

LAPI – Laboratorul de
Analiza și Prelucrarea
Imaginilor



Universitatea
POLITEHNICA din
București



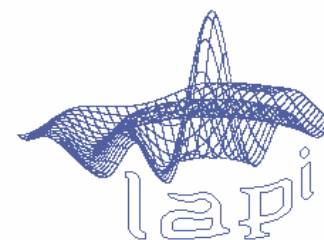
Facultatea de Electronică,
Telecomunicații și
Tehnologia Informației

Proiect de cercetare și documentare în prelucrarea imaginilor (PCDPI)

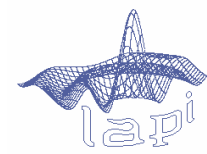
Dr.ing. Ionuț Mironică

<http://ionut.mironica.ro>

Prof.dr.ing. Bogdan Ionescu

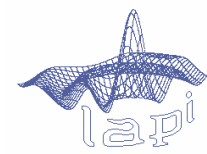


LAPCM



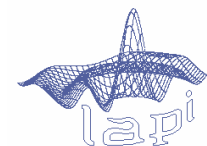
Cuprins

- Noțiuni introductive despre prelucrarea de imagini
- Alegere teme și stabilire echipe
- Prezentare surse de diseminare
 - raport, teze, articole de conferință și workshop, articole de revistă, capitole de carte, cărți;
- Documentare pentru proiect
- Realizare proiect
- Prezentare proiect



Evaluare

- echipe de 2 persoane;
- proiectul constă în elaborarea unui studiu de cercetare pe o anumită problematică de procesare de imagini;
- evaluarea finală se va face în ultima oră de proiect:
 - proiect: 10-18 pagini (format prestabilit articol revistă IEEE) (Bonus: 10 pct pentru formatarea articolului în **L^ATEX**)
 - prezentare (maxim 10 minute + întrebări).



Cuprins curs 1

- Noțiuni introductive
 - Scurt istoric
 - Sursa imaginilor digitale
- Domenii de utilizare
- Modul de reprezentare al imaginilor
- Algoritmi
- Concluzii

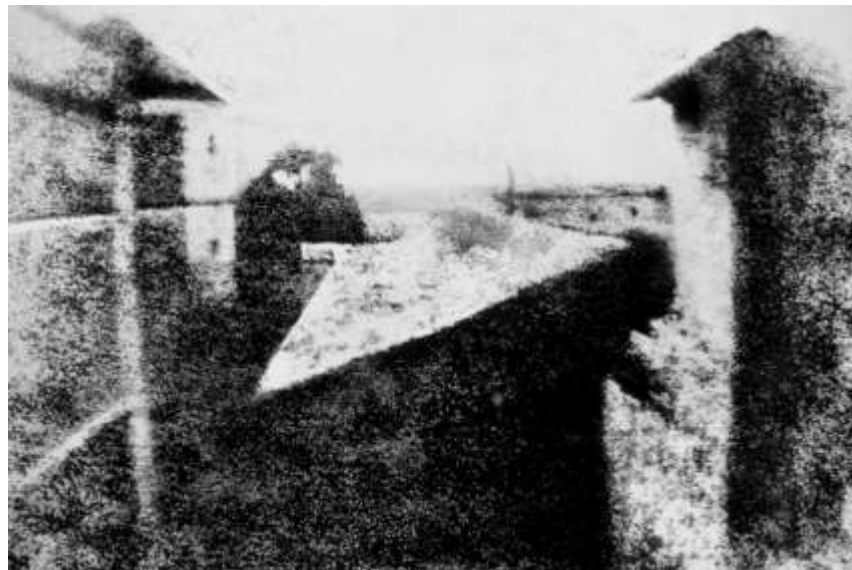
Bibliografie

- [1] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, Ed. Pearson, 2002.
- [2] A.K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, 1989.
- [3] C. Vertan, M. Ciuc, Tehnici fundamentale de Prelucrarea și Analiza Imaginilor, Ed. MatrixROM, București, 2007.
- [4] B. Ionescu, I. Mironică, “Conceptul de Indexare Automată după Conținut în Contextul Datelor Multimedia”, Editura MartrixRom, 2013.

<http://ionut.mironica.ro/publications/Conceptul%20de%20Indexare.pdf>

I. Noțiuni introductive

Scurt istoric



1826 – prima imagine
(Joseph Nicéphore Niépce
- Franța)

1840 - Primul „selfie”
(Hippolyte Bayard – Franța)



I. Noțiuni introductive

Scurt istoric



1847 – prima fotografie
jurnalistică

1860 - prima fotografie aeriană



I. Noțiuni introductive

Scurt istoric



1862 - prima fotografie
color

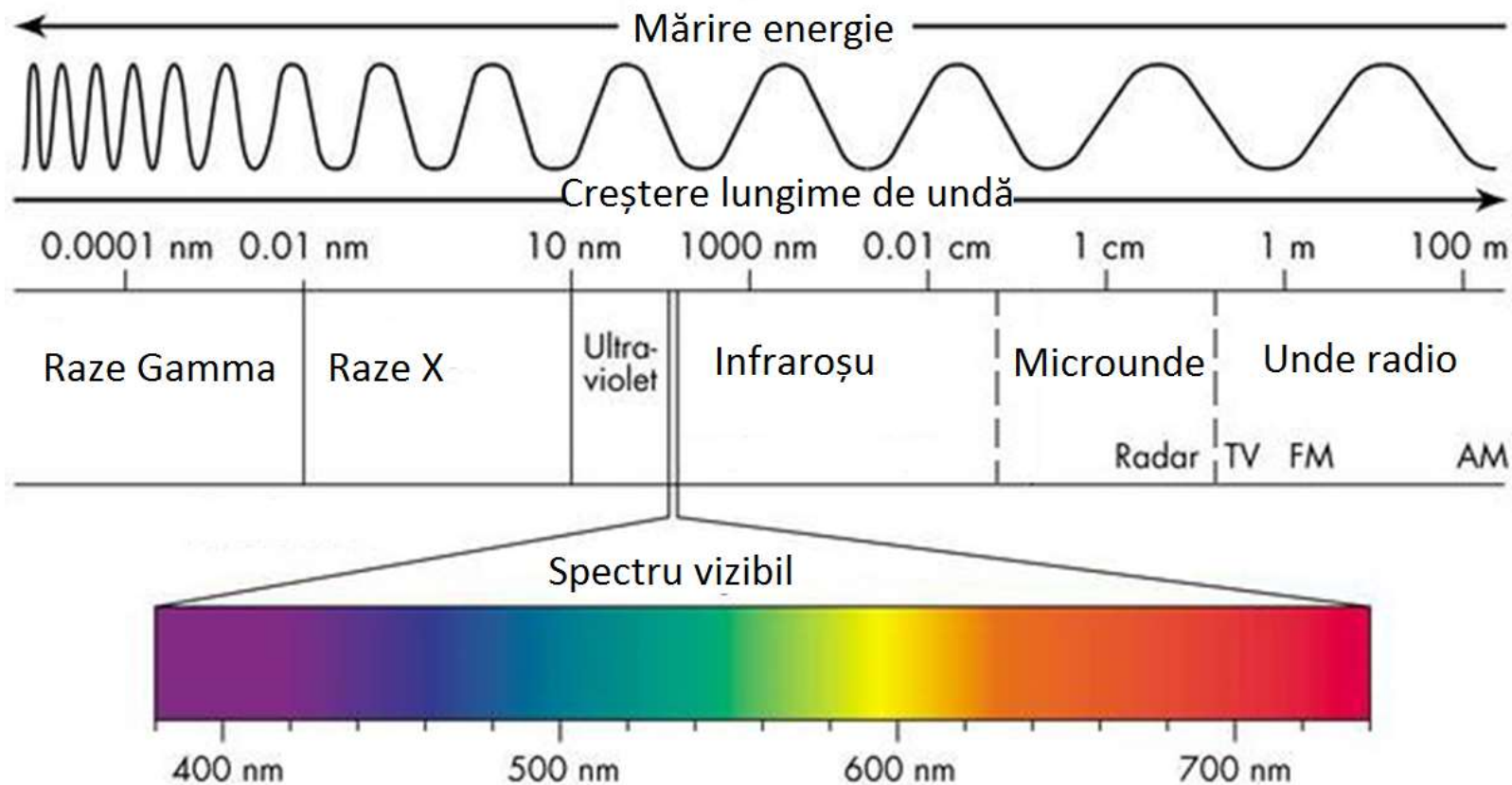
1957 - prima fotografie digitală



I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

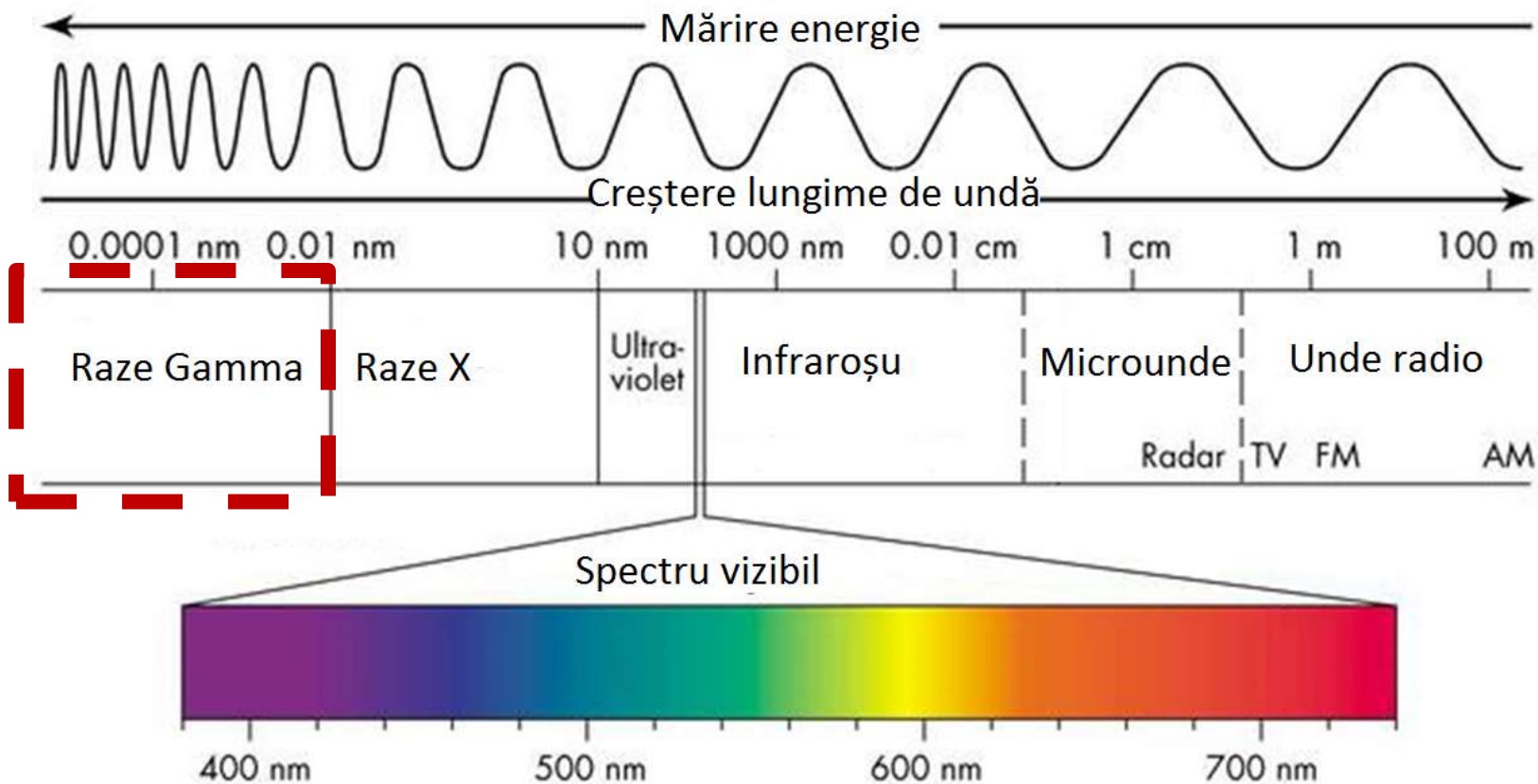
Spectrul electromagnetic



I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Spectrul electromagnetic



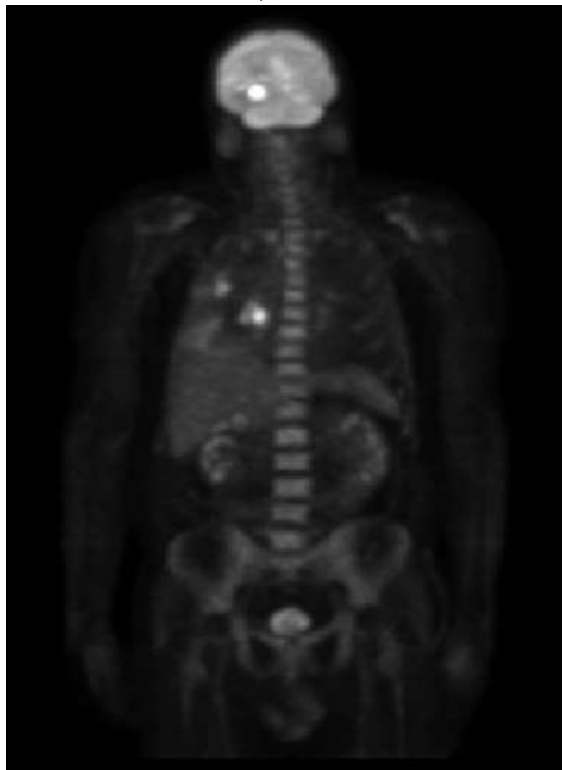
I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Raze Gamma

- unde electromagnetice de frecvențe foarte mari produse de interacțiuni între particule subatomice, cum ar fi la dezintegrările radioactive sau la ciocnirea și anihilarea unei perechi electron - pozitron.

Medicină nucleară:
imagini medicale

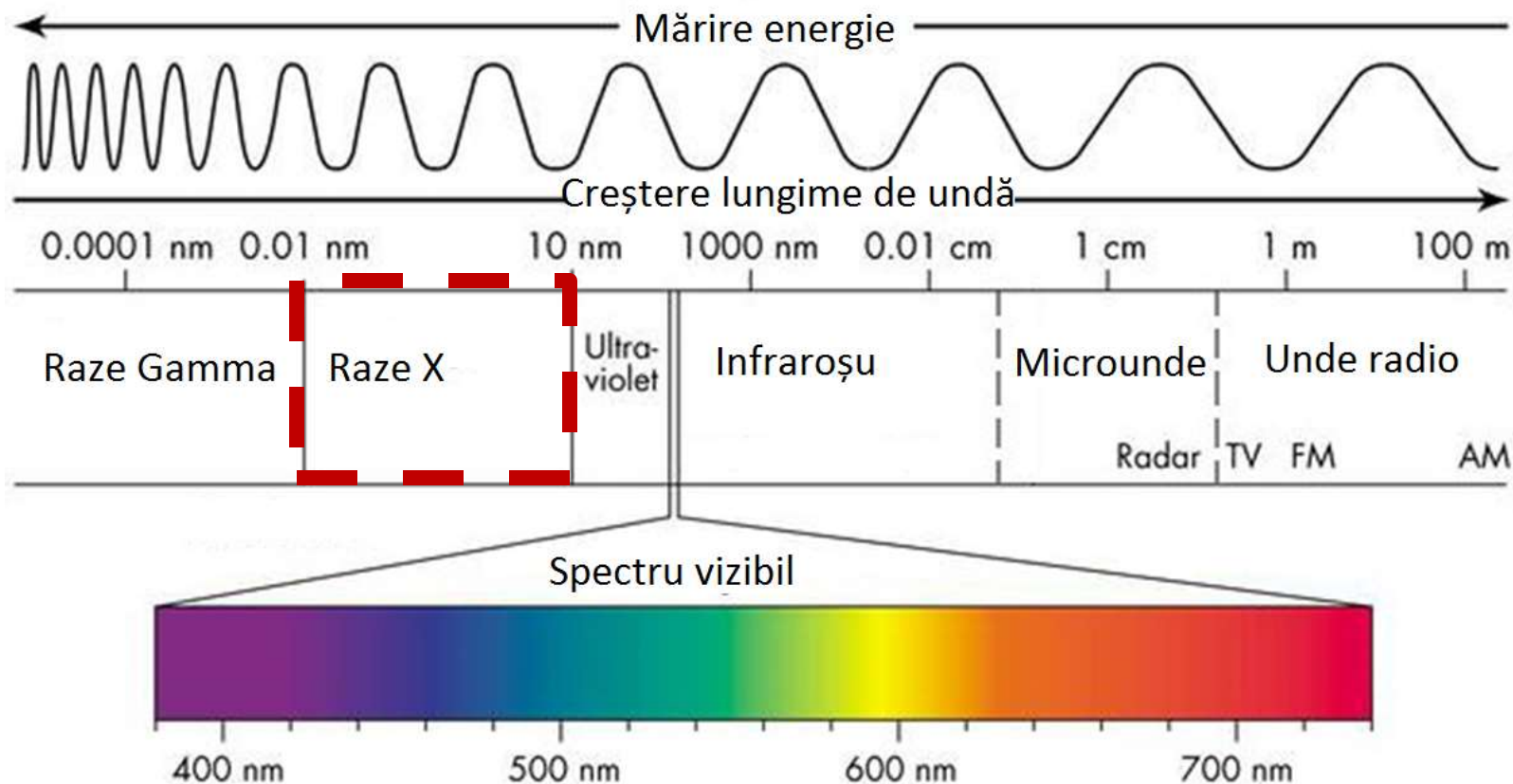


Imaginea unei
galaxii aflate la
12 milioane de ani
lumină

I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

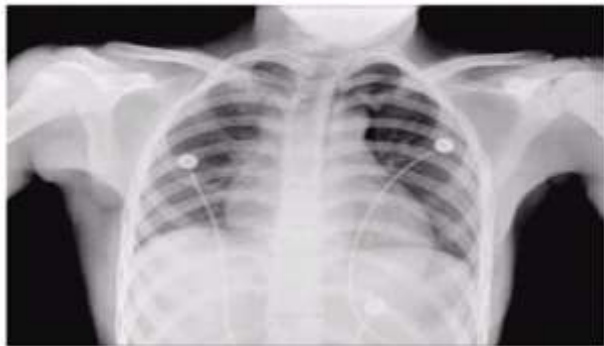
Spectrul electromagnetic



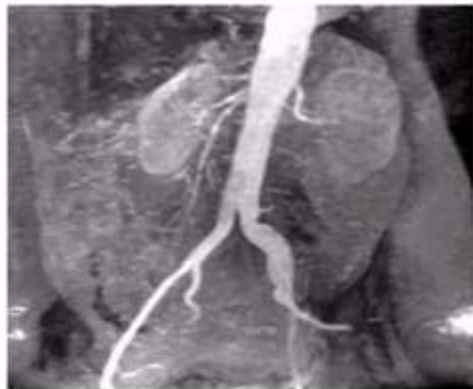
I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

