RECUNOAŞTEREA FORMELOR ŞI CLASIFICAREA AUTOMATĂ A IMAGINILOR, O MODELARE ÎN PATRU PAŞI

Ioan ISPAS

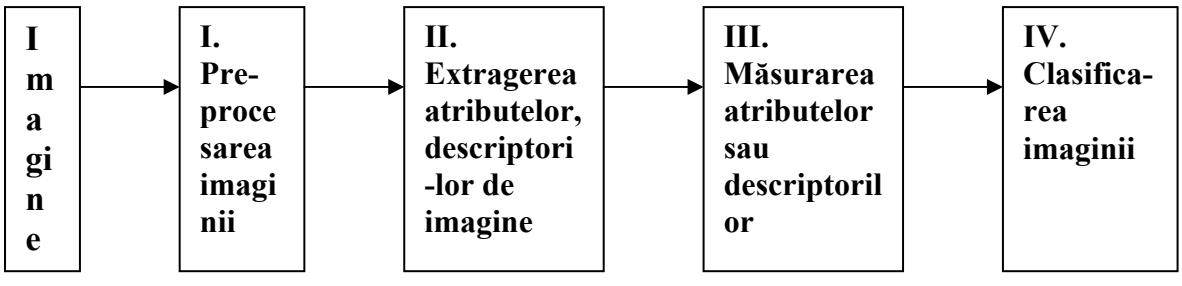
Abstract

Problema clasificării automate a imaginilor pe baza recunoaşterii formelor din imagini este o problemă de importanţă strategică în multe domenii de mare interes. Sistematizarea metodelor şi informaţiilor care tratează acest subiect este un demers foarte dificl dar în acelaşi timp necesar. Contribuţia noastră este tocmai realizarea acestui efort ce permite o viziune de ansamblu asupra problemei studiate şi creează premisele pentru modelarea acesteia.

Clasificarea automată a imaginilor este o problemă de importanţă strategică în multe domenii de mare interes. Rezolvarea ei se bazează pe metodele de recunoaştere a formelor sau a conţinutului din imagini. Demersul original al acestor pagini este de a sistematiza mulţimea abordărilor existente pentru a permite obţinerea unei baze în vederea modelării acestei probleme.

Parcurgând atent literatura de specialitate putem concluziona că recunoaşterea şi clasificarea imaginilor este un proces ce se desfăşoară în patru paşi – etape - esenţiali şi inevitabili. Evidenţierea acestor patru etape ale procesului de recunoaştere şi clasificare a imaginilor permite apoi sistematizarea garadată a tuturor metodelor existente.

Schema procesului de recunoaştere şi clasificare automată a imaginilor este următoarea:



I. Preprocesarea imaginii. Prin această etapă de preprocesare se înţelege de fapt aplicarea, unor algoritmi DIP specializaţi de îmbunătăţire a calităţii imaginii.

II. Extragerea atributelor sau descriptorilor de imagine (*feature extraction*). Este etapa cheie, este cea care dă măsura performanţelor şi a profesionalismului aplicaţiei de

BDD-A23792 © 2007 Editura Universităţii „Petru Maior”
Provided by Diacronia.ro for IP 216.73.216.143 (2026-11-19 08:46:07 UTC)

recunoaştere. Alegerea unor atribute sau caracteristici cît mai potrivite este cheia succesului algoritmilor de recunoaştere. Rezultatul final al acestei etape este un vector de *n* atribute extrase (v_1, v_2, …, v_n) nu neapărat numerice.

III. Măsurarea atributelor sau descriptorilor (*feature/pattern measurement*). **A**ceastă etapă este bine tratată teoretic deoarece există un aparat matematic bine pus la punct – *Teoria măsurii* – cu ajutorul căruia se pot introduce diferite metrici *n*-dimensionale sau metode discriminative eficiente. Rezultatul final al acestei etape este de obicei o valoare numerică uni- sau multi-dimensională (un vector) privită ca fiind "distanţa" vectorului de atribute faţă de graniţele regiunilor (borders) sau faţă de "bornele" de clasificare.

