

# MODELE ȘI METODE DE RECUNOAȘTERE A IMAGINILOR UTILIZATE ÎN DEZVOLTAREA SISTEMELOR DE VEDERE ARTIFICIALĂ

Rusu Mariana

## INTRODUCERE

Obiectivul principal al sistemelor de vedere artificială este reproducerea vederii umane, transformând vederea reală 3D a lumii înconjurătoare în reprezentare numerică, adecvată pentru procesarea datelor de către calculator. Interpretarea numerică a conținutului zonei privite permite de a crea modele decizionale utilizate în diverse scopuri: ghidare robot, control, clasificare și selectare.

Procesul de explorare vizuală a unui sistem de vedere artificială include aceleași trăsături fundamentale ca și la ființele umane: *fixarea și urmărirea figurii; discriminarea figură – fond; percepția formelor, modelelor și obiectelor; diferențierile perceptive / preferințele; organizarea perceptivă și constantele perceptive* [1].

La sistemele vizuale pentru roboți, legăturile reciproce dintre soft, electronică, hard optic și mecanic, sunt atât de complexe, încât proiectarea lor impune folosirea multor metode diferite, fiecare domeniu trebuind să fie tratat fără erori.

## I. METODE DE ACHIZIȚIE A IMAGINILOR

Există numeroase metode pentru a măsura realitatea înconjurătoare, unele cu aplicabilitate generală, altele foarte specializate. Alegerea senzorilor depinde de mediul în care va funcționa robotul. Se deosebesc două tipuri de sisteme de vedere: *pasive și active*.

În cazul sistemelor pasive, senzorii vizuali sunt fiși și toate zonele imaginilor sunt inspectate în același mod. La un sistem de vedere activ, senzorii sunt mobili și pot selecționa dintre toate informațiile, doar pe cele relevante pentru găsirea unei soluții.

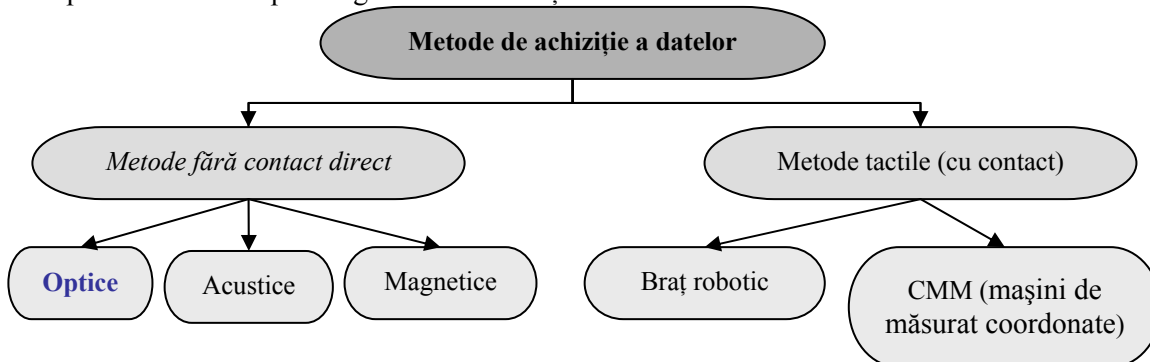


Figura 1. Metode de achiziție a datelor

Toate informațiile obținute de la o imagine sunt succesiv prelucrate, prin intermediul unor reprezentări simbolice, pornind de la valorile inițiale ale intensității, până la un model final tridimensional al câmpului vizual.

O structură generală a unui sistem de achiziție și procesare a imaginilor este descrisă în figura de mai jos.