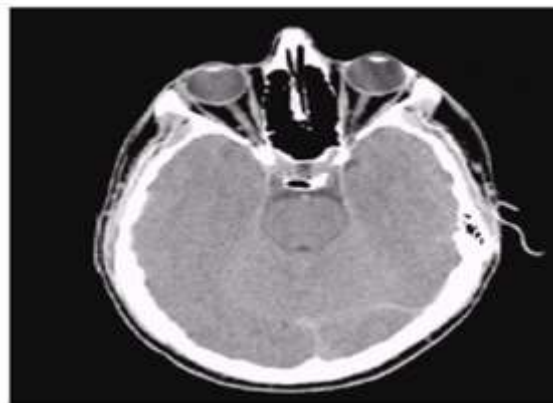
Raze X



Radiografie piept



Angiogramă

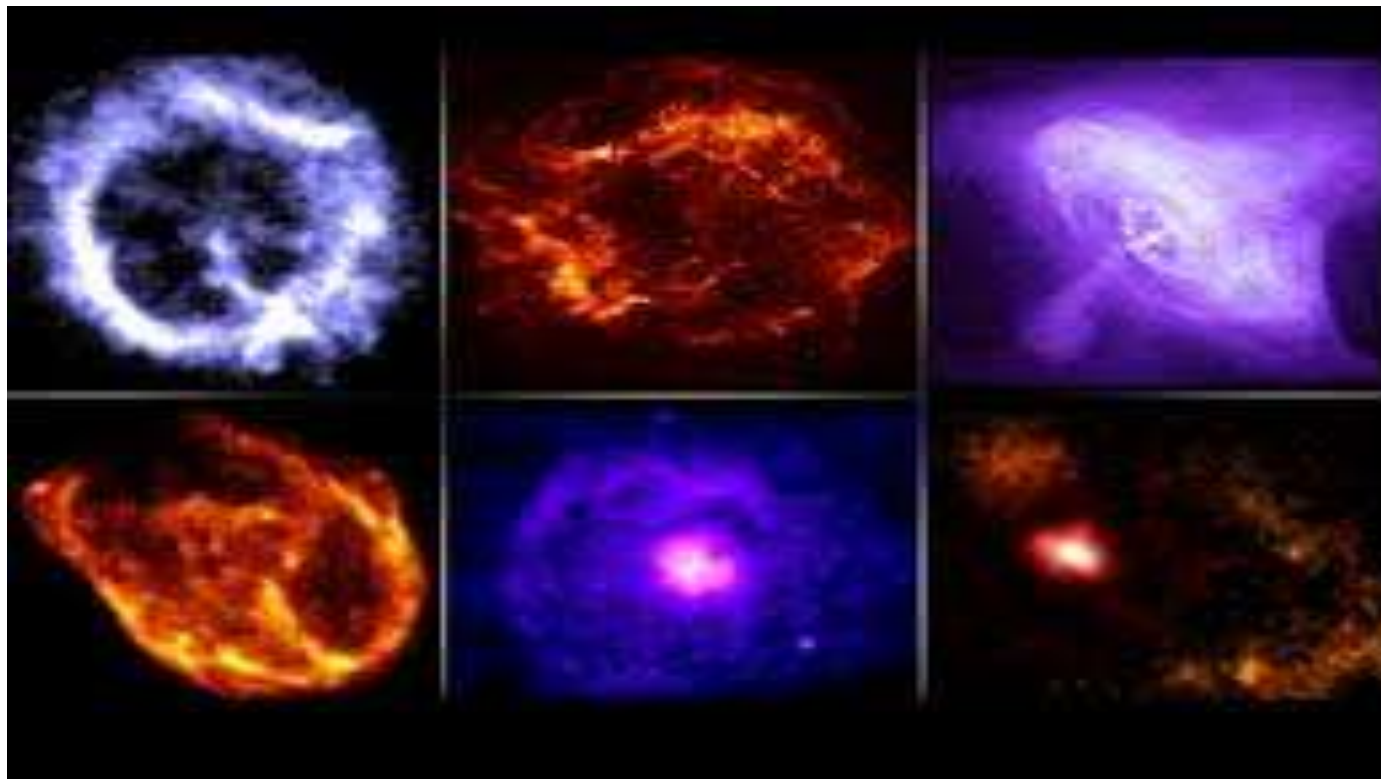


Computer tomograf

I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Raze X

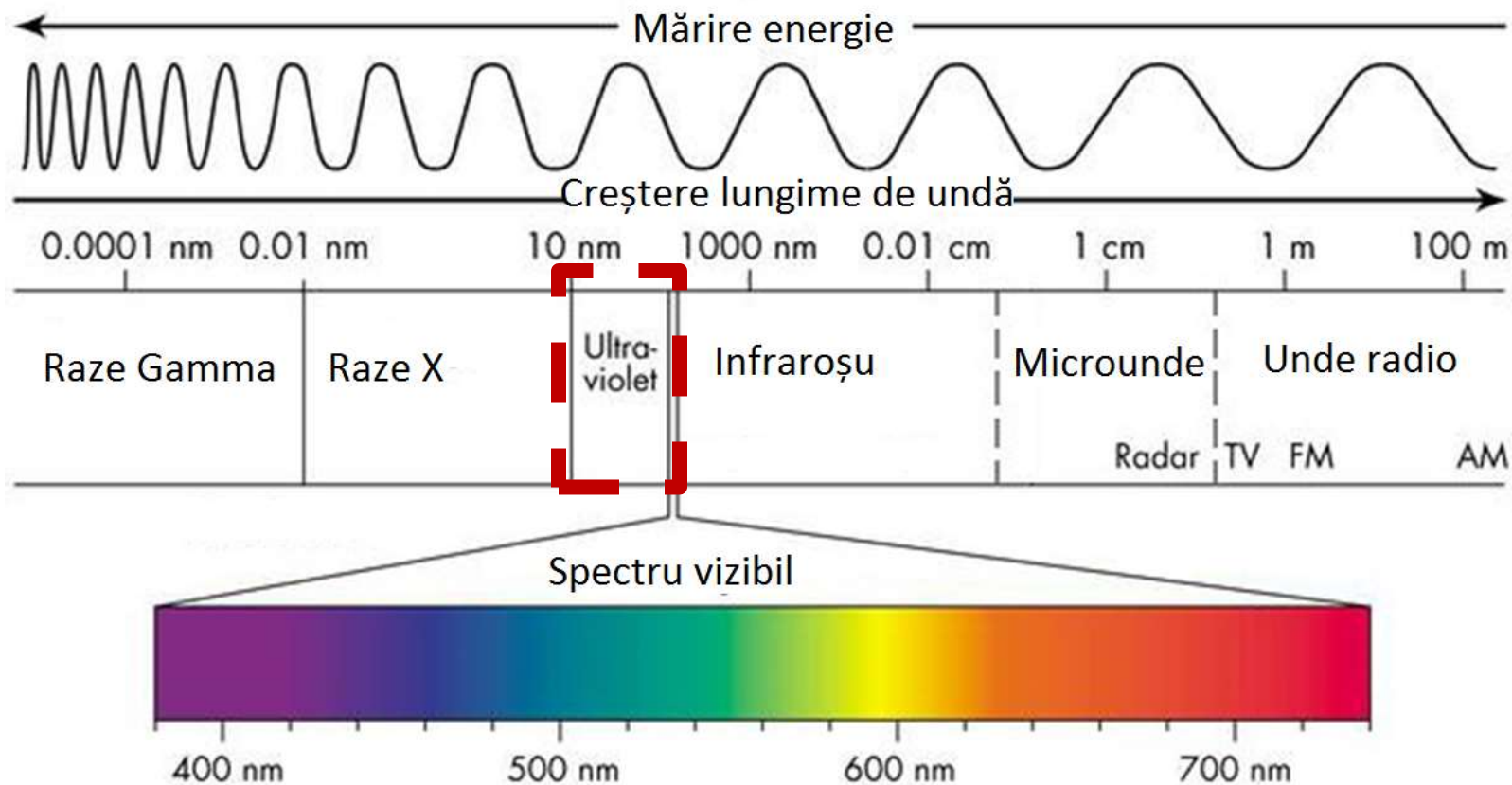


Imagini preluate din spațiu

I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

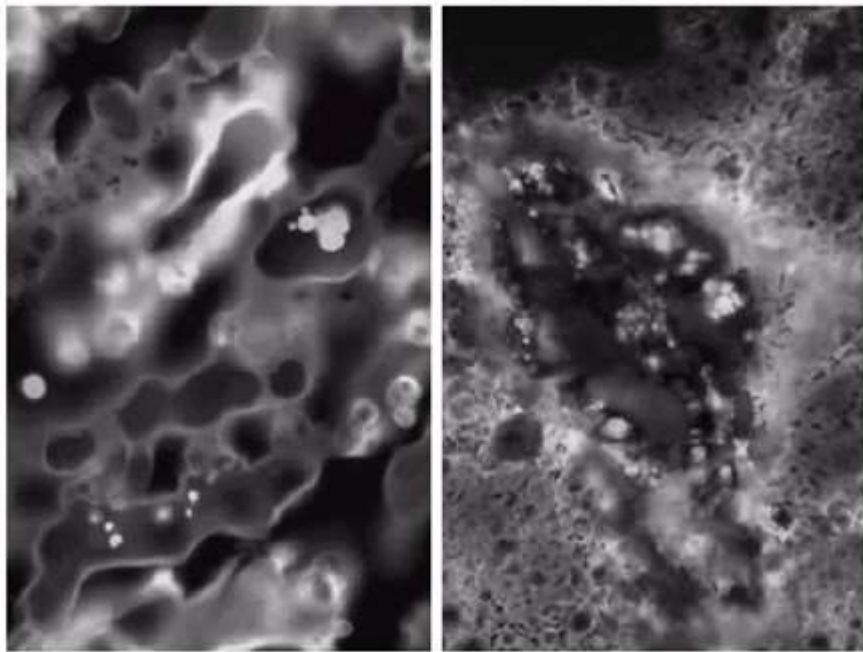
Spectrul electromagnetic



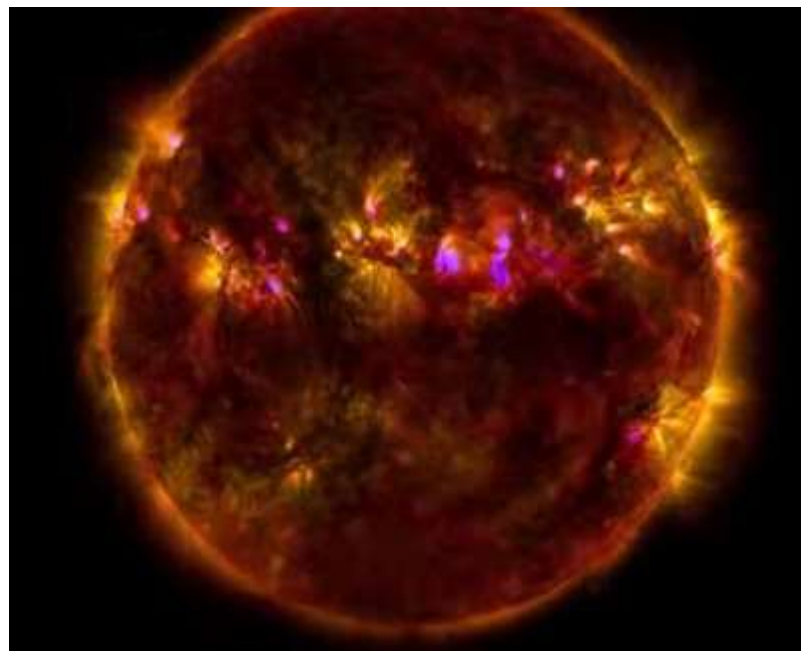
I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Raze ultraviolete



Porumb (normal & tăciune)

