



# Sisteme de Vedere Artificială

## Introducere

Sorin M. Grigorescu



# Cuprins

- **Introducere**
- **Ce este Vederea Artificială?**
- **Vederea Artificială la Universitatea Transilvania (ROVIS – *Robust Vision and Control Lab*)**
- **Spații de culoare**



# Despre mine

**Bremen**

**Braşov**

**Buşteni**

**München**

**Coreea de Sud**



# Doctorat

- **Machine Vision for Service Robotics**





# Structura cursului

- 6 credite
- Data și ora cursului:
  - **Vineri, 10:00**
- Locație:
  - Corpul V, sala V IV 7
- Data și ora examenului
  - **??**
- Suportul cursului în format \*.pdf: [rovis.unitbv.ro](http://rovis.unitbv.ro)



# Structura cursului

▪ [rovis.unitbv.ro](http://rovis.unitbv.ro)

Lecture	Module	Description	Course Materials
1	Introduction	Introduction to computer vision	<a href="#">slides</a>
2		Image formation and color spaces	
3	Filtering and Segmentation	Image representation and noise	<a href="#">slides</a>
4		Spatial filtering	
5		Template matching	
6		Region segmentation	
7		Edge detection	
8	Hough transform		
9	Object Recognition	Linear regression	<a href="#">slides</a>
10		Logistic regression	
11		Neural Networks	
12		Convolutional Neural Networks	
13	Optics and 3D Reconstruction	Ideal camera model	<a href="#">slides</a>
14		Camera calibration	
15		Stereo vision	
16		Epipolar geometry and the fundamental matrix	
17		Points of interest and correspondence matching	
18	Object tracking	Optical flow	<a href="#">slides</a>
19		Dynamic models for object tracking	



# Structura cursului

- **10 laboratoare:**
  - 1. Proiectarea unei aplicații de vedere artificială**
  - 2. Manipularea imaginilor**
  - 3. Segmentarea prin partiționare**
  - 4. Detectarea cantelor**
  - 5. Corespondențe stereo și reconstrucția 3D a unei scene**



# Structura cursului

- 10 laboratoare:
  6. Procesarea datelor RGB-D
  7. Alinierea robustă a densităților de puncte 3D
  8. Segmentarea prin partiționare a norilor de puncte
  9. Detectarea fețelor în imagini
  10. Urmărirea formelor



# Structura cursului

- Mediu de programare
  - **C++**
  - **Mediu de programare *MS Visual Studio 2010***
- **Librării utilizate:**
  - ***OpenCV (Open Source Computer Vision Library)***



# Examenul final. Procentaj.

- Colocviu de laborator (admis/respins):
  - Programarea unei aplicații de vedere artificială
  - Criteriu de admitere în examen
- 90% examen scris:
- 10% prezența la curs
  
- Numerotarea pornește de la 0 (zero)



# Referințe bibliografice

- **Bazele vederii artificiale:**

- **Grigorescu, Măceșanu și Cociaș, *Sisteme de Vedere Artificială: Îndrumar de laborator*, Ed. Univ. Transilvania, 2013.**

- **Gonzalez și Woods, *Digital Image Processing*, Ed. Prentice Hall, 2008.**

- **Vederea 3D:**

- **Hartley și Zisserman, *Multiple View Geometry in Computer Vision*, Ed. Cambridge University Press, 2004.**

- **Clasificarea datelor:**

- **Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Ed. Springer, 2006.**



# Referințe bibliografice

- Programarea aplicațiilor de VA:
  - Grigorescu, Măceșanu și Cociaș, *Sisteme de Vedere Artificială: Îndrumar de laborator*, Ed. Univ. Transilvania, 2013.
  - Bradski, *Learning OpenCV*, Ed. O'Reilly, 2008.
  - Laganiere, *OpenCV 2 Computer Vision Application Programming Cookbook*, Ed. Packt Publishing, UK, 2011.
  - <http://opencv.org>
  - <http://pointclouds.org>

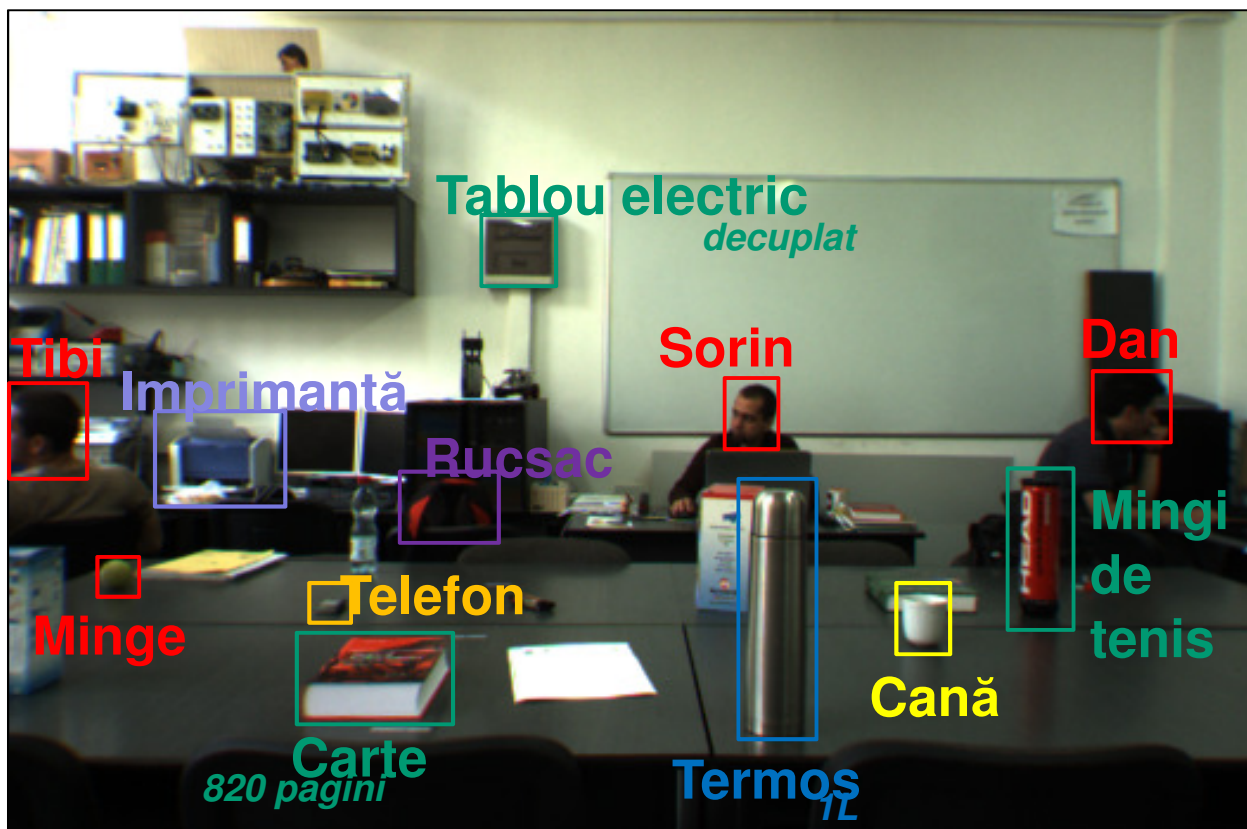


# **Ce este Vederea Artificială?**



# Ce este Vederea Artificială?

- Abilitatea calculatoarelor de a înțelege o scenă reală



- Unde este masa?
- Unde sunt persoanele?
- Sunt obiecte pe masă?
- Care este distanța până la tabloul electric?



