

Prelucrarea Imaginilor

SEA - 2020

Laurențiu Frangu, Laurențiu Baicu

Cuprins

1. Introducere, sisteme de achiziție și prelucrare a imaginilor
2. Preprocesare și îmbunătățire
3. **Segmentarea și transformări morfologice**
4. Extragerea trăsăturilor și măsurări pe imagine
5. Recunoașterea formelor
6. Aplicații

Image processing for:

Human use
(Outcome is an enhanced image)

Computer use
(Outcome is a set of descriptors and measures of the objects)

Noise cancellation
Filtering
Edge enhancement
Histogram equalization
Image mixing, resizing, etc.

Preprocessing

Noise cancellation
Filtering
Edge enhancement
Histogram equalization

2nd Processing stage

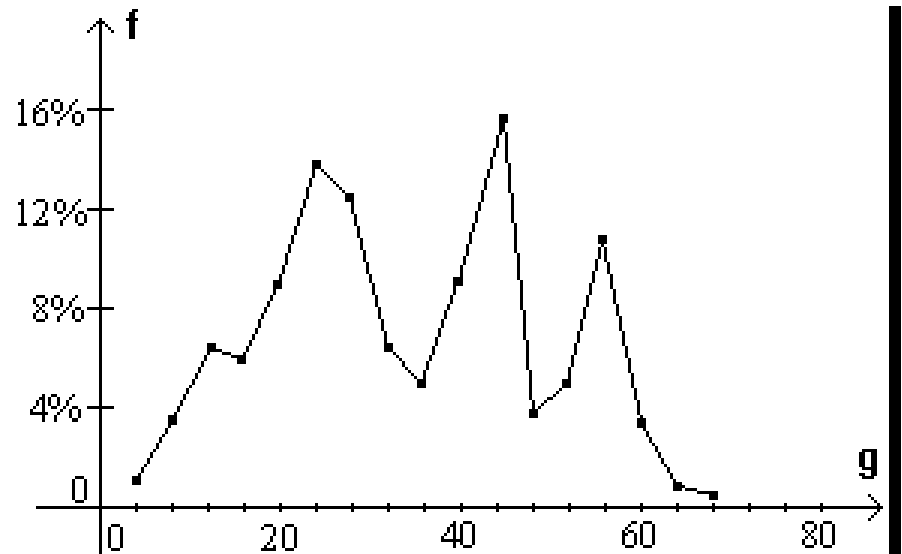
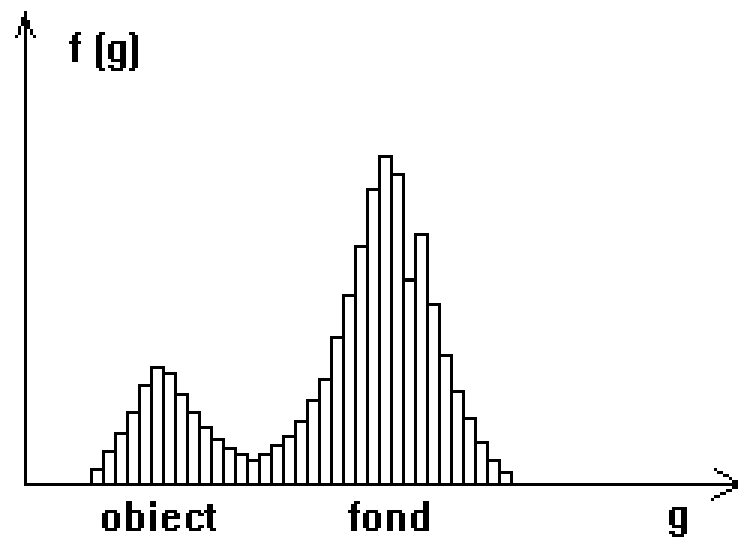
Fourier transform
Histogram evaluation
Segmentation
Erosion, dilation
Thinning, skeleton

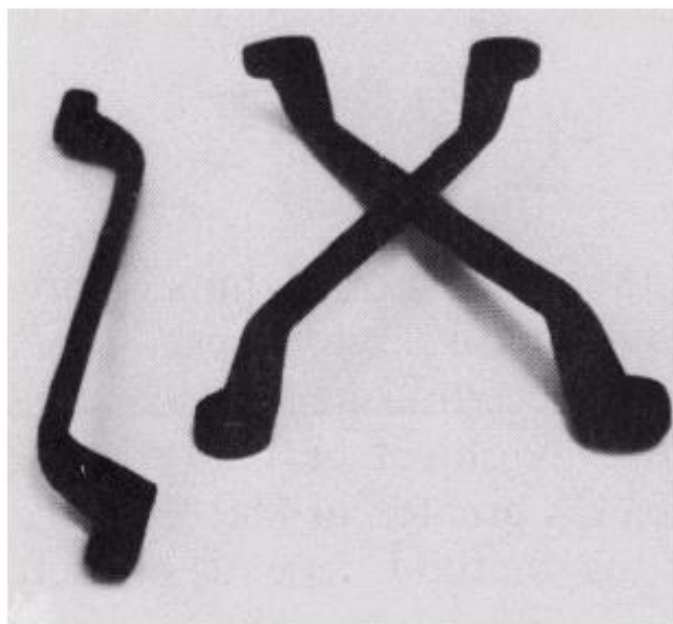
Feature extraction

Labeling
Descriptors computation
Measures
Shape analysis
Texture analysis

Segmentare

- Divizarea imaginii în grupuri de pixeli, care au proprietăți comune
- Exemplu simplu: compararea luminanței cu un prag
- Necesară pentru separarea obiectelor