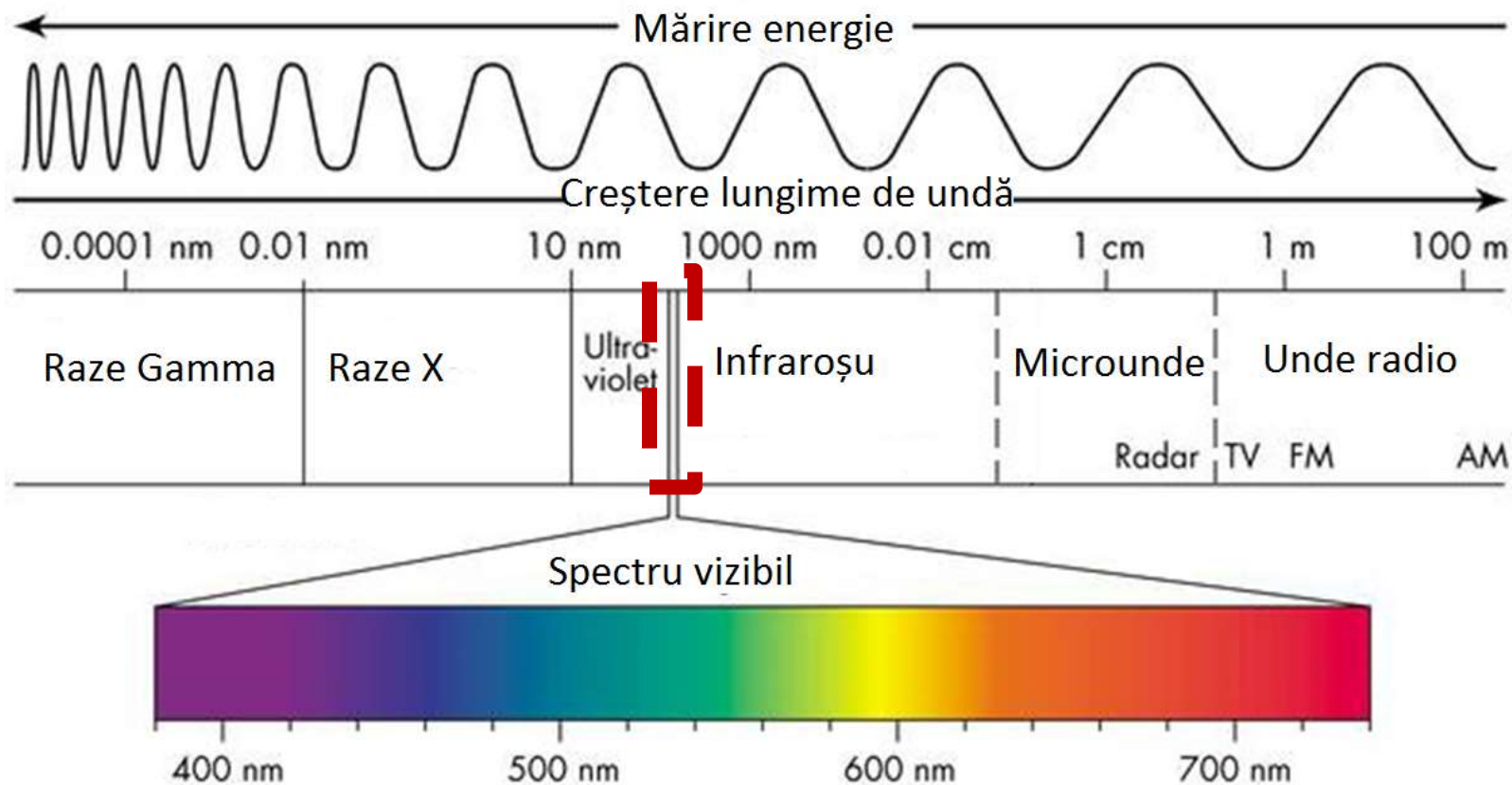


Explozii solare

I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Spectrul electromagnetic



I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

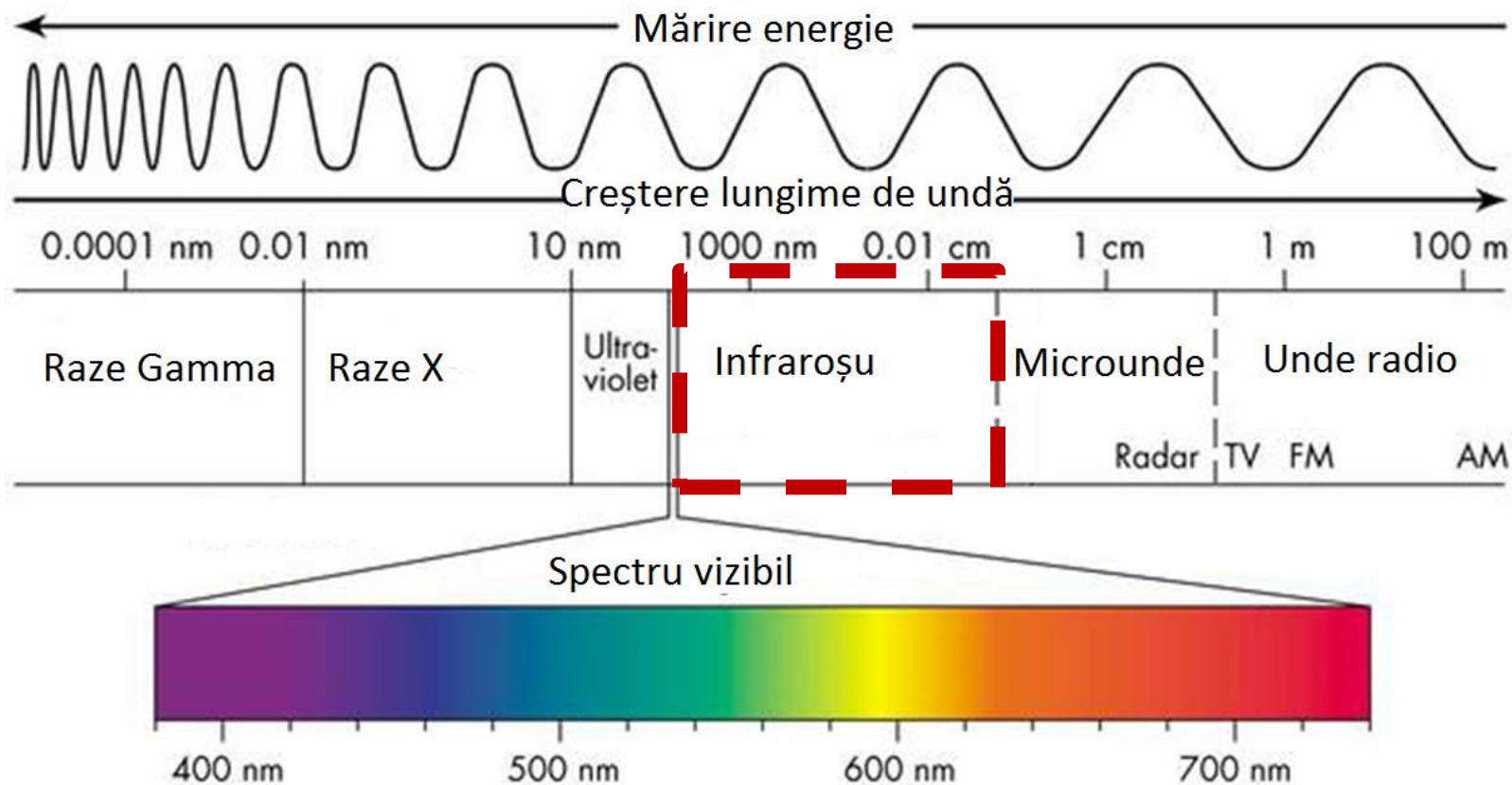


[2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods]

I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Spectrul electromagnetic

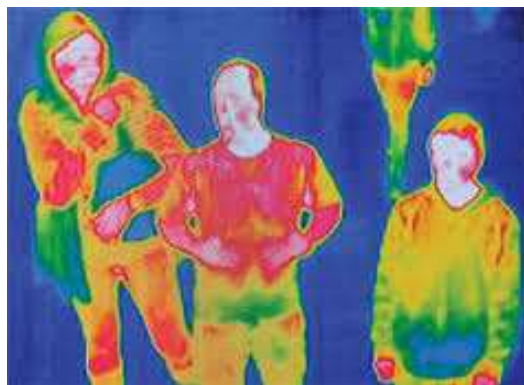


I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Infraroșu

- Camerele termale detectează radiația de infraroșu (temperatura) de la obiectul detectat și îl convertește într-un semnal electronic pentru a genera o imagine termică;



I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Infraroșu termografie: transformă radiația electromagnetică din spectrul infraroșu în imagini.



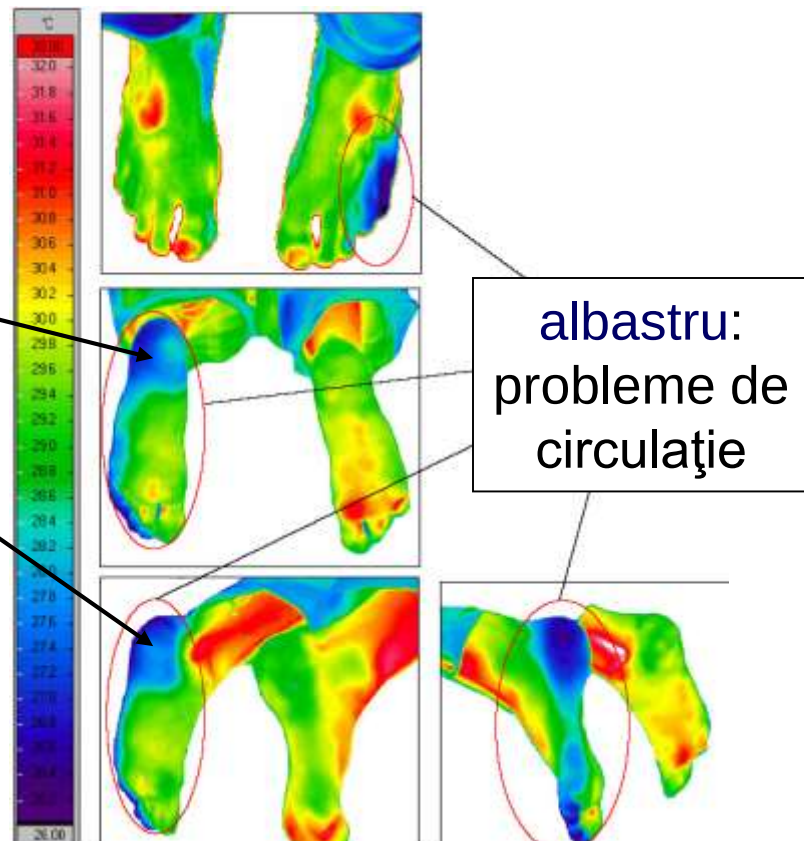
termograf



spectru vizibil

aparent nici o problemă

> problemă: calibrare
imagine.

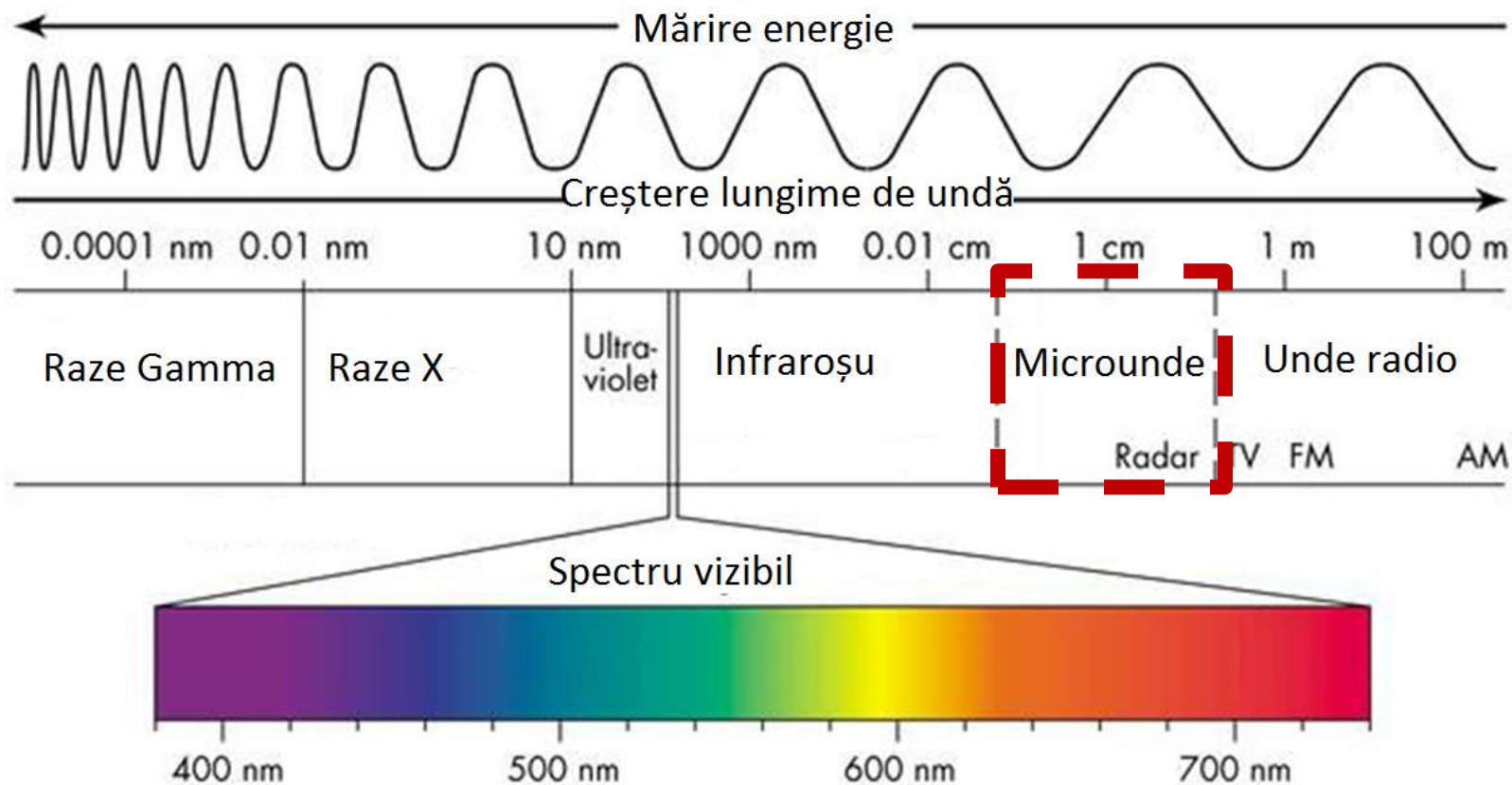


[Tehnici avansate de prelucrarea și analiza imaginilor, Prof. Bogdan IONESCU]

I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Spectrul electromagnetic

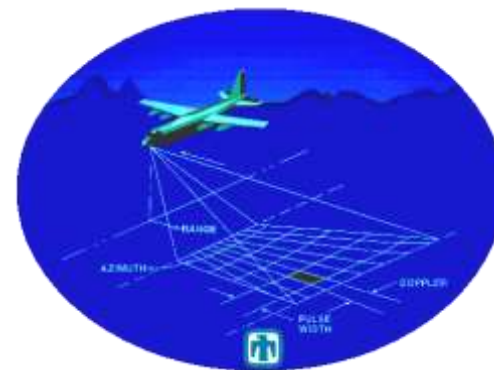
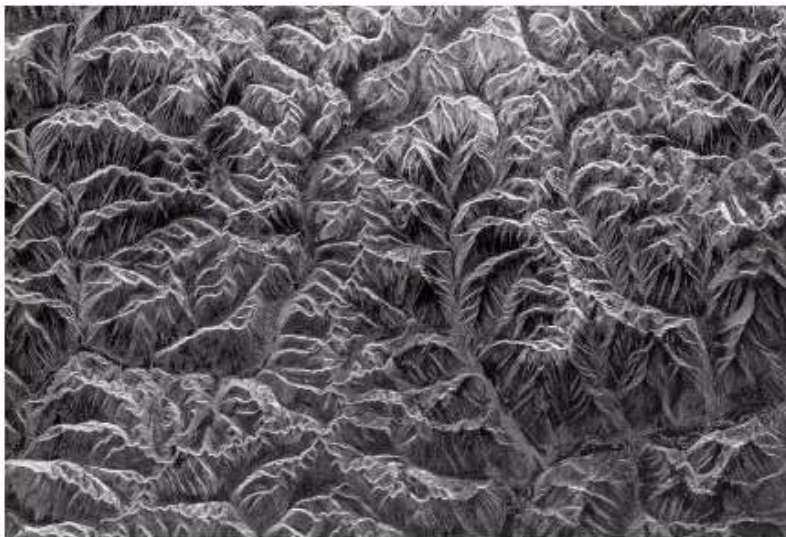


I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Microunde

FIGURE 1.16
Spaceborne radar
image of
mountains in
southeast Tibet.
(Courtesy of
NASA.)



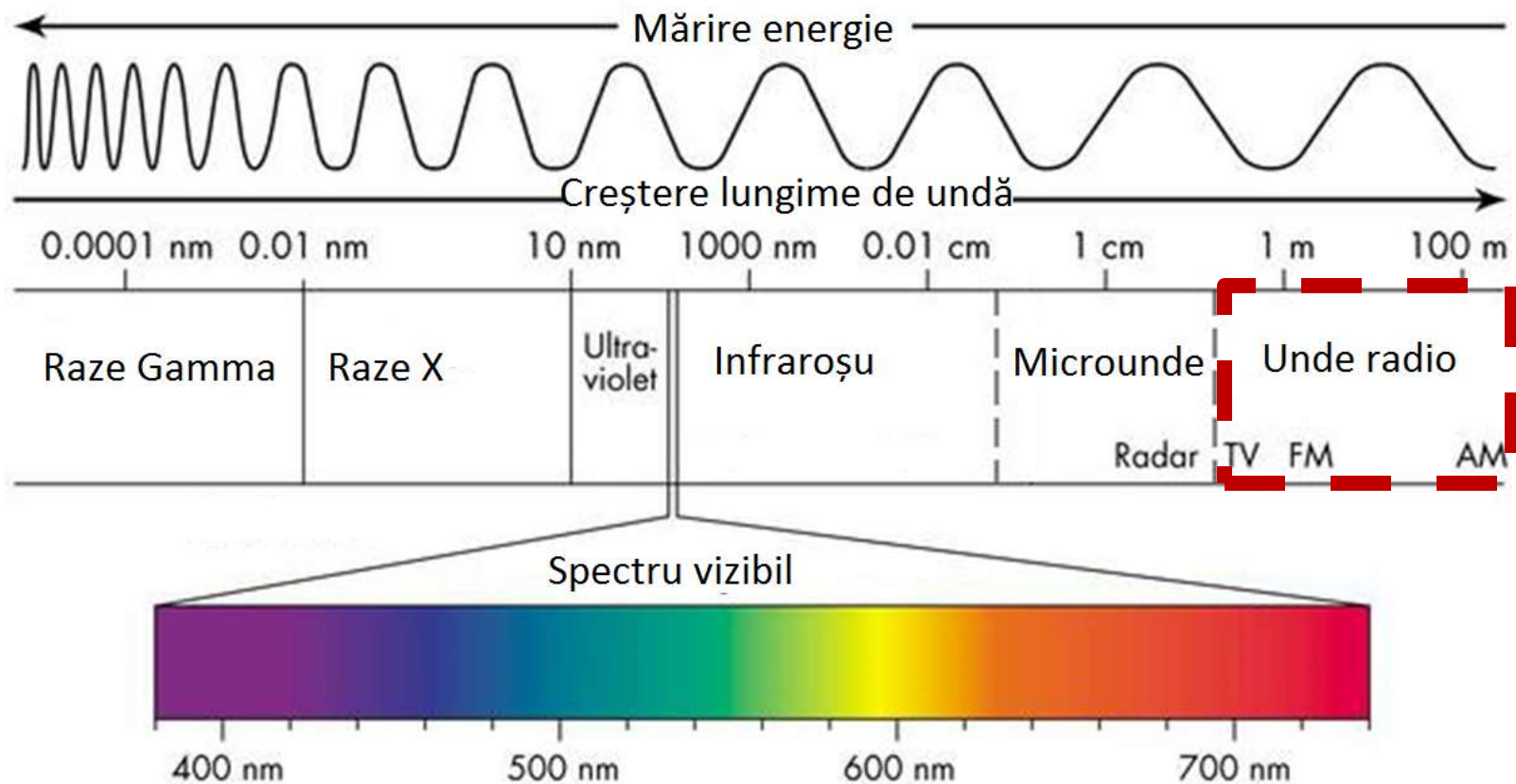
**Synthetic Aperture
Radar System**

[2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods]