# Definiții

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## ▪ Procesarea de imagini:

- **Este definită ca orice formă de procesare de semnal în care intrarea este o imagine sau secvență video, iar ieșirea poate fi fie o altă imagine / secvență video, fie un set de caracteristici sau parametrii ce descriu imaginea / secvența video de intrare.**

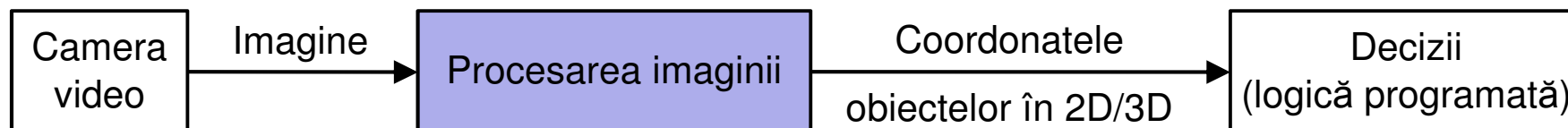
## ▪ Vederea artificială:

- **Este știința mașinilor ce pot vedea, unde *a vedea* reprezintă capacitatea sistemului de a extrage din imagini informații ce pot fi folosite la rezolvarea unei anumite sarcini.**



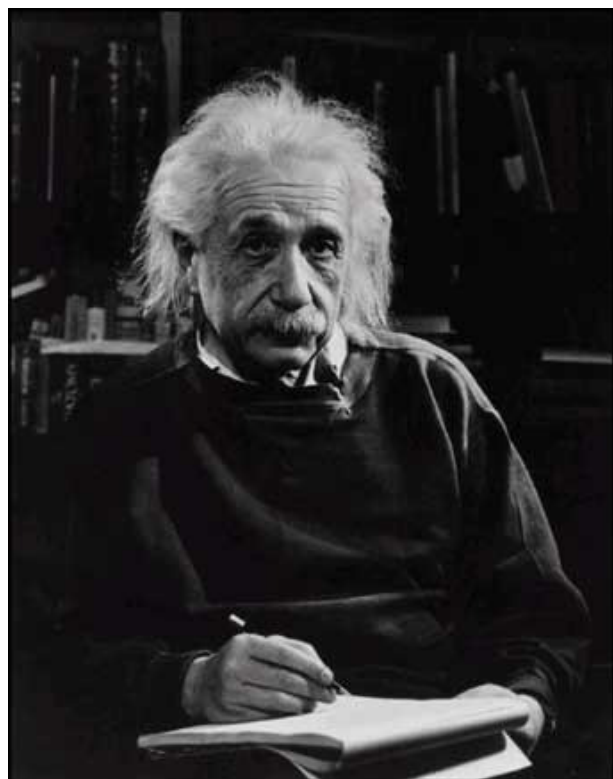
# Ce este vederea artificială?

- **Recunoașterea automată a obiectelor în imaginea 2D și coordonatele lor 3D în spațiul cartezian**
- **Intrare: imagine**
- **Ieșire: informații despre imagine**





# Ce este vederea artificială?



**Vederea umană  
(ceea ce vedem noi)**

0	3	2	5	4	7	6	9	8
3	0	1	2	3	4	5	6	7
2	1	0	3	2	5	4	7	6
5	2	3	0	1	2	3	4	5
4	3	2	1	0	3	2	5	4
7	4	5	2	3	0	1	2	3
6	5	4	3	2	1	0	3	2
9	6	7	4	5	2	3	0	1
8	7	6	5	4	3	2	1	0

**Vederea artificială  
(ceea ce vede calculatorul)**



## Vederea Artificială este foarte dificilă

- Vederea naturală este o capacitate remarcabilă a naturii
- Cea mai mare parte a creierului uman este dedicat vederii



Piesa este  
pion sau  
tură?

