

Concepte și aplicații în Vederea Artificială

Bogdan Alexe

bogdan.alexe@fmi.unibuc.ro

Radu Ionescu

radu.ionescu@fmi.unibuc.ro

Curs optional
anul III, semestrul I, 2023-2024

Noi = cei care predăm



Bogdan

Curs (50%)



Radu

Curs (50%)



Alexandra

Laborator (100%)

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

BORA T. I. DRAGOŞ-IONUȚ	461	COROLEVSCHI I. MIHAI	332	BEŞLIU F. RADU-ŞTEFAN	343
CREȚU V. LAURENȚIU-VASILE	461	IVAN E. BOGDAN	332	CRIVOI L. CARLA	343
DAVID D. V. VICTOR	461	RÎNCU C.I. ȘTEFANIA	332	CUCOŞ V. MARIA-MARIANITA	343
IANCU G. FLORENTINA-MIHAELA	461	ANCUȚA I.R. ANDREI	333	GHEȚOIU G. GHEORGHE-LAURENȚIU	343
SORETE G. ROBERT-ALEXANDRU	461	ISACHE I. MARIA-CĂTĂLINA	333	HUȚAN D. MIHAI-ALEXANDRU	343
SPĂTARU D. CĂTĂLIN-GABRIEL	461	TITIRIGĂ N. TIBERIU-NICOLAE	333	MILITARU G. MIHAI-ALEXANDRU	343
GHERGU M. NICOLAE-MARIUS	462	BĂLAN V. PAULA	334	NECHITA R. MARIA-ILINCA	343
HOLMANU M. ANTONIO-MARIUS	462	IONESCU D.G. RADU-CONSTANTIN	334	TĂNASĂ G.M. FLORIN-PETRIȘOR	343
LICU N. MIHAI-GEORGE	462	MURA S. VICTOR	334	STATE V.I. GIULIA-ANTONIA	344
STANCIU M. ALEXANDRA-ANDREEA	462	PETCU G. MIRCEA	334	TĂNASE V. VICTOR-FLAVIAN	344
STĂTESCU I. RELU	462	ȘTEFĂNOIU C. RAREŞ-ANDREI	334	ALPETRI S-M IULITA	351
CUCU AL. ȘTEFAN-CĂTĂLIN	463	TALPALARIU G. IULIA-GEORGIANA	334	BÎRSAN G.V. VLAD-IOAN	351
DURA D. FL. ALEXANDRU-BOGDAN	463	TURCITU G.N. ANA-MARIA	334	GHEORGHE A. RADU-MIHAI	351
SON V. ANDREEA-MARINA	463	BONDOC C. ANA-MARIA	341	MOARCĂS I. COSMIN-IONUȚ	351
UDREA C. IULIA-MARIA	463	GONTESCU D. MARIA-RUXANDRA	341	POPA G. ȘTEFAN	351
DINOIU V. C. NICOLETA-ANASTASIA	464	MIHAI G.C. DRAGOŞ-VASILE	341	ROŞU G.R. VLAD - ANDREI	351
ANTON M.G. MARIUS-ALEXANDRU	331	POMPARAU C. RENATO-EMIL	341	SAVA S.A. CONSTANTIN ALIN	351
ILIE N. ANDREI-VIRGIL	331	DUMITRACHE C. FLAVIAN	342	TÎMBUR D. CRISTINA	351
POPOVICI R.A. ANTONIA-ADELINA	331	HÂRNAGEA ANDREI ALEXANDRU	342	CIOCLOV I. MARIA-SIMONA	352
ŞINCARENCO S. NICHITA	331	IFTICHI C. ALBERT-IOAN-CALIN	342	DAMOV S. CRISTINA	352
TINDECHE A. ALEXANDRU	331	VRÎNCEANU G RADU-TUDOR	342	OPREA G. MIHAI-ADRIAN	352
				PASCU M.C. IONUȚ-ALEXANDRU	352
				STAN N. CĂTĂLIN-ANDREI	352
				TRIFAN S. ROBERT-GABRIEL	352

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/>

PERIOADA	ACTIVITATEA
Semestrul I	
02.10.2023 – 22.12.2023	Activitate didactică (joi, 30.11.2023 și vineri, 01.12.2023 - zile libere)
23.12.2023 – 07.01.2024	Vacanță de iarnă
08.01.2024 – 22.01.2024	Activitate didactică
22.01.2024 – 11.02.2024	Sesiune de examene (miercuri, 24.01.2024 - zi liberă)
12.02.2024 – 18.02.2024	Vacanță intersemestrială

- 14 cursuri (12 cursuri în 2023, 2 cursuri în 2024)
- 13 laboratoare (11 laboratoare în 2023 – nu facem joi 30 noiembrie, 2 laboratoare în 2024)

Orar

Optionale an III - INFO (Curs)

Add shortcut to Drive

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

	8 8:00 - 8:50	9 9:00 - 9:50	10 10:00 - 10:50	11 11:00 - 11:50	12 12:00 - 12:50	13 13:00 - 13:50	14 14:00 - 14:50	15 15:00 - 15:50	16 16:00 - 16:50	17 17:00 - 17:50	18 18:00 - 18:50	19 19:00 - 19:50
Lu	Popescu S IntrProgrJocCalc (curs) 3(Titeica)	Dumitriu A IntroRobotica (curs) 3(Titeica)	Suter F TehnSimulare (curs) 1 ?? OporCercetareLicenta (curs) 214_Google								Staicu A RPA UiPath (*) (curs) 202	
Ma												
Tue												
Mi		Nisioi S ArhMasiniIntelig (curs) 3	Alexe B / Ionescu R Co&ApInVedArtif (curs) 202	Stupariu S GraficaPeCalc (curs) 3(Titeica)	industrie FrEndAv: React&Angular (*) (curs) ONLINE	industrie JavaScriptServer (*) (curs) 0(Haret)						
Wed		Dumitran M StructDateAvans 219		Rusu C ProcSemnal (curs) 1		Iordache S IntrReinfLearn (curs) 202						
Jo												
Thu												