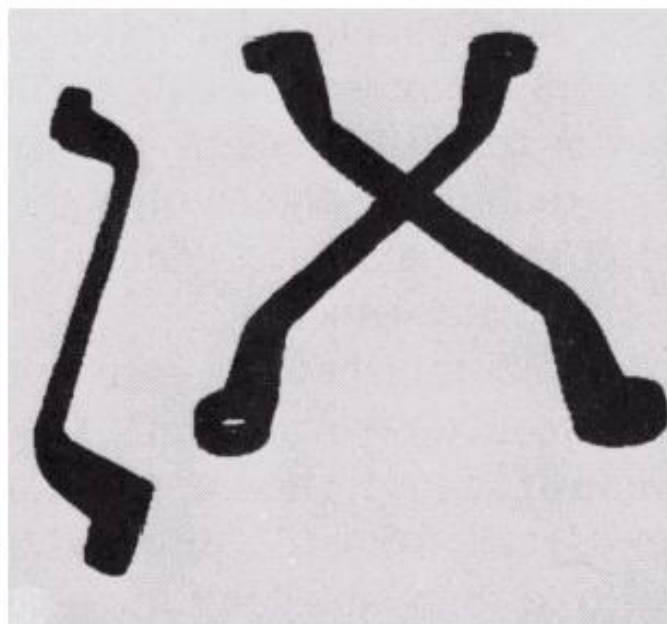
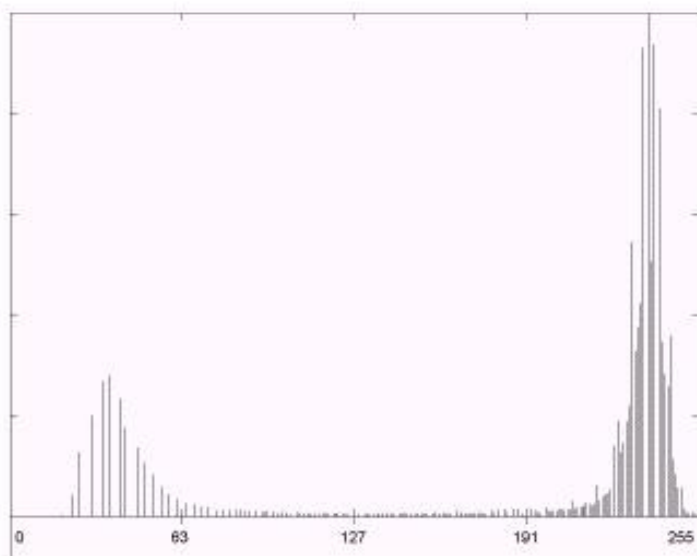


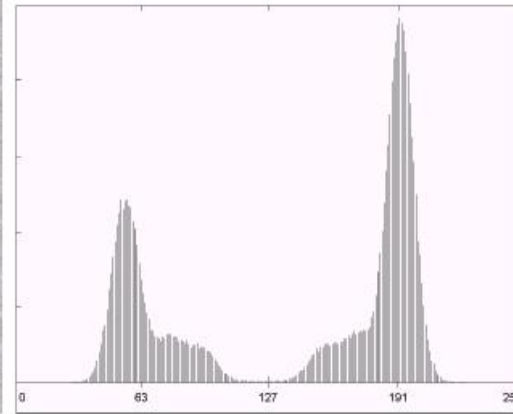
a
b c

FIGURE 10.28

(a) Original image. (b) Image histogram.

(c) Result of global thresholding with T midway between the maximum and minimum gray levels.





a b
c

FIGURE 10.29

(a) Original image. (b) Image histogram.

(c) Result of segmentation with the threshold estimated by iteration.

(Original courtesy of the National Institute of Standards and Technology.)



Segmentare

- Abordare mai general
 - segmentarea după luminanță (compararea cu prag, *thresholding*)
 - segmentarea după culoare (crominanță)
 - segmentarea după textur
 - segmentarea după conținut (aspectele morfologice)



a	b
c	d

FIGURE 6.38

(a) RGB image.

(b) Red component image.

(c) Green component.

(d) Blue component.