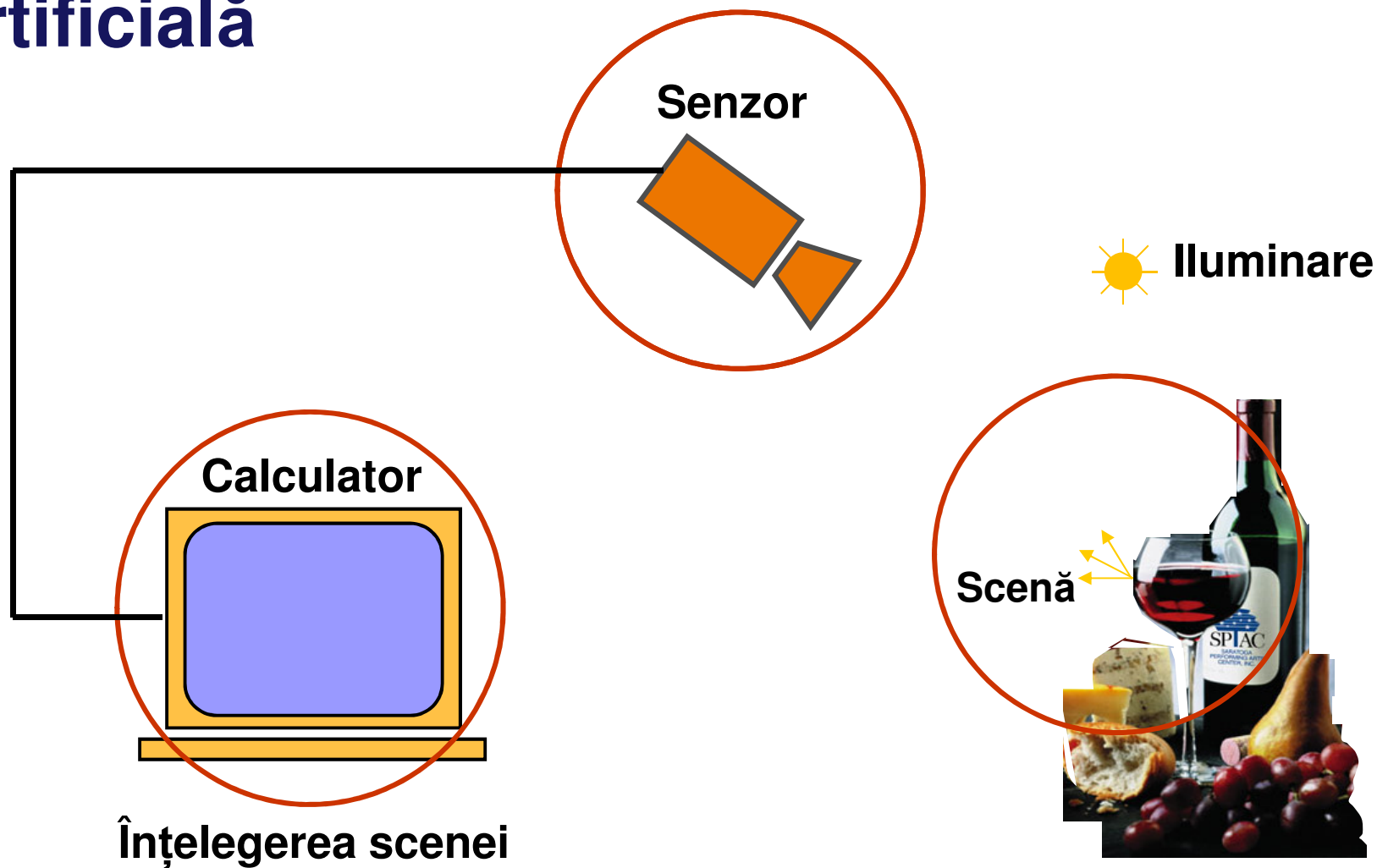


## Vederea umană (naturală)

- **Efectuează cu ușurință:**
  - **Recunoașterea persoanelor și a obiectelor**
  - **Evită obstacolele**
  - **Înțelege contextul unei scene**
- **Însă are și dificultăți:**
  - **Este susceptibilă iluziilor**
  - **Ignoră detalii**
  - **Describe ambiguu o scenă**
  - **Nu este interesată de precizie**



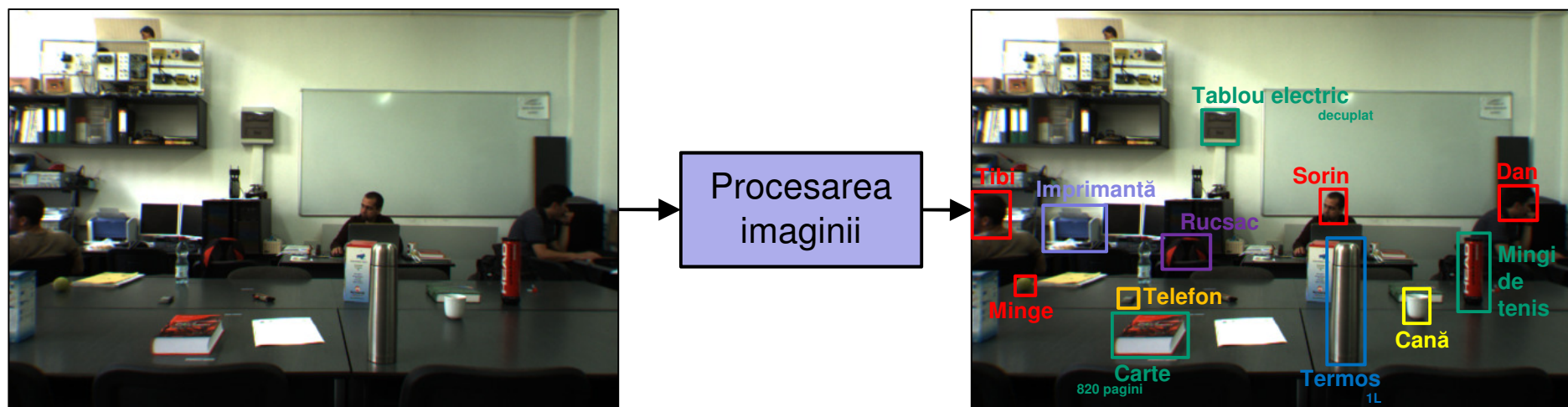
# Componentele unui sistem de vedere artificială





# Ce este vederea artificială?

- Recunoașterea automată a obiectelor
- Determinarea diferitelor proprietăți ale obiectelor detectate

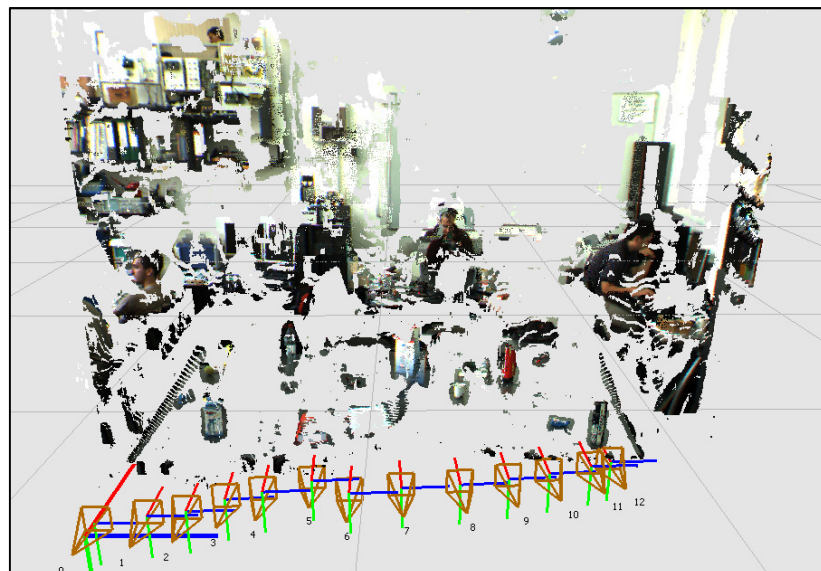
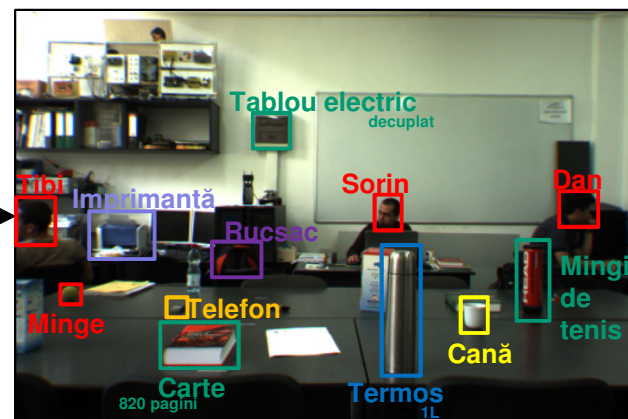