- 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 - 8:50	9 9:00 - 9:50	10 10:00 - 10:50	11 11:00 - 11:50	12 12:00 - 12:50	13 13:00 - 13:50	14 14:00 - 14:50	15 15:00 - 15:50	16 16:00 - 16:50	17 17:00 - 17:50	18 18:00 - 18:50	19 19:00 - 19:50
Lu			Stancioiu S IntrProgrJocCalc (Lab) Gr_1 L-303				Suter F TehnSimulare (Lab) L.221C		Iordache S IntrReinfLearn (Lab) Gr_1 L-322		Popescu IL IntroRobotica (Lab) Gr_1 L.315 Robotica	
Mon							?? OporCercetareLicenta (Lab) 214_Google		Udrisolu A StructDateAvans (Lab) Gr_2 L.218		Iordache S IntrReinfLearn (Lab) Gr_2 L-322	
Ma											Popescu IL IntroRobotica (Lab) Gr_2 L.315 Robotica	
Tue												
Mi	Diaconu A Co&ApInVedArtif (Lab) Gr_2 L-303	Diaconu A Co&ApInVedArtif (Lab) Gr_3 L-303	Nisioi S ArhMasiniIntelig (Lab) Gr_1 L-119				Stupariu S GraficaPeCalc (Lab) Gr_1 L-303		industrie FrEndAv: React&Angular (*) (Lab) Gr_1 ONLINE			
Wed	Buta G StructDateAvans (Lab) Gr_4 L.221C						Nisioi S ArhMasiniIntelig (Lab) Gr_2 L-119		industrie JavaScriptServer (*) (Lab) L-308		Cernat M RPA UiPath (*) (Lab) Gr_1 ONLINE	
Jo		Stancioiu S IntrProgrJocCalc (Lab) Gr_2 L-303	Stancioiu S IntrProgrJocCalc (Lab) Gr_3 L-303	Diaconu A Co&ApInVedArtif (Lab) Gr_1 L-303			industrie FrEndAv: React&Angular (*) (Lab) Gr_3 ONLINE		Enache A StructDateAvans (Lab) Gr_1 L.221C			
Thu							Rusu C ProcSemnal (Lab) Gr_1 L.221C		Cernat M RPA UiPath (*) (Lab) Gr_2 ONLINE			
Vi		Ciocan I DezvJoc3DUnrEng5 (opt*) (Lab) Gr_1 L-303	Stupariu S GraficaPeCalc (Lab) Gr_4 L-321	GraficaPeCalc (Lab) Stupariu S DezvJoc3DUnrEng5 (opt*) (Lab) Gr_3 L-303	GraficaPeCalc (Lab) Stupariu S DezvJoc3DUnrEng5 (opt*) (Lab) Gr_4 L-321	GraficaPeCalc (Lab) Rusu C / Patrascu A / Irofti P Gr_1 L-321	GraficaPeCalc (Lab) Rusu C / Patrascu A / Irofti P Gr_1 L-321	IntrReinfLearn (Lab) Iordache S L-201	Gr_4 CalcNumInfo (Lab, SI) Iancu V RPA UiPath (*) (Lab) Cernat M IntrReinfLearn (Lab) Iordache S L-201	Gr_4 Gr_2 Gr_3 Gr_3 ONLINE		
Fri			Ciocan I DezvJoc3DUnrEng5 (opt*) (Lab) Gr_2 L-303	Anghelina I Stupariu S DezvJoc3DUnrEng5 (opt*) (Lab) Gr_3 L-303	Anghelina I Stupariu S DezvJoc3DUnrEng5 (opt*) (Lab) Gr_3 L-303	StructDateAvans (Lab) Gr_3 L.221A	StructDateAvans (Lab) Anghelina I Gr_3 L-303	IntrReinfLearn (Lab) Iordache S L-201	RPA UiPath (*) (Lab) Cernat M IntrReinfLearn (Lab) Iordache S L-201	Gr_3 Cernat M Gr_4 L-201		

Orar generat:03.10.2023

aSc Orare

- 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 (15 noiembrie, termen limită 3 decembrie), T1 va fi punctată cu 5 puncte (+ posibil bonus);
 - primiți T2 în săptămâna 12 (20 decembrie, termen limită 21 ianuarie), T2 va fi punctată cu 5 puncte (+ posibil bonus);
 - lucrare finală de laborator: L1;
 - lucrarea se dă în ultima săptămână din sesiune, 5-11 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 = 21 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 5-11 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 5-11 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 2024/2025

- nu ținem cont de niciun punctaj din anul curent 2023/2024.

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 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

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;

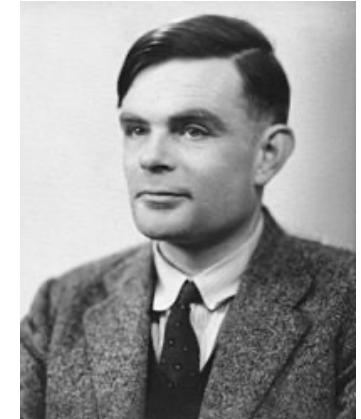
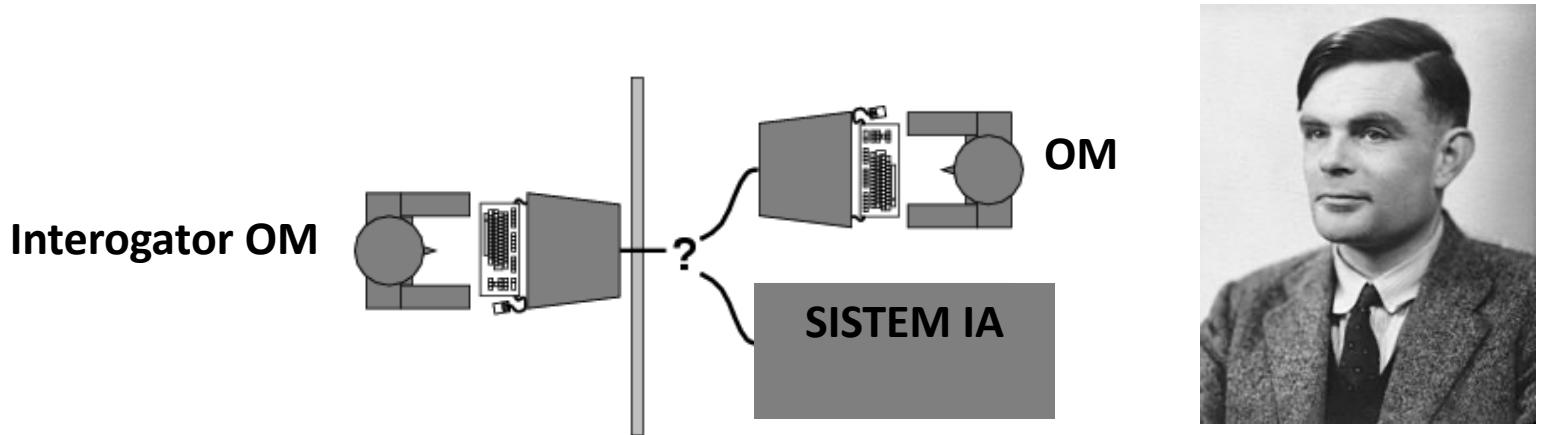
Se consideră **incident major** cazul în care un student/ o studentă:

- 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?