Segmentare dup
culoare

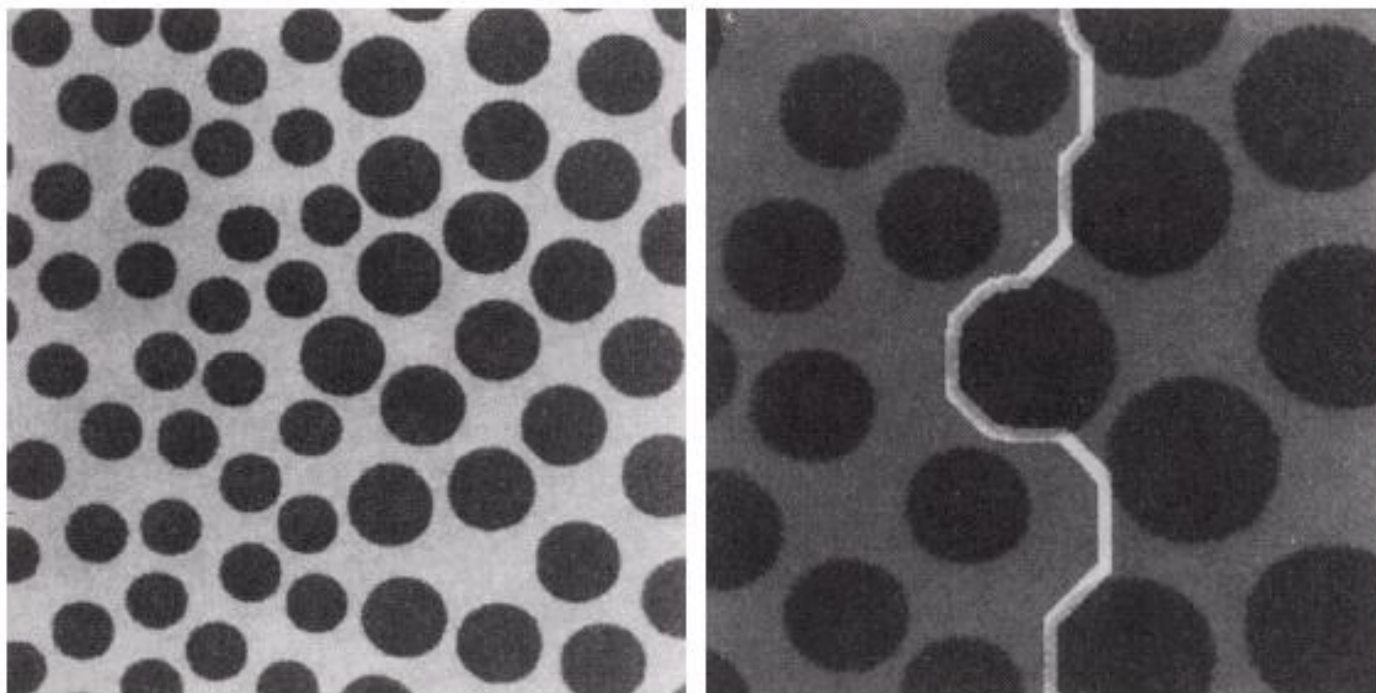
Lauren iu Frangu, 2020

Prelucrarea Imaginilor, SEA

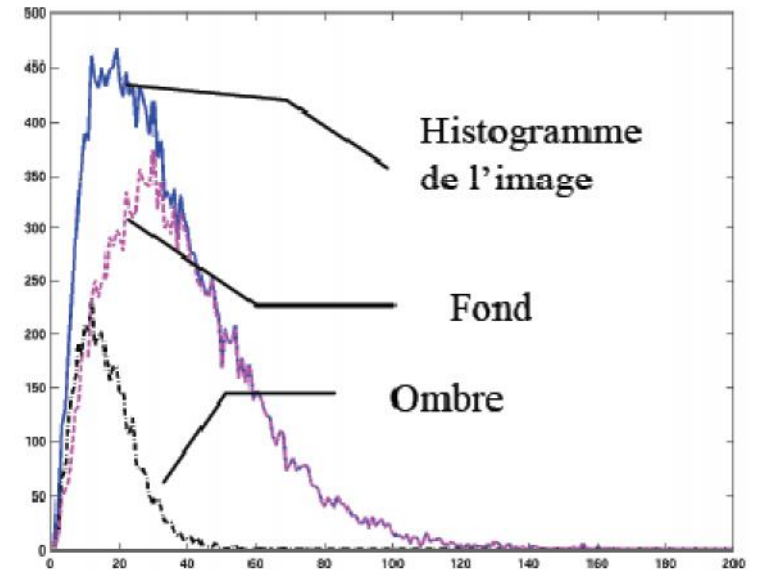
a b

FIGURE 9.35

(a) Original image. (b) Image showing boundary between regions of different texture. (Courtesy of Mr. A. Morris, Leica Cambridge, Ltd.)



Segmentare după textur



Segmentare după luminanță sau textur

Segmentare

- Rezultatul segmentării
 - grupurile de pixeli reprezintă obiectele din imagine
 - fondul este și el un obiect
 - dacă o mulțime de pixeli cu proprietăți comune nu este conexă, au fost detectate mai multe obiecte
 - obiectele pot fi reprezentate ca o imagine alb/negru
 - totuși, proprietățile comune ale pixelilor dintr-un obiect trebuie memorate
 - obiectelor li se asociază trăsături, necesare pentru măsurare pe imagine și pentru recunoaștere

Transformări morfologice

- Acele transformări care schimbă compoziția imaginii, din punctul de vedere al obiectelor detectate
- Se aplică imaginilor segmentate
- Exemplu intuitiv: reunirea obiectelor învecinate, care au fost separate de o perturbație, schimbă numărul de obiecte
- Operatori: erodare și dilatare

Transformări morfologice

- Eliminarea zgomotului “sare și piper”, pentru “netezirea” obiectelor

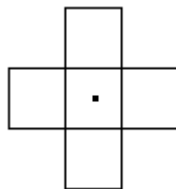
$$p' = p \cdot (v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + v_6 + v_7 + v_8) +$$

$$+ \bar{p} \cdot (v_1 \cdot v_2 \cdot v_3 \cdot v_4 \cdot v_5 \cdot v_6 \cdot v_7 \cdot v_8)$$

v_4	v_3	v_2
v_5	p	v_1
v_6	v_7	v_8

Transformări morfologice

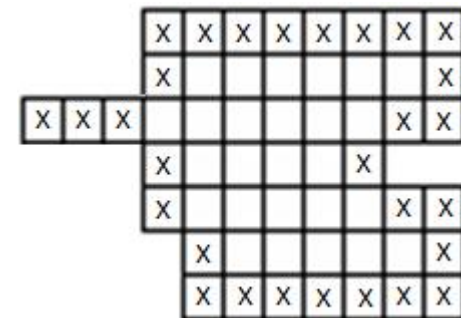
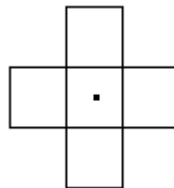
- Erozare
 - subset de pixeli din obiectul S
 - criteriu: acei pixeli peste care, aplicînd ablonul, ablonul rămîne în obiectul S
 - reduce varianța conturului
 - mărește găurile
 - poate diviza un obiect în mai multe



Masca (ablonul) B3

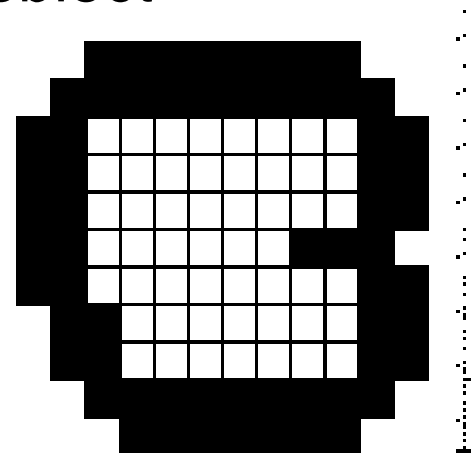
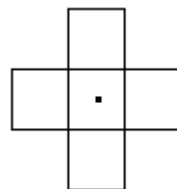
Transformări morfologice

