

# Concepțe și aplicații în Vederea Artificială

Bogdan Alexe

[bogdan.alexe@fmi.unibuc.ro](mailto:bogdan.alexe@fmi.unibuc.ro)

Radu Ionescu

[radu.ionescu@fmi.unibuc.ro](mailto:radu.ionescu@fmi.unibuc.ro)

Curs optional  
anul III, semestrul I, 2022-2023

# Noi = cei care predăm



**Bogdan**

Curs (50%)



**Radu**

Curs (50%)



**Alexandra**

Laborator (100%)

# Voi = studenții de la optional (Info+Mate-Info+CTI)

t.	Nume student	Grupa 2021					
1	ARDELEANU I. NICU-VICTOR	231	26	BUTA A. GABRIEL-SEBASTIAN	241	51	TIRZIU R.C. ANDREI-NICHITA
2	BELU F.V. MARA-LUCIANA	231	27	CIOBOTARU L.C. ROBERT	241	52	VOINEA I. A. MIHAI-ALEXANDRU
3	GHERGHE D. SEBASTIAN-ADRIAN	231	28	GHIDARCEA L.C. TUDOR-ALEXANDRU	241	53	ANGHELINA I. ION-MARIAN
4	HADIRCA A. DIONISIE	231	29	GRIGORE D. DRAGOS-GABRIEL	241	54	BADEA M. MIHAITA
5	MORARU I. MIHAI-LIVIU	231	30	PASCU ANDREI SORIN	241	55	BEJENARIU D. DAVID-COSMIN
6	STOICA I. DAVID	231	31	Petre-Vlad V Mihaela	241	56	BUMBACEA G. DIANA-MARIA
7	ALEXANDRESCU E. PAULA	232	32	PATULEA E.I. MARIA-ELIZA	242	57	BURDUSA C. C. PETRU-ROBERT
8	CALOMFIRESCU C.O. VLAD	232	33	BACIU G. DANIEL-MIHAI	243	58	Coman D. Emilia
9	MOCANU D.C. HORIA-TUDOR	232	34	BROSCOTEANU G.R. DARIA-MIHAELA	243	59	ENACHE G. G. ALEXANDRU
10	STAFIE D.C. CALIN	232	35	COȘALI B. ALEINA	243	60	ENE C.J. SEBASTIAN-IOAN
11	STURZU D. ANDREI	232	36	EDU T.O. MATEI-ANDREI	243	61	GAVRILESCU P.P. PETRU-ALBERT
12	ZAHARIA M. DIANA-CRISTIANA	232	37	FILIPESCU V. RADU	243	62	Vesa C.N. Anna-Mirela
13	GOGU C.L. RAZVAN-COSTINEL	233	38	HIRICA O. IOAN-ALEXANDRU	243	63	CHIROBOCEA I. MIHAIL-BOGDAN
14	MOCANU V. RARES-MIHAI	233	39	ISTRATE V.M. ALEXANDRU-CRISTIAN	243	64	COSTEA V. RĂZVAN-GEORGE
15	NASTASE D.M. MATEI-DORIAN	233	40	SELEA I. EDUARD-MIHAI	243	65	IONESCU N. ALEXANDRU-THEODOR
16	PLACINTESCU R.S. STEFAN	233	41	IORDACHE O. OVIDIU	244	66	MAXIM D. TIBERIU
17	SOARE M.G. DENNIS-GABRIEL	233	42	Panaite N. Dănuț-Alexandru	244	67	RADU V. ADRIAN-FLORENTIN
18	TURCU I.N.B VIRGIL	233	43	POLIFRONIE C. DRAGOS-CONSTANTIN	244	68	VÎNAGA I. MĂDĂLINA
19	ZOICANG.ROBERT-PETRIȘOR	233	44	ROHATIN M. ANDREI	244	69	BALMĂU A. DRAGOŞ-CONSTANTIN
20	CHIȚU M. ROBERT-ALEXANDRU	234	45	CARAMAN L. CRISTINA	251	70	COTESCU FL. E. VICTOR-ANDREI
21	GHIUZAN P. EDWARD	234	46	IONESCU G. IOAN	251	71	IONAŞCU A. C. MIHAELA-DENISA
22	HODOROABA C.O. STEFAN-EMANUEL	234	47	MITITELU G. TEODOR	251	72	STANCIU G. ANDREEA
23	MURGU C. DIANA	234	48	OANEA I. TUDOR-COSMIN	251	73	CHIVESCU W. MIHAI-CRISTIAN
24	PETRIȘOR C.W. ANDREI	234	49	PADURARU C. CRISTIAN-DANIEL	251	74	LUNGANU I. CĂTĂLIN-IONUȚ
25	BRANDIBURU D. NICOLETA-ANDREEA	241	50	SERAFIM P. ALEX-MIHAI	251	75	PREDA D. ALEXANDRU-FLORIN

# Cuprinsul cursului de azi

## 1. Aspecte organizatorice legate de cursul de VA

1. Ce este VA?

2. Aplicații de succes în VA

3. Formarea imaginilor

4. Structura cursului de VA

5. Bibiliografie

6. Kahoot!

# Aspecte organizatorice legate de cursul de Vederea Artificială

# Structura primului semestru

- <https://www.unibuc.ro/studii/structura-anului-universitar/>

## STRUCTURA ANULUI UNIVERSITAR 2022 – 2023

Studii Universitare de Licență și Masterat

Cauta:

PERIOADA	◆ ACTIVITATEA ◆
Semestrul I	
03.10.2022 – 23.12.2022	Activitate didactică
24.12.2022 – 08.01.2023	Vacanță de iarnă
09.01.2023 – 22.01.2023	Activitate didactică
23.01.2023 – 12.02.2023	Sesiune de examene

- 13 cursuri (11 cursuri în 2022 – nu facem pe 30 noiembrie – Sf. Andrei, 2 cursuri în 2023)
- 13 laboratoare (11 laboratoare în 2022 – nu facem pe 30 noiembrie/1 decembrie, 2 laboratoare în 2023)

# Orar

## Optionale an III - INFO (Curs)

Universitatea din Bucuresti, Facultatea de Matematica si Informatica, str. Academiei 14, Bucuresti

	8 8:00 - 8:30	9 9:00 - 9:30	10 10:00 - 10:30	11 11:00 - 11:30	12 12:00 - 12:30	13 13:00 - 13:30	14 14:00 - 14:30	15 15:00 - 15:30	16 16:00 - 16:30	17 17:00 - 17:30	18 18:00 - 18:30	19 19:00 - 19:30
Lu			Popescu S IntrProgrJocCalc (curs) 3(Titeica)	?? OporCercetareLicenta 220					Staicu A / ONLINE RPA UiPath (*) 219			
Ma												
Mi	Stupariu S GraficaPeCalc (curs) 3(Titeica)	Alexe B / Popescu M Dumitriu A IntroRobotica (curs) 3(Titeica)	Alexe B / Ionescu R Co&ApInVedArtif 202	Irofti P ProcSemnal 3(Titeica)	industrie / ONLINE FrEndAv React&Angular (*) 1(Stoilow)	industrie JavaScriptServer (*) 3(Titeica)						

- curs săptămânal 2 ore

# Orar

## Optionale an III - INFO (Lab)

Universitatea din Bucuresti, Facultatea de Matematica si Informatica, str. Academiei 14, Bucuresti

	8 8:00 - 9:00	9 9:00 - 10:00	10 10:00 - 11:00	11 11:00 - 12:00	12 12:00 - 13:00	13 13:00 - 14:00	14 14:00 - 15:00	15 15:00 - 16:00	16 16:00 - 17:00	17 17:00 - 18:00	18 18:00 - 19:00	19 19:00 - 20:00
Lu	Stancioiu S IntrProgrJocCalc Gr_1 L-303						??	OporCercetareLicenta 220			Cernat M / ONLINE RPA UiPath (*) Gr_3 L-204	
Ma												
Mi		Stupariu S GraficaPeCalc Gr_1 L-303	Dumitriu A IntroRobotica Gr_1 L.315 Robotica	Diaconu A Co&AplInVedArtif Gr_1 L-303	Baltoi A ProcSemnal Gr_1 L-303	Baltoi A ProcSemnal Gr_2 L-303	Cirstea I IntroRobotica Gr_3 L.315 Robotica	industrie JavaScriptServer (*) L-308	industrie / ONLINE FrEndAv: React&Angular (*) Gr_1	industrie / ONLINE FrEndAv: React&Angular (*) Gr_1		
Jo	Diaconu A Co&AplInVedArtif Gr_3 L-303	Stupariu S GraficaPeCalc Gr_3 L-308	Popescu S IntrProgrJocCalc Gr_3 L-303	Stoicescu A IntrReinfLearn Gr_1 L-201	industrie / ONLINE FrEndAv: React&Angular (*) Gr_3	Cernat M / ONLINE RPA UiPath (*) Gr_1 L.302A	industrie / ONLINE FrEndAv: React&Angular (*) Gr_2 L-204	industrie / ONLINE FrEndAv: React&Angular (*) Gr_2	industrie / ONLINE FrEndAv: React&Angular (*) Gr_2	industrie / ONLINE FrEndAv: React&Angular (*) Gr_2		

- curs săptămânal 2 ore
- laborator 2 ore pe săptămână cu trei grupe

# Materiale

- pe MS-TEAMS, pe canalele Curs și Laborator
- orele de curs și laborator se fac numai f2f

# Examen – evaluare în iarnă

- În funcție de trei aspecte:
  - teme de laborator (vor fi două de-a lungul semestrului): T1, T2;
  - primiți T1 în săptămâna 7 (16 noiembrie, termen limită 1 decembrie), T1 va fi punctată cu minim 5 puncte;
  - primiți T2 în săptămâna 12 (21 decembrie, termen limită 22 ianuarie), T2 va fi punctată cu minim 5 puncte;
  - lucrare finală de laborator: L1;
  - lucrarea se dă în ultima săptămână din sesiune, 6-12 februarie 2023 și valorează exact 5 puncte;
  - bonusul de la curs (BC) și laborator (BL) – nu mai mult de 1 punct cumulat.

# Examen – evaluare în iarnă

- puteți obține nota numai din cele două teme și bonusurile de la curs și laborator (verificare = 22 ianuarie):
  - nota  $N1 = T1 + T2 + \min(1, BC + BL)$

SAU

- puteți obține nota numai din lucrarea finală de laborator (test pe calculator în ultima săptămână 6-12 februarie din sesiunea de iarnă) + bonusul de la curs:
  - nota  $N2 = 2*L1 + \min(1, BC)$

SAU

- puteți obține nota din lucrarea finală de laborator (test pe calculator în ultima săptămână 6-12 februarie din sesiunea de iarnă) și o notă din temă + bonusul de la curs:
  - nota  $N3 = L1 + \max(T1, T2) + \min(1, BC)$
- Nota finală =  $\min(10, \max(N1, N2, N3))$

# Examen – evaluare în iarnă

- Nota finală =  $\min(10, \max(T1 + T2 + \min(1, BC + BL), 2*L1 + \min(1, BC), L1 + \max(T1, T2) + \min(1, BC)))$
- nu există praguri minimale de îndeplinit

# Restanță + reexaminare + mărire - evaluare

- puteți obține nota numai din lucrarea finală de laborator (test pe calculator în sesiune) + bonusul de la curs.
  - nota  $N4 = 2*L2 + \min(1, BC)$

SAU

- puteți obține nota din lucrarea finală de laborator (test pe calculator în sesiune) și o notă din temă (trebuie să aveți cel puțin o temă rezolvată) + bonusul de la curs.
  - nota  $N5 = L2 + \max(T1, T2) + \min(1, BC)$
- Nota finală =  $\min(10, \max(N4, N5))$

# Restanță pentru 2023/2024

- nu ținem cont de niciun punctaj din anul curent 2022/2023.

# Rotunjirea notelor obținute

- orice notă  $x < 5$  se rotunjește la partea întreagă  $[x]$ 
  - nota 4.99 se rotunjește la nota 4;
  - nota 3.4 se rotunjește la nota 3.
- pentru orice notă  $x \geq 5$ :
  - dacă partea fractionară  $\{x\} \geq 0.5$  atunci rotunjim la  $[x] + 1$ 
    - nota 9.5 se rotunjește la nota 10;
  - dacă partea fractionară  $\{x\} < 0.5$  atunci rotunjim la  $[x]$ 
    - nota 9.45 se rotunjește la nota 9;

# Bonusul de la curs + laborator

- puteți acumula maxim 1 punct bonus de la curs + laborator;
- bonus de la laborator = 0,05p o prezență la laborator (maxim o prezență pe săptămână);
- bonusul de la curs:
  - la sfârșitul fiecărui curs veți primi întrebări din materia predată la acel curs;
  - vom folosi platforma Kahoot!
  - număr de întrebări flexibil în funcție de fiecare curs;
  - premiem la fiecare curs primii 9 studenți: primii 3 studenți iau 0.15p, următorii 3 studenți iau 0.10p, următorii 3 studenți iau 0.05p;

# Kahoot - test

- intrați de pe telefon/laptop pe site-ul [www.kahoot.com](http://www.kahoot.com) și selectați play
- introduceți codul dat de noi
- vă alegeți un username, ideal prenume.nume (bogdan.alexe)
- citiți întrebarea, răspundeți pe telefon/laptop selectând răspunsul corect.
- facem un test rapid să vedem că e totul ok!