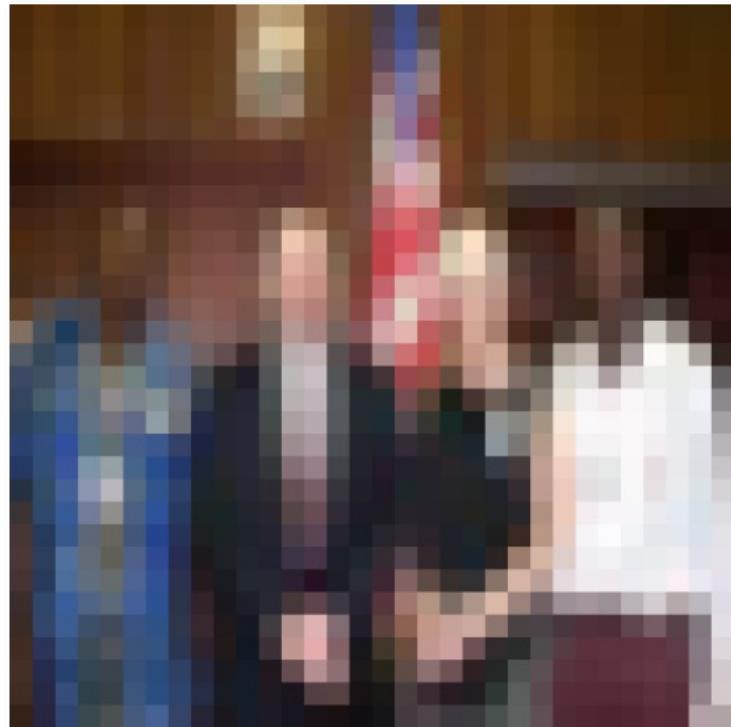
Ce este vederea artificială?



- 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

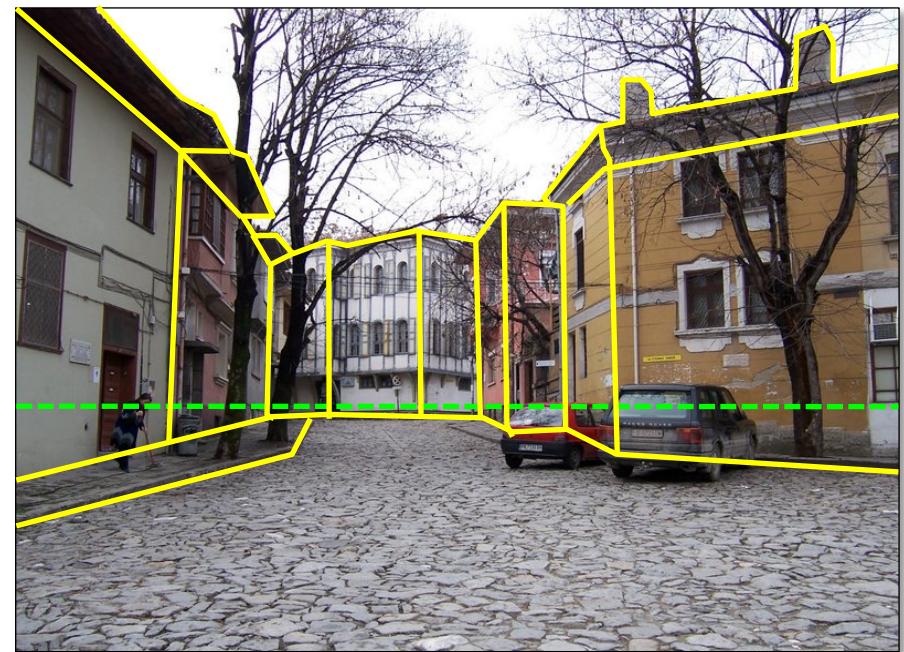
R: 99 G: 95 B: 95	R: 177 G: 172 B: 178	R: 81 G: 79 B: 83	R: 54 G: 49 B: 54	R: 55 G: 46 B: 50	R: 48 G: 34 B: 40	R: 61 G: 45 B: 46	R: 68 G: 53 B: 53
R: 88 G: 84 B: 85	R: 154 G: 148 B: 154	R: 83 G: 81 B: 87	R: 43 G: 42 B: 47	R: 48 G: 42 B: 46	R: 55 G: 44 B: 47	R: 69 G: 53 B: 53	R: 70 G: 54 B: 54
R: 84 G: 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?

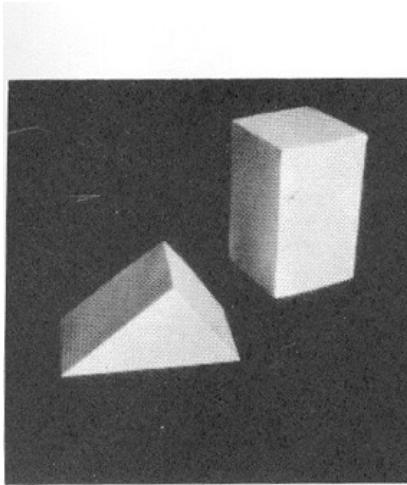


Informații semantice

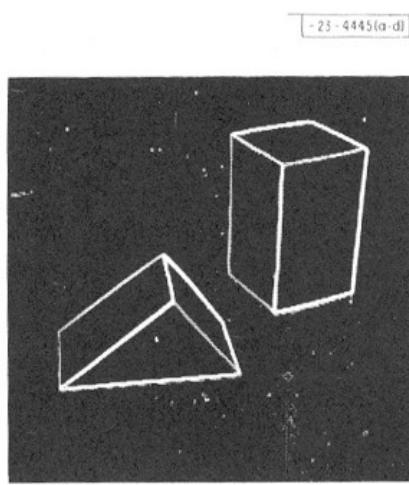


Informații geometrice (3D)