# Ce este vederea artificială?



Procesarea  
imaginii

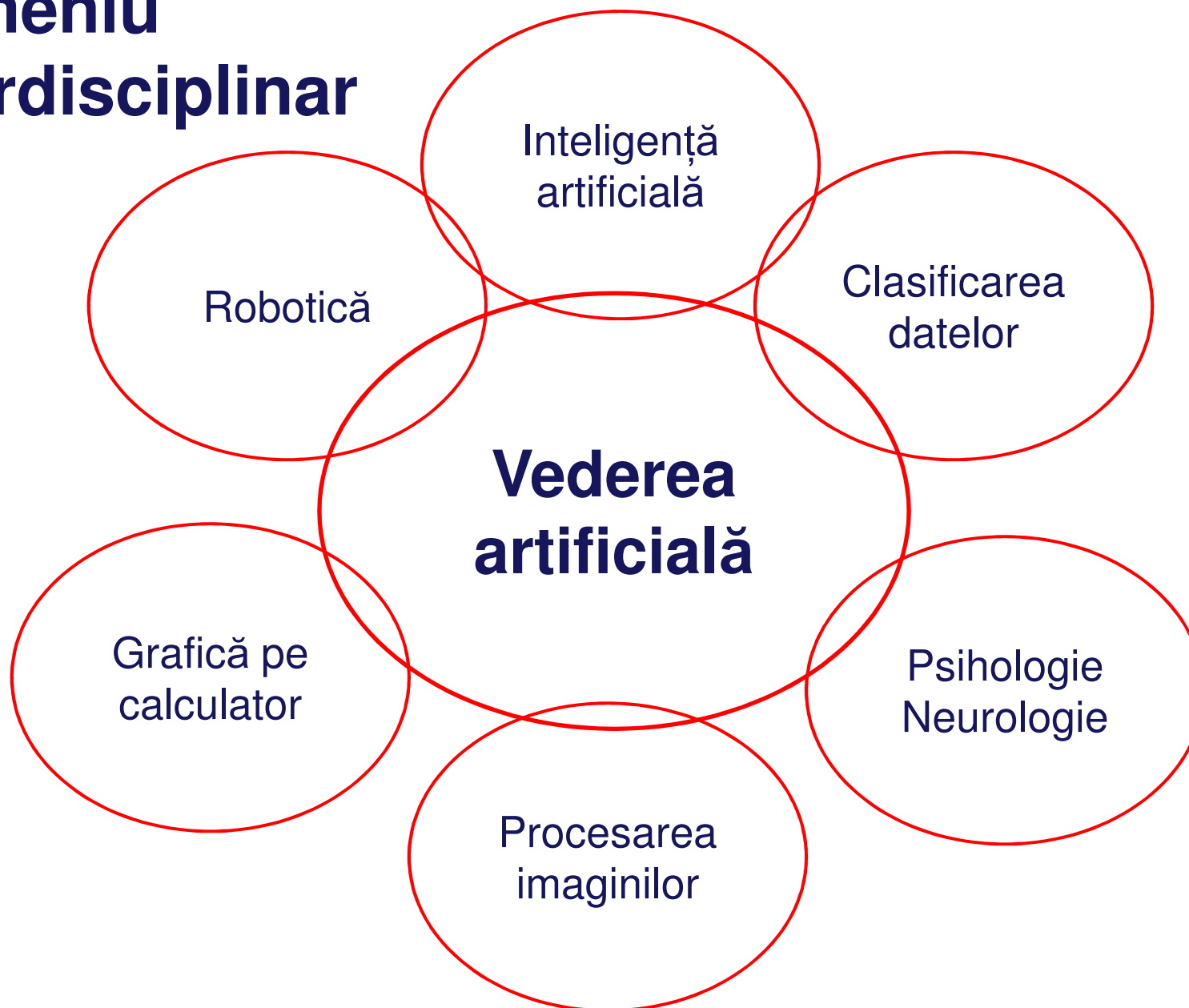


Model 3D  
(spațiu cartezian)