# Regulament de integritate

- regulament privind activitatea studentilor la UB:

<https://unibuc.ro/wp-content/uploads/2019/10/Regulament-privind-activitatea-profesional%C4%83-a-studentilor-modificat-2019.pdf>

- regulament de etică și profesionalism la FMI:

[http://old.fmi.unibuc.ro/ro/pdf/2015/consiliu/Regulament\\_etica\\_FMI.pdf](http://old.fmi.unibuc.ro/ro/pdf/2015/consiliu/Regulament_etica_FMI.pdf)

Se consideră **incident minor** cazul în care un student/ o studentă:

- a. preia codul sursă/ rezolvarea unei teme de la un coleg/ o colegă și pretinde că este rezultatul efortului propriu;

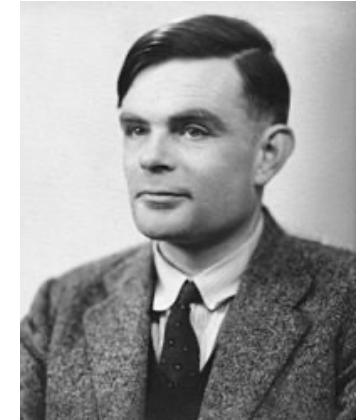
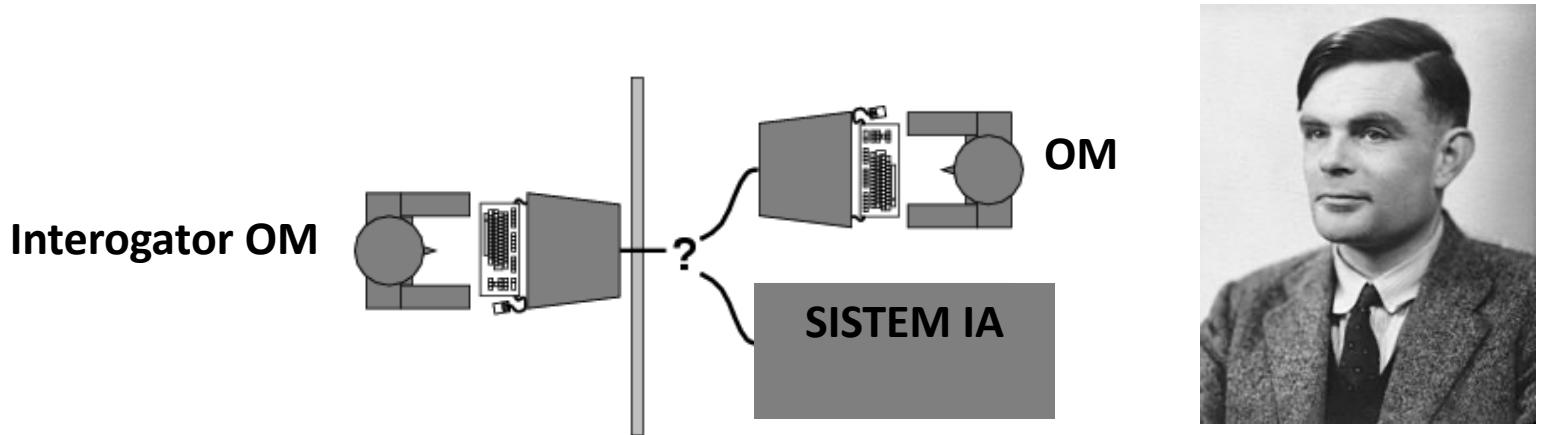
Se consideră **incident major** cazul în care un student/ o studentă:

- a. copiază la examene de orice tip;

- **3 incidente minore = un incident major = exmatriculare**

# Ce este Vederea Artificială? (în engleză: Computer Vision)

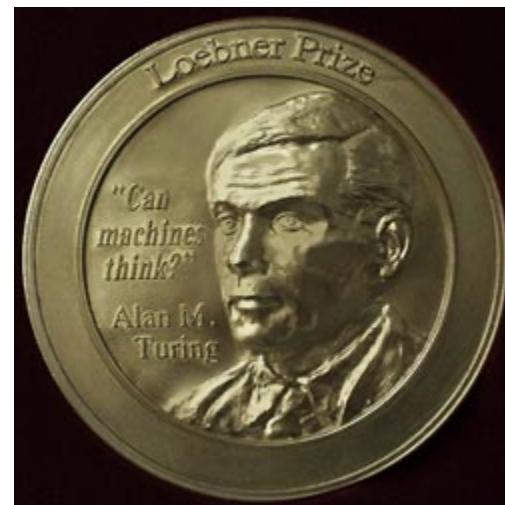
# Testul Turing



- un om nu poate distinge în timpul unei conversații scrise dacă interlocutorul este calculator sau om
- Ce abilități ar trebui un calculator să aibă pentru a trece de testul Turing?
  1. procesarea limbajului natural (comunicare)
  2. reprezentarea cunoștiințelor (stocare informații)
  3. deducție automată (a faptelor pe baza cunoștiințelor)
  4. învățare automată (detectare de pattern-uri)

# Testul Turing

- Turing a prezis că până în anul 2000, un sistem informatic IA va putea să păcălească 30% din interogatori pentru 5 minute
- Premiul Loebner
  - 2008: 12 interogatori – 5 minute pentru a conversa simultan cu 2 entități diferite (om sau sistem AI) Câștigătorul, Elbot, a reușit să păcăleacă 3 din 12 interogatori.



# Testul “total” al lui Turing

- Include semnal video – interogatorul uman poate testa capacitatele perceptuale ale interlocutorului
- Abilități necesare:
  1. procesarea limbajului natural (comunicare)
  2. reprezentarea cunoștiințelor (stocare informații)
  3. deducție automată (a faptelor pe baza cunoștiințelor)
  4. învățare automată (detectare de pattern-uri)
  5. vedere artificială (perceperea obiectelor, a scenei)
  6. robotică (manipularea obiectelor, mișcare)

Subdomenii ale Inteligenței Artificiale

# Ce este vederea artificială?



Gata?

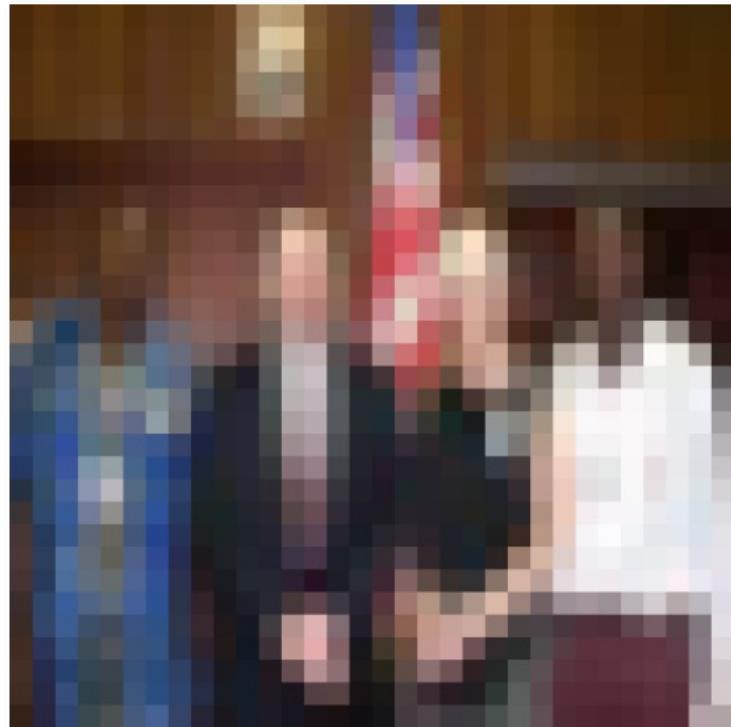
# Ce este vederea artificială?



- Înzestrarea computerelor cu un sistem vizual asemănător cu sistemul vizual uman
- Scrierea de programe pentru calculator care pot interpreta imagini/video-uri

# Scopul vederii artificiale

- Extragerea informației din pixeli



# Scopul vederii artificiale

- Extragerea informației din pixeli



Vederea umană

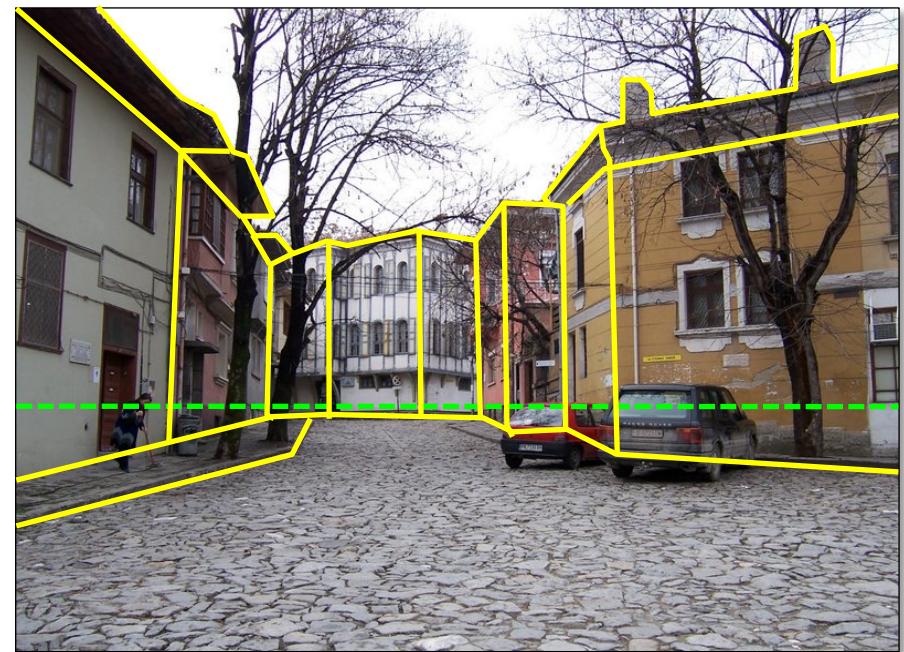
R: 99 G: 95 B: 95	R: 177 G: 172 B: 178	R: 81 G: 79 B: 83	R: 54 G: 49 B: 54	R: 55 G: 46 B: 50	R: 48 G: 34 B: 40	R: 61 G: 45 B: 46	R: 68 G: 53 B: 53
R: 88 G: 84 B: 85	R: 154 G: 148 B: 154	R: 83 G: 81 B: 87	R: 43 G: 42 B: 47	R: 48 G: 42 B: 46	R: 55 G: 44 B: 47	R: 69 G: 53 B: 53	R: 70 G: 54 B: 54
R: 84 G: 79 B: 80	R: 138 G: 133 B: 140	R: 100 G: 98 B: 105	R: 54 G: 51 B: 57	R: 46 G: 41 B: 48	R: 49 G: 41 B: 45	R: 56 G: 43 B: 44	R: 63 G: 49 B: 52
R: 72 G: 66 B: 71	R: 97 G: 92 B: 99	R: 86 G: 84 B: 92	R: 51 G: 50 B: 56	R: 49 G: 46 B: 50	R: 50 G: 43 B: 48	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 54 B: 56
R: 76 G: 72 B: 76	R: 81 G: 79 B: 85	R: 69 G: 69 B: 77	R: 60 G: 59 B: 67	R: 63 G: 59 B: 65	R: 52 G: 45 B: 51	R: 63 G: 54 B: 56	R: 63 G: 54 B: 56

Vederea calculatoarelor

# Ce informații extragem?

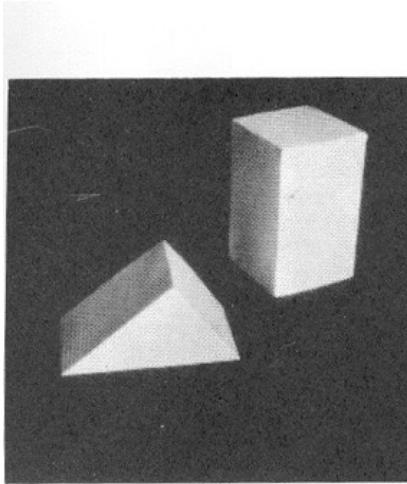


Informații semantice

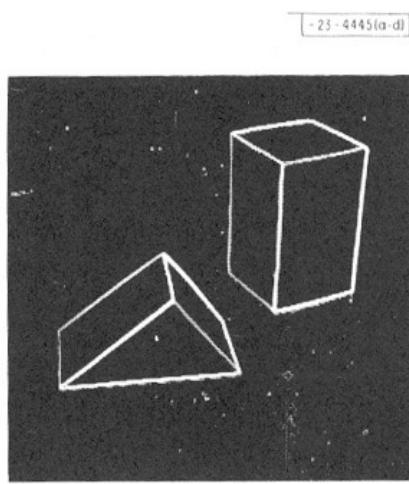


Informații geometrice (3D)

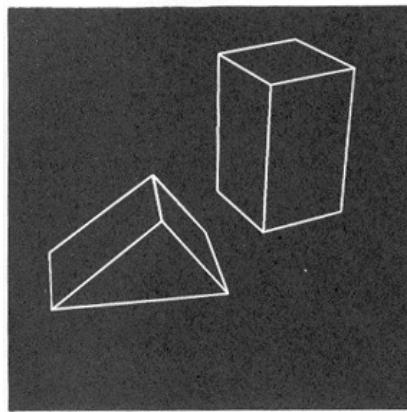
# Date vizuale în 1963



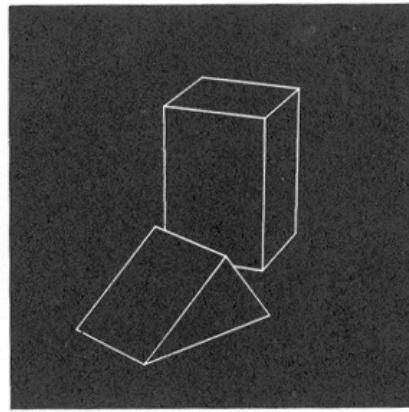
(a) Original picture.