- Erozare

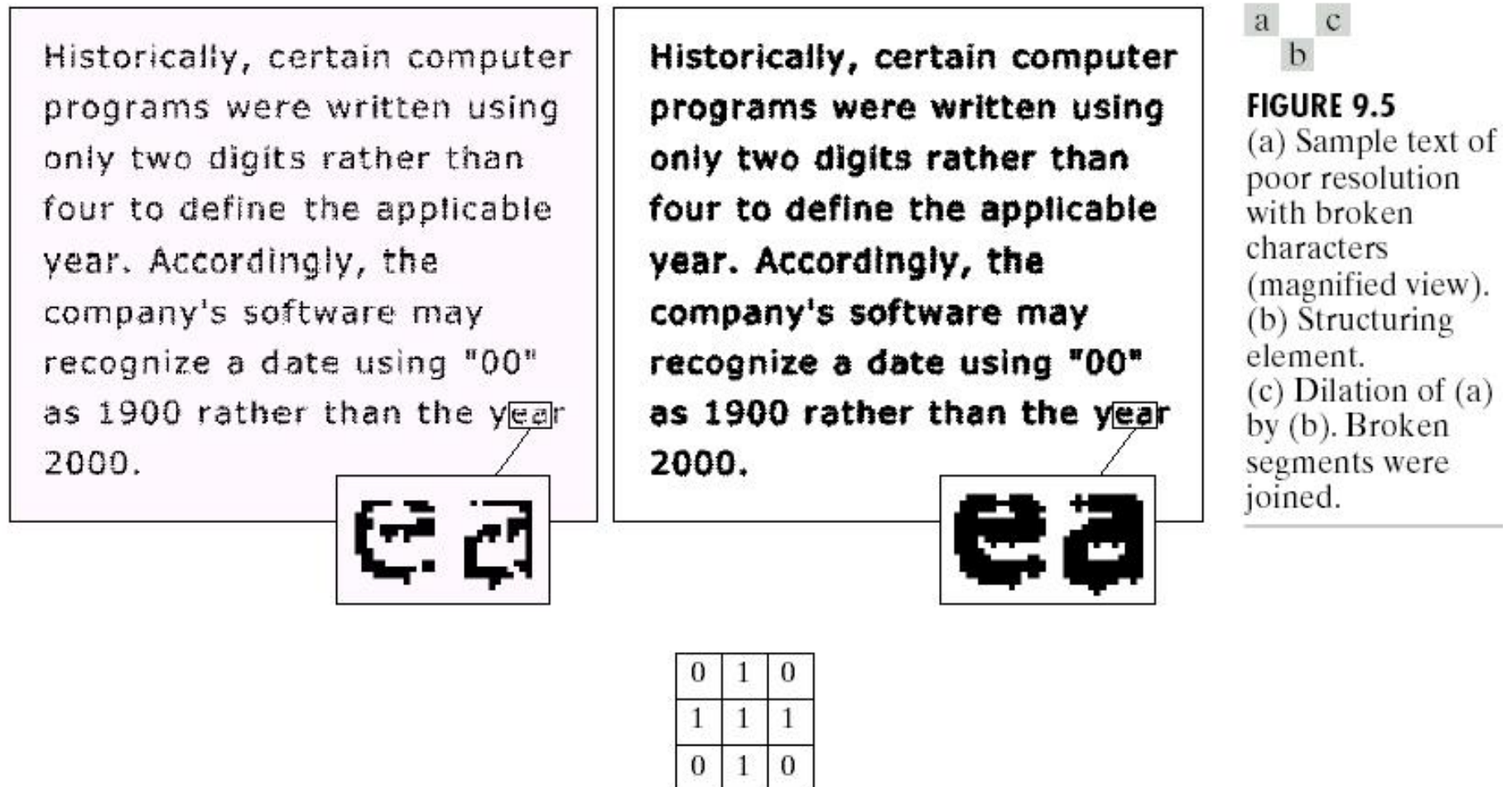


Transformări morfologice

- Dilatare
 - obiectul S + pixelii din vecinătate
 - criteriu: acei pixeli peste care, aplicând ablonul, șablonul se suprapune, parțial, cu obiectul S
 - reduce golurile
 - acoperă fisurile
 - poate reuni obiecte învecinate într-un obiect
 - exemplu: două dilatări succesive