Grafică asistată de calculator



# Domeniu interdisciplinar

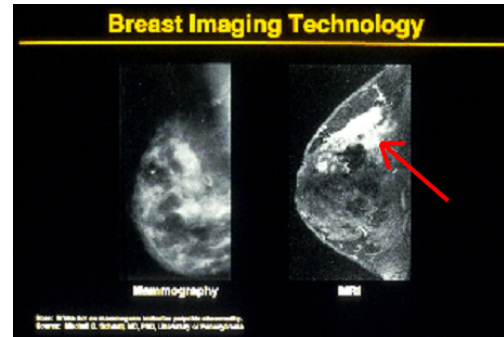




# Importanța Vederii Artificiale



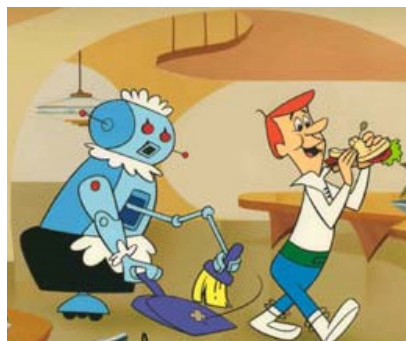
**Siguranță**



**Sănătate**



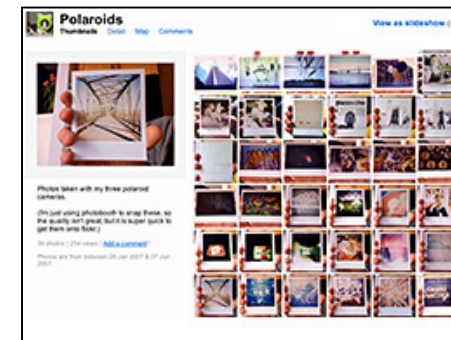
**Securitate**



**Comfort**



**Fun**

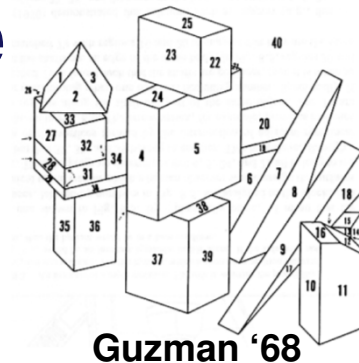


**Acces la informații**

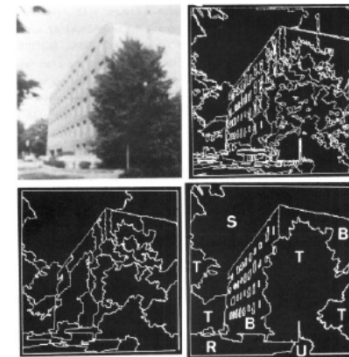


# Scurtă istorie a vederii artificiale

- 1966: Minsky atribuie rezolvarea vederii artificiale unui student, ca și proiect pe perioada de vară
- Anii 60: interpretarea reprezentărilor sintetice
- Anii 70: mici progrese în interpretarea anumitor imagini
- Anii 80: utilizări ale unor rețele neurale; aprofundarea analizei geometrice și formalizarea matematică
- Anii 90: recunoașterea facială; analiza statistică a datelor vizuale
- Anii 2000: recunoașterea mai multor categorii de obiecte; baze de date cu imagini anotate devin disponibile; începuturile procesării video
- Anii 2030: supremația roboților?



Guzman '68



Ohta Kanade '78



Turk and Pentland '91



**Vederea Artificială la Universitatea  
Transilvania**  
*Automatică, Tehnologia Informației și Robotică*

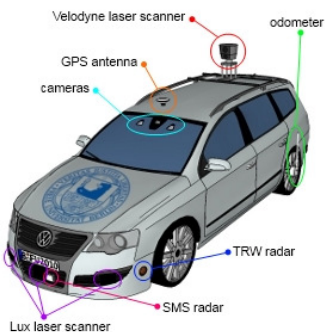
**ROVIS Laboratory**

**[rovis.unitbv.ro](http://rovis.unitbv.ro)**

# Domenii de cercetare (rovis.unitbv.ro)

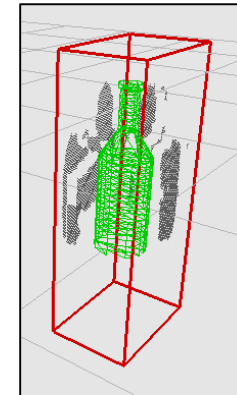
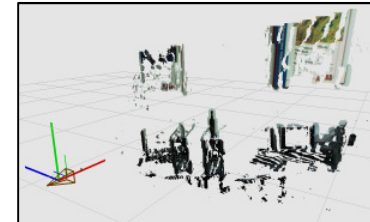
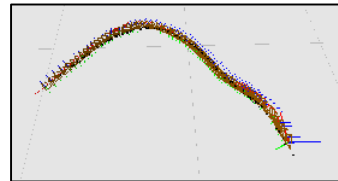


- Vederea artificială robustă
- Vederea artificială în sistemele robotice
- Navigație



## Achiziția Informațiilor vizuale:

- Stereo viziune
- Camere ToF
- Lumină structurată (MS Kinect)
- Scanere laser



**Estimarea  
Poziției și  
Orientării**

**Reconstrucția  
și Urmărirea  
Scenelor 3D**

**Modelarea  
Volumetrică  
a Obiectelor**



# Spații de culoare



# Tipuri de imagini digitale

Lena, imagine gri  
(256 nivele de gri – 8 Biți)



Matrice  $M \times N$  cu  
elemente aparținând  
intervalului  $\in [0,255]$

„Lena în verde  
roșu și albastru“

Lena, imagine color



3 matrici  $M \times N$  (o  
matrice pentru fiecare  
canal RGB) cu elemente  
aparținând intervalului  $\in [0,255]$