(b) Differentiated picture.



(c) Line drawing.



(d) Rotated view.

[L. G. Roberts \*Machine Perception of Three Dimensional Solids,\*](#)  
Teza de doctorat, MIT, 1963.

# Date vizuale în 2022



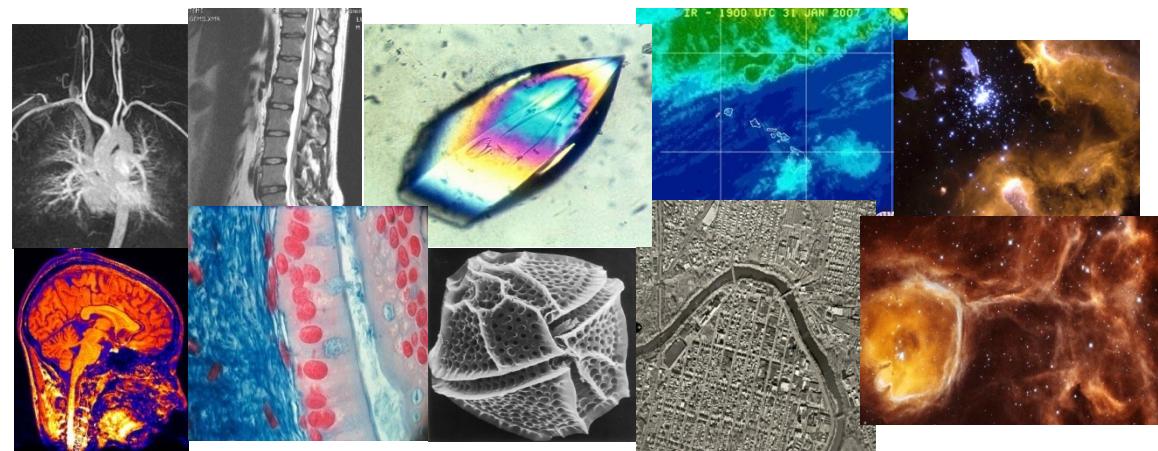
Albume foto



Filme, ştiri, sporturi



Supraveghere video și securitate



Imagini medicale și științifice

# Exemplu de vedere artificială



*Terminator 2*

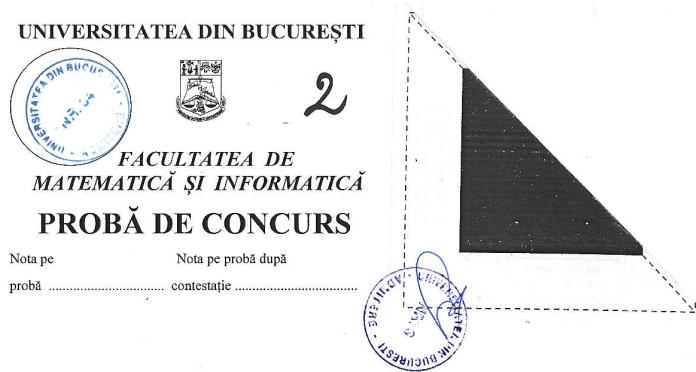
# Exemplu de vedere artificială



<https://www.youtube.com/watch?v=nVTkVe1VHAc>

# Aplicații de succes în Vedere Artificială

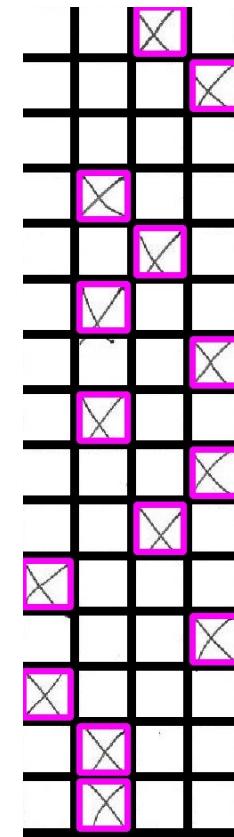
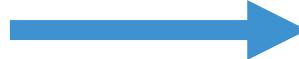
# Corectarea automată a testelor grilă



**TEST GRILĂ**  
INFORMATICĂ **1** FIZICĂ  
Număr varianță **1** Număr varianță

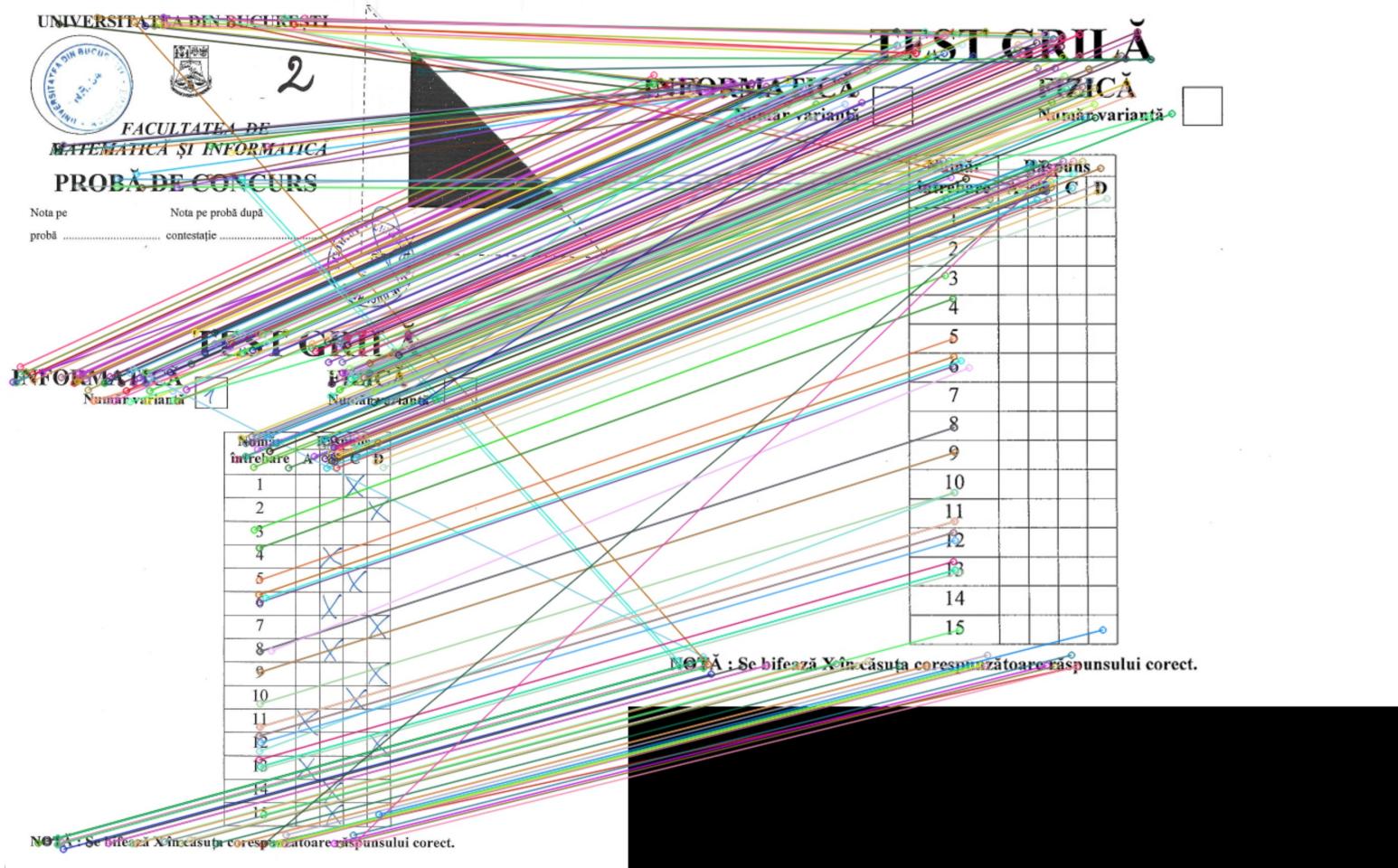
Număr întrebare	A	B	C	D
1			X	
2			X	
3				
4	X			
5		X		
6	X			
7		X		
8	X			
9			X	
10		X		
11	X			
12			X	
13	X			
14		X		
15		X		

NOTĂ : Se bifează X în căsuța corespunzătoare răspunsului corect.

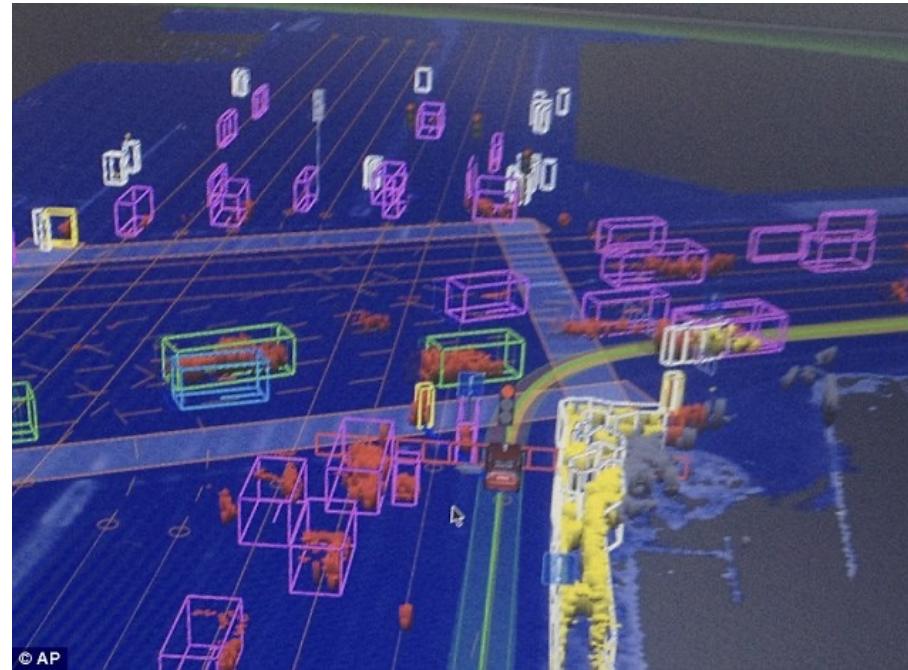


Numar Lucrare	Varianta	0X	1X	mX	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Numar grile corecte	Nota
2	Informatica_1	1	14	0	C	D	B	C	B	D	B	D	C	A	D	A	B	B	2	2.2	

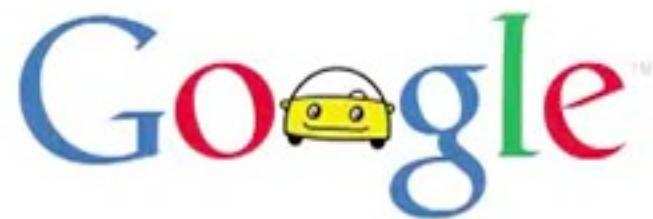
# Corectarea automată a testelor grilă



# Maşını fără şofer



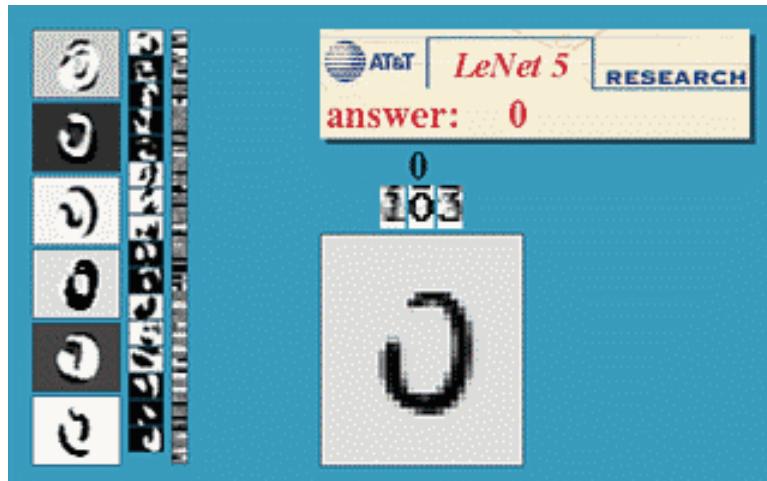
# Maşını fără şofer - Google



<https://www.youtube.com/watch?v=TsaES--OTzM>

# Recunoașterea optică a caracterelor (OCR)

- Tehnologie care convertește documente scanate în text.