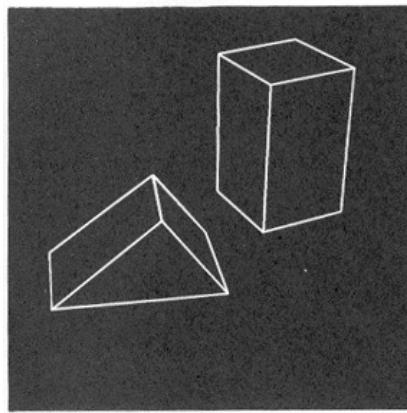
Date vizuale în 1963



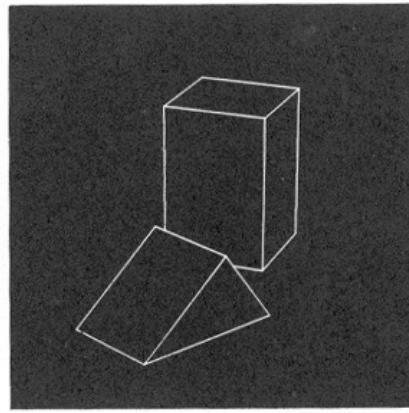
(a) Original picture.



(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 2023



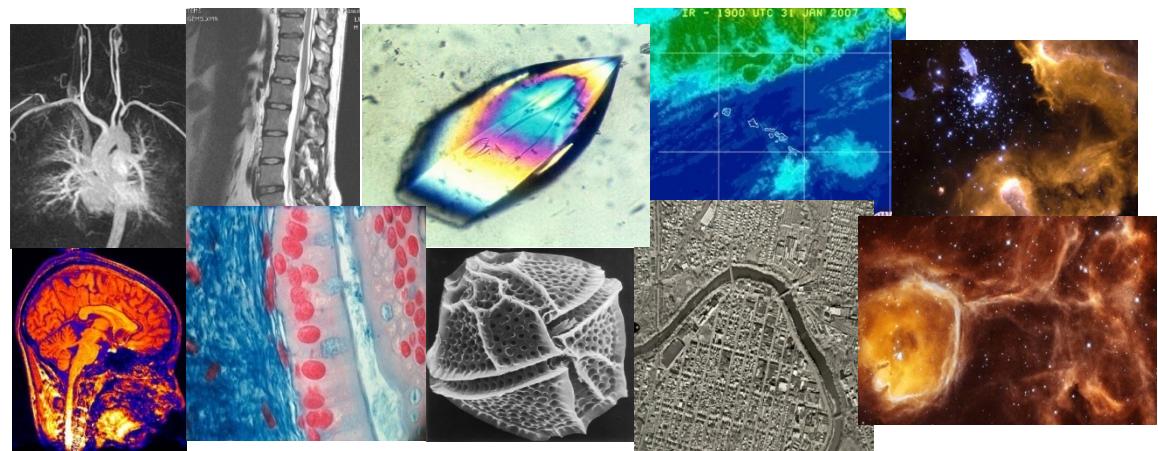
Albume foto



Filme, ştiri, sporturi



Supraveghere video și securitate



Imagini medicale și științifice

Exemplu de vedere artificială



Terminator 2

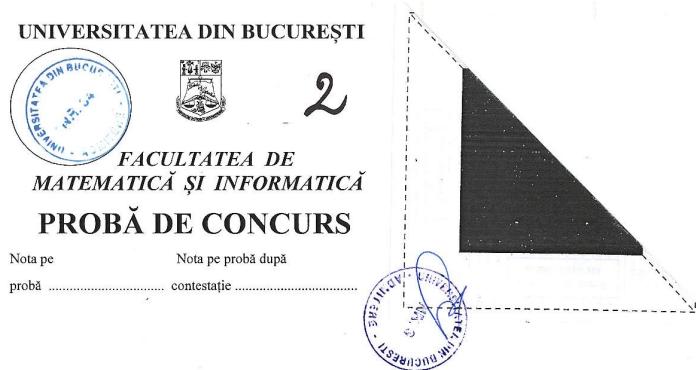
Exemplu de vedere artificială



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

Aplicații de succes în Vedere Artificială