IV. Clasificarea imaginii (*pattern classification*). Este etapa finală în care se colaborează rezultatele măsurătorilor multiple anterioare (realizate cu mai multe metrici diferite). Ea stabileşte apartenenţa formei, obiectului sau imaginii - descrise prin vectorul de atribute -la o clasă de imagini, pe baza unor *criterii matematice sau funcţii de apartenenţă.* Rezultatul final al etapei de clasificare este numărul *C* al clasei de apartenenţă sau direct denumirea ei.

Pe baza paşilor III şi IV, literatura de specialitate grupează modelele şi metodele generale de recunoaştere şi clasificare în patru mari categorii sau strategii, denumite *abordări* (*pattern recognition approaches*) **[2, pag.6]** :

A. Recunoaşterea prin potrivirea cea mai bună (*template matching approach*);
B. Recunoaşterea prin metode statistice (*statistical approach*);
C. Recunoaşterea cu ajutorul reţelelor neuronale (*neural networks approach*);
D. Recunoaşterea sintactică sau structurală (*syntactic or structural approach*);

Există şi o altă clasificare în doar două mari categorii **[1, pag.XIV]**:

A. Recunoaşterea bazată pe metode teoretice de decizie (*decision-theoretic methods*);

B. Recunoaşterea sintactică sau structurală (*syntactic or structural methods*);

Tabelele ce urmează sintetizează şi descriu informaţiile despre cele patru strategii de modelare a problemei recunoaşterii şi clasificării automate a imaginilor.

BDD-A23792 © 2007 Editura Universităţii „Petru Maior”
Provided by Diacronia.ro for IP 216.73.216.143 (2026-11-19 08:46:07 UTC)

Strategia de abordare / Modelarea matematică	**Modele de reprezentare a atributelor (descriptorilor)**	**Modele / funcţii de discriminare (recunoaştere)**	**Modele / criterii (condiţii) de discriminare**
Potrivirea cea mai bună (*Template matching approach*)	mostre de pixeli, contururi, forme	funcţia de corelaţie, diferite metrici	Minimizarea erorii/maximizare a potrivirii
Metode statistice (*Statistical approach*)	valori numerice, contururi, forme	funcţia de discriminare	Minimizarea pierderii (riscului)
Reţele neuronale (*Neural networks approach*)	forme şi mărimi numerice de antrenament	funcţie de decizie neuronală	Minimizarea erorii la învăţare
Sintactică / structurală (*Syntactic / structural approach*)	şiruri de coduri (simboluri)	reguli de derivare (sintactice)	arbore de derivare sintactică

În articolele de specialitate pe această temă se oferă explicit strategiile de modelare folosite, numite tehnici, metode sau abordări. Astfel, **[4]** oferă trei strategii generale de recunoaştere şi regăsire a imaginilor: *1. the signature-based technique,* 2. *the partition-based approach, 3. the cluster-based approach.*

[5] propune o clasificare asemănătoare, tot în trei mari strategii: *1. text-based retrieval, 2. content-based retrieval, 3. semantic-based retrieval.* Sunt trecute în revistă metodele utilizate de sistemele automate de recunoaştere şi regăsire a imaginilor existente pe piaţă. Există şase criterii generale de căutare /recunoaştere /regăsire: *1.Color Content (CC), 2.Shape Content (SC), 3.Texture Content (TC), 4.Color Structure (CS), 5.Brightness Structure (BS), 6. Aspect Ratio (AR).*

Există însă şi alte abordări, particulare **[3]**: C*omponent Classification using Fuzzy Fpproach***,** *User and Task-Based Approach, Contextual Clues and Automatic Pseudofeedback, Relevance Feedback,* etc.