# Culoarea



# Culoarea

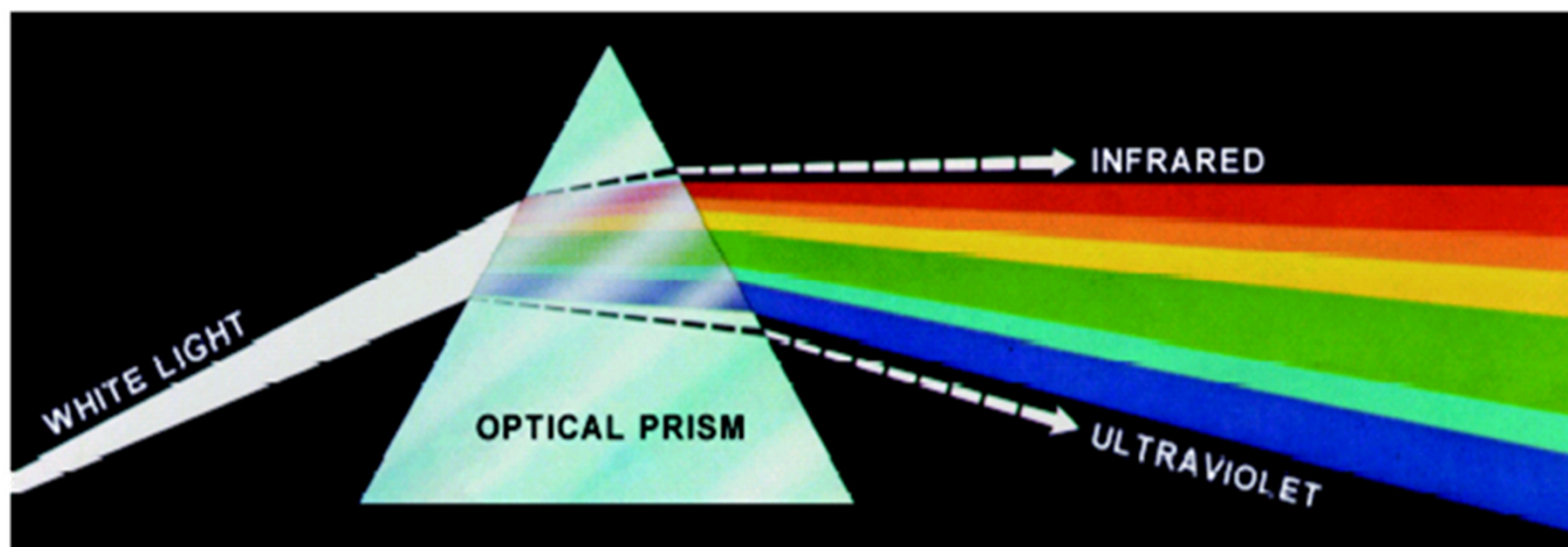




# Formarea culorii

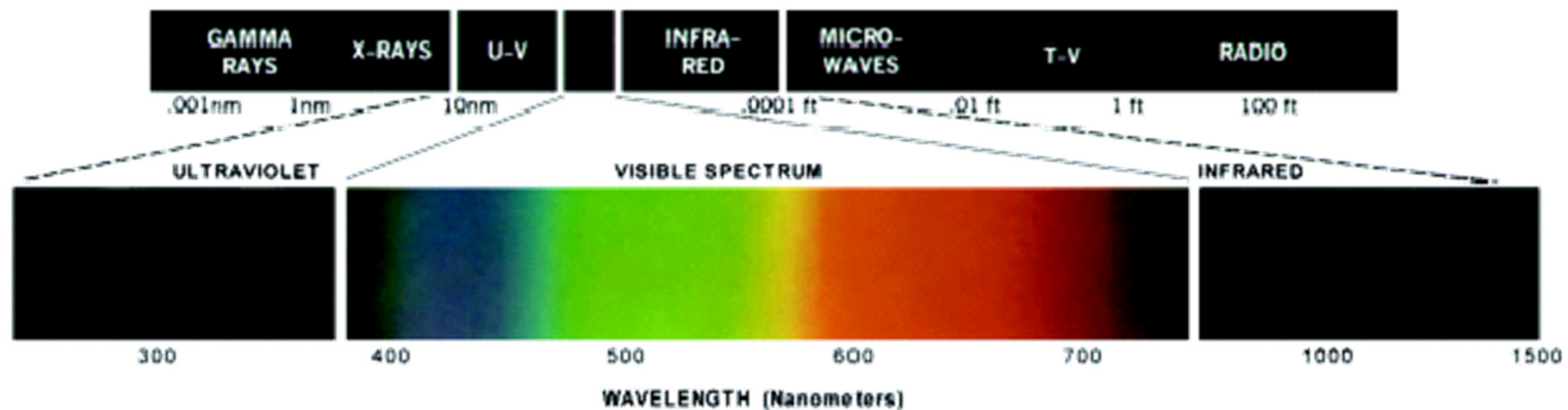
Spectrul culorii obținut din trecerea unei raze de lumină albă printr-o prismă

(experiment efectuat de Isaac Newton in 1666)





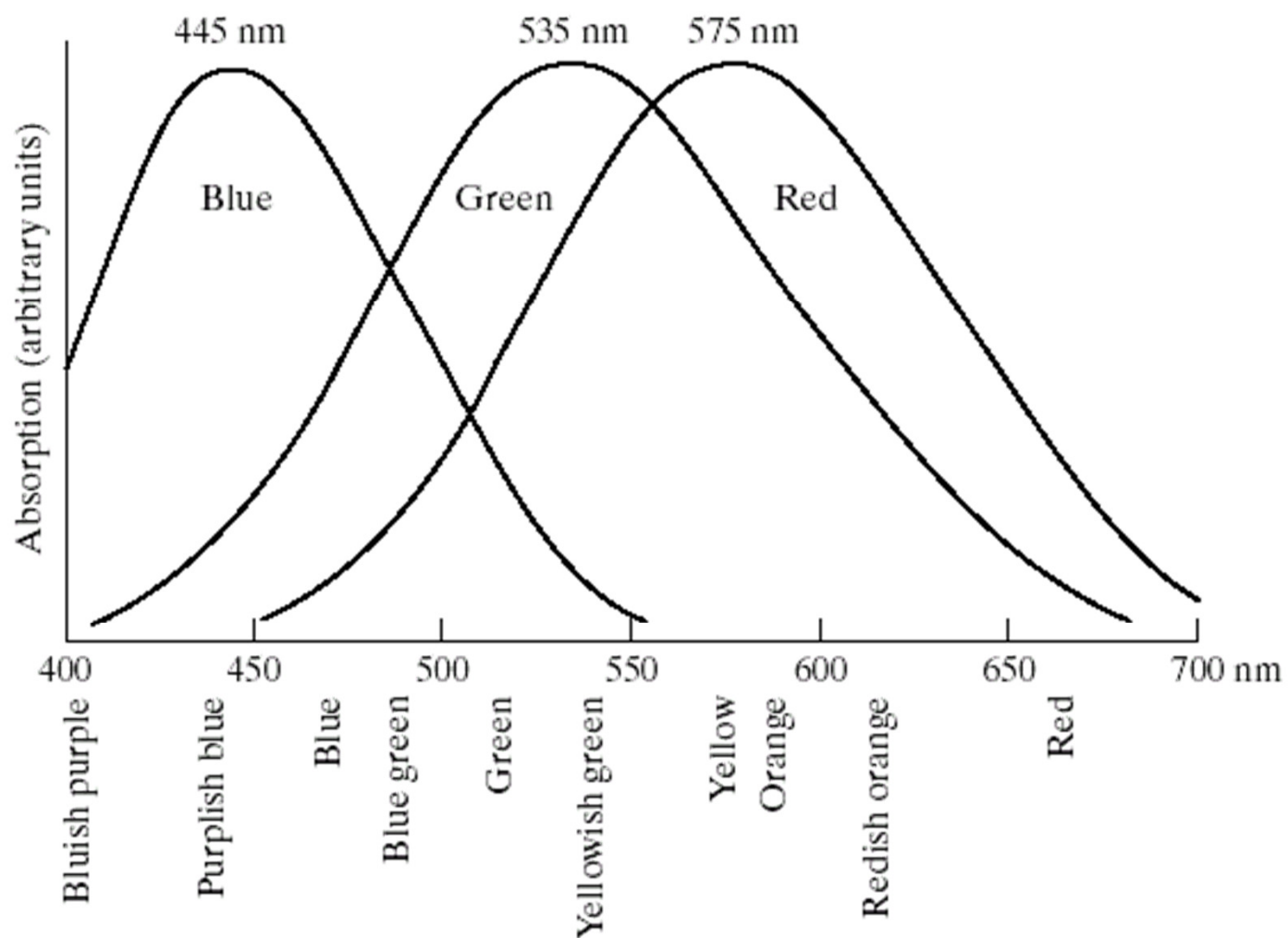
# Lungimea de undă a luminii (vizibile)



**FIGURE 6.2** Wavelengths comprising the visible range of the electromagnetic spectrum. (Courtesy of the General Electric Co., Lamp Business Division.)