Corectarea automată a testelor grilă

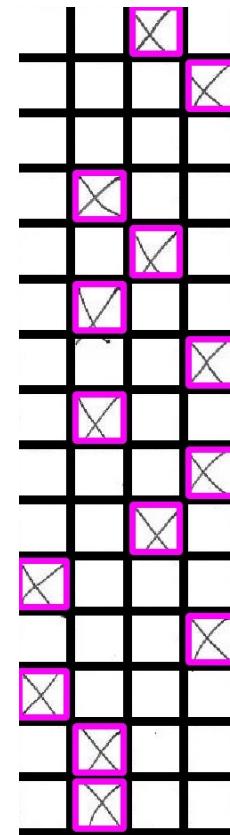


TEST GRILĂ

INFORMATICĂ 1 **FIZICĂ** _____
Număr varianță

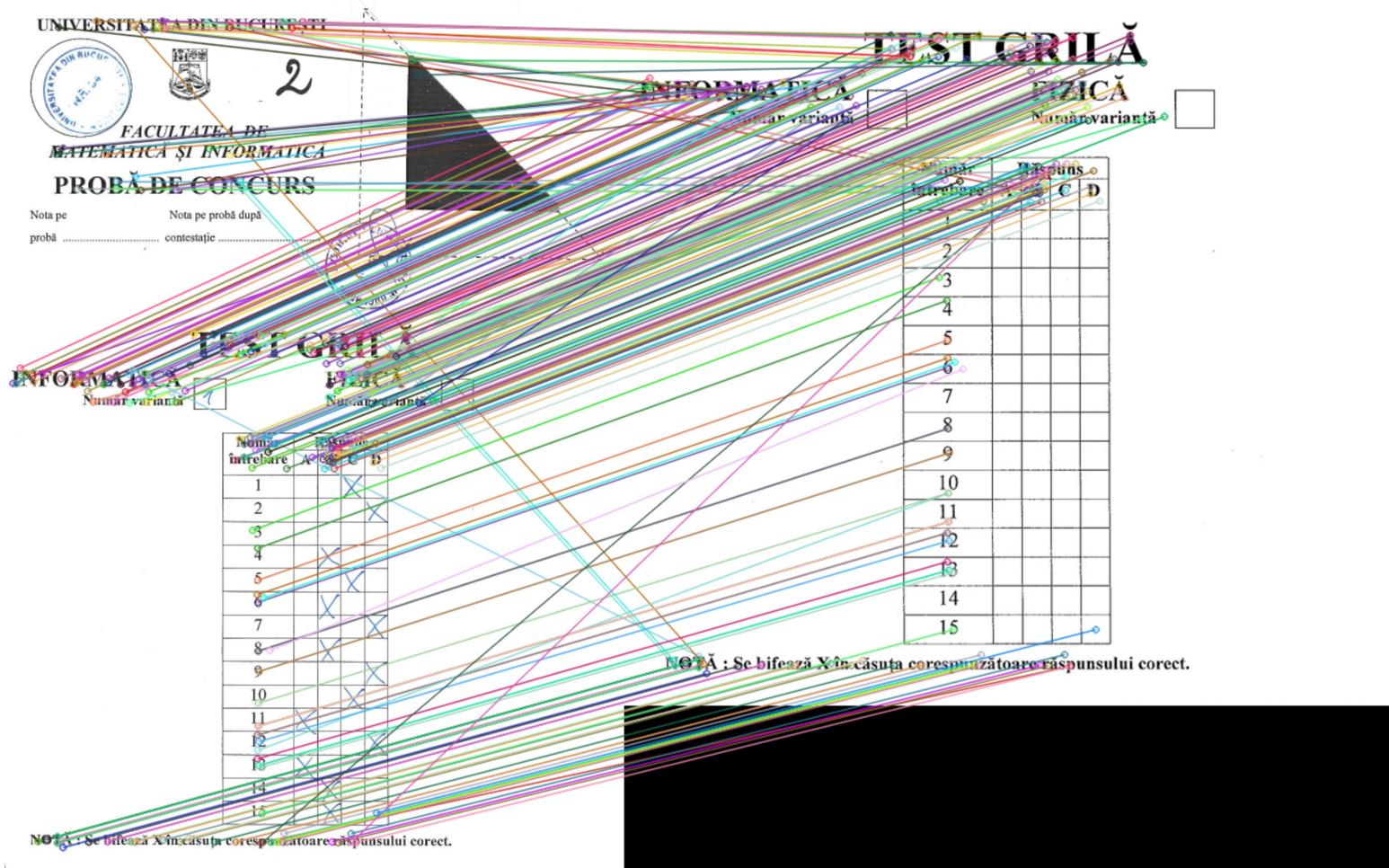
Număr întrebare	A	B	C	D
1			X	
2			X	
3				
4	X			
5		X		
6	X			
7		X		
8	X			
9			X	
10		X		
11	X			
12			X	
13	X			
14		X		
15		X		

NOTĂ : Se bifează X în căsuța corespunzătoare răspunsului corect.

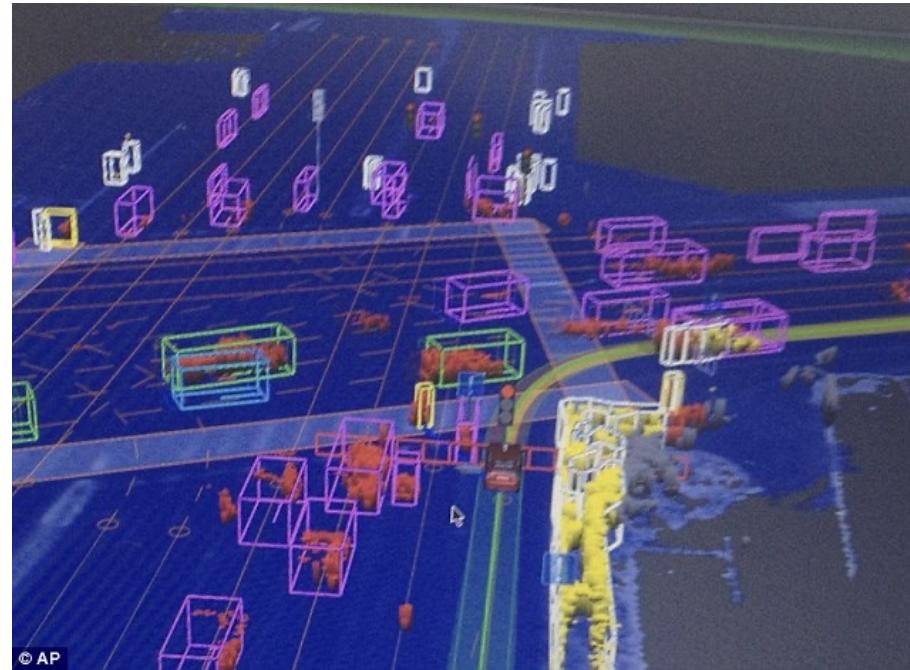


Numar Lucrare	Varianta	0X	1X	mX	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Numar grile corecte	Nota
2	Informatica_1	1	14	0	C	D	B	C	B	D	B	D	C	A	D	A	B	B		2	2.2