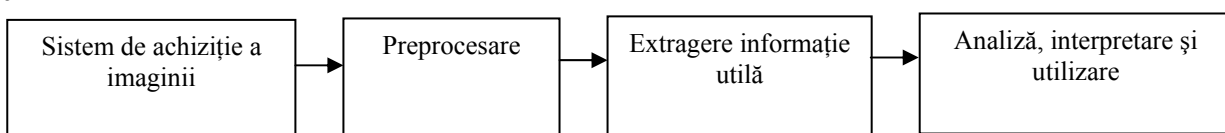


Figura 2. Structura unui sistem de achiziție/procesare imagine

## II. CLASIFICAREA MODELELOR ȘI METODELOR DE RECUNOAȘTERE A IMAGINILOR

Literatura de specialitate grupează modelele și metodele generale de recunoaștere și clasificare în patru mari categorii sau strategii, denumite *abordări (pattern recognition approaches)*:

- Recunoașterea prin potrivirea cea mai bună (*template matching approach*);
- Recunoașterea prin metode statistice (*statistical approach*);
- Recunoașterea cu ajutorul rețelelor neuronale (*neural networks approach*);
- Recunoașterea sintactică sau structurală (*syntactic or structural approach*);

Tabelul 1. *Strategii de modelare a problemei recunoașterii a imaginilor* [1]

Strategia de abordare / Modelarea matematică	Modele de reprezentare a atributelor (descriptorilor)	Modele / funcții de discriminare (recunoaștere)	Modele / criterii de discriminare
Potrivirea cea mai bună ( <i>Template matching approach</i> )	mostre de pixeli, contururi, forme	funcția de corelație, diferite metrice	Minimizarea erorii/maximizare a potrivirii
Metode statistice ( <i>Statistical approach</i> )	valori numerice, contururi, forme	funcția de discriminare	Minimizarea pierderii (riscului)
Rețele neuronale ( <i>Neural networks approach</i> )	forme și mărimi numerice de antrenament	funcție de decizie neuronală	Minimizarea erorii la învățare
Sintactică / structurală ( <i>Syntactic / structural approach</i> )	șiruri de coduri (simboluri)	reguli de derivare (sintactice)	arbore de derivare sintactică

## III. RECUNOAȘTEREA FORMELOR IMAGINILOR

**Recunoașterea formelor** și/sau clasificarea imaginilor este un proces ce are la bază un model în patru pași sau etape:

**1. Preprocesarea imaginii** constă în îmbunătățirea calității imaginii cu ajutorul algoritmilor de Prelucrare Digitală a Imaginilor (DIP). Cei mai utilizați algoritmi de preprocesare sunt:

- algoritmii de amplificare a contrastului;
- algoritmii de eliminare a zgomotului (*noise reduction*);
- algoritmii de transformare Fourier a imaginii, folosiți pentru analizarea texturii imaginii.

După preprocesare obținem fie o imagine îmbunătățită, având unele detalii puse în evidență, fie descrierea unor părți componente ale imaginii preprocesate.

**2. Extragerea atributelor sau descriptorilor de imagine (*feature extraction*)** constă în aplicarea unor algoritmi DIP specializați, cum ar fi:

- algoritmi morfologici: dilatare, eroziune, umplere, scheletizare;
- algoritmi de segmentare a imaginii;
- algoritmi de reprezentare și descriere a formelor: descrierea conturilor, momente statistice invariante, descriptori Fourier, texturi;
- algoritmi de reprezentare și descriere a formelor: aproximări poligonale, semnături, descriptori topologici, *shape numbers* (pentru Modelarea sintactică / structurală).

Alegerea unor attribute sau caracteristici cât mai potrivite determină succesul algoritmilor de recunoaștere. Determinarea cu exactitate și completă a celor trei caracteristici fundamentale: contur, culoare, textură este extrem de dificilă sau chiar imposibilă și presupune proiectarea și implementarea unor metode de aproximare a lor. Iar numărul posibilităților de aproximare a mărimii și formei combinate între ele și înmulțite cu numărul imens de nuanțe de culori conduce la un număr foarte mare de alegeri posibile. Rezultatul final al acestei etape este un vector de n attribute extrase ( $v_1, v_2, \dots, v_n$ ) nu neapărat numerice.