Transform ri morfologice



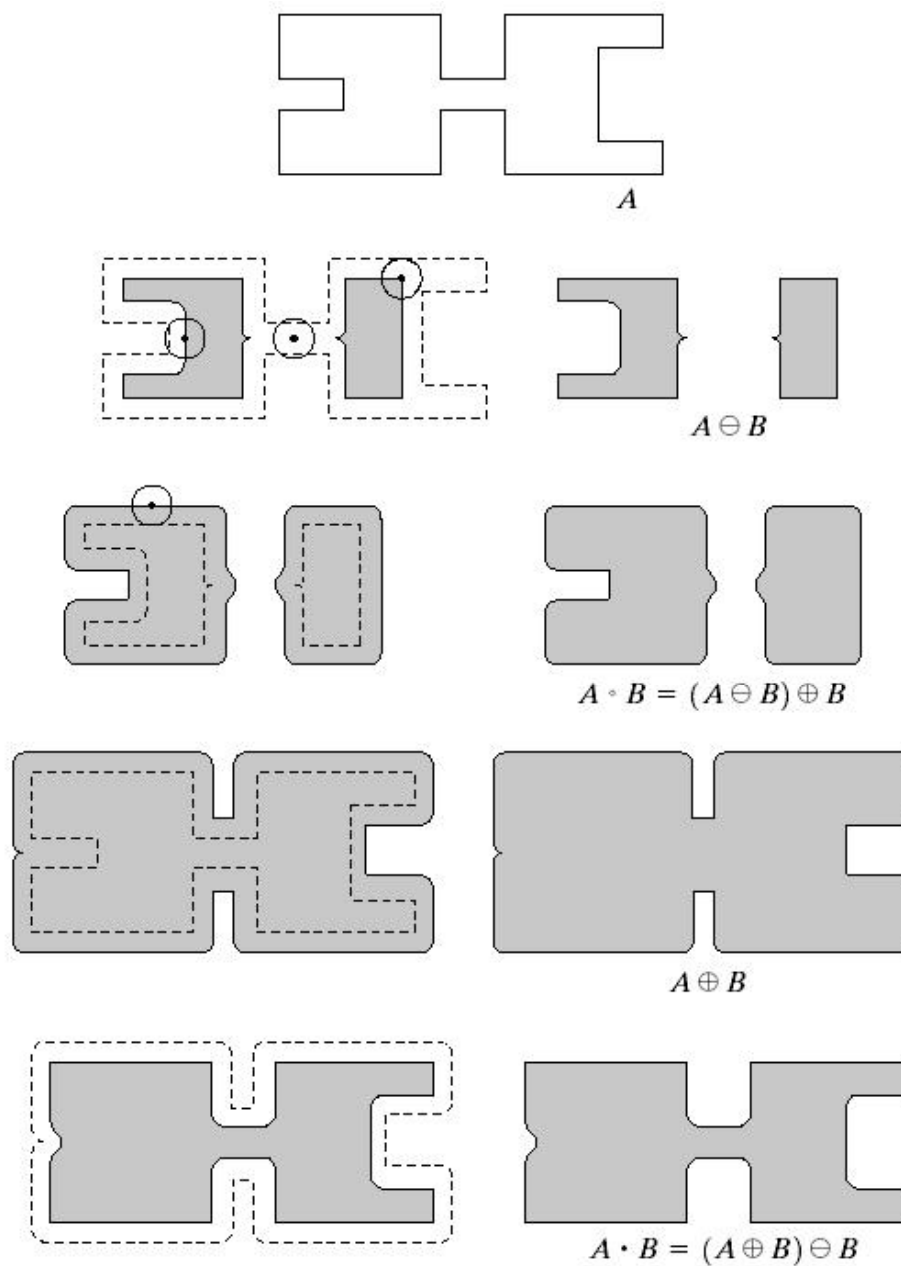
Transformări morfologice

- Închiderea imaginii
 - dilatare urmat de erodare
 - folosit pentru reunirea obiectelor divizate accidental
- Deschiderea imaginii
 - erodare urmat de dilatare
 - folosit pentru separarea obiectelor reunite accidental
- Posibile combinații; ordinea depinde de perturbația suspectată

a
b c
d e
f g
h i

FIGURE 9.10

Morphological opening and closing. The structuring element is the small circle shown in various positions in (b). The dark dot is the center of the structuring element.



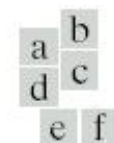
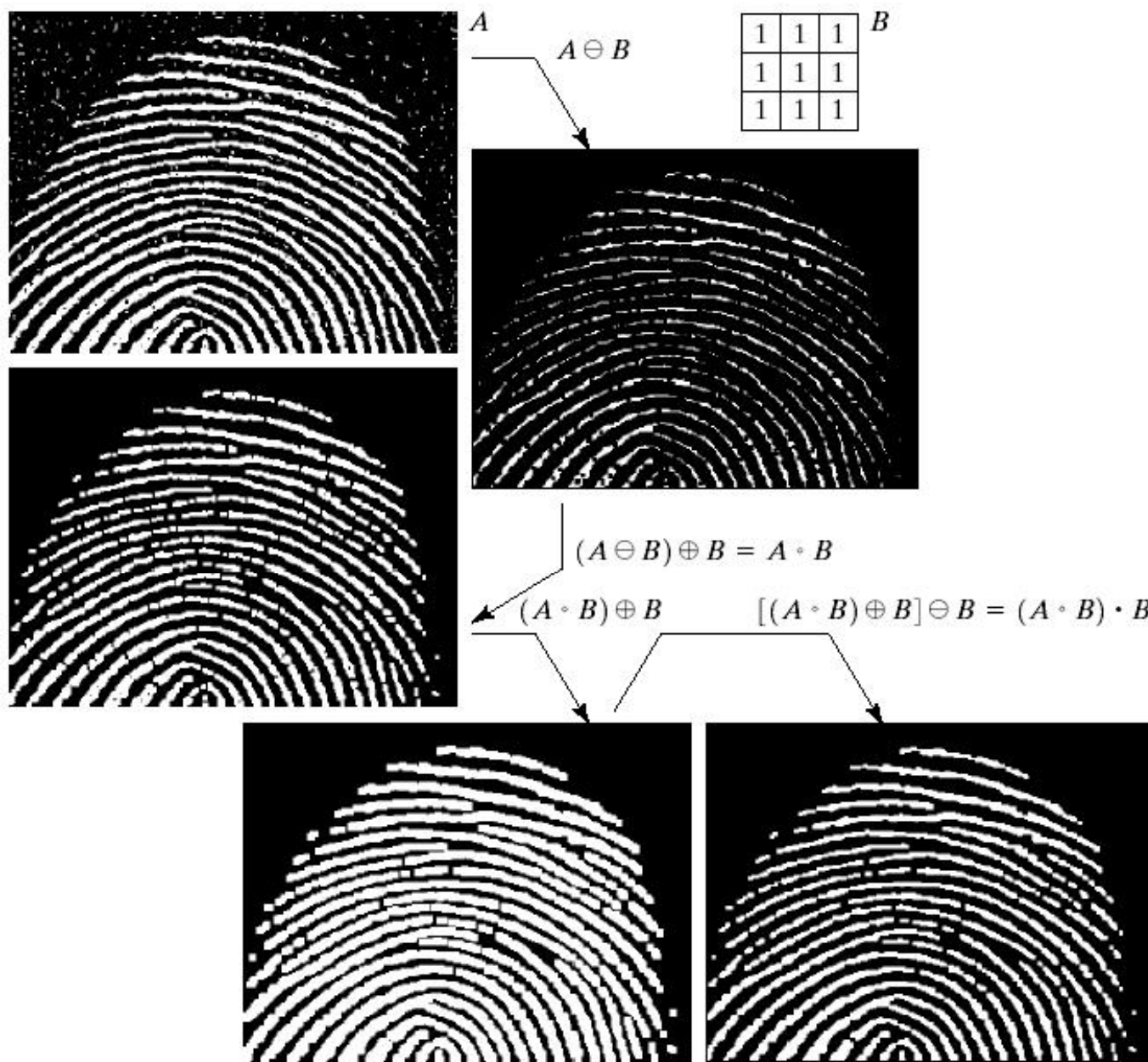


FIGURE 9.11

(a) Noisy image.
 (c) Eroded image.
 (d) Opening of A .
 (d) Dilation of the opening.
 (e) Closing of the opening. (Original image for this example courtesy of the National Institute of Standards and Technology.)