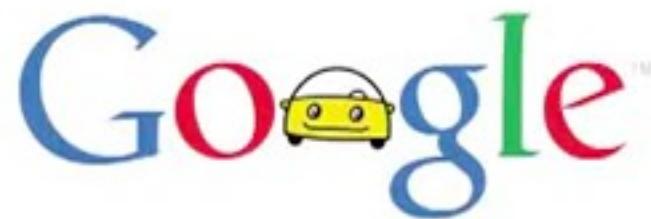
Corectarea automată a testelor grilă



Maşını fără şofer



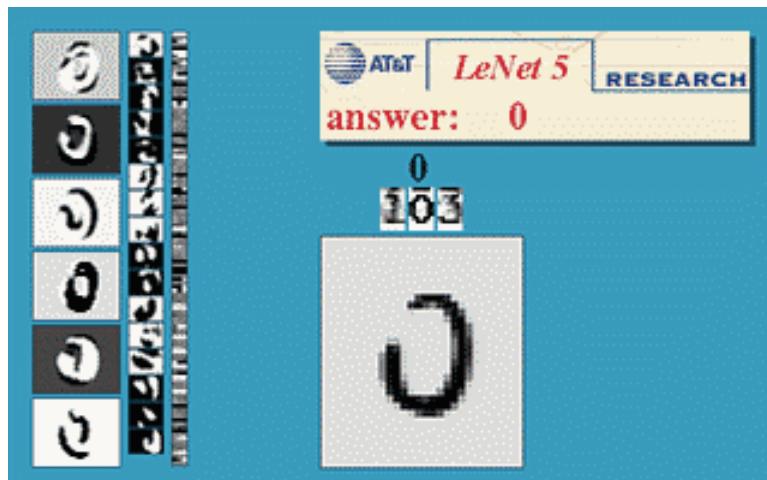
Maşını fără şofer - Google



<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

Detectarea facială

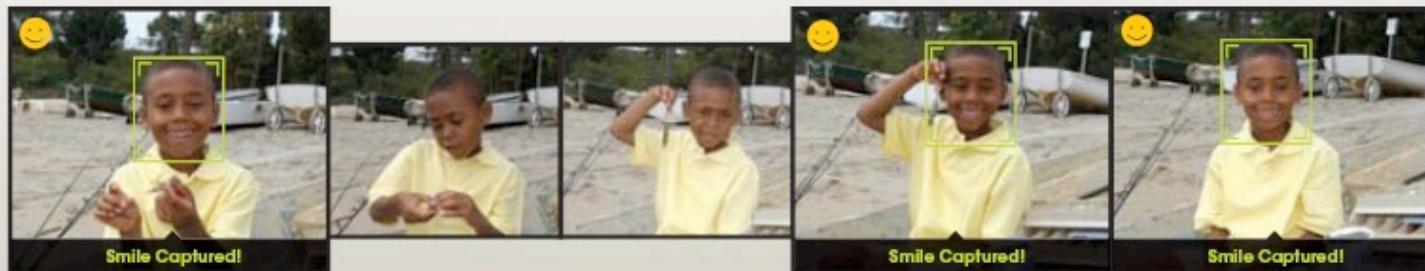
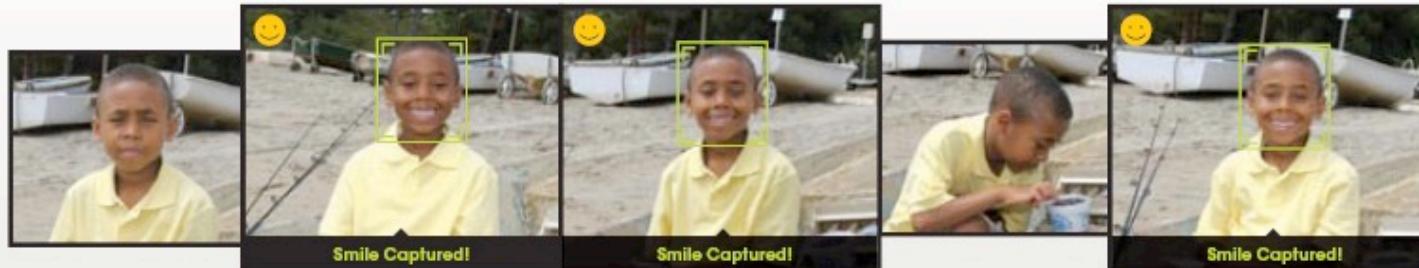


- Multe din camerele digitale existente au incorporat detector facial
 - Canon, Sony, Fuji, ...

Smile detection?