I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

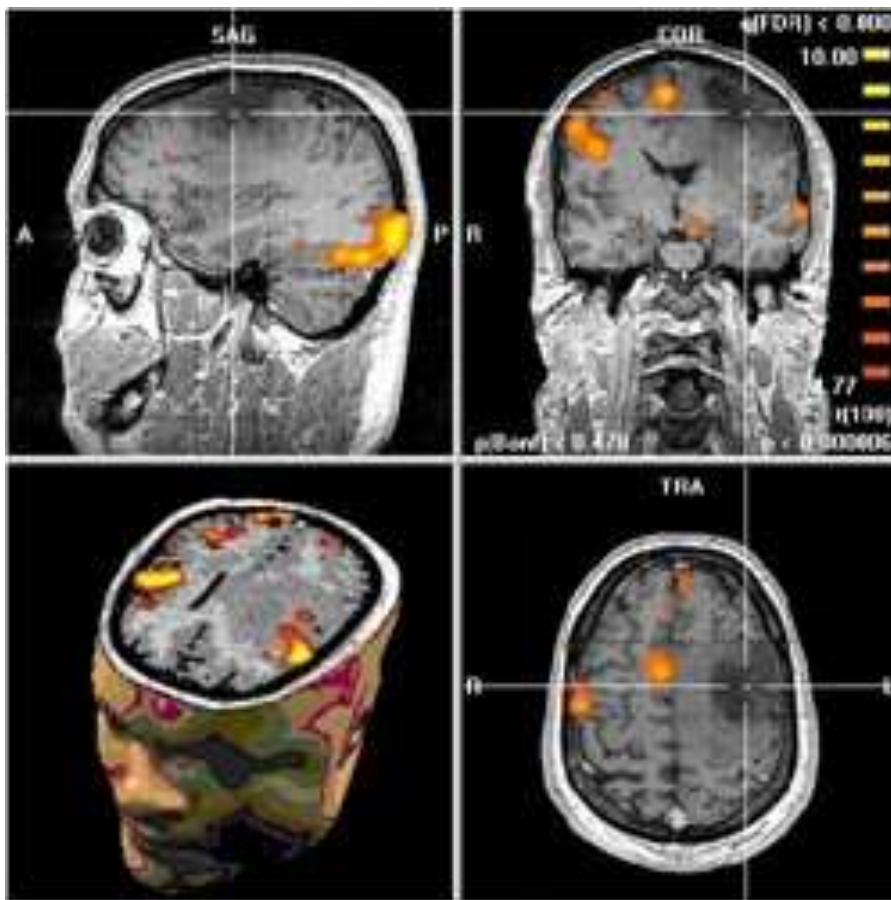
Spectrul electromagnetic



I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Unde radio



Magnetic resonance imaging (MRI)

[2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods]

I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale



Gamma

X-ray

Optical

Infrared

Radio

FIGURE 1.18 Images of the Crab Pulsar (in the center of images) covering the electromagnetic spectrum. (Courtesy of NASA.)

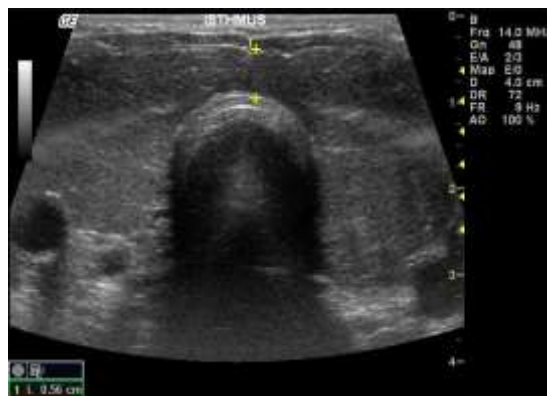
**Spectru
vizibil**

[2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods]

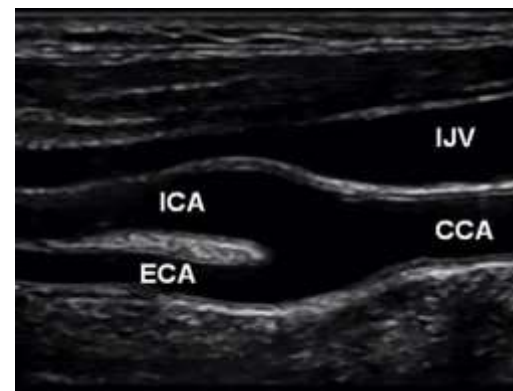
I. Noțiuni introductive

Sursa imaginilor digitale

Imagini ultrasunete



tiroidă



artere



pancreas

II. Domenii de utilizare

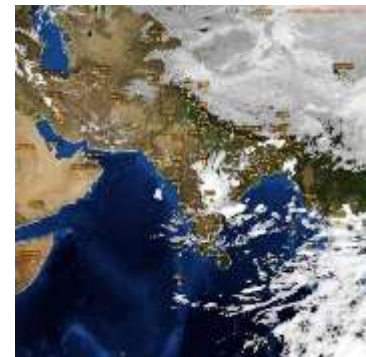
Cum ne impactează PAI?



Aplicații de consum



Imagistică medicală



Imagistică aeriană
și satelitară



Divertisment



Securitate

II. Domenii de utilizare

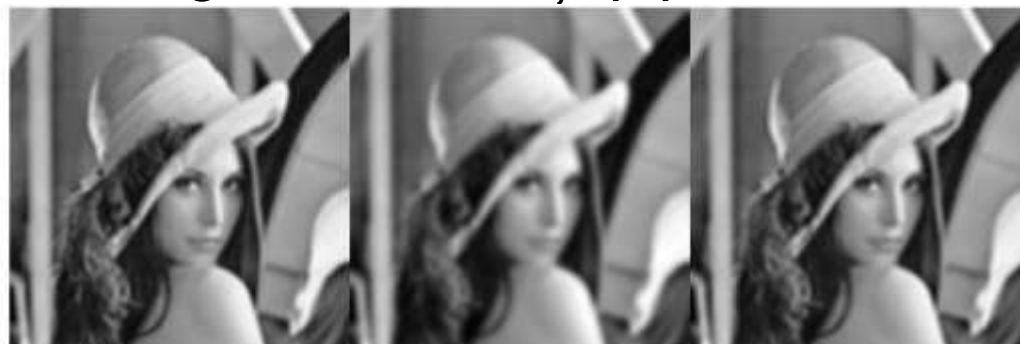
Aplicații de consum



Efectuare corecții
(contrast / luminozitate)



Zgomot „sare și piper”



Zgomot gaussian

II. Domenii de utilizare

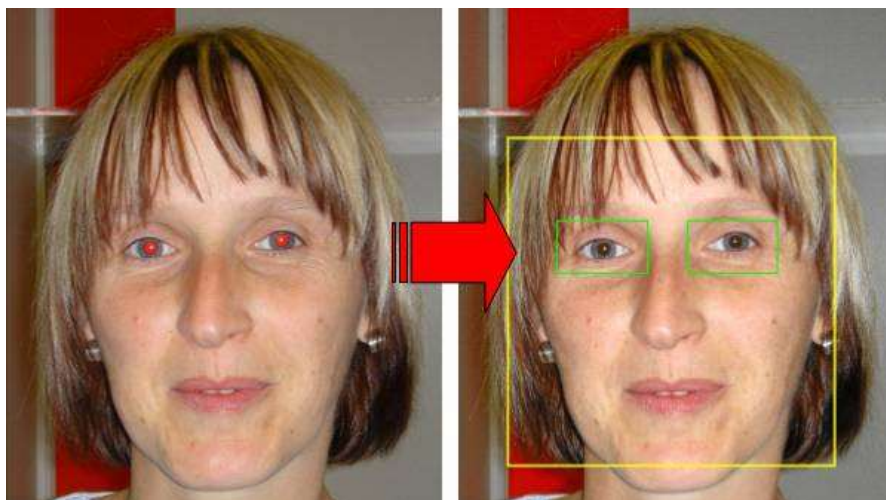
Aplicații de consum



Detectie de fețe



Detectie de zâmbet



Detectie de
ochi roșii

II. Domenii de utilizare

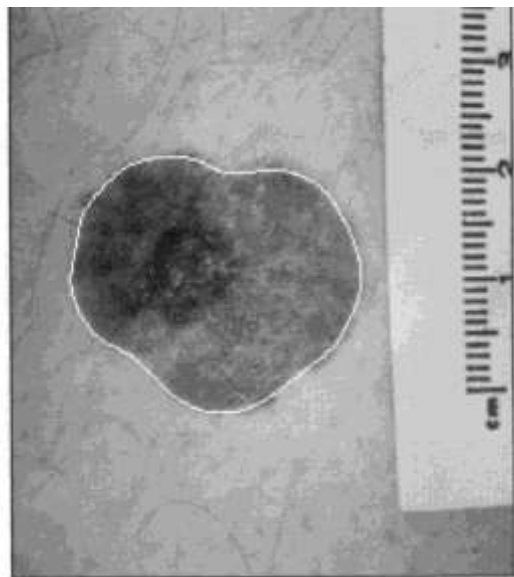
Imagistică medicală

- Radiografii Raze-X
- Tomografii Raze X (CT)
- Medicină nucleară (SPECT, PET)
- Ultrasunete
- Magnetic Resonance Imaging

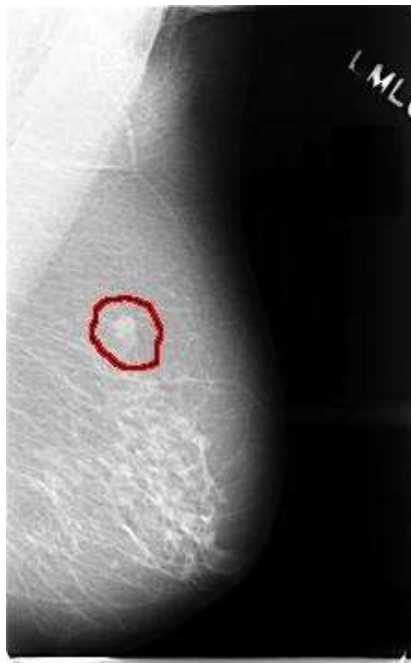
II. Domenii de utilizare

Imagistică medicală

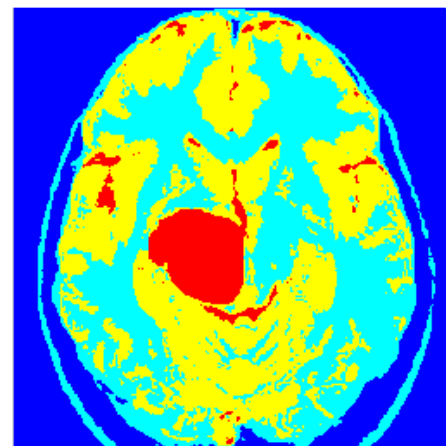
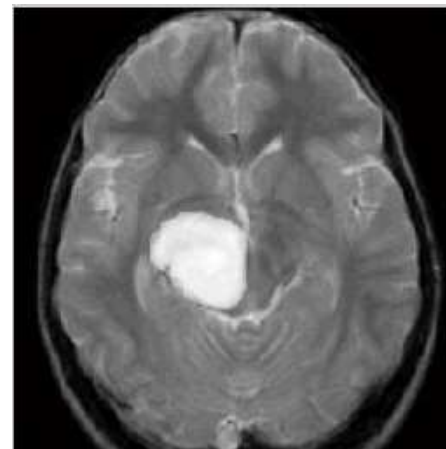
- detecția automată a afecțiunilor



Cancer de piele



Cancer de sân

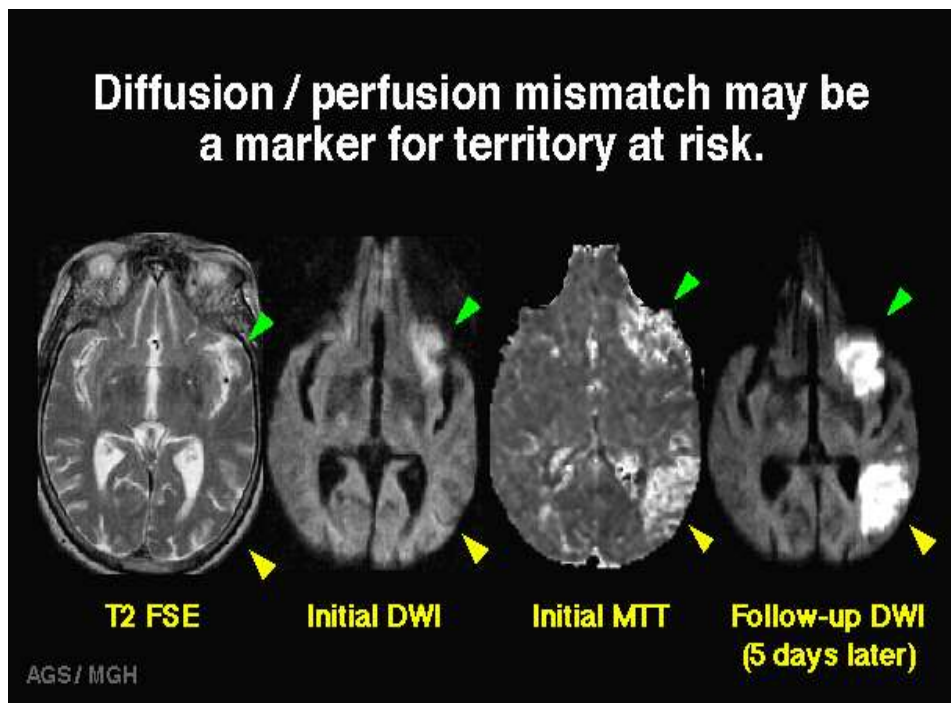


Tumoare creier

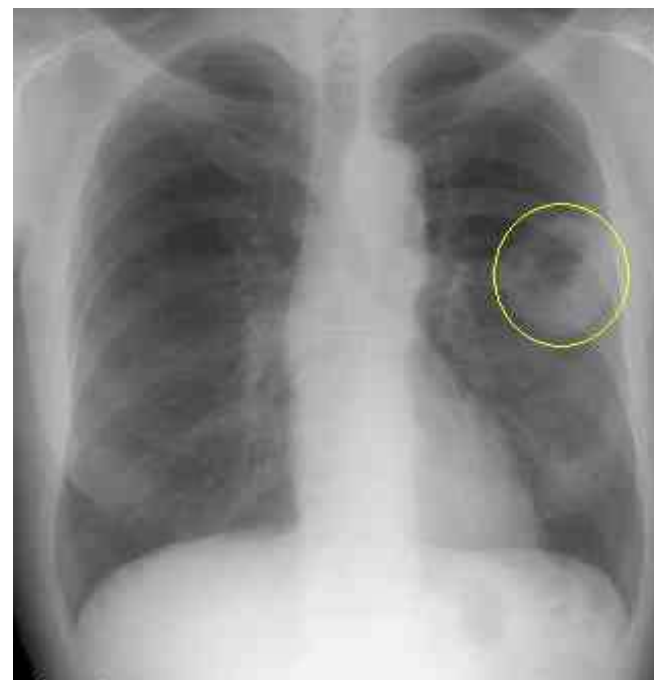
II. Domenii de utilizare

Imagistică medicală

- detecția automată a afecțiunilor



Atac cerebral



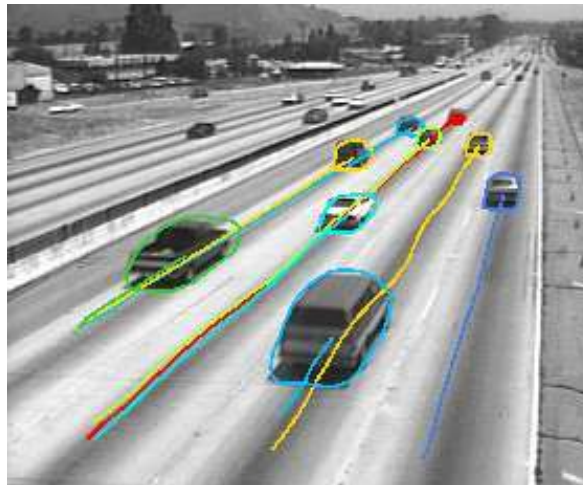
Afecțiuni pulmonare
(cancer pulmonar)

