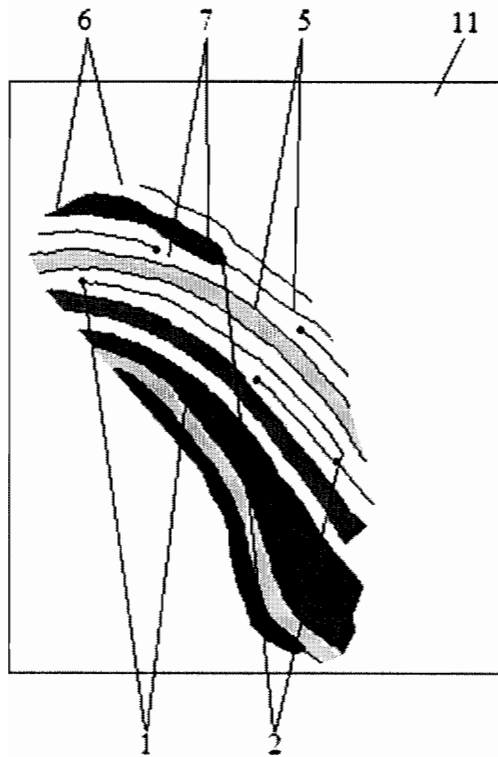


Figura 6

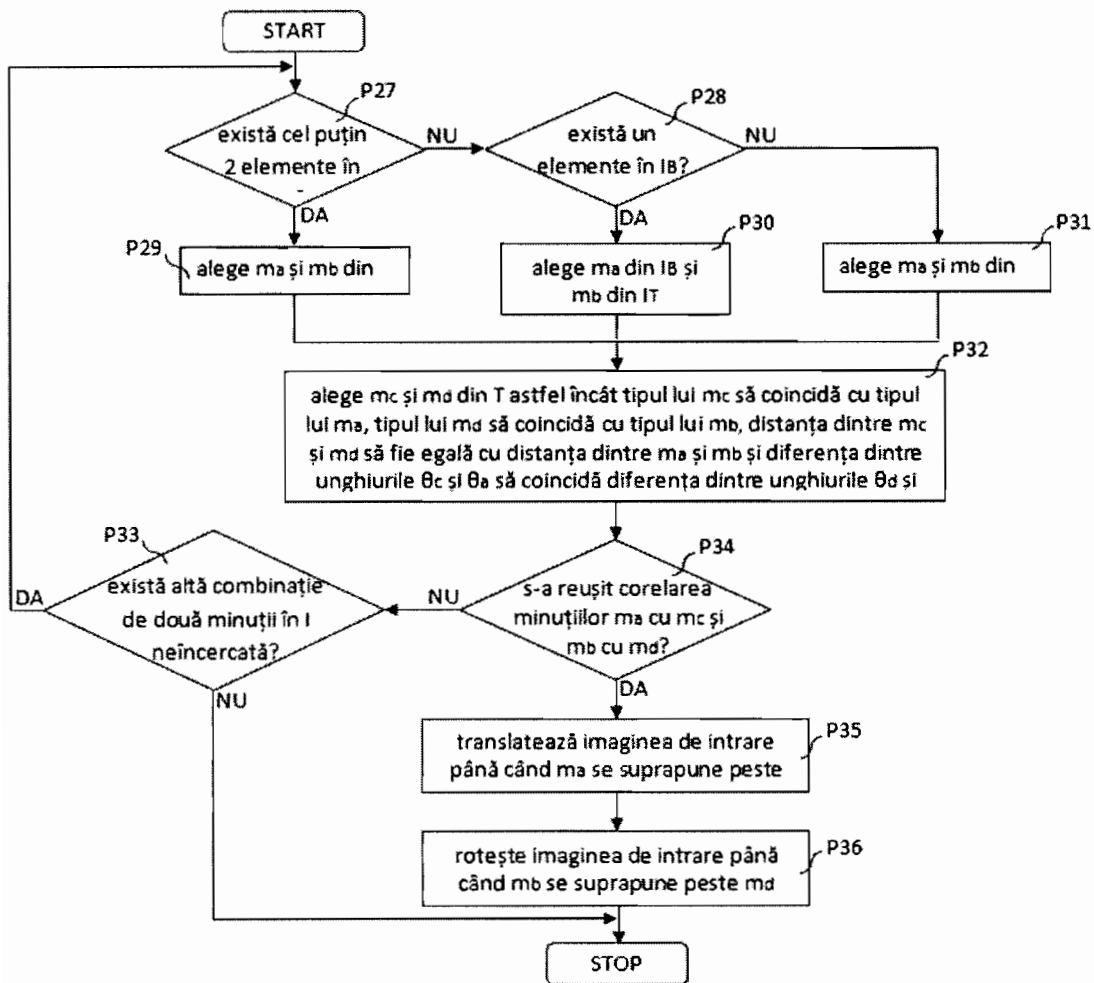


Figura 7

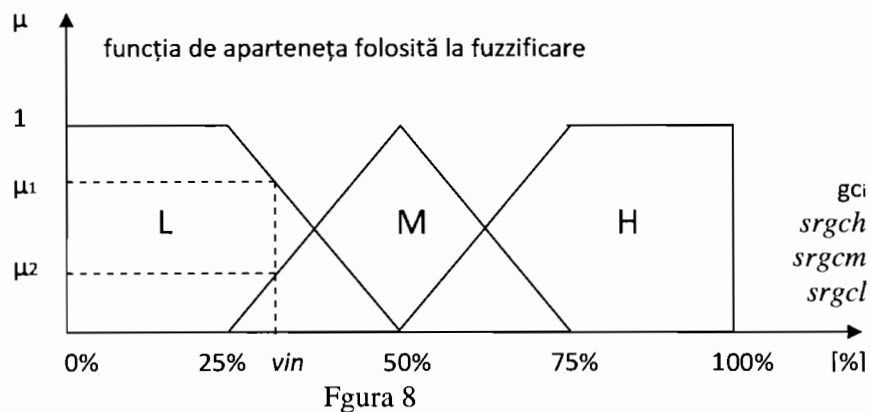
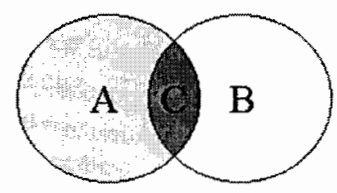
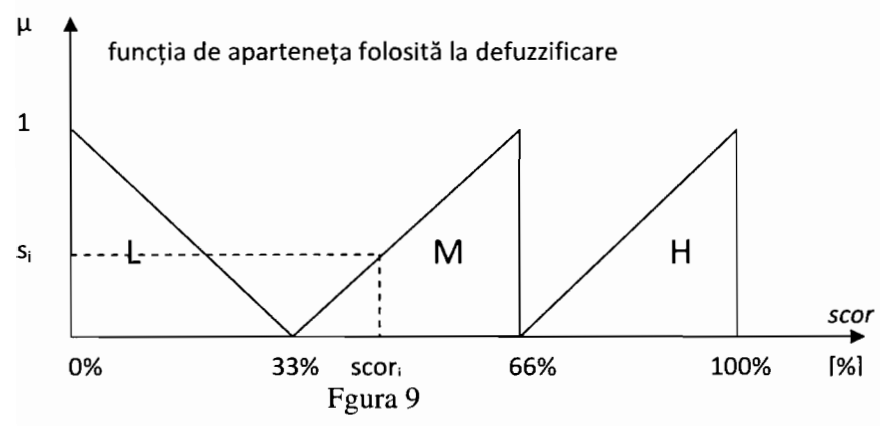


Figura 8



<i>srgchf</i> is H		<i>srgcmf</i>		
		H	M	L
<i>srgclf</i>	H	-	-	H
	M	-	H	H
	L	H	H	H

Figura 11

<i>srgchf</i> is M		<i>srgcmf</i>		
		H	M	L
<i>srgclf</i>	H	-	M	M
	M	M	M	M
	L	M	M	M

Figura 12

<i>srgchf</i> is L		<i>srgcmf</i>		
		H	M	L
<i>srgclf</i>	H	M	L	L
	M	M	L	L
	L	M	L	L

Figura 13