Recunoașterea cifrelor  
<http://yann.lecun.com/exdb/lenet/index.html>



Recunoașterea plăcuțelor de înmatriculare  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic\\_number\\_plate\\_recognition](http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_number_plate_recognition)

# Detectarea facială

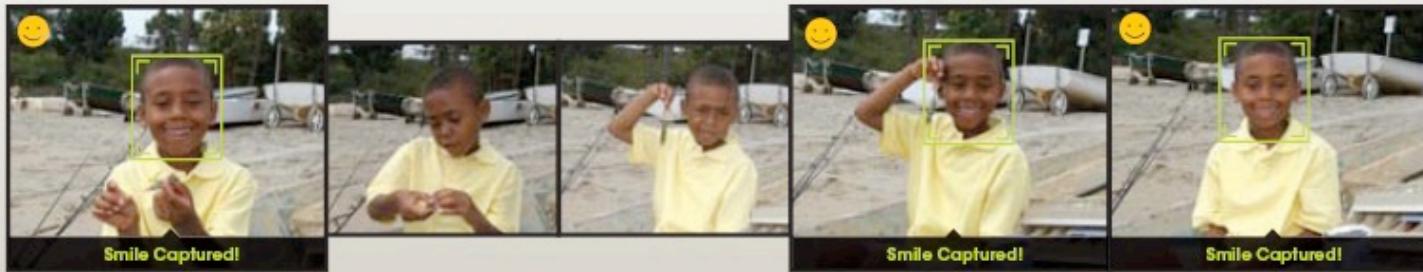
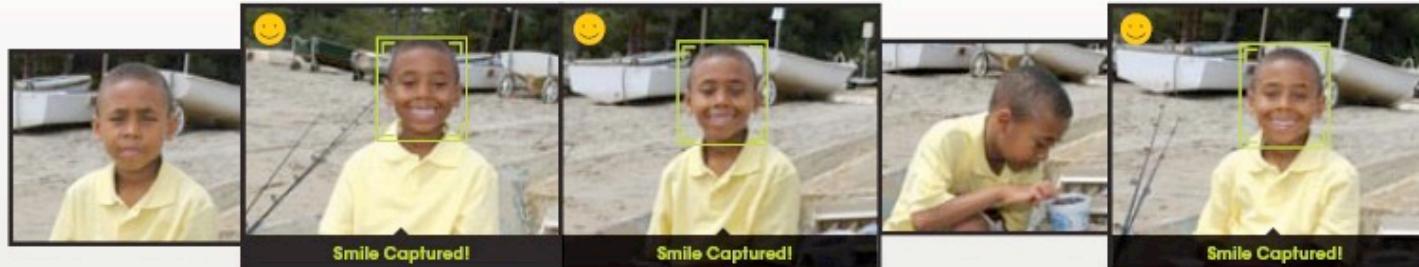


- Multe din camerele digitale existente au incorporat detector facial
  - Canon, Sony, Fuji, ...

# Smile detection?

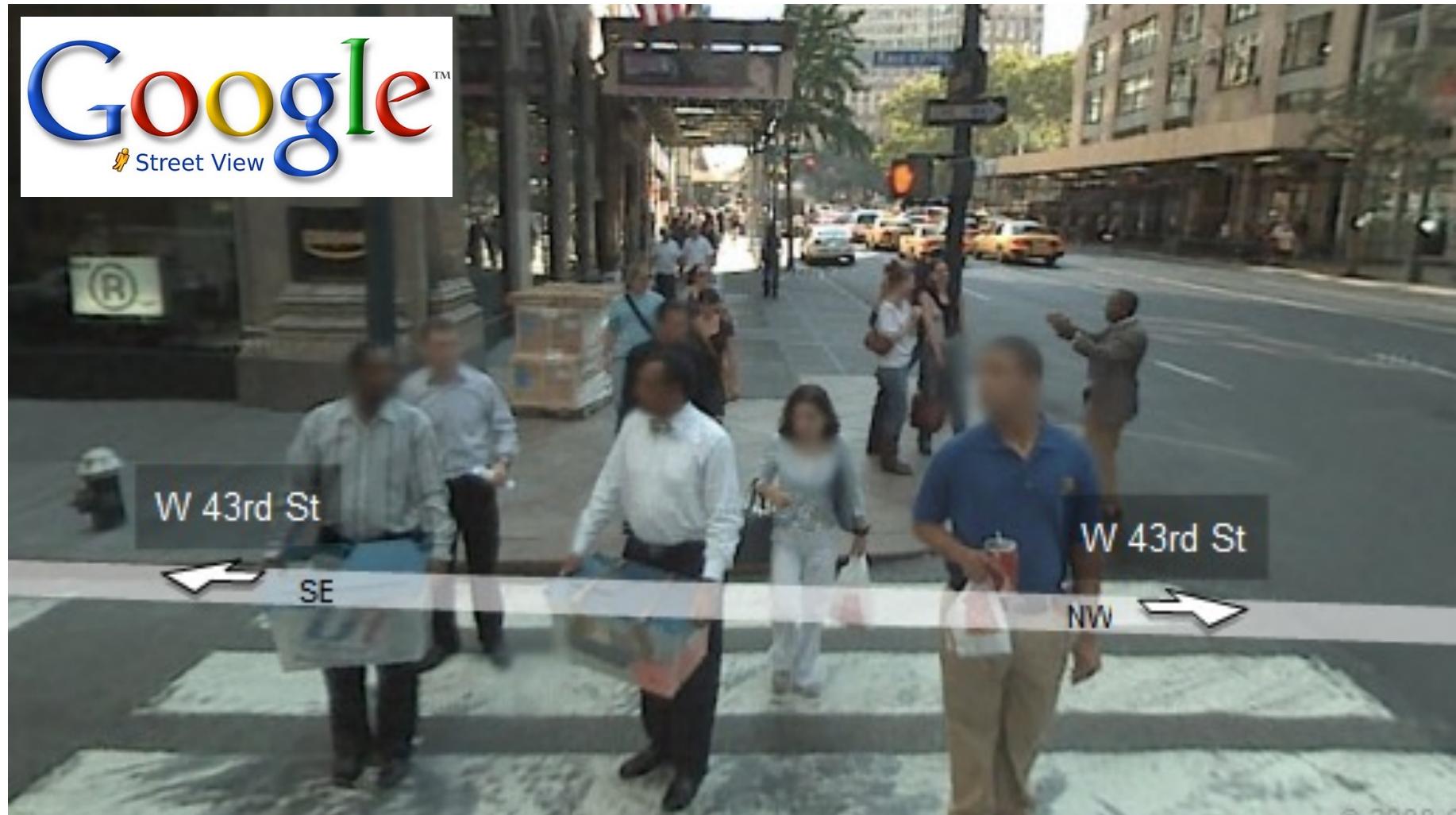
## The Smile Shutter flow

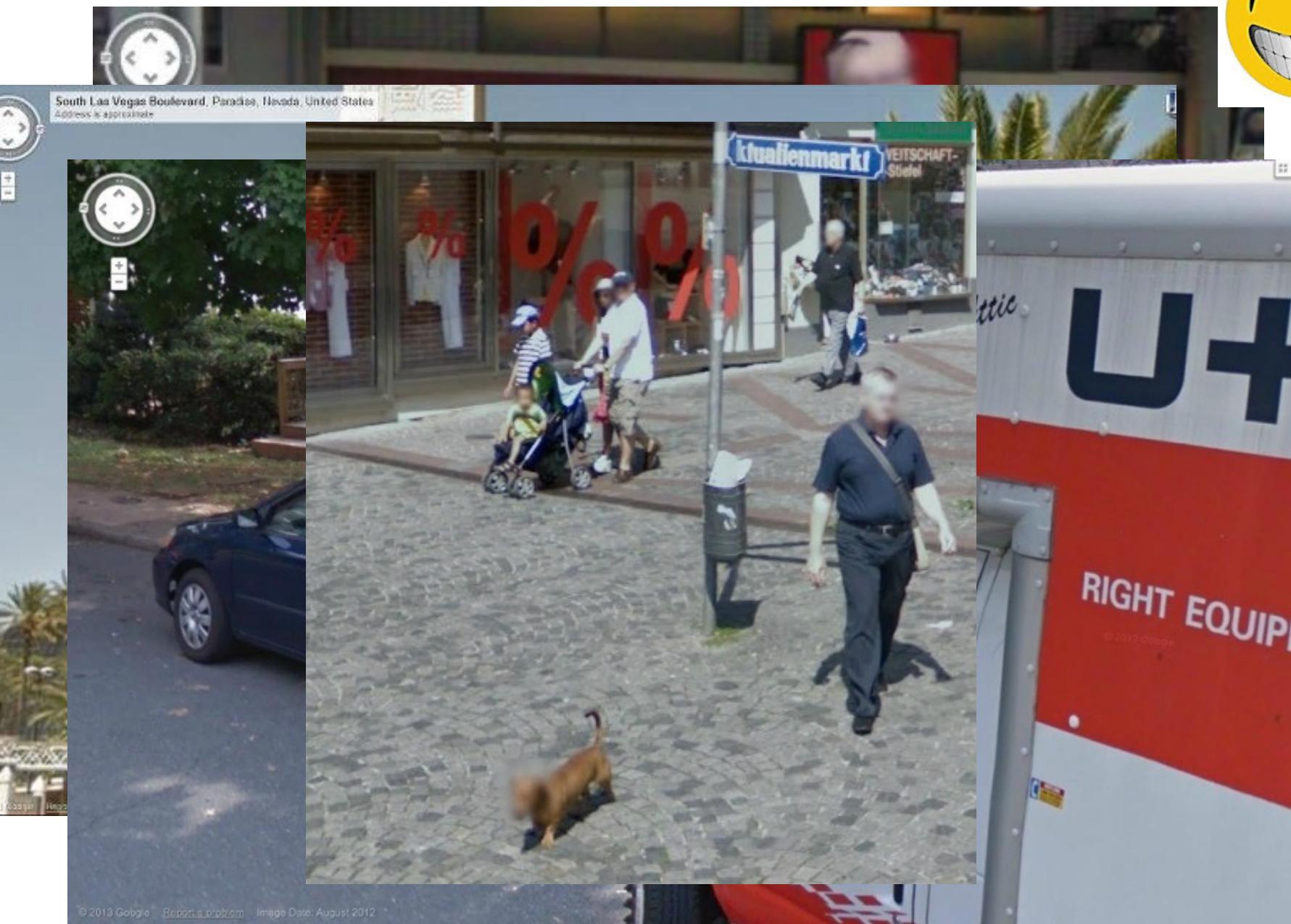
Imagine a camera smart enough to catch every smile! In Smile Shutter Mode, your Cyber-shot® camera can automatically trip the shutter at just the right instant to catch the perfect expression.



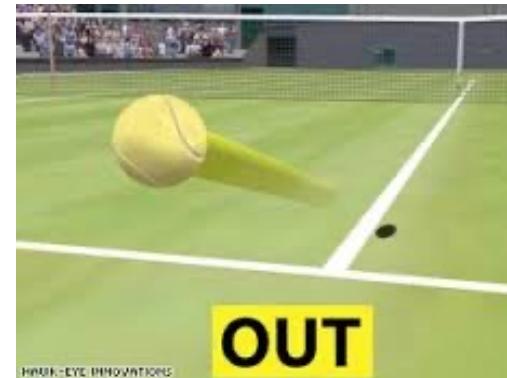
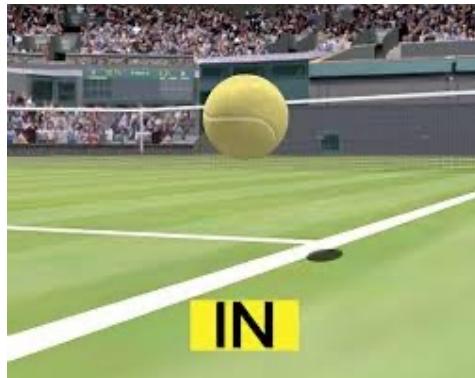
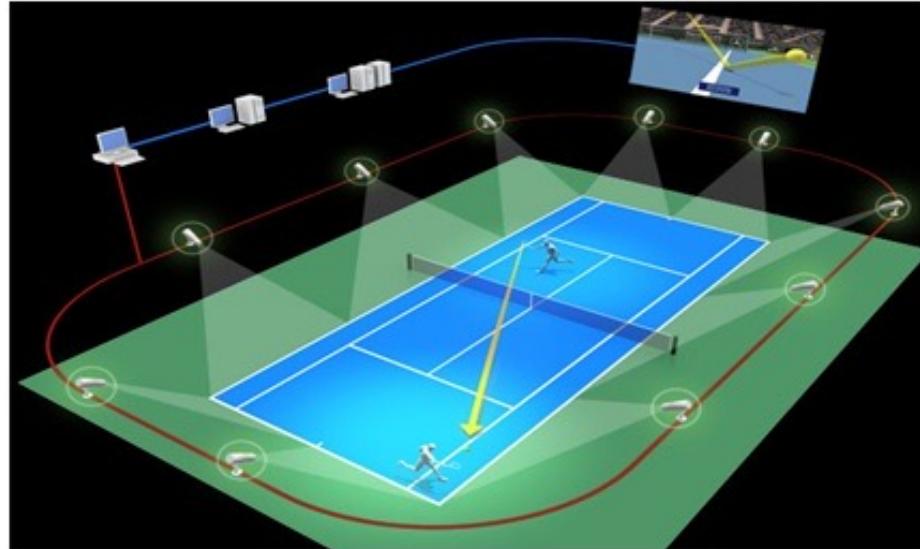
[Sony Cyber-shot® T70 Digital Still Camera](#)