II. Domenii de utilizare

Securitate



Monitorizare persoane



Monitorizare trafic



Regiuni distincte de
interes sau tipare
(Distinctive Regions of
Patterns DROP)

II. Domenii de utilizare

Securitate

Sisteme biometrice



Recunoaștere iris



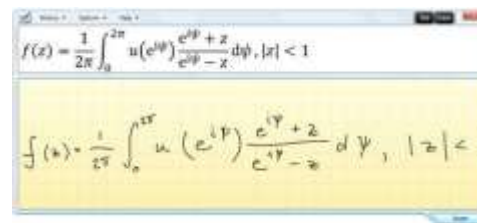
Amprente



Recunoaștere fețe și trăsături faciale



Voce

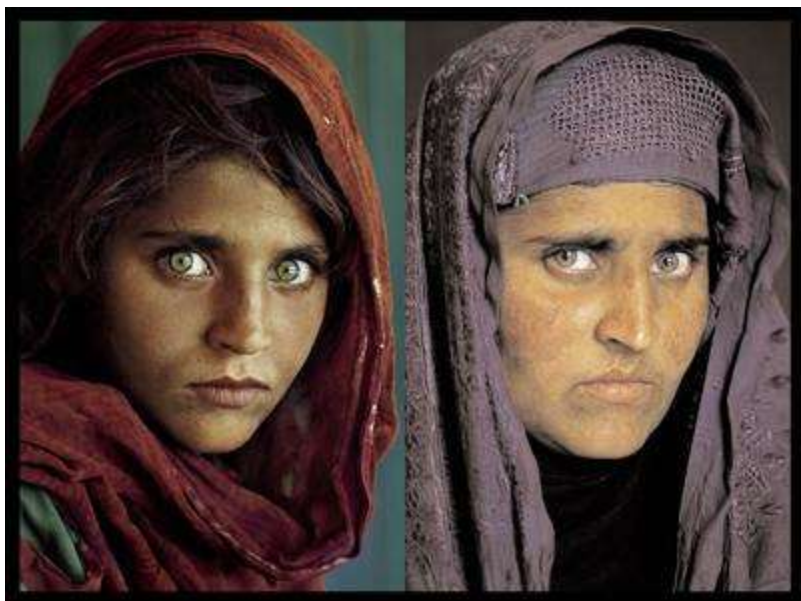


Scris de mână al unei persoane

II. Domenii de utilizare

Securitate

Sisteme biometrice



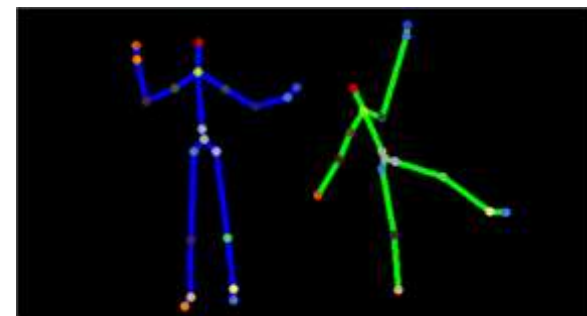
Aceeași persoană poate fi identificată după structura irisului chiar și după 20 de ani

<http://ngm.nationalgeographic.com/2002/04/afghan-girl/mccurry-photography>

II. Domenii de utilizare

Divertisment – camere de adâncime

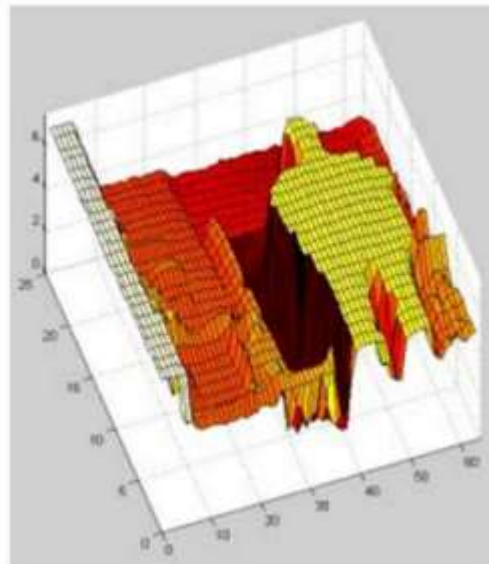
- Calculează distanța dintre cameră și obiectele din cameră;
- Majoritatea calculează distanța prin măsurarea distanței pe care lumina o parcurge de la senzor la obiect.



II. Domenii de utilizare

Divertisment – camere de adâncime

- Ce afișează o cameră de adâncime?



II. Domenii de utilizare

Divertisment – recunoașterea gesturilor

Mănuși „colorate”

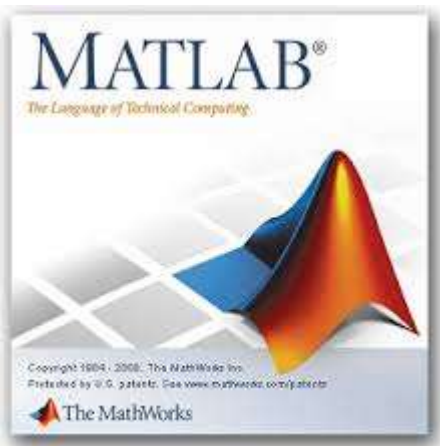
- Avantaje:
 - avem nevoie doar de un un webcam;
 - prețul mănușii este foarte mic (1USD).
- Dezavantaje:
 - probleme specifice atunci când se utilizează o cameră video ca și senzor (ocluziuni/zgomot).



[MIT 2010]

II. Domenii de utilizare

Biblioteci / Limbaje pentru PAI



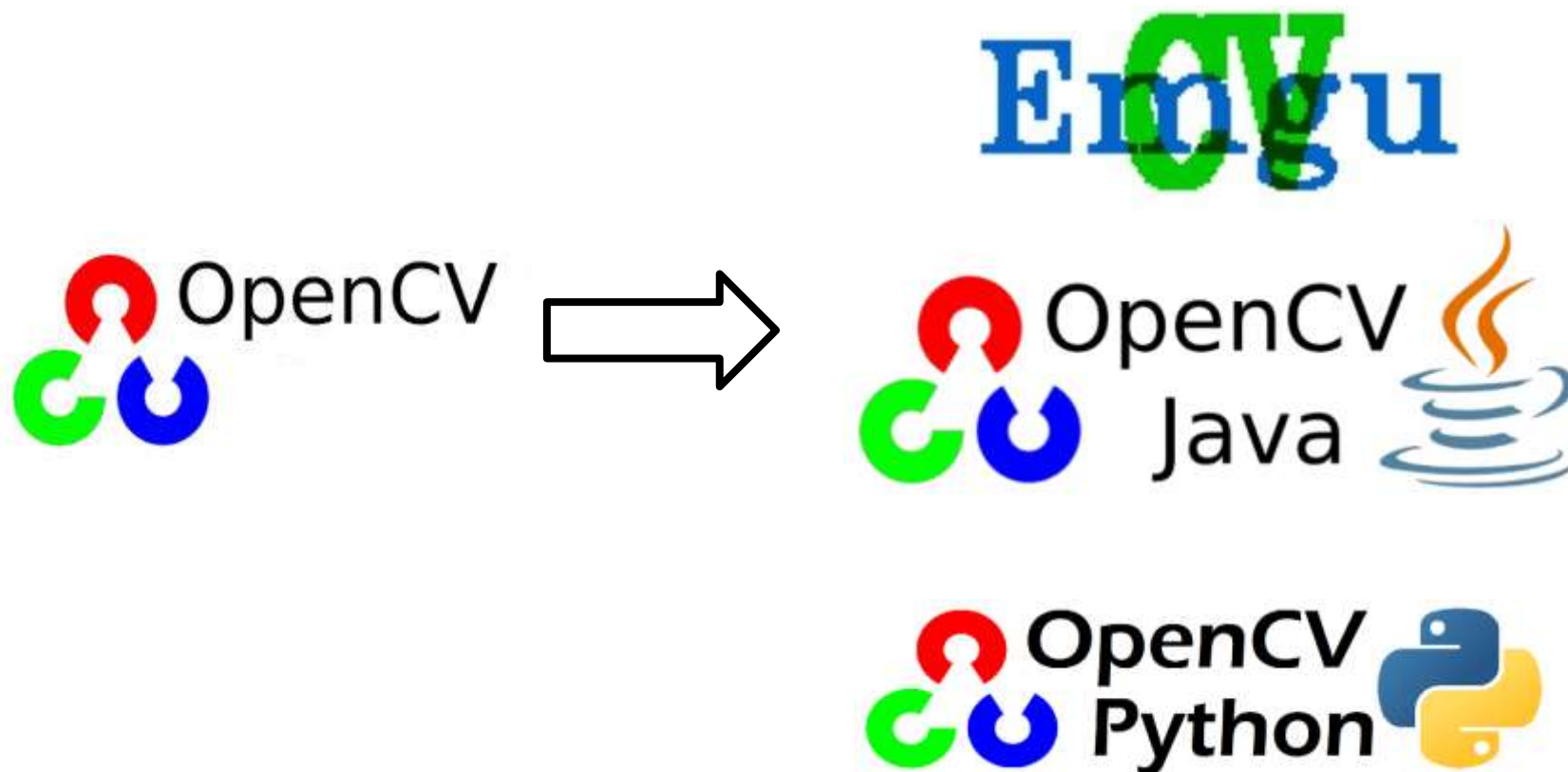
- Image Processing Toolbox;
- Computer Vision Toolbox;
- Neural Network Toolbox;
- Statistics Toolbox (Hierarchical Clustering, KMeans, Gaussian Mixture Models, Naive Bayes, Discriminant Analysis, Nearest Neighbors, Classification Trees, Ensemble Classifiers, etc);
- platformă generală de computer vision ce include și facilități de procesare de imagini în C++;
- Conține și algoritmi de detecție a mișcării / detecție de puncte de interes (SIFT, SURF, Harris, MSER etc)



II. Domenii de utilizare

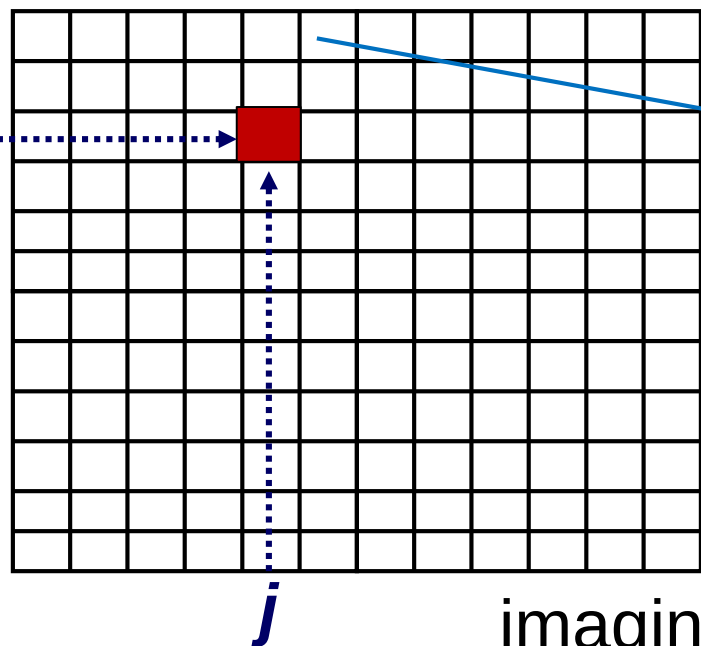
Biblioteci / Limbaje pentru PAI

- Wrapper pentru diferite limbaje / sisteme (.NET / Android / Python)



III. Modul de reprezentare al imaginilor

Ce reprezintă o imagine ?



elementul de bază al unei imagini 2D se numește **pixel** = picture element.

image = o mulțime finită de pixeli

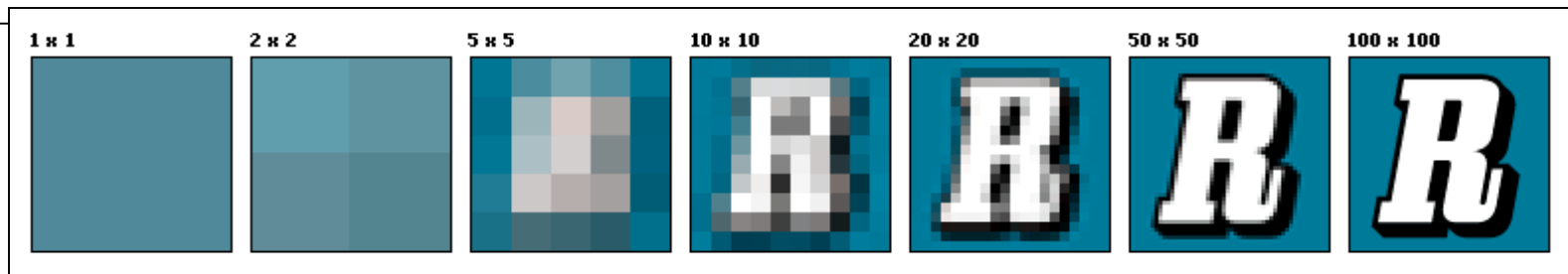
fiecare pixel al imaginii este caracterizat prin:

- **valoare** → legată de “culoarea” transmisă (ex. alb, roșu, etc.)
- **poziție în image** → informație spațială.

III. Modul de reprezentare al imaginilor

rezoluția de pixeli = numărul de pixeli pe orizontală X numărul de pixeli pe verticală (dimensiune imagine)

→ rezoluție mare înseamnă o mai bună reprezentare a realității (mai multe detalii)



rezoluție

rată de aspect = lățimea imaginii în pixeli împărțită la înălțimea în pixeli.

4:3

3:2

16:9

1.85:1

2.39:1

[Tehnici avansate de prelucrarea și analiza imaginilor, Prof. Bogdan IONESCU]

III. Modul de reprezentare al imaginilor

rezoluția spațială = numărul de pixeli **independenți** pe unitatea de lungime:

- dpi (dots per inch),
- ppi (pixels per inch),
- lpi (lines per inch).

→ anumiți pixeli pot fi extrapolați artificial din pixeli reali înregistrați, pentru o rezoluție reală nu se ține cont de aceștia.

→ cu cât mai mulți dpi cu atât mai clară este imaginea.