Cuprins

1. Introducere, sisteme de achiziție și prelucrare a imaginilor
2. Preprocesare și îmbunătățire
3. Segmentarea și transformări morfologice
4. Extragerea trăsăturilor și măsurarea pe imagine
5. Recunoașterea formelor
6. Aplicații

Extragerea trăsăturilor

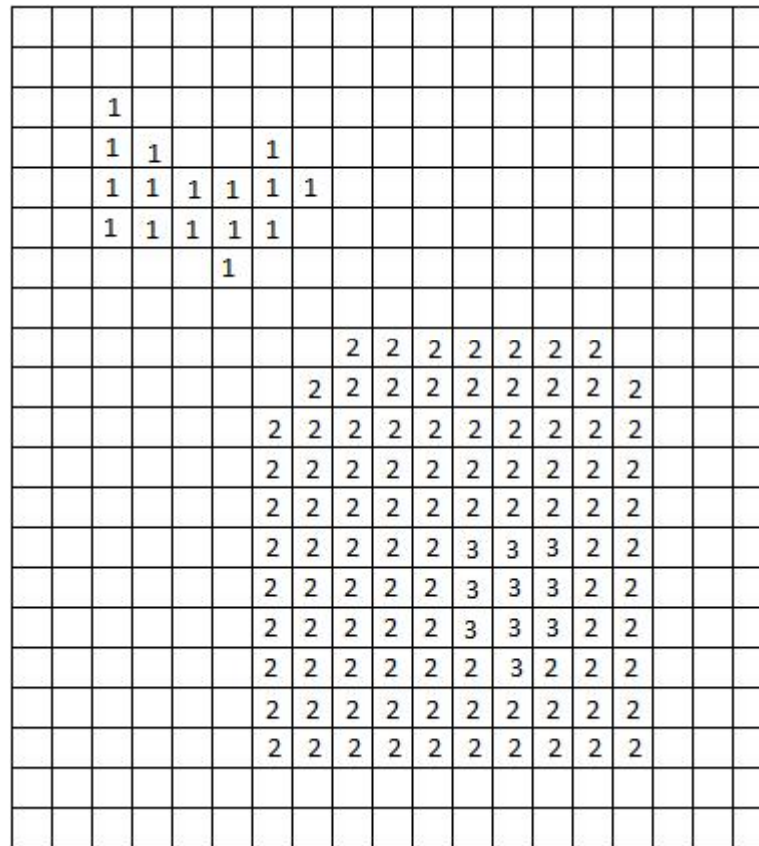
- Etichetare
 - Extragerea conturului
 - Calculul descriptorilor obiectelor
 - Măsuri în imagine
 - Analiza formei
 - Analiza texturii
-
- Toate se aplică pe imagini segmentate

Extragerea trăsăturilor

- Etichetare (necesar pentru identificarea obiectelor)
- Atașează o etichetă fiecărui pixel, proprie obiectului căruia îi aparține pixelul
- Alte informații asociate cu eticheta
 - primul pixel găsit
 - numărul de pixeli
 - suma coordonatelor
 - coordonatele extreme (*bounding box*)
 - incluziunea în grăuri sau grăurile incluse
- Funcția Matlab returnează o matrice a etichetelor (aceeași dimensiune ca imaginea)

Extragerea trăsăturilor

- Etichetare



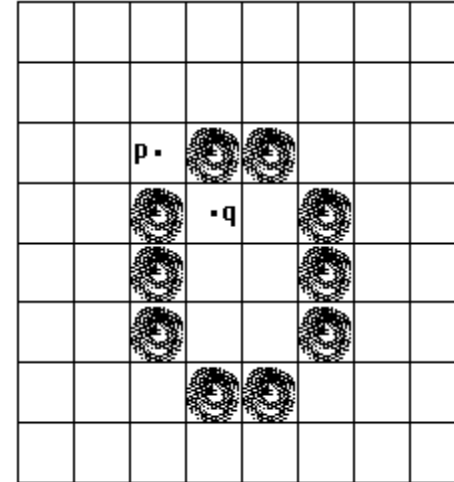
Extragerea trăsăturilor

- Extragerea conturului (necesar pentru memorare sau pentru distanța între obiecte)
 - calculat pe obiectul etichetat
 - algoritm de urmărire a conturului (“gîndacul”)
 - codarea conturului (cod lanț)
 - calcul rapid al perimetrului
 - alt abordare: eliminarea pixelilor interiori
- Pixelii de pe contur: tetraconectat cu cel puțin un vecin din fond
- Noțiunea de 4-conectat, 8-conectat

Extragerea trăsăturilor

- Noțiunea de 4-conectat, 8-conectat
- Opoziția dintre conectarea fondului și a obiectului

v4	v3	v2
v5	p	v1
v6	v7	v8

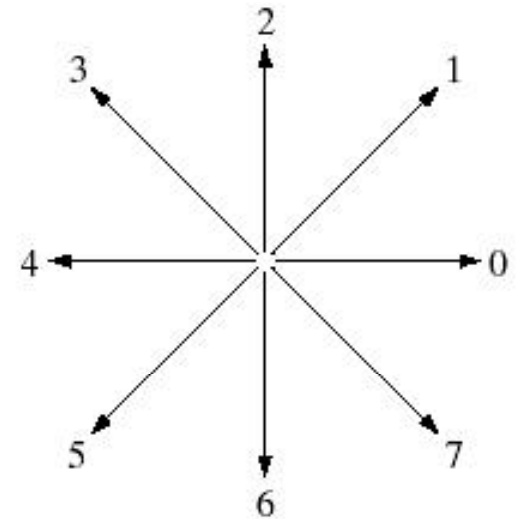
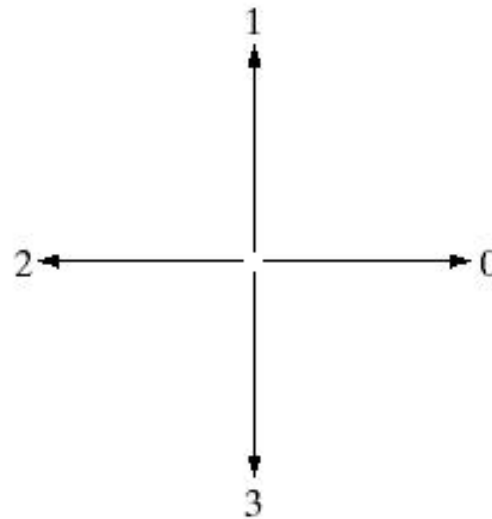