BDD-A23792 © 2007 Editura Universităţii „Petru Maior”
Provided by Diacronia.ro for IP 216.73.216.143 (2026-11-19 08:46:07 UTC)

Etapa în procesul recunoaşterii → Modelul /Strategia de abordare ↓	I. Preprocesare a imaginii	II. Extragerea atributelor (*feature extraction*)	III. Măsurarea atributelor (*feature measurement*)	IV. Clasificarea (*pattern classification*)
A. Potrivirea cea mai bună (*Template matching approach*)	• restaurarea imaginii, îmbunătăţirea calităţii, amplificarea contrastului; • eliminarea paraziţilor şi a "zgomotului" (*noise reduction*); • transformarea Fourier a imaginii, folosită mai ales pentru analizarea texturii	algoritmi morfologici: *dilatare, eroziune, umplere, înfăşurătoarea convexă, scheletizare*; algoritmi de segmentare a imaginii: *detectarea discontinuităţilor - puncte, linii, muchii (edges), conectarea segmentelor (edge linking), determinarea contururilor (boundries), filtre globale şi adaptative (thresholdings), histograma*; algoritmi de reprezentare şi descriere a formelor: *descrierea contururilor, momente statistice invariante,*	algoritmi de determinare a potrivirii: *minimum distance classifier, matching by correlation*	algoritmi de determinare a graniţei (*decision boundary*) între clase;
B. Modelare prin metode statistice (*Statistical approach*)			metode statistice de minimizare a pierderii (a riscului) (*conditional average risk statistical equation*)	Algoritmi /funcţii de discriminare statistică: *funcţia Bayes* (*optimum statistical Bayes classifier*);
C. Modelare prin reţele neuronale (*Neural networks approach*)			perceptroni, metode de antrenare, reţele neuronale multistrat, algoritmi de învăţare	metode neuronale de antrenare şi învăţare, de exemplu *training by back-propagation*;
D. Modelare sintactică / structurală (*Syntactic / structural approach*)		algoritmi de reprezentare şi descriere a formelor: *înlănţuire de coduri, aproximări poligonale, semnături, descriptori topologici, shape numbers*	gramatici şi reguli de derivare sintactică, arbori de derivare (analiză) sintactică, automate finite de recunoaştere	metode de derivare şi analiză sintactică a şirurilor de coduri (*scanning*);

BDD-A23792 © 2007 Editura Universităţii „Petru Maior”
Provided by Diacronia.ro for IP 216.73.216.143 (2026-11-19 08:46:07 UTC)

Fără a epuiza subiectul, în lista următoare apar înşirate alte metode /tehnici /algoritmi folosiţi în recunoaştere şi clasificare **[7, 8, 9, 10, 11, 12]**.

Ele combină strategiile de mai sus sau introduc abordări noi, particulare:
Fourier transform for segmentation, Wavelets analysis methods, Multi-level color histogram, Similarity Measure methods, Dominant color classification, Joint histograms, Edge angle distribution, 3D neighborhood graph model, Hough transform based methods, Data covariance matrix based methods, Connected component analysis, Statistical image differences methods, Degradation features based techniques, Clustering methods, Skew estimation methods, Skew detection using morphology, Classification and segmentation using support vector machines, Multilevel thresholding – Region growing – Complex background analysis, Regions of interest based methods, Classification and segmentation using boundary characteristics, etc.

Concluzii

Problema recunoaşterii formelor s-a combinat cu *problema clasificării automată a imaginilor* odată cu dezvoltarea deosebită luată de tehnologiile multimedia şi de Internet. Din perspectiva modelării matematice fundamental, această problemă este - într-o mare măsură - *o problemă deschisă*. Cea mai bună dovadă este faptul că, după atâţia ani de eforturi asidue, nu se cunoaşte o metodă sau o aplicaţie soft de referinţă pentru rezolvarea ei.

Există în schimb, aşa cum se poate observa şi în aceste pagini, o mulţime numeroasă de *modele /abordări /strategii /metode şi algoritmi*. Ele "atacă" soluţionarea problemei din perspective variate, majoritatea particulare. Niciuna dintre abordări nu conduce însă la o eficienţă foarte bună în soluţionarea problemei recunoaşterii /regăsirii automate a imaginilor.