- dimensiunea unui pixel = $1 / \text{rezoluție spațială}$

ex. 300 dpi → 1 pixel = $1/300$ inch = 3.3 m inch = 0.00838 cm

- valori uzuale: 150 dpi = 59,06 pixels/cm (~ 60)

300 dpi = 118,11 pixels/cm (~ 120)

600 dpi = 236,22 pixels/cm (~ 240)

1200 dpi = 472,44 pixels/cm (~ 480)

[Tehnici avansate de prelucrarea și analiza imaginilor, Prof. Bogdan IONESCU]

III. Modul de reprezentare al imaginilor

numere digitale = numere reprezentate cu un număr finit de biți, după un format standard pentru un calculator [digital].

numeric $\neq$ digital

> d.p.d.v. al valorilor, imaginile digitale sunt de două feluri:

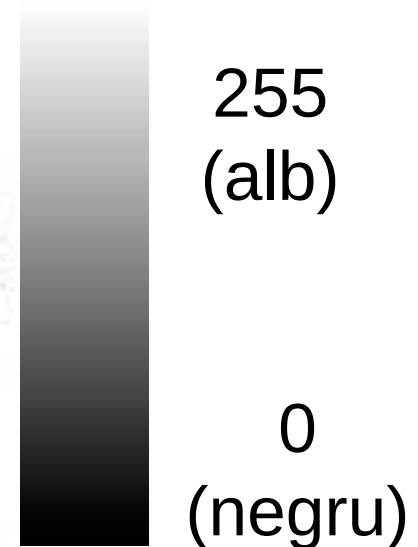
↳ **imagini scalare** = valoarea oricărui pixel este un scalar proporțional cu intensitatea luminoasă



imagini monocrome
(binare, 1 bit/pixel)



imagini cu niveluri de gri
(de regulă 8 biți/pixel)



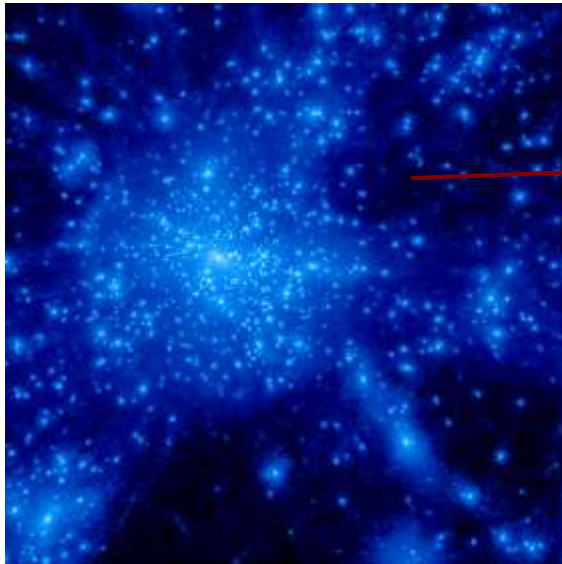
[Tehnici avansate de prelucrarea și analiza imaginilor, Prof. Bogdan IONESCU]

III. Modul de reprezentare al imaginilor

> d.p.d.v. al valorilor, imaginile digitale sunt de două feluri (continuare):

↳ **imagini vectoriale** = valoarea unui pixel este un vector

- **imagini color**: un pixel este de regulă (cel mai frecvent) un triplet (R,G,B) = procent de roșu, de verde și de albastru, unde fiecare valoare este pe 8 biți ($0 \leq R \leq 255$, etc.)



pixel = (84,187,254)

spațiu de culoare = este un model matematic abstract ce descrie un mod de reprezentare al culorilor ca vectori de numere

(R,G,B) → spațiul de culoare RGB

image color RGB
(8+8+8 biți/pixel)

[Tehnici avansate de prelucrarea și analiza imaginilor, Prof. Bogdan IONESCU]

IV. Algoritmi

Procesare de nivel scăzut	Procesare nivel mediu	Procesare nivel înalt
Intrare: imagine Ieșire: imagine Example: Eliminare zgomot, îmbunătățire performanțe	Intrare: imagine Ieșire: atribut Example: Recunoaștere de obiecte, segmentare	Intrare: atribut Ieșire: înțelegere Example: Înțelegere scenă, conducere autonomă

IV. Algoritmi

Procesare de nivel scăzut

- Eliminare de zgomot clasic:

Zgomot sare și piper: conține apariția aleatorie a pixelilor albi și negri;

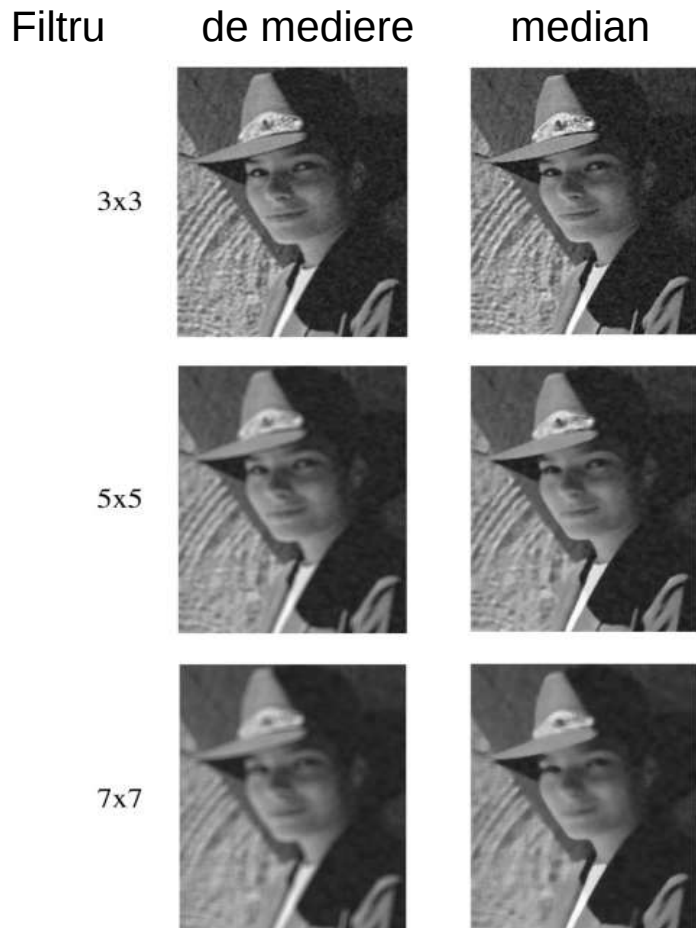
Zgomot gaussian: variație de intensitate egale cu o funcție gaussiană.



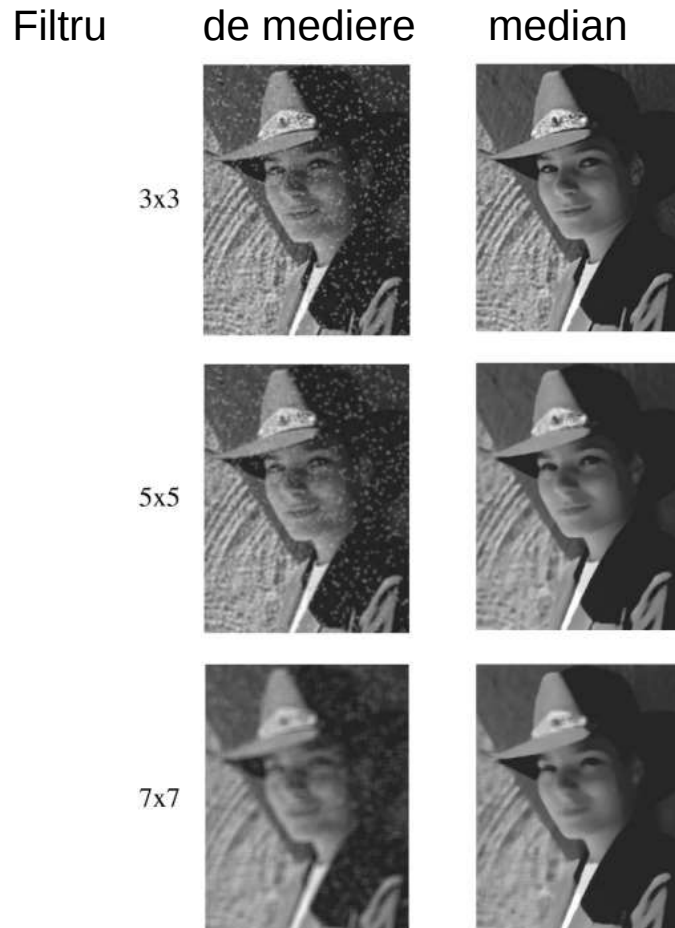
[2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods]

IV. Algoritmi

Procesare de nivel scăzut



Zgomot gaussian



Zgomot sare si piper

[2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods]

IV. Algoritmi

Algoritmi de detecție contur

Contururile reprezintă locații din imagine cu un mai mare contrast. De obicei, acestea se află în locații care delimitează obiectele din scenă, algoritmii de extracție de contur fiind utilizați în mare parte în segmentarea imaginii.

Prin reprezentarea unei imagini doar prin margini – avem avantajul unei reduceri semnificative de informație prin păstrarea doar a celei relevante.

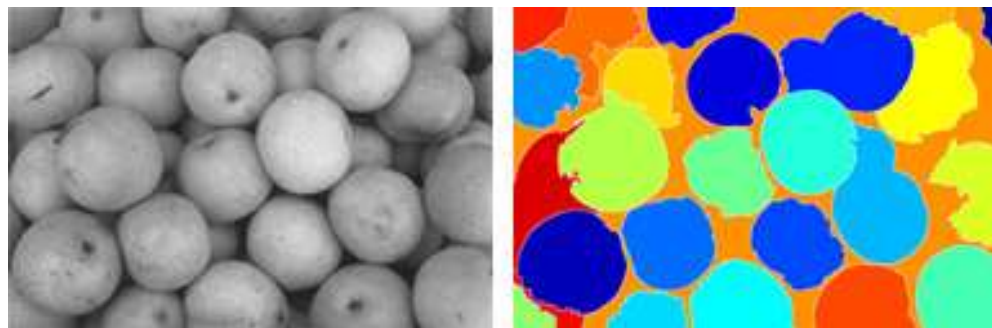
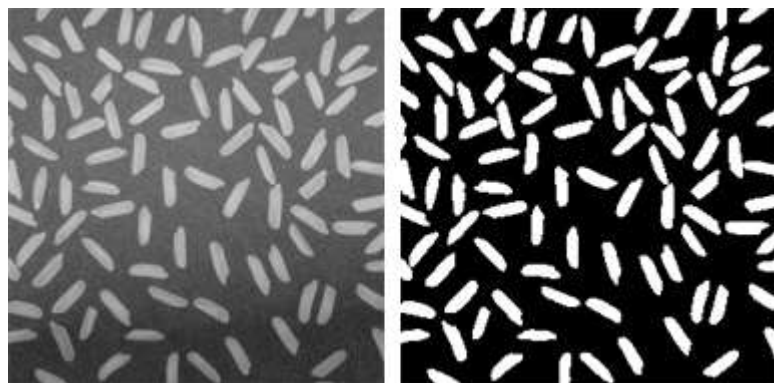


[2002 R. C. Gonzalez & R. E. Woods]

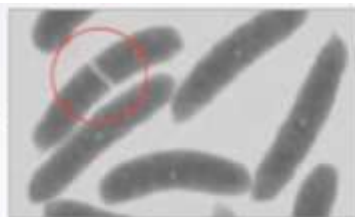
IV. Algoritmi

Segmentarea imaginilor

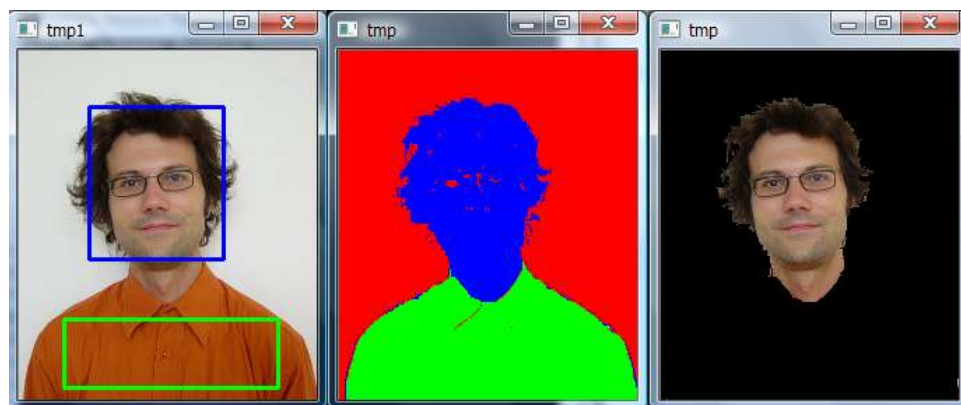
Segmentarea - descompunerea imaginii (scenei) în părțile sale constitutive sau izolarea unui element de interes.



Item: sausages
Symptom: crack or split
Cause: broken product



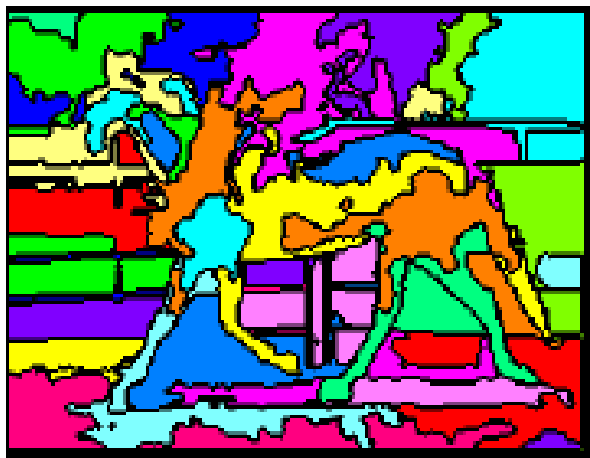
detectie automată
defecte



IV. Algoritmi

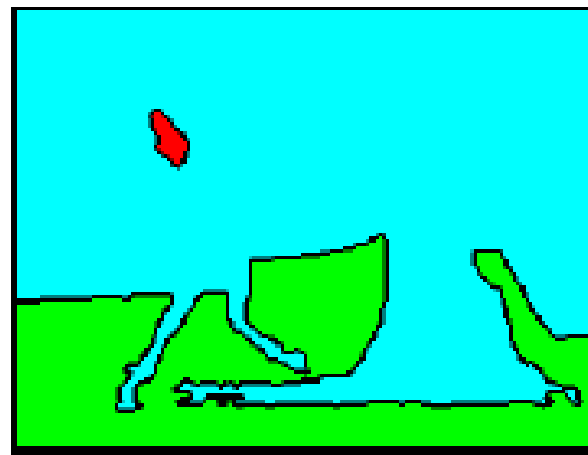
Segmentarea imaginilor

Segmentarea - descompunerea imaginii (scenei) în părțile sale constitutive sau izolarea unui element de interes.



Supra-segmentare

(descompunerea imaginii în mai multe elemente decât este necesar)



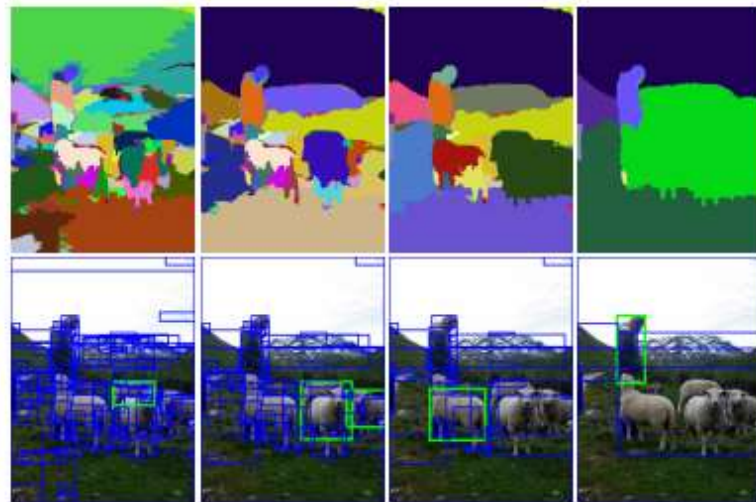
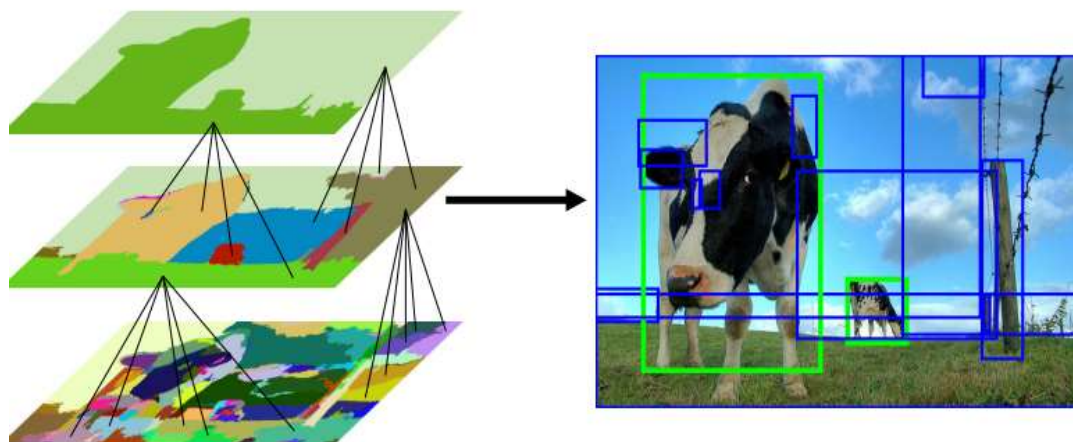
Sub-segmentare

(descompunerea imaginii în mai puține elemente)