**3. Măsurarea atributelor sau descriptorilor (*feature/pattern measurement*).** În practică această etapă nu este separată de cea anterioară întrucât, odată alegerea atributelor fiind făcută, se presupune ca pentru ele a fost aleasă deja o metodă de măsurare, evaluare și comparare (algoritmii sunt prezentați în ordinea în care au fost prezentate modelele și sunt utilizați pentru modelul corespunzător: a) potrivirea cea mai bună, b) modelare prin metode statistice, c) Modelare prin rețele neuronale, d) modelare sintactică-structurală).

- algoritmi de determinare a potrivirii: *minimum distance classifier, matching by correlation*
- metode statistice de minimizare a pierderii (a riscului) (*conditional average risk statistical equation*)
- perceptroni, metode de antrenare, rețele neuronale multistrat, algoritmi de învățare
- gramatici și reguli de derivare sintactică, arbori de derivare (analiză) sintactică, automate finite de recunoaștere

De această este etapa depinde întregul proces, o măsurare incorectă poate conduce în final la confuzii și rezultate eronate.

Rezultatul final al acestei etape este de obicei o valoare numerică uni- sau multi-dimensională (un vector).

**4. Clasificarea imaginii (*pattern classification*).** Este etapa finală în care se colaborează rezultatele măsurătorilor multiple anterioare (realizate cu mai multe metrici diferite) și se stabilește apartenența formei, obiectului sau imaginii descris prin vectorul de atribute la o clasă. Pentru creșterea vitezei de clasificare apartenența la o clasă se stabilește cu ajutorul unor metode ce sunt specifice strategiei de recunoaștere folosite:

- algoritmi de determinare a graniței (*decision boundary*) între clase;
- algoritmi /funcții de discriminare statistică: *funcția Bayes*;
- metode neuronale de antrenare și învățare, de exemplu *training by back-propagation*;
- metode de derivare și analiză sintactică a șirurilor de coduri (*scanning*);

Aplicarea practică a acestor metode de clasificare nu este întotdeauna o problemă simplă de calcul ci, de cele mai multe ori, necesită un aparat teoretic sofisticat și niște algoritmi pe măsură. Rezultatul final al etapei de clasificare este clasa de apartenență, de unde se obține implicit și numele obiectului ce se dorea a fi recunoscut.

## CONCLUZII

Vederea roboților este un domeniu în care progresul științific și tehnic avansează lent comparativ cu alte domenii. După ani de muncă asiduă nu se cunoaște încă o metodă sau o aplicație soft de referință pentru rezolvarea *problemei recunoașterii formelor*. Există în schimb o mulțime numeroasă de *modele /abordări /metode* și *algoritmi* care încearcă să găsească soluții, majoritatea particulare. Niciuna dintre abordări nu conduce însă la o eficiență foarte bună, astfel problema recunoașterii formelor/regăsirii automate a imaginilor rămâne în continuare deschisă.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. Ioan Ispas, *Modelare și modele matematice în recunoașterea obiectelor și clasificarea automată a imaginilor*, Catedra de Matematică-Informatică, Universitatea Petru Maior, Târgu Mureș.
2. J. R. Parker, "Algorithms for Image Processing and Computer Vision", John Wiley and Sons, 2010 - 480 pages
3. Philippe Destuynder, "Analyse et traitement des images numériques", 2006 - 210 pages
4. Support du cours, Reconnaissance des formes, <http://lithwww.epfl.ch/teaching/rdf/>
5. Julien Mazart, "Diagnostic par Reconnaissance des formes", [http://julien.marzat.free.fr/Publications/RDF%20BIAU%202009/Diagnostic\\_RdF\\_17\\_02\\_09.pdf](http://julien.marzat.free.fr/Publications/RDF%20BIAU%202009/Diagnostic_RdF_17_02_09.pdf)