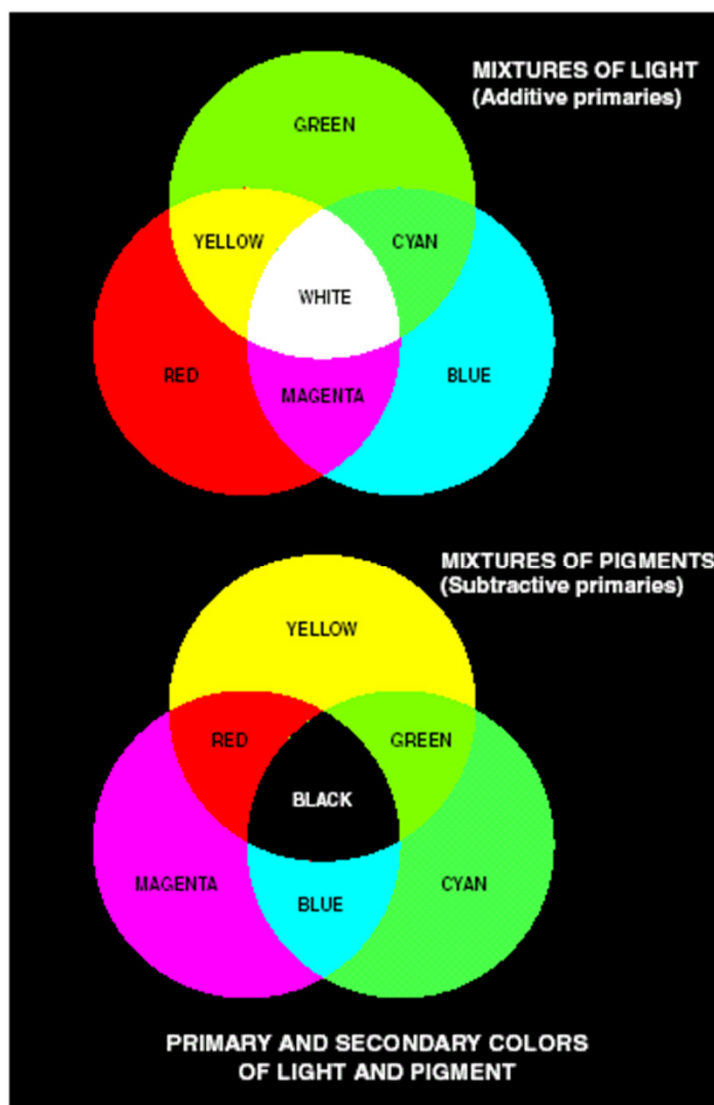


# Culori primare





# Culori primare și secundare





## Descrierea culorii

- **Caracteristicile folosite pentru a distinge o culoare sunt **Intensitatea, Nuanța și Saturația****
  - **Nuanța**: reprezintă culoarea dominantă
  - **Saturația**: puritatea relativă, sau nivelul de lumină albă ce interferează cu nuanța
- **Împreună, nuanța și saturația sunt denumite **Cromaticitate**. Astfel, o culoare poate fi descrisă de **Intensitatea și Cromaticitatea** sa.**

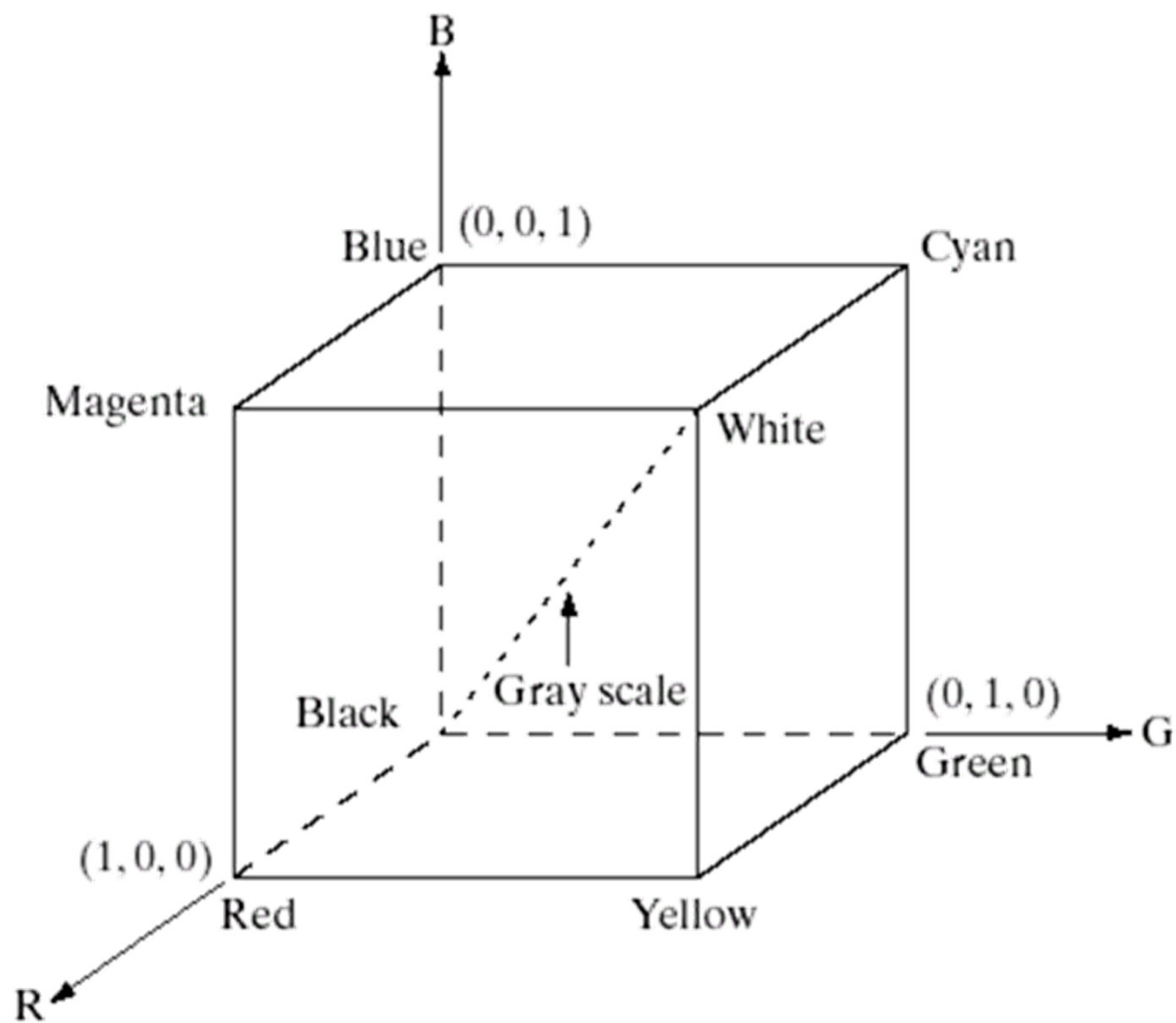


# Modele de culoare

- Scopul unui model de culoare, denumit și spațiu sau sistem de culori, este de a facilita specificarea culorilor într-un mod standard.
- Exemple:
  - **RGB** (**R**ed, **G**reen, **B**lue): monitoare, camere video
  - **CMY** (**C**yan, **M**agenta, **Y**ellow), **CMY K** (CMY, Black): imprimante
  - **HSI** (Hue, Saturation, Intensity): *Nuanță, Saturație, Intensitate*