IV. Algoritmi

Segmentarea imaginilor

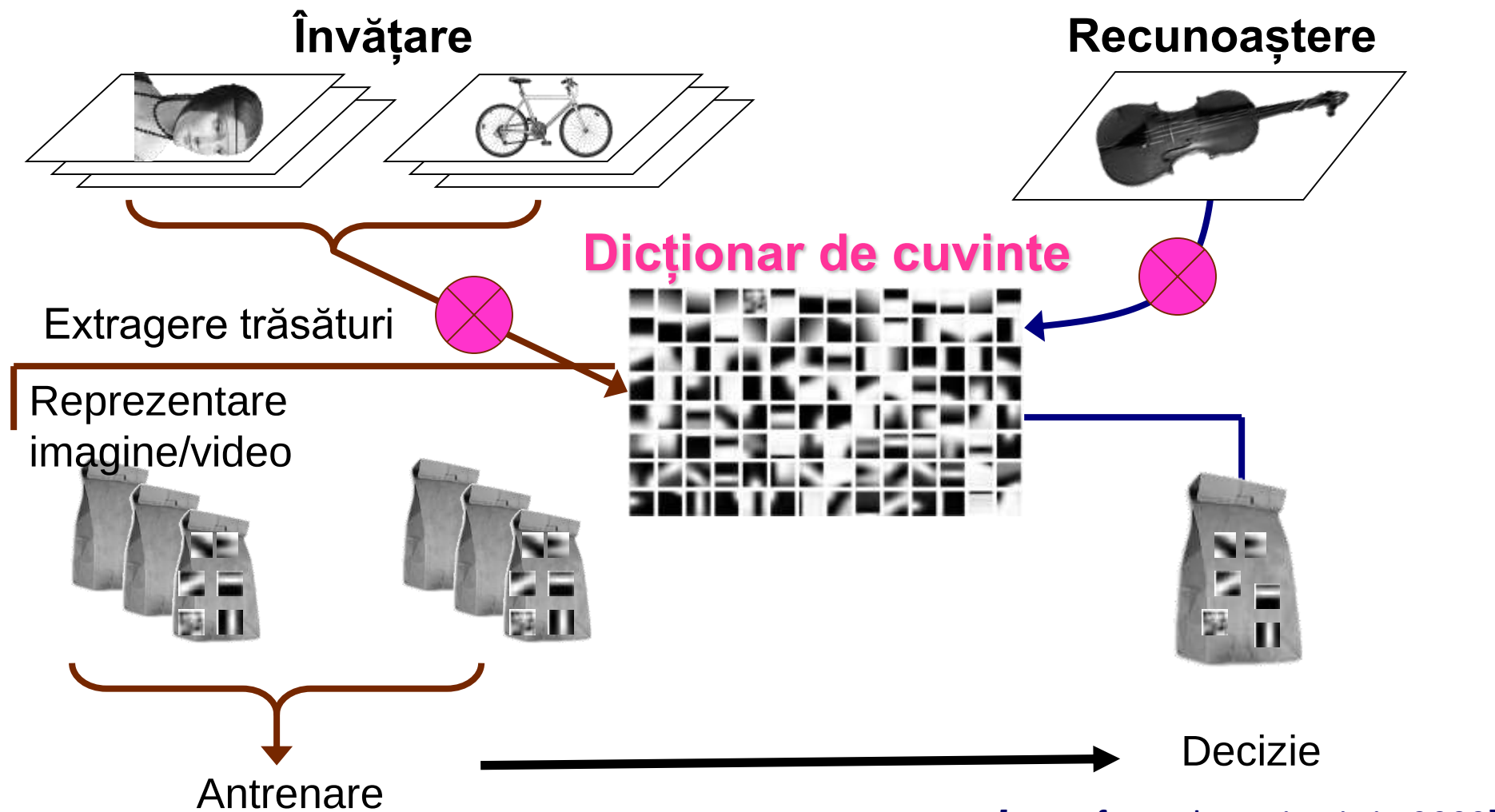
Segmentarea – reprezintă un prim pas pentru algoritmi de recunoaștere și localizare obiecte;



[Selective Search – J. Uijlings - 2013]

IV. Algoritmi

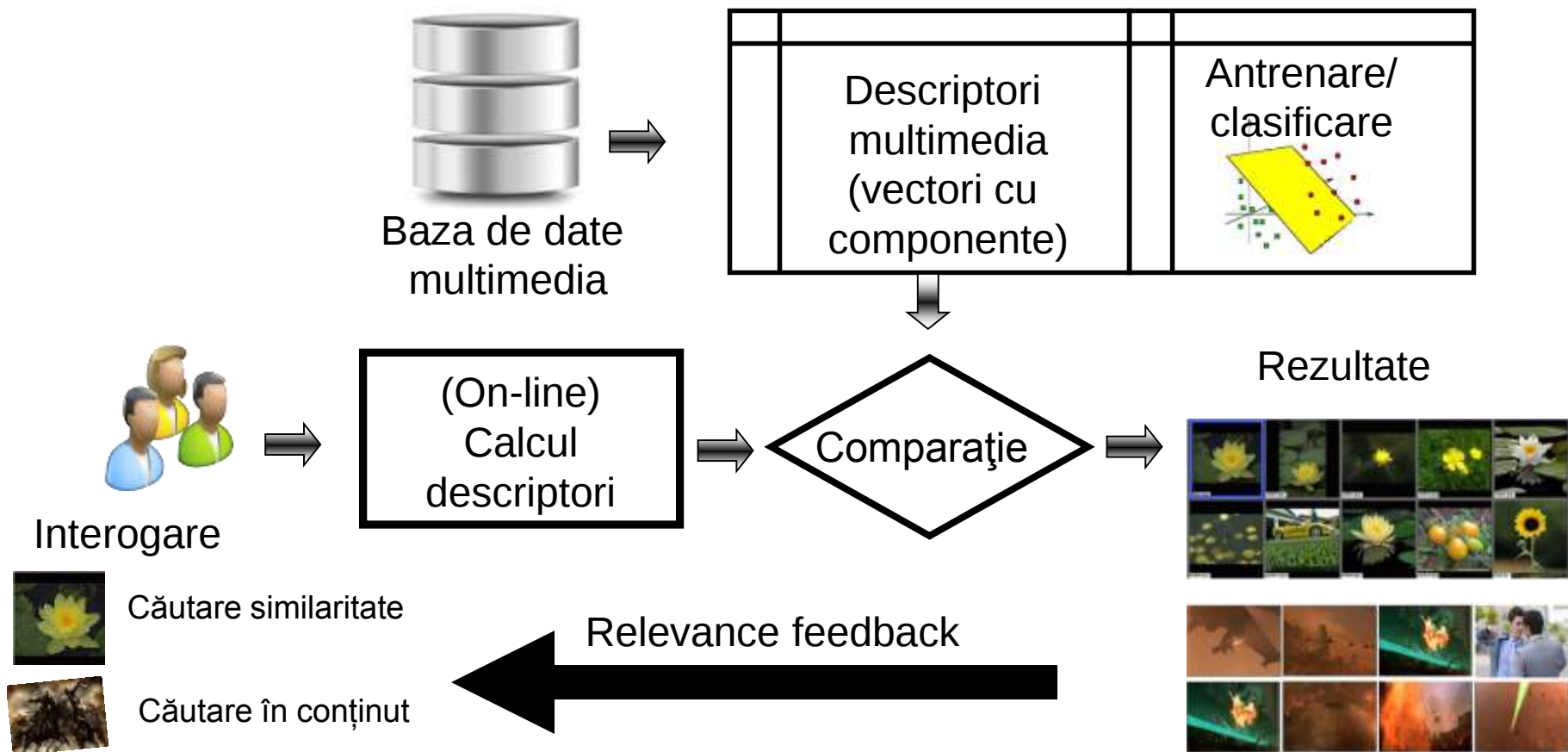
Recunoaștere obiecte



[Bag of Words - Fei-Fei Li - 2009]

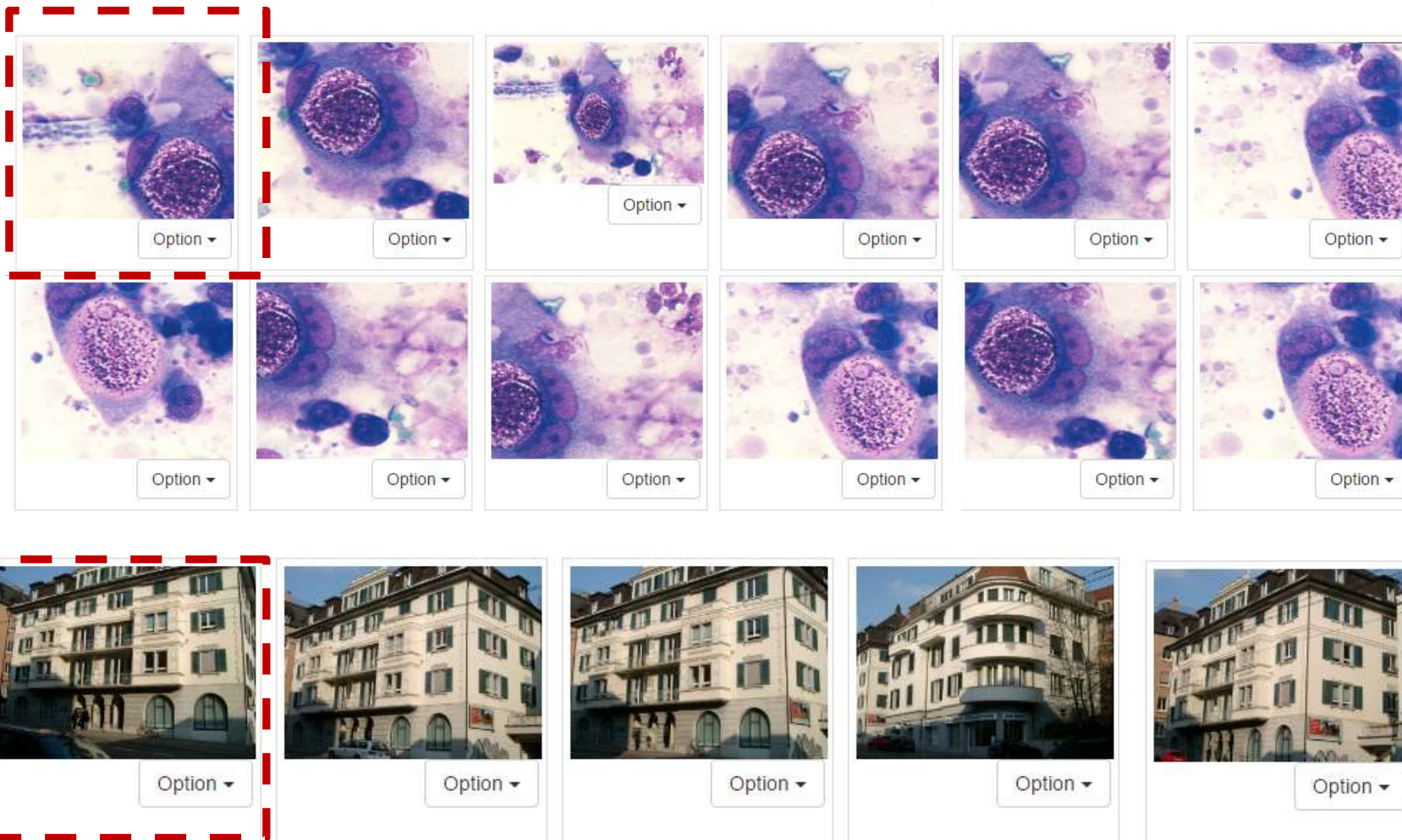
IV. Algoritmi

Sisteme de indexare după conținut



IV. Algoritmi

Sisteme de indexare după conținut



[<http://searchengine.mironica.ro>]

IV. Algoritmi

Sisteme de indexare după conținut

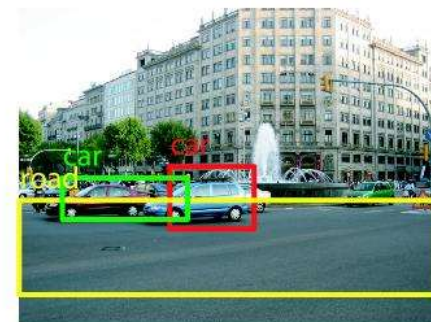
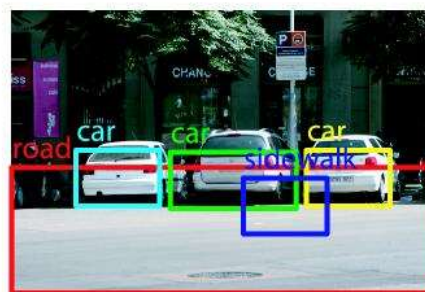
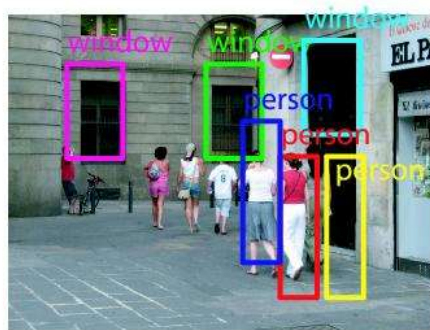
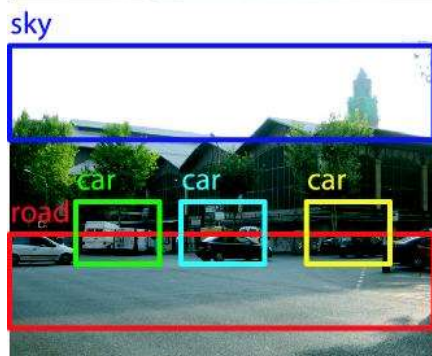
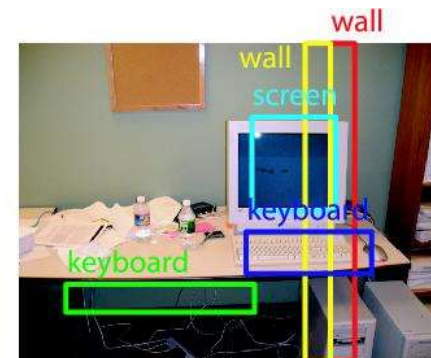
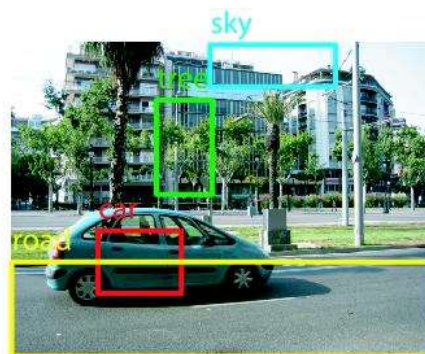
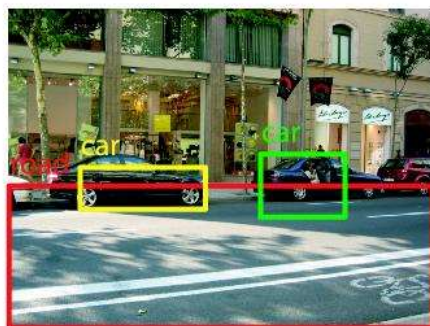
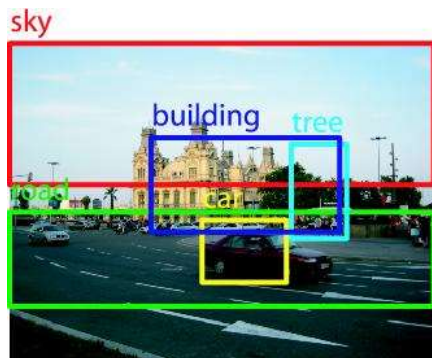
Navigare 3D după dimensiuni de similaritate



[O. Rooij MediaTable] [K. Schoeffmann et al]

IV. Algoritmi

Sisteme de indexare după conținut



IV. Algoritmi

Sisteme de indexare după conținut

Blip10000



Art



Auto



Comedy



Food



Music

➔ Clasificare după
gen a documentelor
video

UCF101



Answer phone



Chop banana



Dial phone



Drink water



Eat banana

➔ Clasificare de
activități cotidiene

Activities of Daily Living dataset



Basketball



Bench press



Billiards



Diving



Drumming

➔ Clasificare de
evenimente și
acțiuni

Mediaeval 2013 - Violent Scenes Dataset



Billy Elliot



I am legend



Saving Private Ryan



The Sixth Sense



Pirates Of The Caribbean

➔ Detecția
evenimentelor
violente

[<http://videos.mironica.ro>]