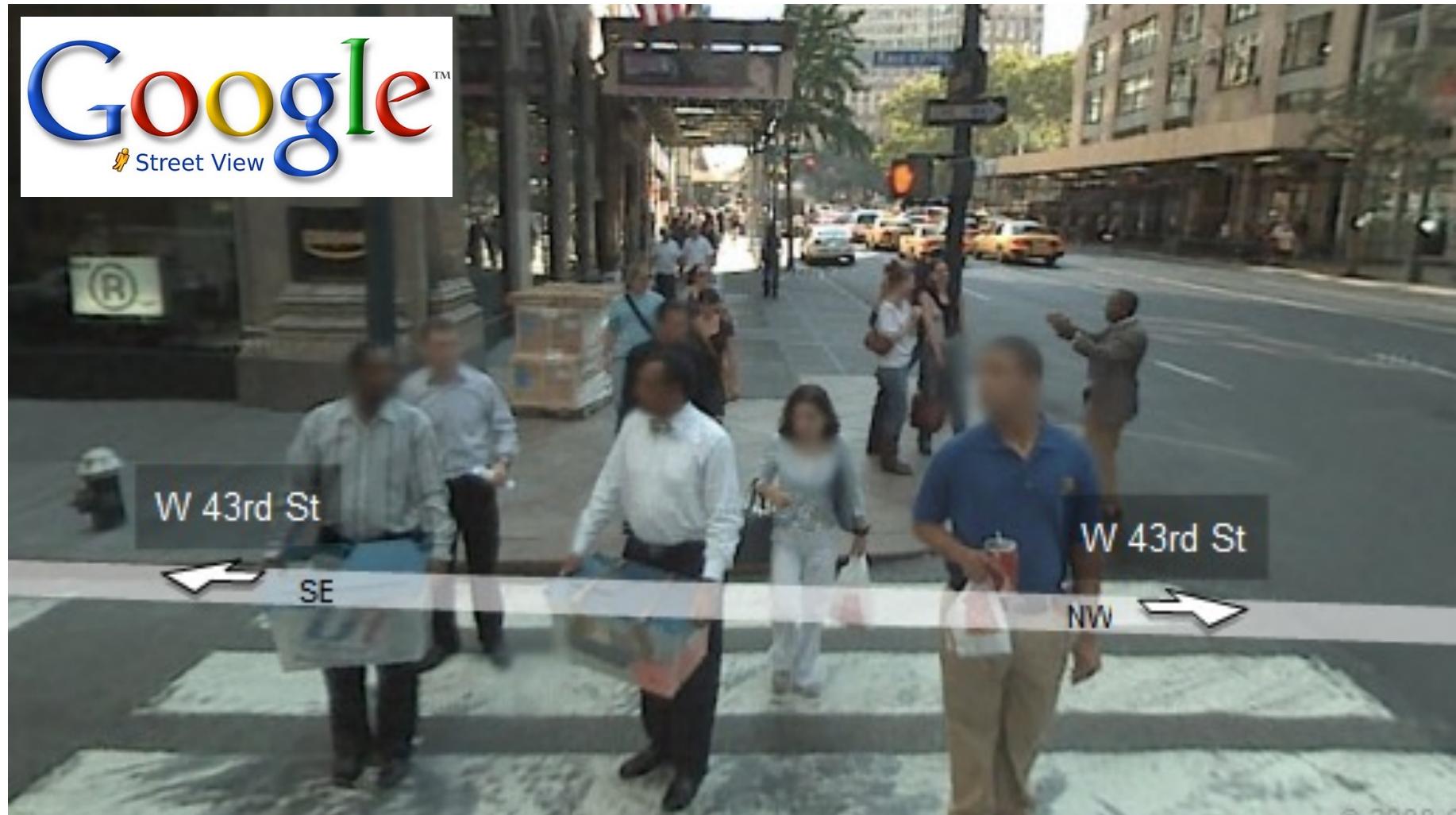
The Smile Shutter flow

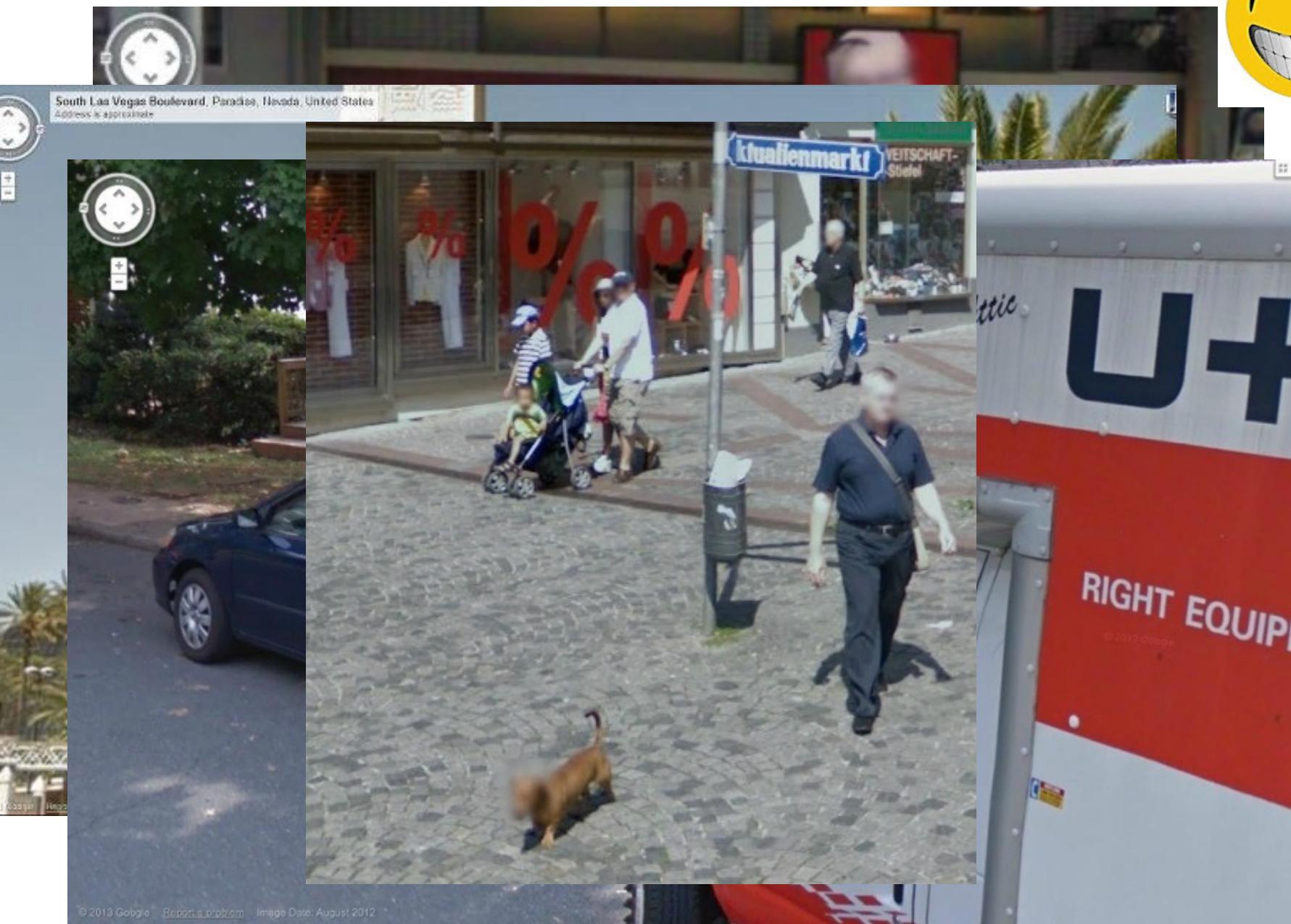
Imagine a camera smart enough to catch every smile! In Smile Shutter Mode, your Cyber-shot® camera can automatically trip the shutter at just the right instant to catch the perfect expression.



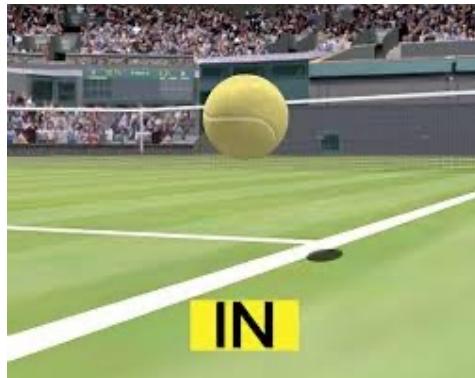
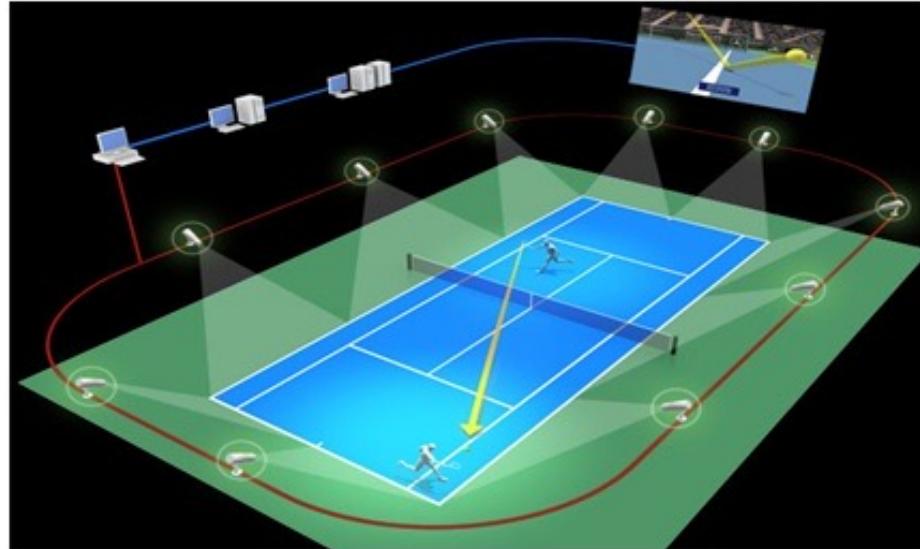
[Sony Cyber-shot® T70 Digital Still Camera](#)