Lucrarea de faţă sintetizează, grupează şi clasifică cea mai mare parte a modelelor /strategiilor existente pentru a creea premisele necesare modelării matematice a *Problemei recunoaşterii formelor* şi *clasificării automate a imaginilor*.

BDD-A23792 © 2007 Editura Universităţii „Petru Maior"
Provided by Diacronia.ro for IP 216.73.216.143 (2026-11-19 08:46:07 UTC)

BIBLIOGRAFIE

[1] - GONZALEZ R., WOODS R. - *Digital Image Processing,* Prentice Hall, 2002, 2nd Edit.

[2] – A. JAIN, R. DUIN, J. MAO – *Statistical Pattern Recognition: A Review,* IEEE Transactions On Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No. 1, January 2000

[3] IOAN ISPAS – *Algoritmi de recunoaşterea formelor şi clasificarea automată a imaginilor,* Referat, Univ. Babeş-Bolyai, Facultatea de Matematică-Informatică, Cluj-Napoca, 2004

[4] KIAN-LEE TAN, BENG CHIN OOI, CHIA YEOW YEE - *An Evaluation of Color-Spatial Retrieval Techniques for Large Image Databases,* Multimedia Tools and Applications, 14, 55–78, 2001, Kluwer Academic Publishers

[5] MARJO MARKKULA, EERO SORMUNEN, MARIUS TICO, BEMMU SEPPONEN AND KATJA NIRKKONEN - *A Test Collection for the Evaluation of Content-Based Image Retrieval Algorithms - A User and Task-Based Approach,* Information Retrieval, 4, 275–293, 2001, Kluwer Academic Publishers

[6] OGE MARQUES, BORKO FURHT – *MUSE: A Content-Based Image Search and Retrieval System Using Relevance Feedback,* Multimedia Tools and Aplications, 17, 21-50, 2002, Kluwer Academic Publishers

[7] Y. ALP ASLANDOGAN, CLEMENT T. YU, RAVISHANKAR MYSORE, BO LIU - *Robust content-based image indexing using contextual clues and automatic pseudofeedback,* Multimedia Systems 9: 548–560 Springer-Verlag 2004

[8] KIAN-LEE TAN , BENG CHIN OOI , CHIA YEOW YEE - *An Evaluation of Color-Spatial Retrieval Techniques for Large Image Databases,* Multimedia Tools and Applications, 14, 55–78, 2001, Kluwer Academic Publishers.

[9] A. SRIVASTAVA, A.B. LEE, E.P. SIMONCELLI, S.-C. ZHU - *On Advances in Statistical Modeling of Natural Images,* Journal of Mathematical Imaging and Vision 18: 17–33, 2003 Kluwer Academic Publishers.

BDD-A23792 © 2007 Editura Universităţii „Petru Maior”
Provided by Diacronia.ro for IP 216.73.216.143 (2026-11-19 08:46:07 UTC)

[10] JO¨ RG DAHMEN, DANIEL KEYSERS, HERMANN NEY AND MARK OLIVER GU¨ LD - *Statistical Image Object Recognition using Mixture Densities,* Journal of Mathematical Imaging and Vision 14: 285–296, 2001, Kluwer Academic Publishers

[11] MARTIN HECZKO, ALEXANDER HINNEBURG, DANIEL KEIM, MARKUSWAWRYNIUK - *Multiresolution similarity search in image databases,* Digital Object Identifier (DOI) 10.1007/s00530-004-0135-6, Multimedia Systems 10: 28–40, Springer-Verlag 2004

[12] WEI-YING MA, B. S. MANJUNATH - *NeTra: A toolbox for navigating large image databases,* Multimedia Systems 7: 184–198 (1999) Multimedia Systems, Springer-Verlag, 1999

BDD-A23792 © 2007 Editura Universităţii „Petru Maior”
Provided by Diacronia.ro for IP 216.73.216.143 (2026-11-19 08:46:07 UTC)