# Detectarea facială pentru protejarea identității





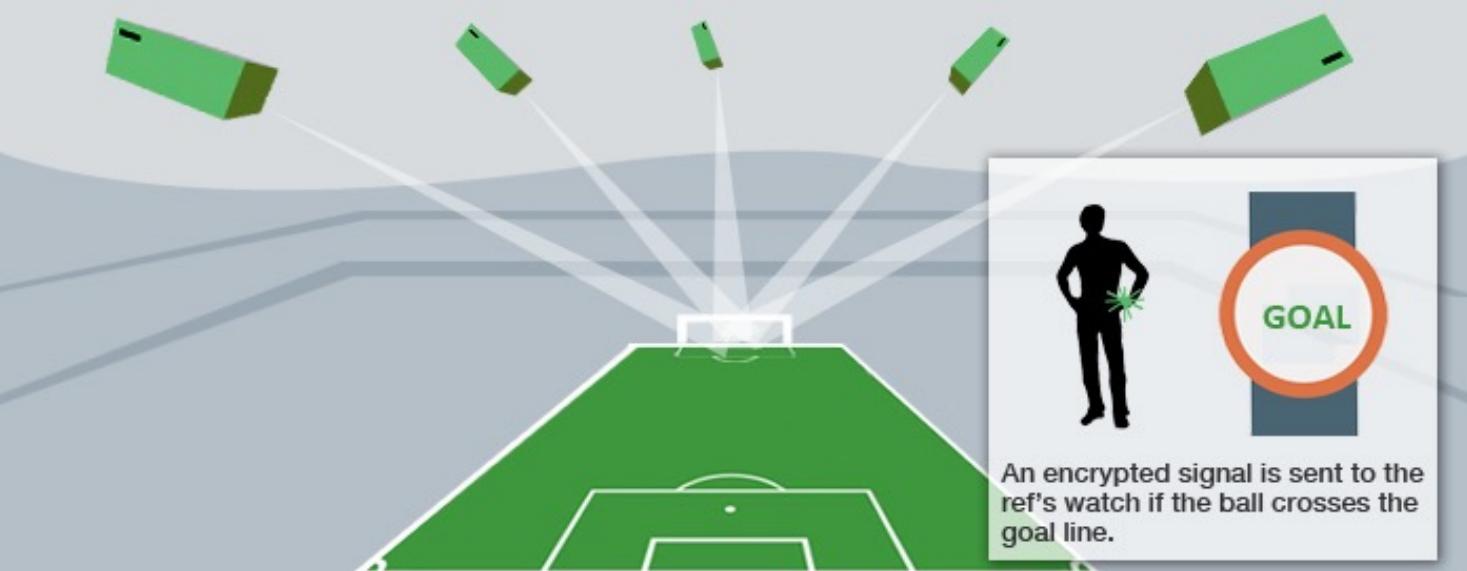
# Tenis: sistemul Hawk-eye



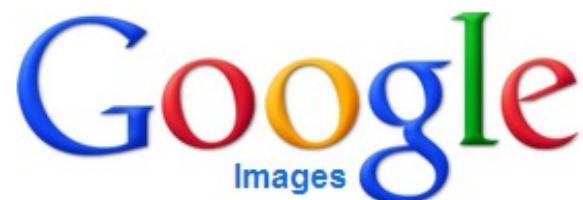
# Fotbal: sistemul Goal Line

## GoalControl's camera-based goal line technology

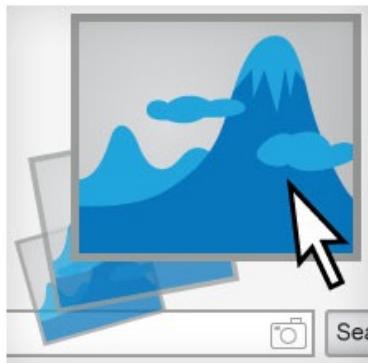
Seven cameras for each goal film at 500 frames per second (2 gigabytes), which is transmitted to 15 computers via fiber optic cables.



# Căutare vizuală



## Four ways to search by image



### Drag and drop

Drag and drop an image from the web or your computer into the search box on [images.google.com](http://images.google.com).



### Upload an image

On [images.google.com](http://images.google.com), click the camera icon, then select "Upload an image." Select the image you want to use to start your search.



### Copy and paste the URL for an image

Found an image on the web you're curious about? Right-click the image to copy the URL. On [images.google.com](http://images.google.com), click the camera icon, and "Paste image URL".



### Right-click an image on the web

To search by image even faster, download the Chrome extension or the Firefox extension. With the extension installed, simply right-click an image on the web to search Google with that image.

# Prevenirea accidentelor

► manufacturer products      consumer products ◀◀

## Our Vision. Your Safety.

rear looking camera      forward looking camera      side looking camera

**EyeQ** Vision on a Chip

> read more

**Vision Applications**

Road, Vehicle, Pedestrian Protection and more

> read more

**AWS** Advance Warning System

> read more

News

- > **Mobileye Advanced Technologies Power Volvo Cars World First Collision Warning With Auto Brake System**
- > **Volvo: New Collision Warning with Auto Brake Helps Prevent Rear-end**

> all news

Events

- > **Mobileye at Equip Auto, Paris, France**
- > **Mobileye at SEMA, Las Vegas, NV**

> read more

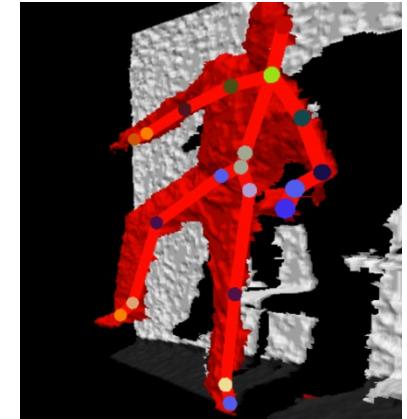
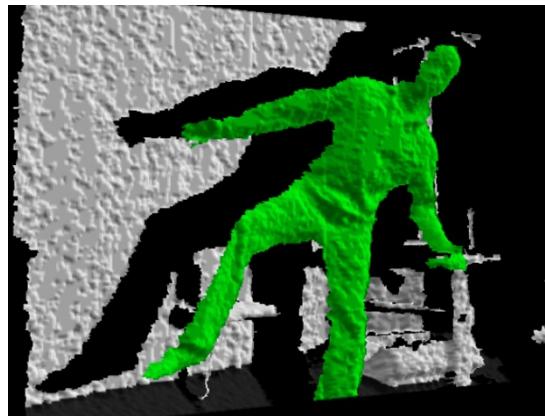
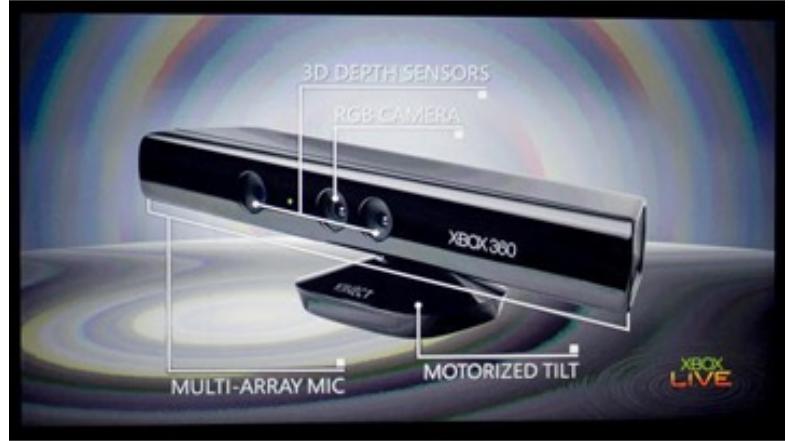
- Mobileye
  - sistem vizual disponibil pe unele modele BMW, GM, Volvo

# Prevenirea accidentelor



<https://www.youtube.com/watch?v=HXpiyLUEOOY>

# Interacțiu vizuală: Xbox Kinect

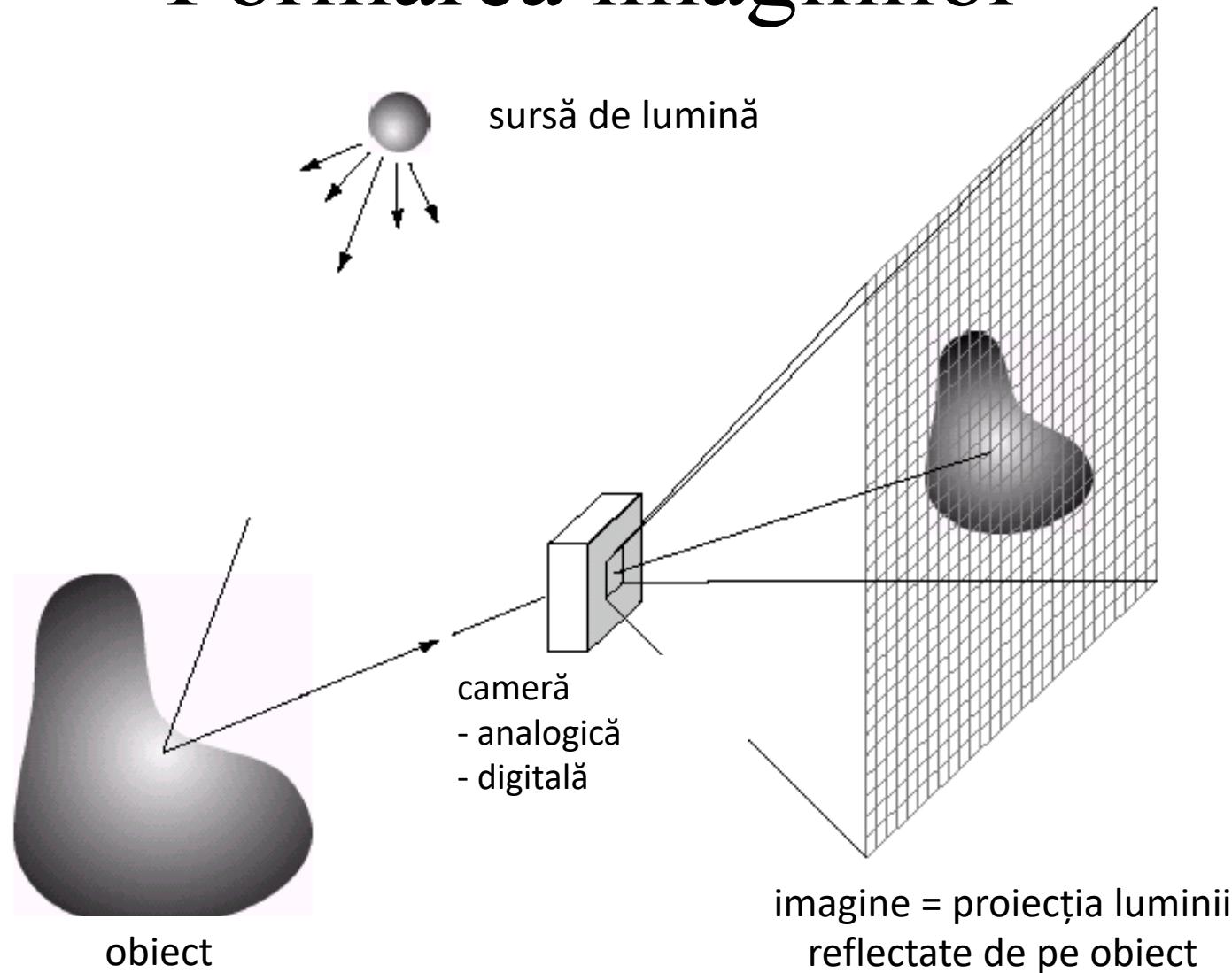


# Aplicații în Vederea Artificială

- Aplicațiile prezente în viața noastră cotidiană
  - multe dintre ele dezvoltate în ultimii 10 ani
- Domeniu emergent
  - multe alte noi aplicații așteptate în următorii 5 ani
- Alte aplicații de vedere artificială & companii
  - <http://www.cs.ubc.ca/spider/lowe/vision.html>

# Formarea imaginilor

# Formarea imaginilor



# Camere digitale

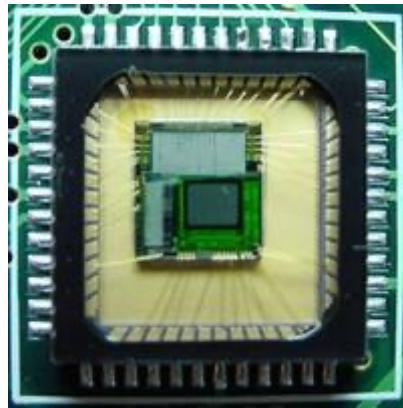


<http://electronics.howstuffworks.com/digital-camera.htm>

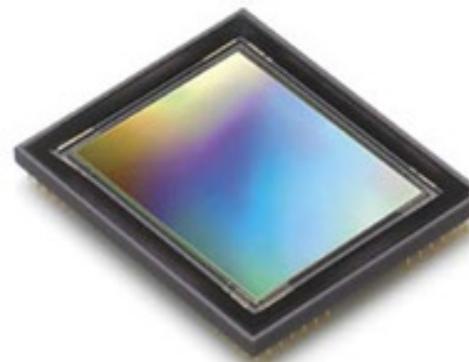
## Senzori de imagine:

1. CMOS ( complementary metal oxide conductor)
2. CCD (charge couple device)

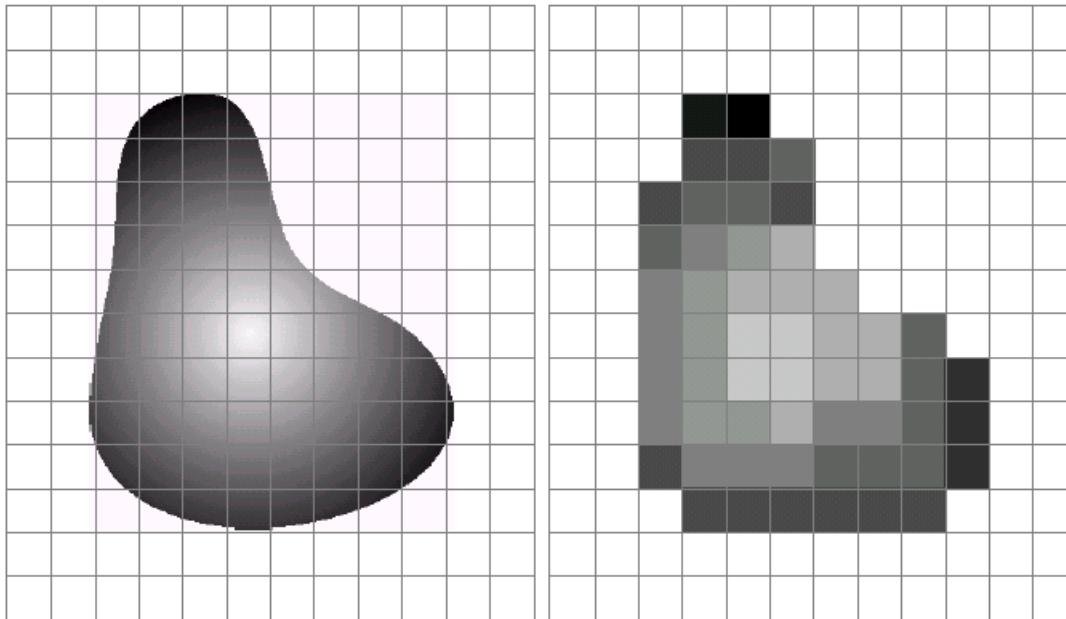
CMOS



CCD



# Imagini digitale



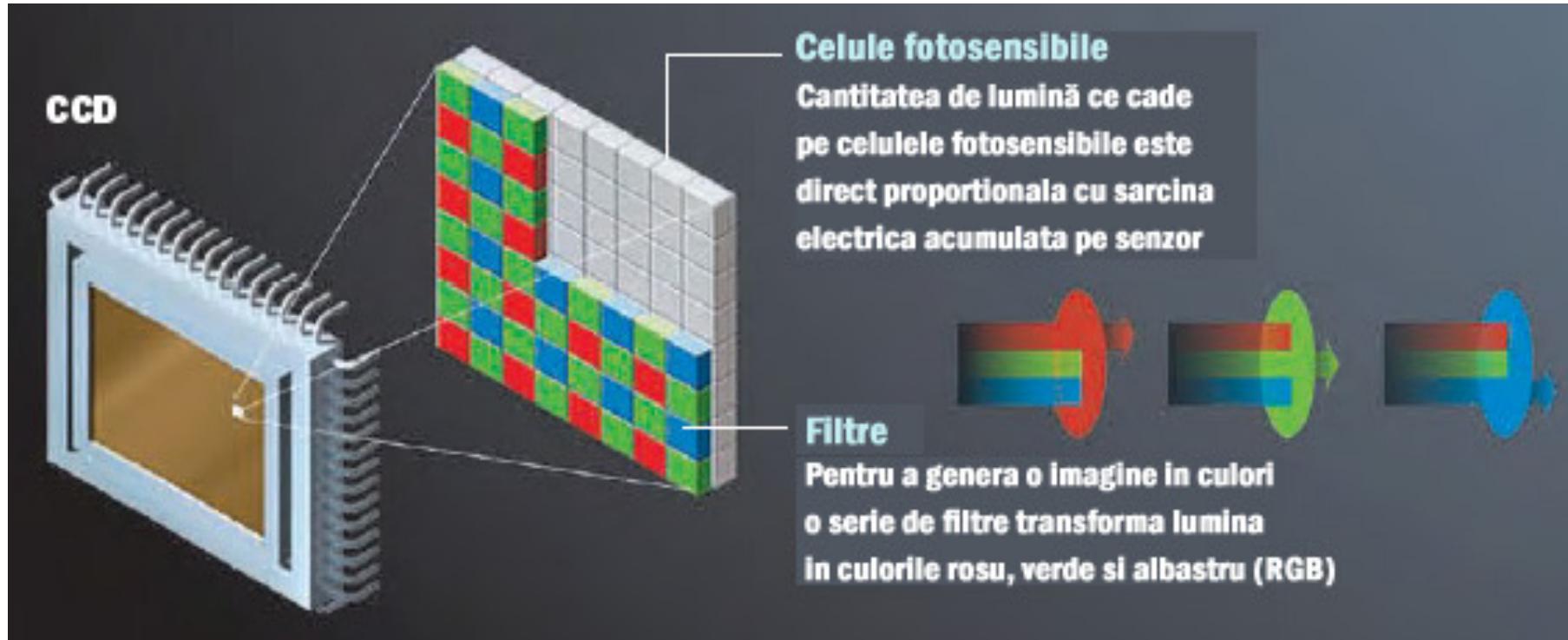
Imagine proiectată pe senzorul de imagine

Imagine rezultată în urma discretizării

- eșantionare - discretizează spațiul în pixeli
- cuantizare - discretizează luminozitatea

Imagine digitală = matrice bidimensională; elementele ei se numesc pixeli (pixel = picture element)

# Imagini digitale color



Senzor de imagine

Filtru Bayer

# Tipuri de imagini digitale

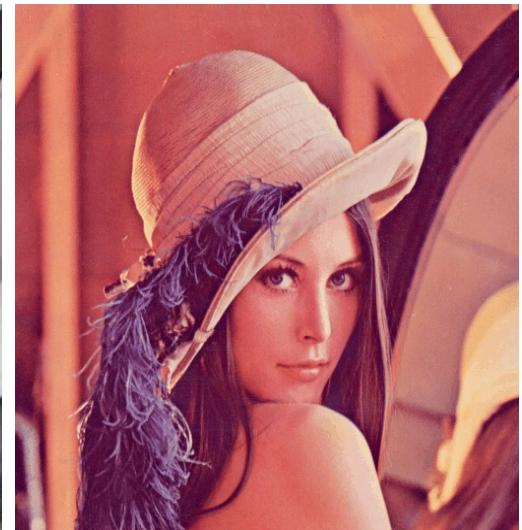
Binare



Grayscale  
(tonuri de gri)



Color



Luminozitate	negru, alb	tonuri de gri	R G B
Valori	{0,1}	{0, ..., 255}	{0, ..., 255} <sup>3</sup>
Culori	negru - 0, alb - 1	negru - 0, gri - 128, alb - 255	(255,0,0), (0,255,0), (0,0,255), (0,0,0), (255,255,255), (255,255,0), (255,125,0), (0,255,255), (255,0,255)
Memorie/pixel	1 bit/pixel	8 biți/pixel	24 biți/pixel

# RGB2GRAY

Color



Grayscale  
(tonuri de gri)

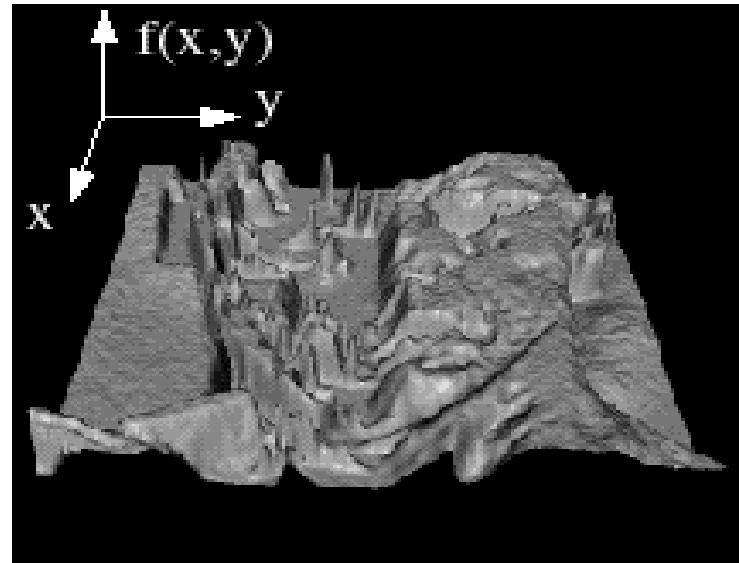


$$\text{gray} = 0.2989 * \text{R} + 0.5870 * \text{G} + 0.1140 * \text{B}$$

coeficienți determinați pe  
baza perceptiei vizuale umane

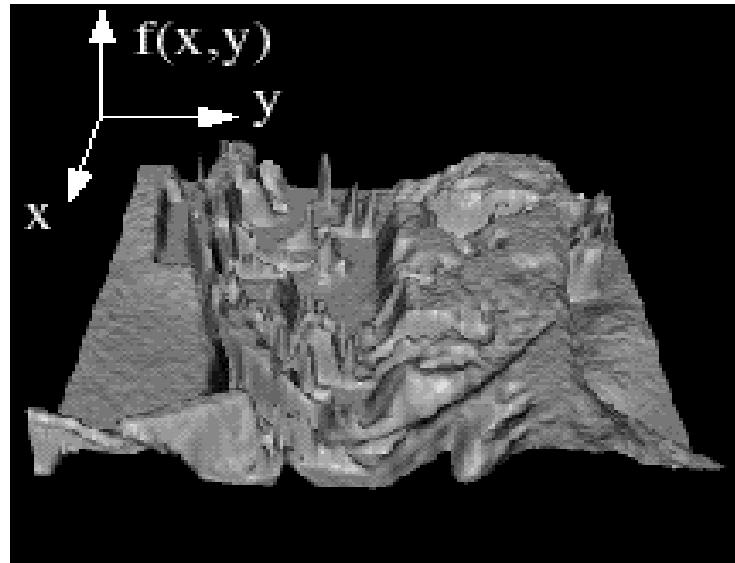
[https://en.wikipedia.org/wiki/Color\\_vision](https://en.wikipedia.org/wiki/Color_vision)

# Imagini privite ca funcții



- Imaginea  $I : \mathbf{R}^2 \rightarrow \mathbf{R}$ ,  $I(x, y)$  - intensitatea la  $(x, y)$
- $I : [a \ b] \times [c \ d] \rightarrow [i_{min} \ i_{max}]$  (interval + intensitate mărginită)
- Imagini color:  $I(x, y) = \begin{bmatrix} r(x, y) \\ g(x, y) \\ b(x, y) \end{bmatrix}$

# Imagini digitale



- I - matrice 2D cu valori întregi
- Intensități  $\{0, 1, \dots, 255\}$ 
  - luminositate 0 = negru
  - luminositate 255 = alb

$y$  ↓

$x$  ↓

62	79	23	119	120	105	4	0
10	10	9	62	12	78	34	0
10	58	197	46	46	0	0	48
176	135	5	188	191	68	0	49
2	1	1	29	26	37	0	77
0	89	144	147	187	102	62	208
255	252	0	166	123	62	0	31
166	63	127	17	1	0	99	30