Extragerea trăsăturilor

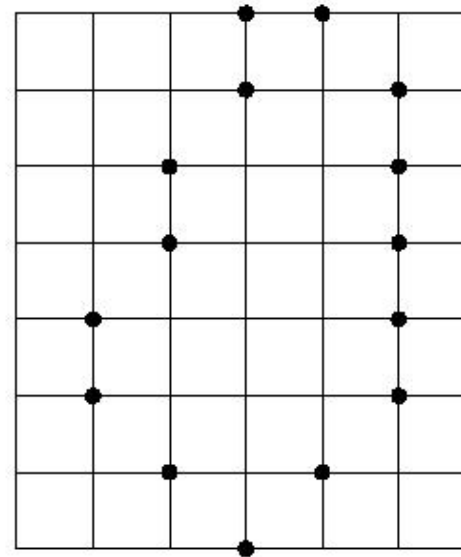
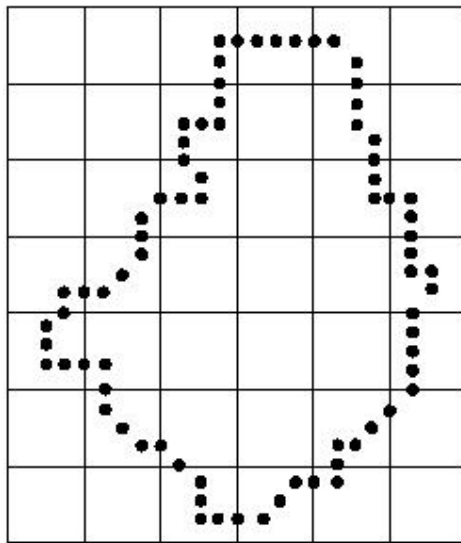
a b

FIGURE 11.1

Direction numbers for (a) 4-directional chain code, and (b) 8-directional chain code.



Codul lanț



a	b
c	d

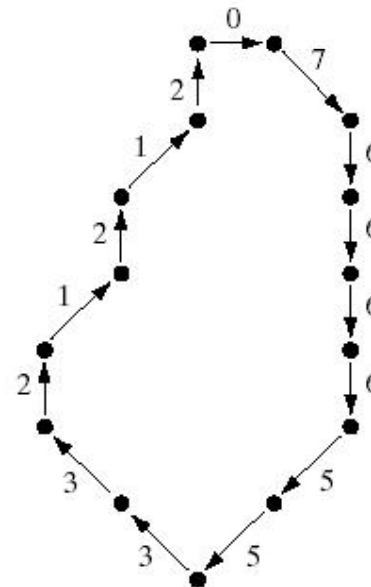
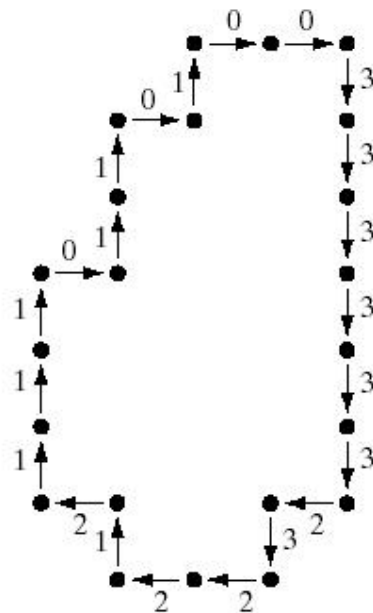
FIGURE 11.2

(a) Digital boundary with resampling grid superimposed.

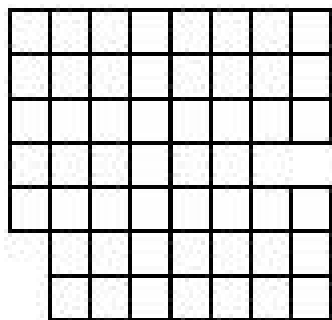
(b) Result of resampling.

(c) 4-directional chain code.

(d) 8-directional chain code.



Extragerea trăsăturilor



Cod lanț, începînd din colțul stînga jos:

000000224310224444444666676

sau

232222000000066457066444444

– produce direct perimetrul: num_rul de cifre pare +
num_rul de cifre impare * $\sqrt{2}$

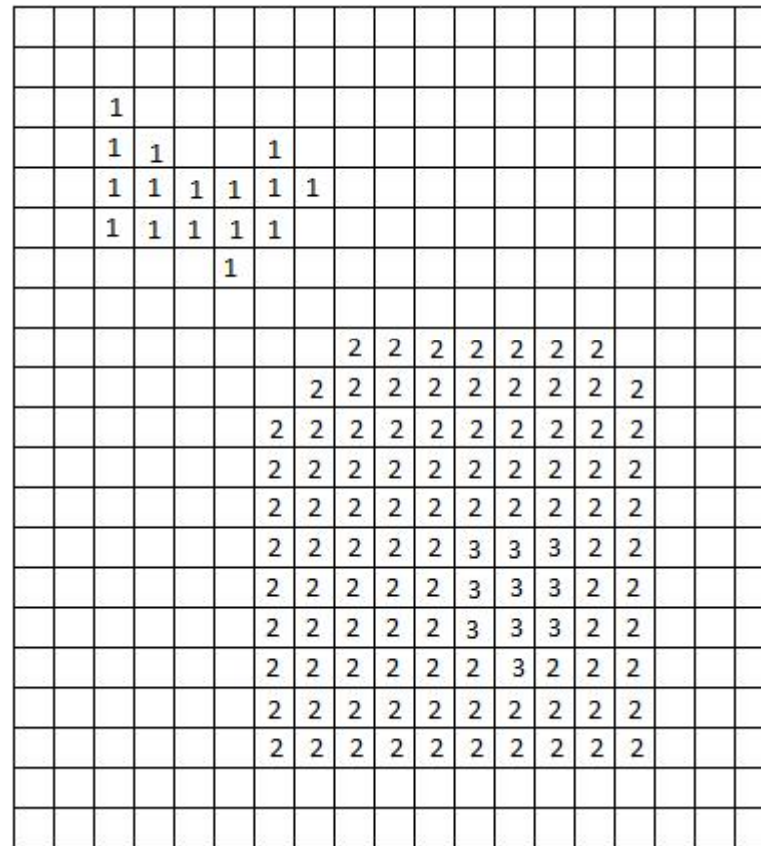
Extragerea trăsăturilor

- Calculul descriptorilor (necesar pentru recunoașterea obiectelor)
 - Aria exclusiv , incluziv
 - Perimetrul
 - Perimetrul convex
 - Elongația (*elongation, eccentricity*)
 - Numărul de găuri
 - Compactitudinea (*compactness*)
 - Momente invariante