IV. Algoritmi

Sisteme de indexare după conținut – Competiții



Indexare colectii imagini
Indexare imagini medicale
Recunoaștere scris de mână



MediaEval Benchmark

MediaEval Benchmarking Initiative for Multimedia Evaluation

The "multi" in multimedia: speech, audio, visual content, tags, users, context

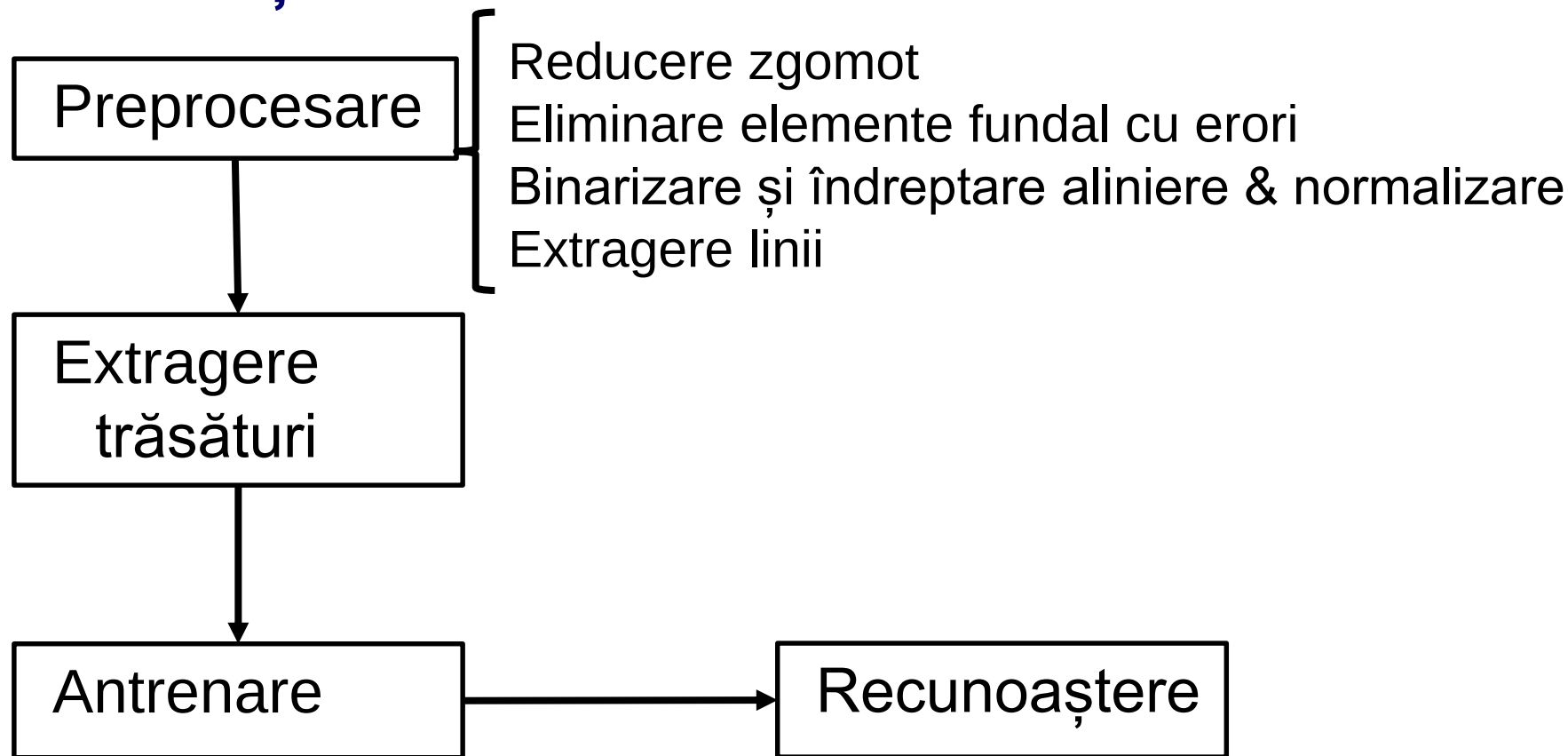
Diversificare imagini
Detectie violență
Detectie gen



Detectie de obiecte
Clasificare și indexare baze de date
large-scale

IV. Algoritmi

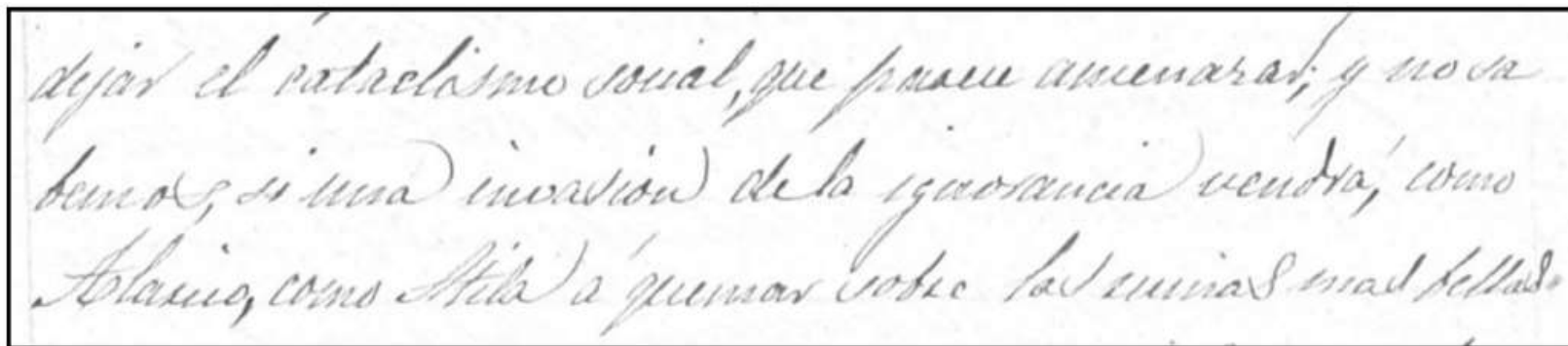
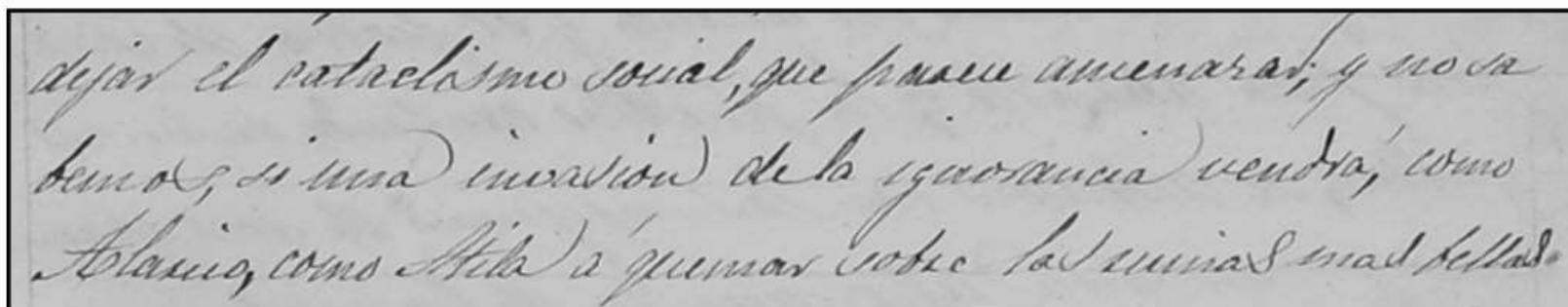
Recunoaștere automată caractere



IV. Algoritmi

Recunoaștere automată de caractere

Reducere zgomot & Eliminare elemente de fundal cu erori

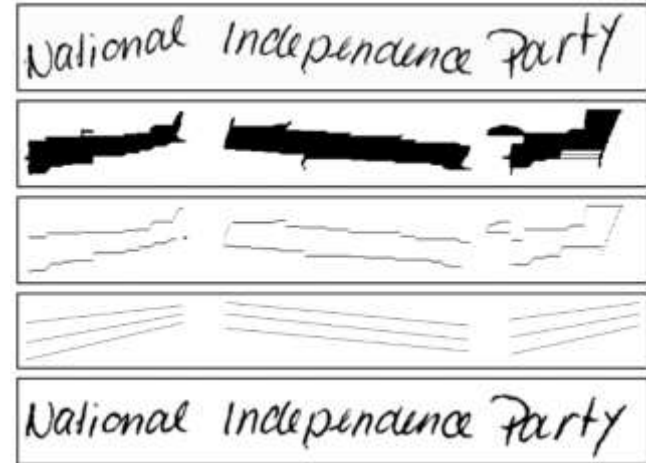


[A. H. Toselli & PRHLT-Group]

IV. Algoritmi

Recunoaștere automată de caractere

Aliniere



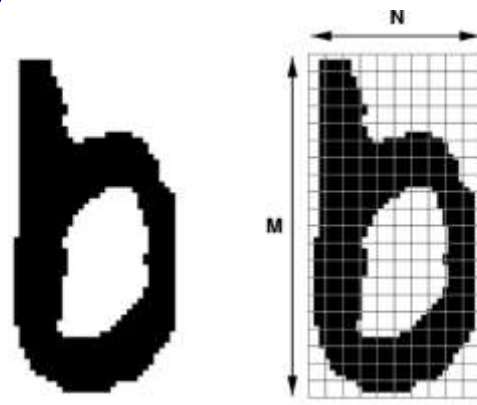
[A. H. Toselli & PRHLT-Group]

IV. Algoritmi

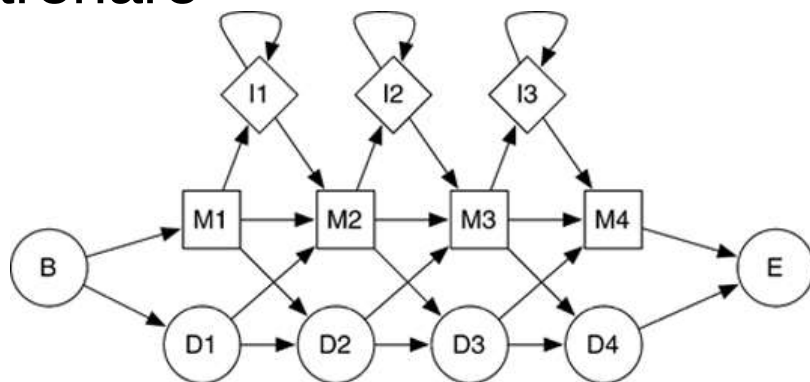
Recunoaștere automată de caractere

Extragere trăsături

- Număr de pixeli negri dintr-o fereastră (arie).
- Centrul de greutate a imaginii (procente – moment de ordin 1);
- Momentul de ordinul 2;
- Poziția conturului din partea superioară / inferioară;
- Orientarea conturului;
- Numărul de tranziții negru-alb pe verticală și orizontală.



Antrenare

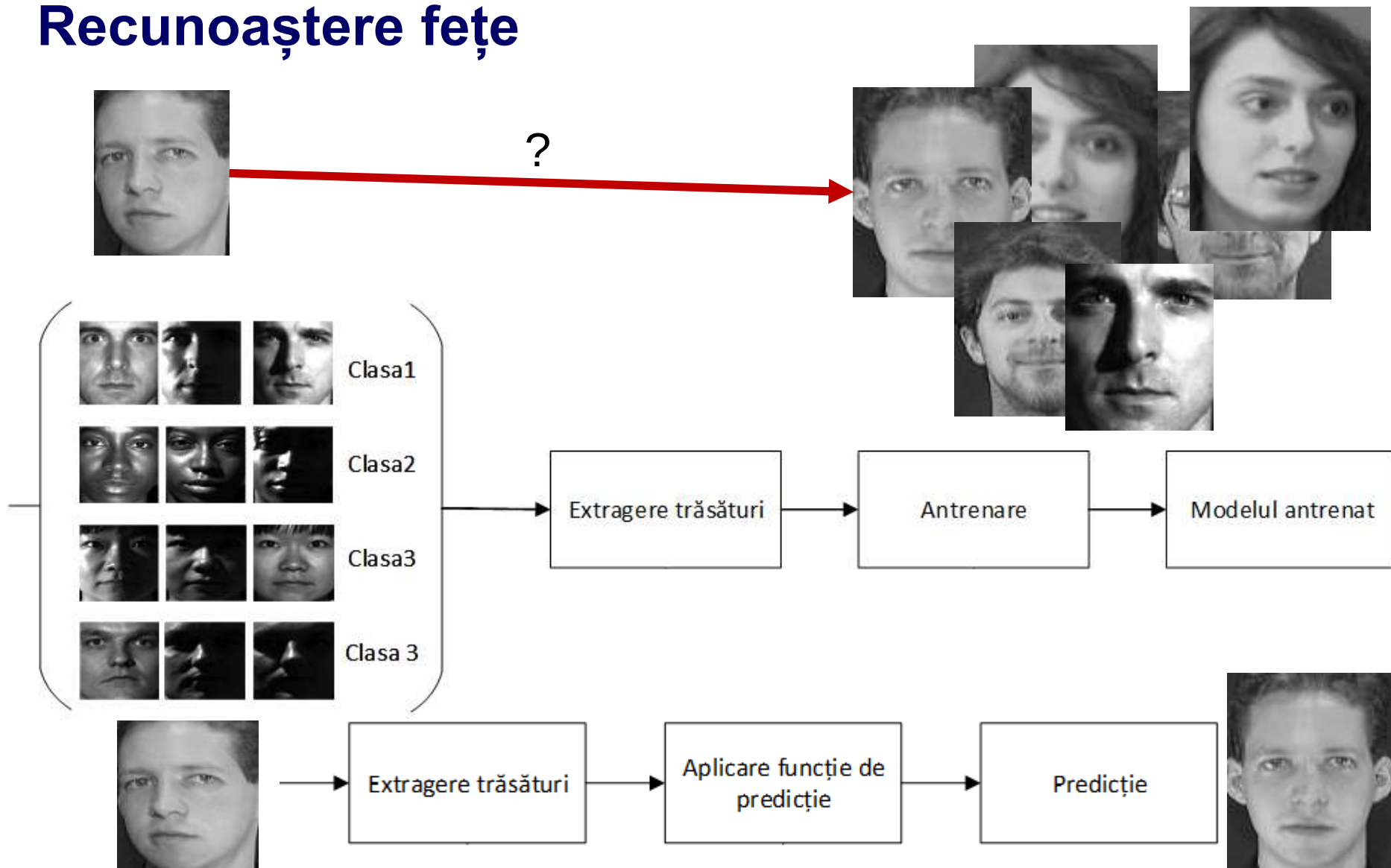


Hidden Markov models

[A. H. Toselli & PRHLT-Group]

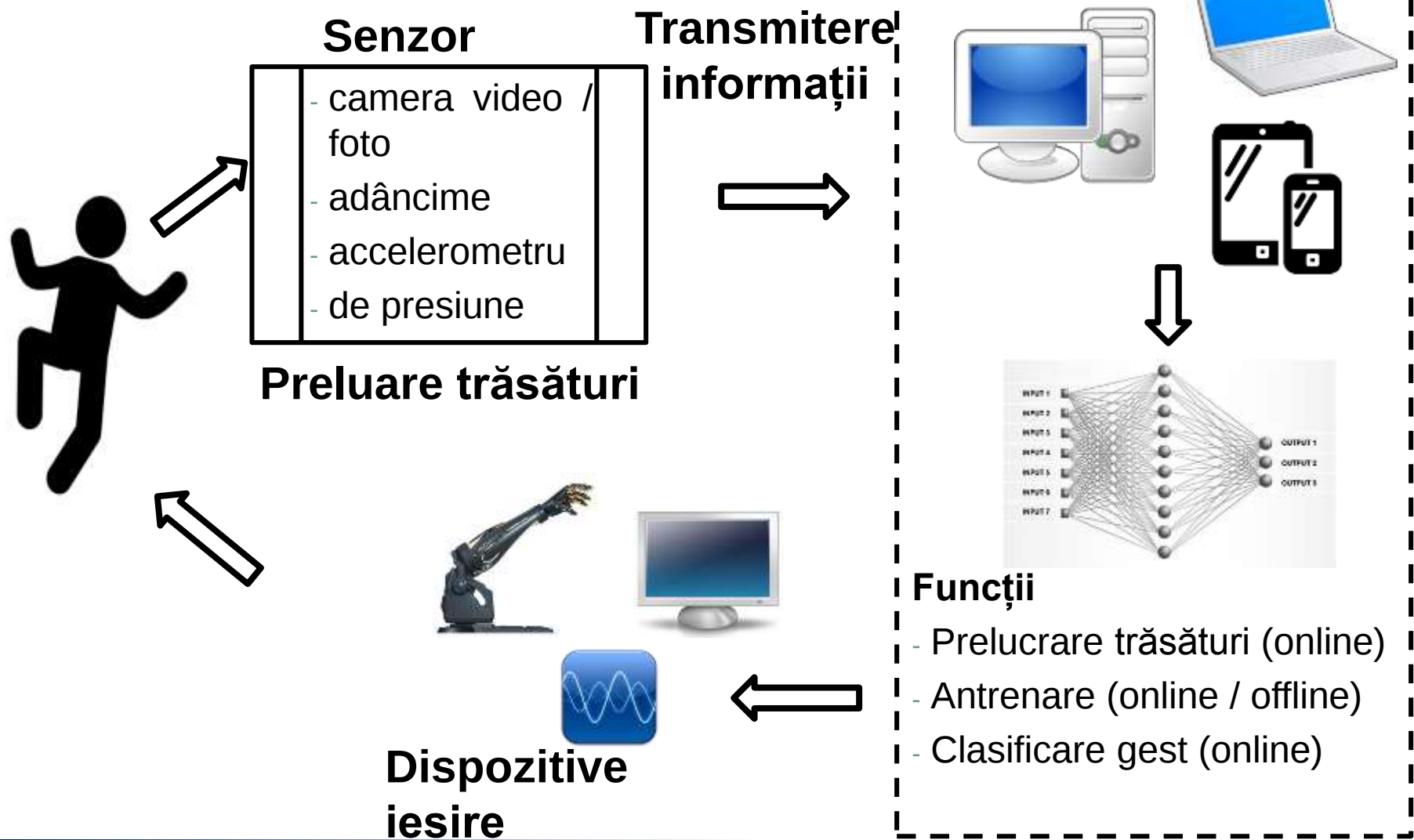
IV. Algoritmi

Recunoaștere fețe



IV. Algoritmi

Sisteme recunoaștere gesturi



V. Concluzii

- Noțiuni introductive privind procesarea de imagini
- Ședința viitoare va trebui să definim echipele!



Întrebări?

Spor la lucru!