# Structura cursului de Vedere Artificială

# Structura cursului

## 0. Formarea imaginilor

- generalități despre lucrul cu imagini

Laborator: realizarea de mozaicuri

Imagine  
de  
referință



colecție de  
imagini (piese)  
de dimensiuni  
reduse

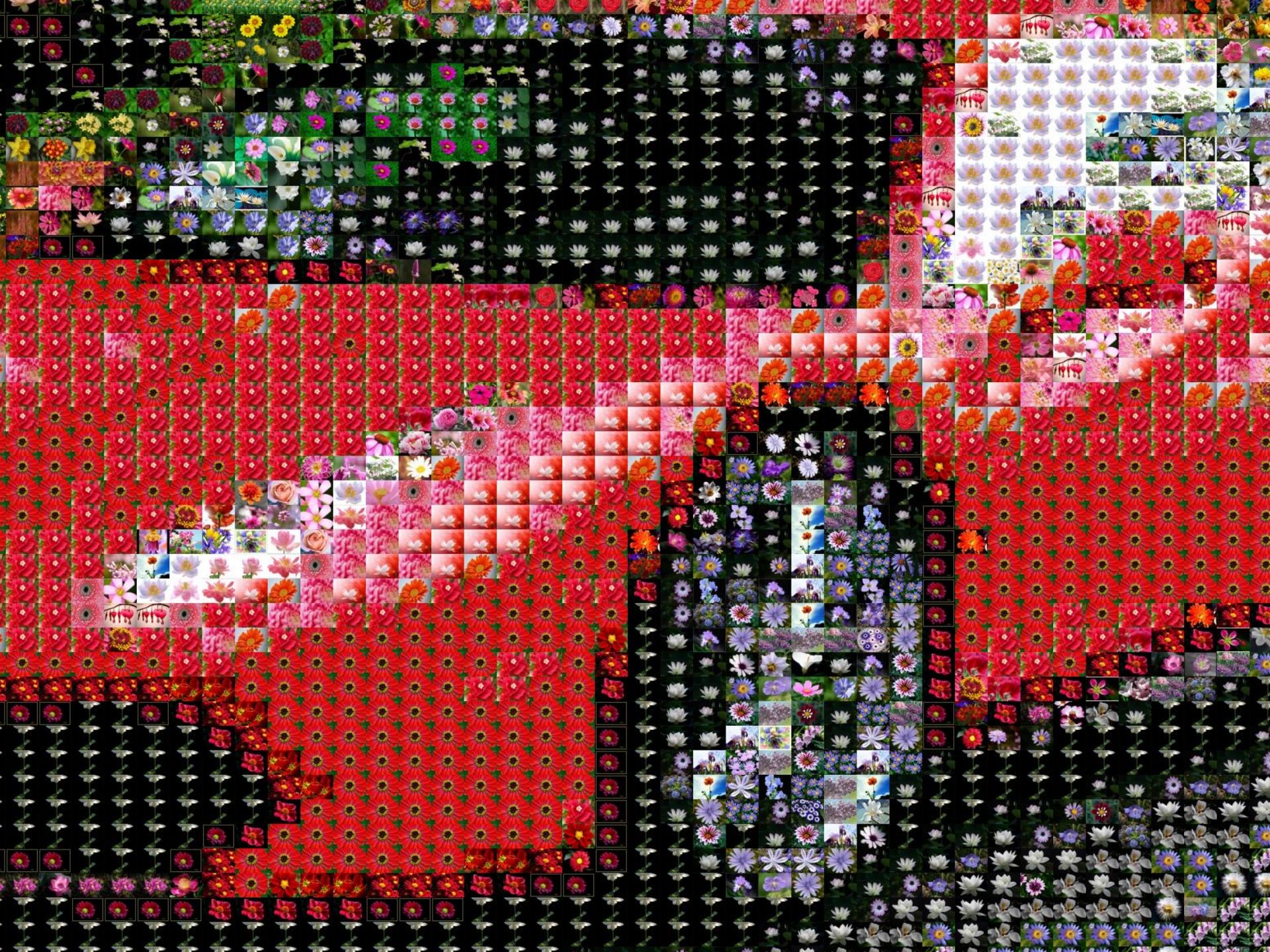


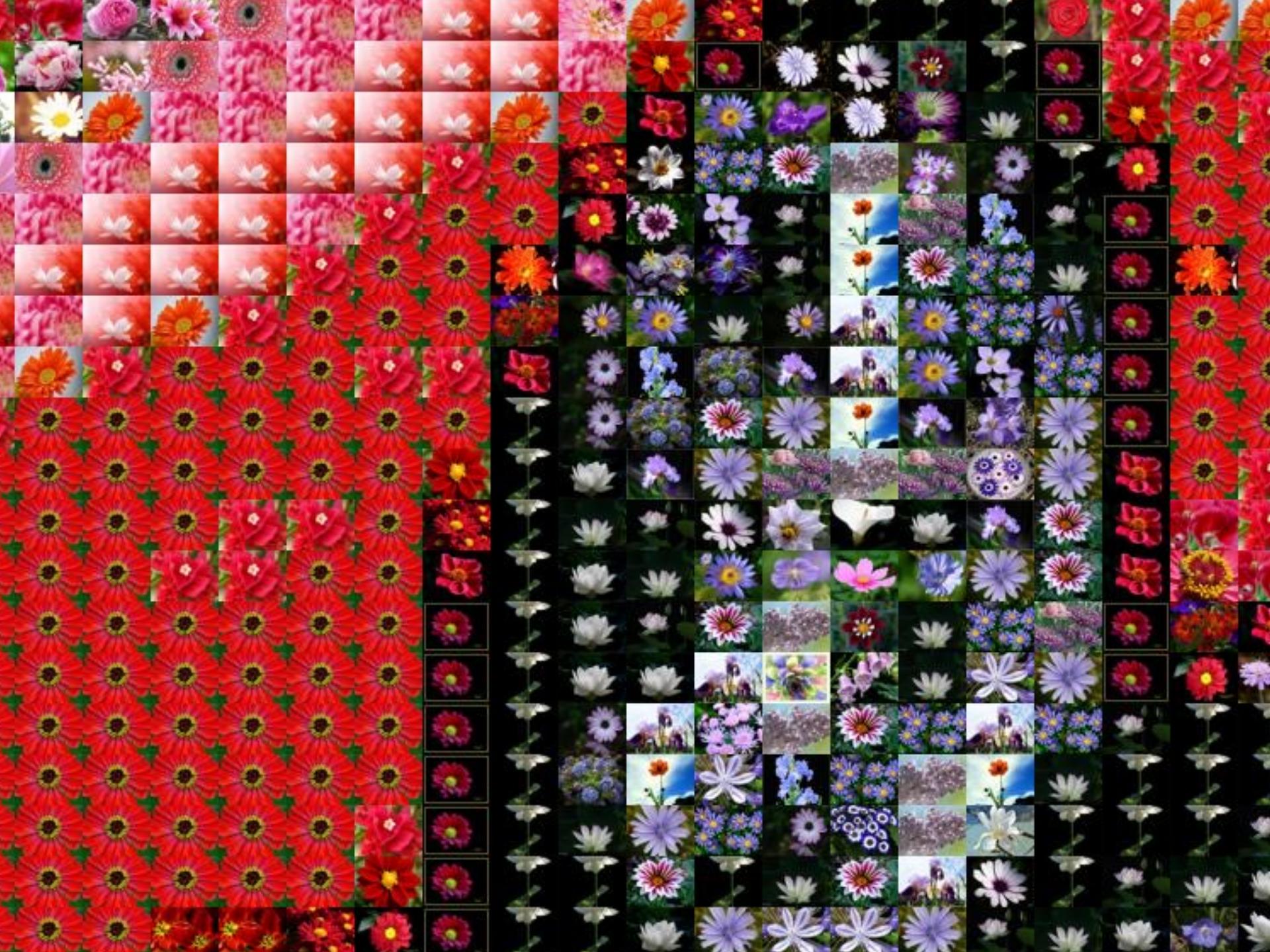
algoritm  
codat de  
voi



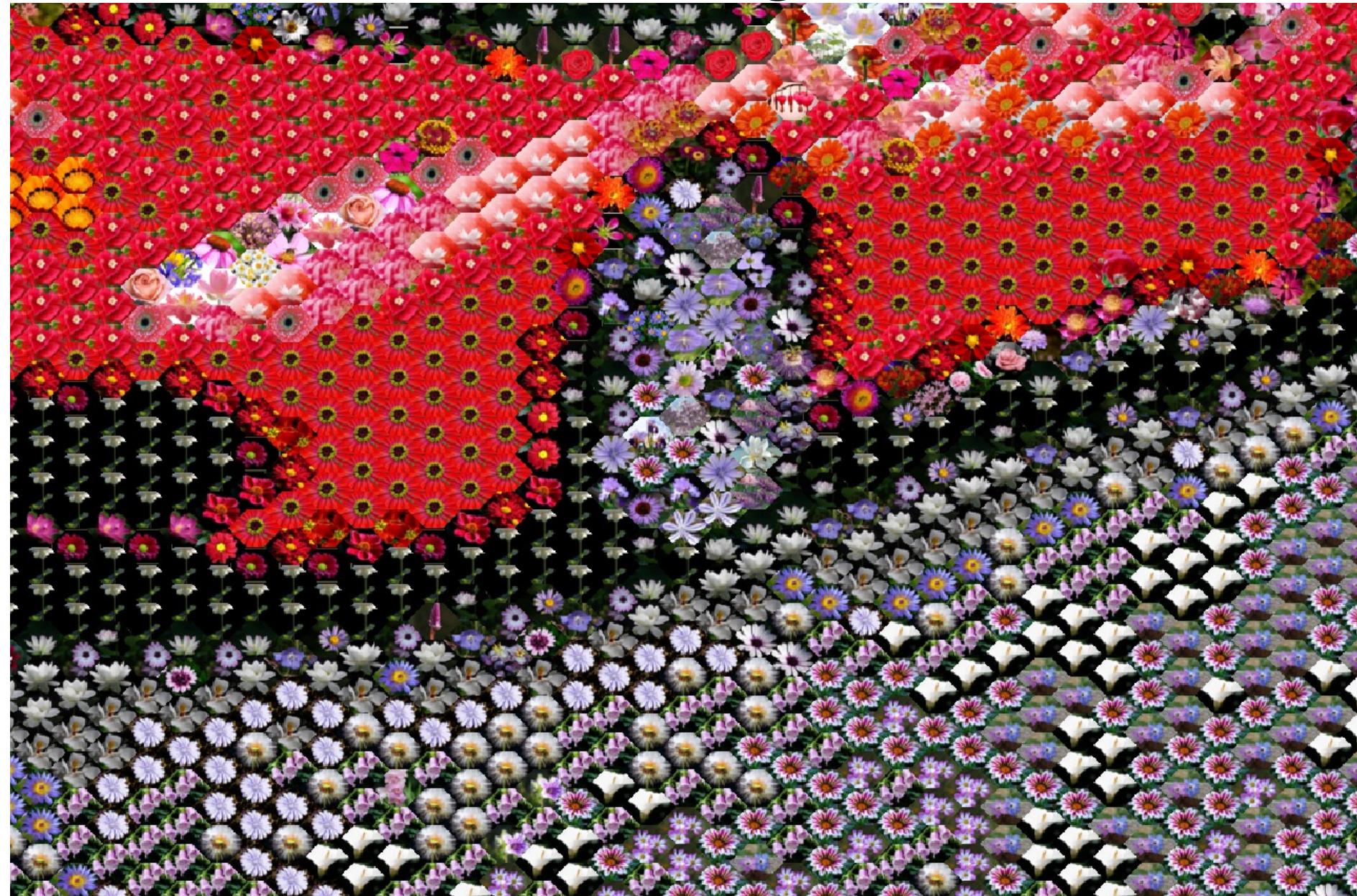
Imagine  
mozaic







# Piese hexagonale



# Piese hexagonale



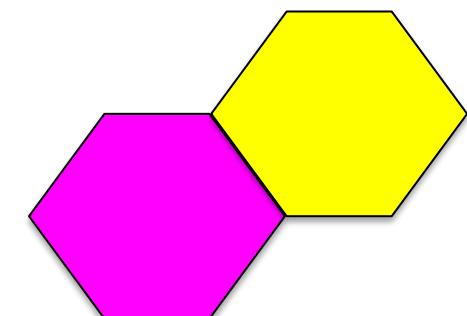
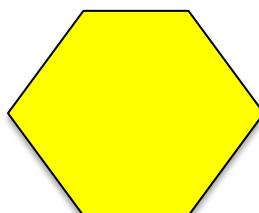
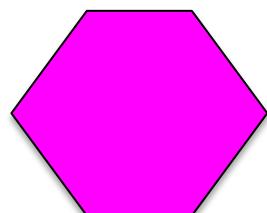
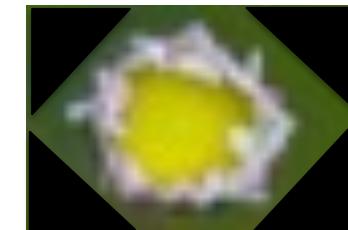
# Piese hexagonale



Piese inițială

Mască (valori de 0 și 1)

Piesă hexagonală



# Algoritm – varianta 2



# Algoritm – varianta 2



# Structura cursului

## 1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii, textură

Laborator: redimensionarea imaginilor cu păstrarea conținutului



Redimensionare  
uzuală (imresize)



Redimensionare cu  
păstrarea conținutului

# Structura cursului optional

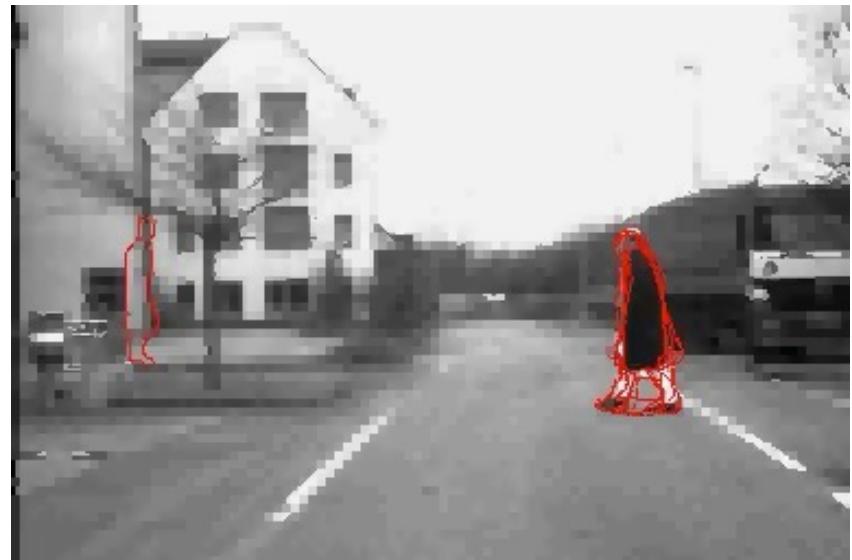
## 1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii, textură

Laborator: detectare de obiecte



Detectare semne de circulație



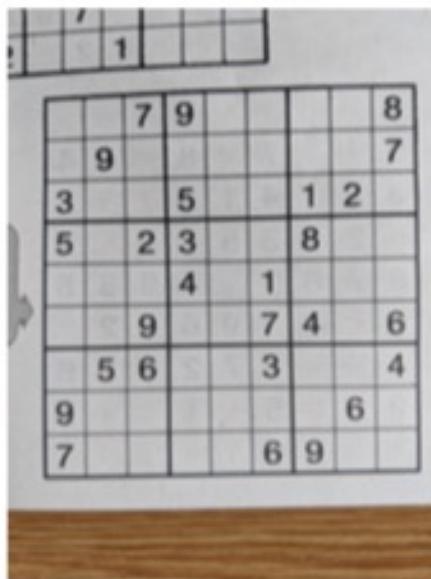
Detectare pietoni

# Structura cursului optional

## 1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii, textură

Laborator: extragerea informației dintr-un careu Sudoku



OOXXOOOOX  
OXOOOOOOX  
XOOXOOXXO  
XOXXOOXOO  
OOOXOXOOO  
OOXOOXXOX  
OXOOXOOOX  
XOOOOOOOXO  
XOOOOXXOO



OXOOXOOXO  
XOOXOXOOX  
OOXOOOXOO  
OXOOXOOXO  
XOXXOOXXOX  
OXOOXOOOXO  
OOXOOOXOO  
XOOXOXOOX  
OXOOXOOXO

Figure 4: Examples of two Classic Sudoku puzzles and their corresponding configuration.