Extragerea trăsăturilor

- Aria – numărul de pixeli în obiectul S
 - exclusiv – doar pixelii cu aceeași etichetă
 - incluziv – pixelii obiectului și ai obiectelor incluse în S
- Perimetrul – lungimea conturului
- Perimetrul convex – lungimea conturului celei mai mici zone convexe care include pe S
- Numărul de găuri (incluse în S)
- Compactitudinea (*compactness*)
 - perimetrul divizat la arie

Extragerea trăsăturilor



Extragerea trăsăturilor

- Descrierea obiectelor prin momente
 - momente absolute
 - momente centrate
 - 7 dintre ele sînt invariante față de poziție
 - M_{00} este aria
 - M_{10} și M_{01} sînt coordonatele centrului de greutate

$$M_{pq} = \sum x^p y^q f(x, y)$$

$$\bar{M}_{pq} = \sum (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y)$$

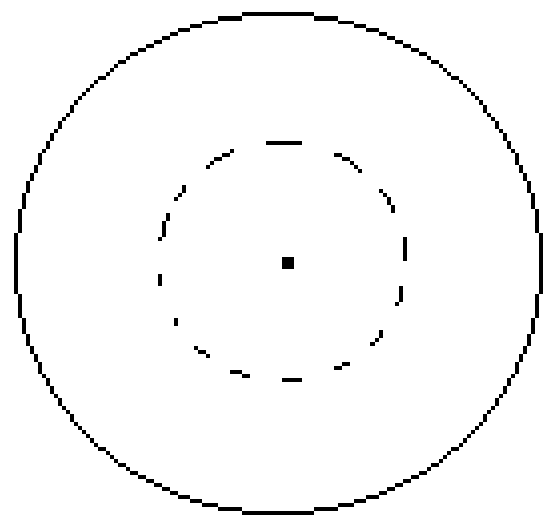
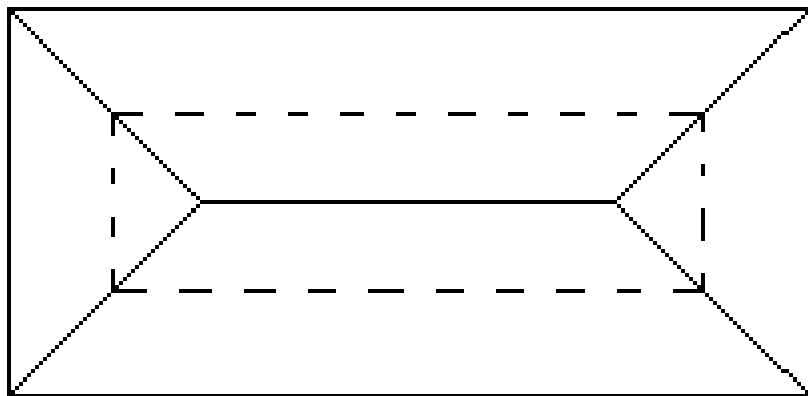
- $f(x, y) = 1$ pentru pixelii obiectului și 0 în rest

Extragerea trăsăturilor

- Compararea cu şablon
 - Suprapunerea interiorului (mai robust)
 - Suprapunerea conturului (mai selectiv)
 - Insensibilă la perturbaţiile legate de translaţie
 - Trebuie rezolvate probleme legate de mărime şi orientare (mărire la scară + rotaţie)
 - Realizată prin intercorelaţie normalizată (*cross-correlation*, vezi exemplu 1D, determinarea timpului de zbor)

Extragerea trăsăturilor

- Scheletizarea
 - Modelul axei mediane
 - Modelul “focului de preerie”
 - Algoritmi



Extragerea trăsăturilor

- Scheletizarea înlătură pixelii care:
 - Aparțin conturului
 - Nu sînt pixeli de capăt
 - Nu divizează obiectul, dacă sînt îndepărtați (vezi exemplu, mai jos)

-	-	-
	p	
-	-	-

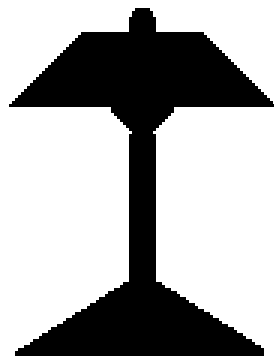
a

-	-	-
	p	-
+		-

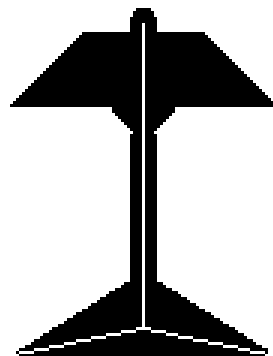
b

Extragerea trăsăturilor

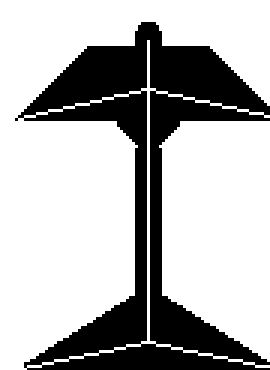
- Scheletizarea în latură pixelii care:
 - Aparțin conturului
 - Nu sînt pixeli de capăt
 - Nu divizează obiectul, dacă sînt îndepărtați (vezi exemplu, mai jos)



a



b



c