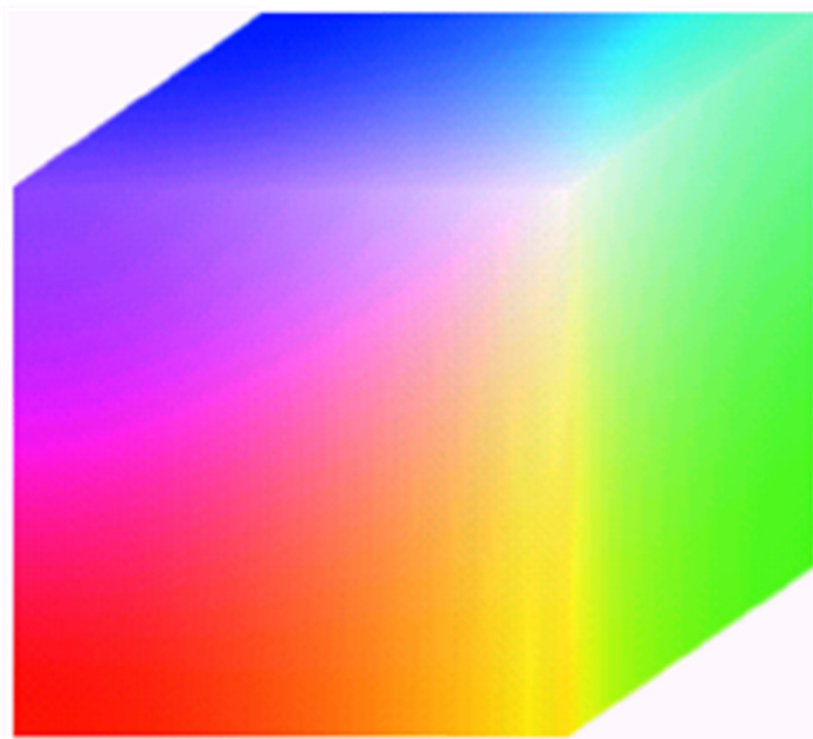


# Modelul RGB





# Modelul RGB

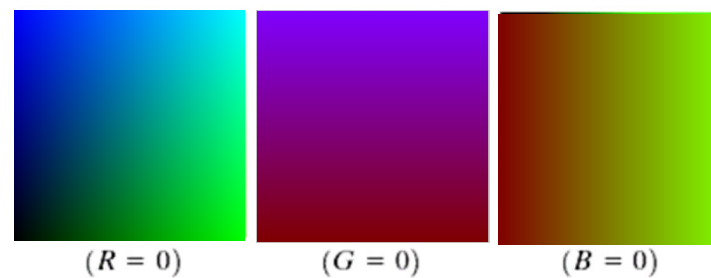
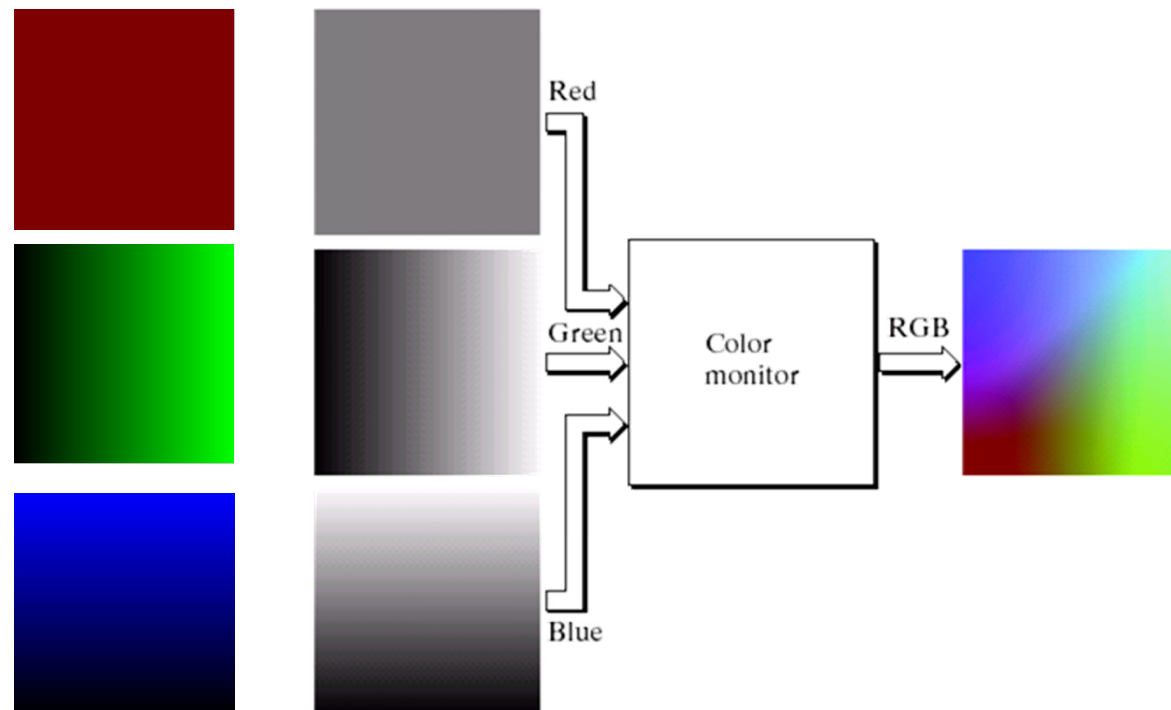


**Cub de culori de 24 de biți**

$$(2^8)^3 = 16,777,216 \text{ Culori}$$



# Modelul RGB





# Modelul HSI

- **Culoarea** este dată de valoarea unghiului  $H$
- **Nuanța** reprezintă lungimea vectorului  $S$
- **Intensitatea** este dată de nivelul de gri dintre valorile alb și negru