# Structura cursului optional

## 1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii, textură

Laborator: extragerea informației dintr-un careu Sudoku

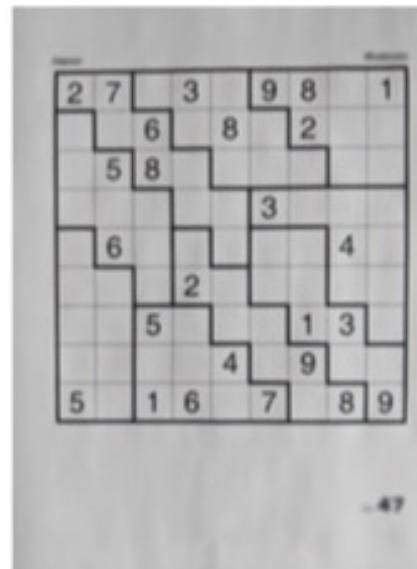
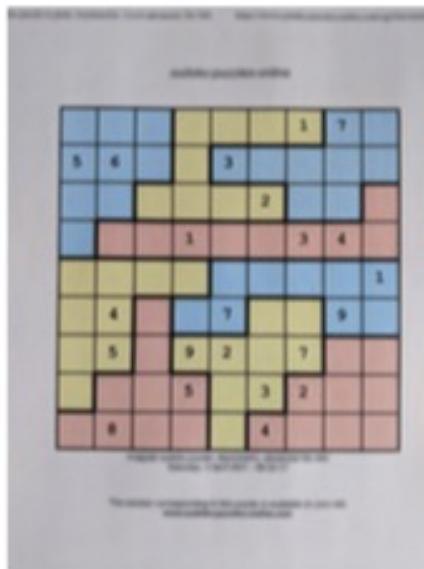


Figure 5: Examples of two Jigsaw Sudoku puzzles and their corresponding configuration.

# Structura cursului optional

## 1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii, textură

Laborator: sinteza texturii, transferul texturii pe obiecte



mostră de textură



textură generată



# Structura cursului optional

## 1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii, textură

Laborator: sinteza texturii, transferul texturii pe obiecte



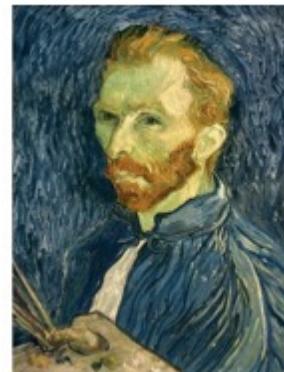
+



=



+



=



# Structura cursului optional

## 2. Descriptori vizuali

- puncte de interes, descriptori SIFT, descriptori HOG

Laborator: realizarea de panorame, regăsirea informației



# Structura cursului optional

## 3. Recunoaștere de obiecte

- modelul K-nearest neighbours, metode kernel, rețele neuronale conluționale, modelul bag of visual words

Laborator: detectare facială, clasificarea imaginilor, colorarea imaginilor în tonuri de gri (grayscale)



# Structura cursului optional

## 3. Recunoaștere de obiecte

- modelul K-nearest neighbours, metode kernel, rețele neuronale conveționale, modelul bag of visual words

Care imagine conține o mașină (vedere din spate)?

DA



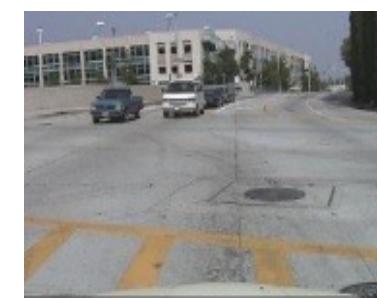
NU



DA



NU



NU



DA



DA



NU



# Structura cursului optional

## 3. Recunoaștere de obiecte

- modelul K-nearest neighbours, metode kernel, rețele neuronale conoluționale, modelul bag of visual words

- Antrenare: 50 de imagini pozitive (conțin mașini) și negative (NU conțin mașini)



- Testare: 50 de imagini pozitive (conțin mașini) și negative (NU conțin mașini)



# Structura cursului optional

## 3. Recunoaștere de obiecte

- modelul K-nearest neighbours, metode kernel, rețele neuronale conveționale, modelul bag of visual words

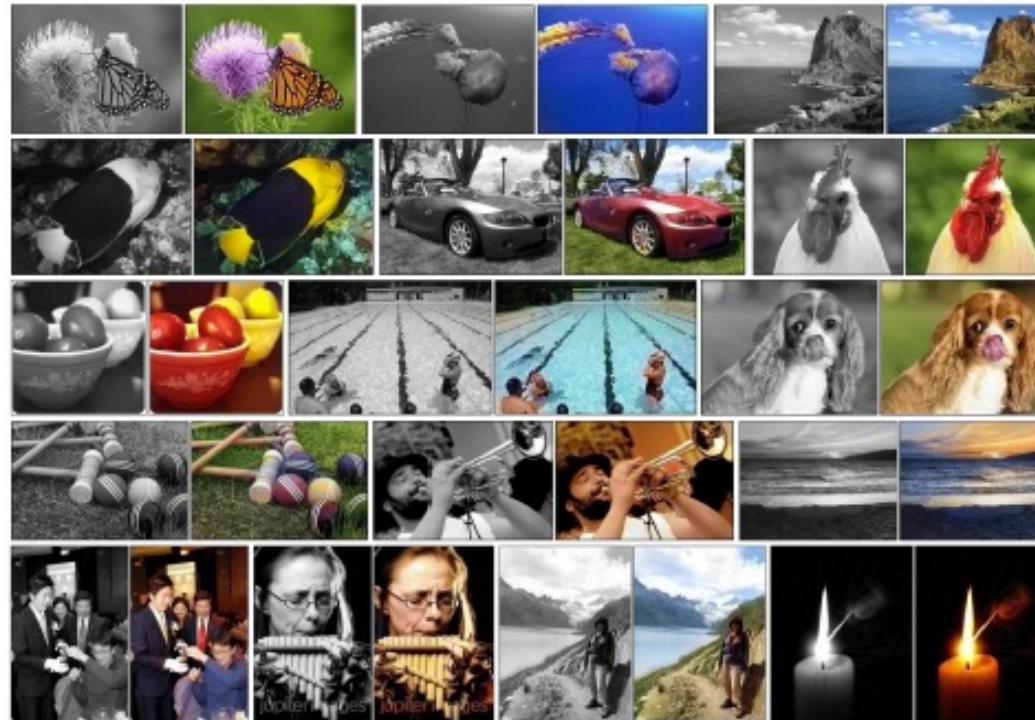


Figura 1: Rezultatele colorării imaginilor în tonuri de gri.

# Bibliografie

# Bibliografie

- Vedere Artificială – domeniul este foarte complex, vom aborda numai câteva teme
- multe cărți despre Vedere Artificială (Computer Vision)
  1. Richard Szeliski: Computer Vision: Algorithms and Applications  
[http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook\\_20100903\\_draft.pdf](http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook_20100903_draft.pdf)
  1. Simon J.D. Prince: Computer Vision: Models, Learning and Inference:  
<http://web4.cs.ucl.ac.uk/staff/s.prince/book/book.pdf> (link de la [www.computervisionmodels.com](http://www.computervisionmodels.com))
  2. Link-uri spre cărți despre CV:  
<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/books.htm>

# Laborator 1

## Concepțe și aplicații în Vederea Artificială

### Laborator 1

#### Obiectiv:

În acest laborator vom învăța să lucrăm cu biblioteca OpenCV din Python.

#### 1.1 Instalarea bibliotecii OpenCV

Deschideți Anaconda prompt și tasteți:

```
pip install opencv-python
```

#### 1.2 Importarea bibliotecii

```
import cv2 as cv
```

```
print('versiune:', cv.__version__)
```

#### 1.3 Citirea unei imagini color

```
image = cv.imread('image_name.png')
```

Variabila `image` este de tipul `numpy.ndarray`. Dimensiunea variabilei este de: `H, W, 3`, unde `H` este înălțimea imaginii, `W` este lățimea, iar `3` este numărul de canale RGB.

#### 1.4 Citirea unei imagini în tonuri de gri

```
image = cv.imread('image_name.png', cv.IMREAD_GRAYSCALE)
```

Dimensiunea variabilei este de: `H, W`.

#### 1.5 Afisarea unei imagini

```
cv.imshow('window Name', image)
```

```
cv.waitKey(0) % se așteaptă apasarea unei taste
```

```
cv.destroyAllWindows() % se închide fereastra
```

#### 1.6 Operații cu o matrice de intensități

Fie `img` un `numpy.array`  $100 \times 100$  de tipul `uint8` obținută astfel:

```
img = cv.resize(cv.cvtColor(cv.imread('football.jpg'), cv.COLOR_BGR2GRAY), (100, 100));
```

ce corespunde unei imagini de intensități. Scrieți codul Python ce rezolvă următoarele cerințe:

- Sortați elementele/intensitățile din matricea `img` (folosiți funcția `np.sort` din libraria Numpy), punând elementele sortate în vectorul `x` de dimensiuni  $10000 \times 1$  (10000 de linii, o coloană). Plotați apoi valorile din `x` (ca funcție de indiceii lui `x`, folosind libraria Matplotlib).
- Afişați submatricea din `img` de dimensiuni  $50 \times 50$  care corespunde sfertului matricei `img` din partea dreapta-jos.
- Aflați pragul de intensitate `t` cu proprietatea următoare: jumătate din elementele matricei `img` au o valoare  $\leq t$  (puteți folosi funcția `np.median`).
- Creați și afișați matricea/imaginie `B`, de aceleasi dimensiuni ca matricea `img` obținută din `img` astfel: fiecare pixel din `B` are culoarea albă (intensitate = 255) dacă pixelul corespunzător din `img` are intensitatea  $\geq t$ , altfel are culoarea neagră (intensitate = 0).
- Creați și afișați matricea/imaginie `C`, de aceleasi dimensiuni ca matricea `img` obținută din `img` astfel: fiecare pixel din `C` are intensitatea egală cu pixelul corespunzător din `img` din care se scade intensitatea medie a imaginii `img`; pixelii astfel obținuți cu intensitatea  $< 0$  vor fi setați ca având intensitatea = 0.
- Aflați valoarea minimă (`np.min`) a intensității și afișați pozițiile în care apăse (`np.where`) în `img`.

#### 1.7 Imaginea medie a unei colecții de imagini

O colecție de imagini similare poate fi descrisă prin imaginea ei medie. Figura 1 ilustrează patru astfel de imagini medii, foarte sugestive pentru descrierea fiecărei colecții în parte. Scopul acestui exercițiu este de a scrie o funcție Python ce realizează o operație similară.



Figura 1: Exemple de imagini medii ale unor colecții de imagini similare.

Downloadați arhiva `colectiileimagini.zip` ce însoțește acest laborator. Arhiva conține două colecții de imagini grupate în două directoare `set1` și `set2`. Toate imaginile din fiecare

colecție au aceleasi dimensiuni și conțin un obiect central al aceleasi clase de obiecte (set1 - vapor, set2 - avion).

Scrieți o funcție Python care, pentru o colecție de imagini dată, realizează următoarele:

- calculează imaginea medie color a colecției (img\_color);
- calculează imaginea medie de intensitate a colecției (img\_gray);
- calculează matricea X, fiecare element  $X[i,j]$  al matricii reprezintă deviația standard a intensităților pixelilor  $(i,j)$  din imaginile de intensitate corespunzătoare imaginilor colecției;
- afișează cele trei imagini (img\_color, img\_gray, X) calculate.

Funcția ar trebui să arate astfel:

```
def colectie_imagini(dir_path);
```

unde dir\_path reprezintă directorul unde se află colecția de imagini.

Aplicați funcția scrisă pentru a obține imaginile pentru cele două colecții. Afișați imaginile și comentați felul în care arată.

Funcții folosite: `numpy.mean`, `numpy.std`, `cv.cvtColor`, `os.listdir`, `cv.imshow`.

### 1.8 Modificarea unei imagini

Citiți imaginea *butterfly.jpeg* în variabila `img`. Extrageți 500 de sub-imagini de dimensiune  $20 \times 20$  din poziții aleatorii ale imaginii `img`. Modificați porțiunea din imagine care are colțul stang-sus în poziția  $(250, 250)$  cu cea mai apropiată sub-imagine (din cele 500) conform distanței  $L_2$ . Salvați imaginea obținută.



Figura 2: În partea stângă avem imaginea originală, iar în dreapta este imaginea modificată.

# Kahoot!