Detectarea facială pentru protejarea identității

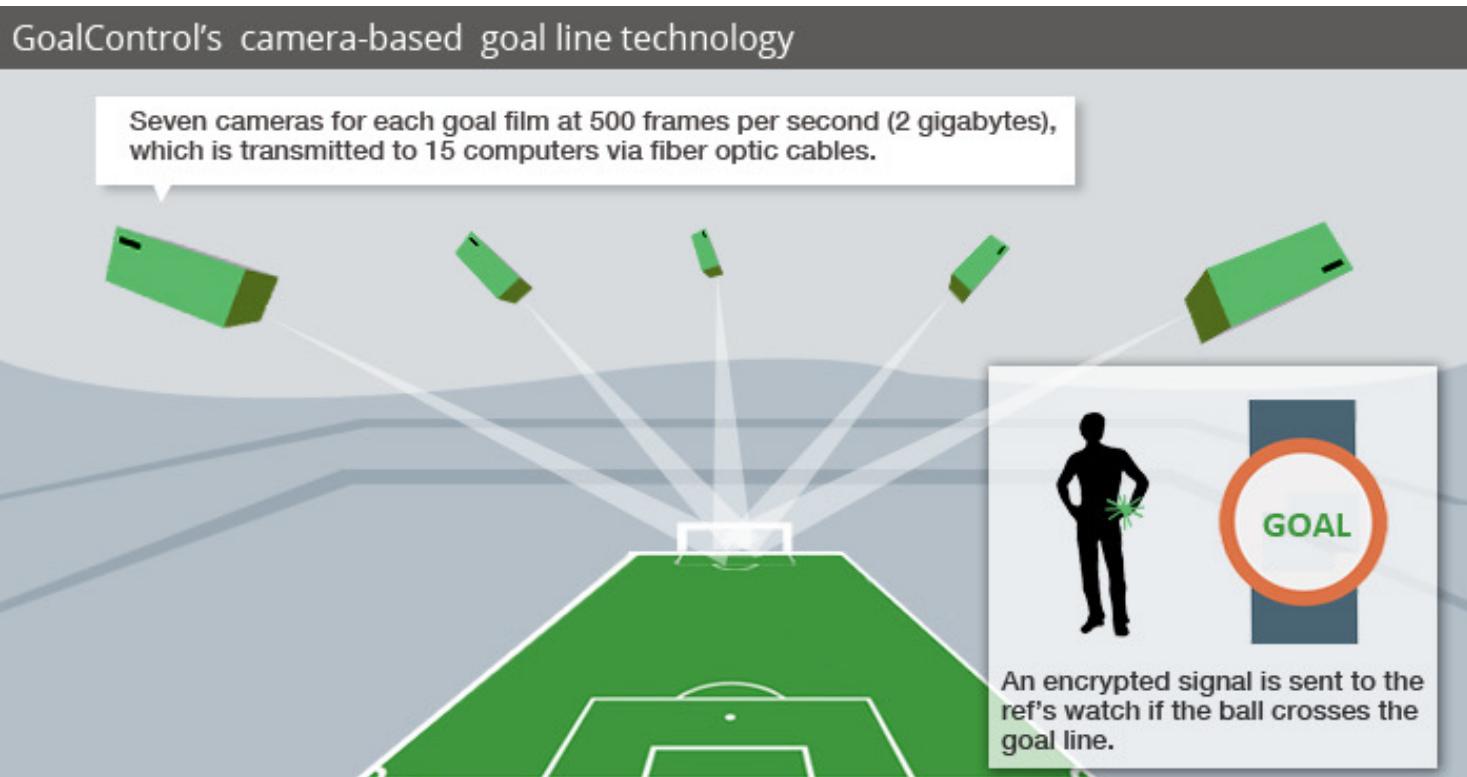




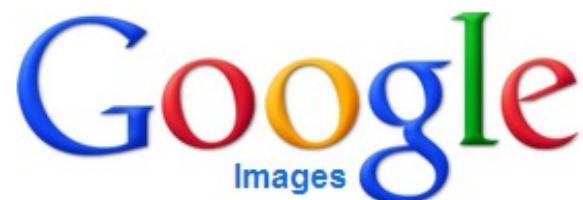
Tenis: sistemul Hawk-eye



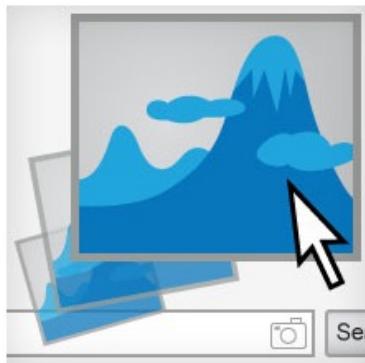
Fotbal: sistemul Goal Line



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.



Upload an image

On 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, 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

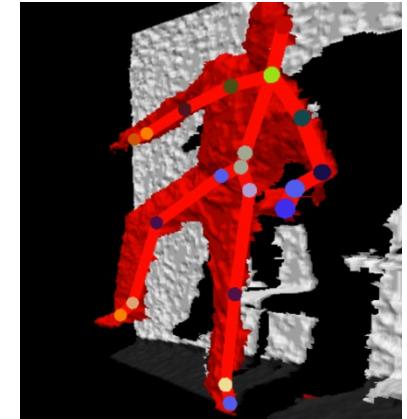
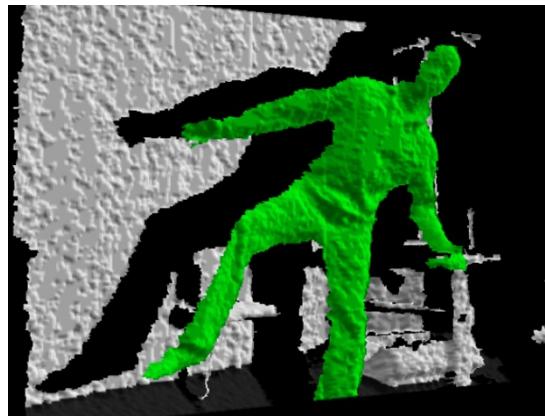
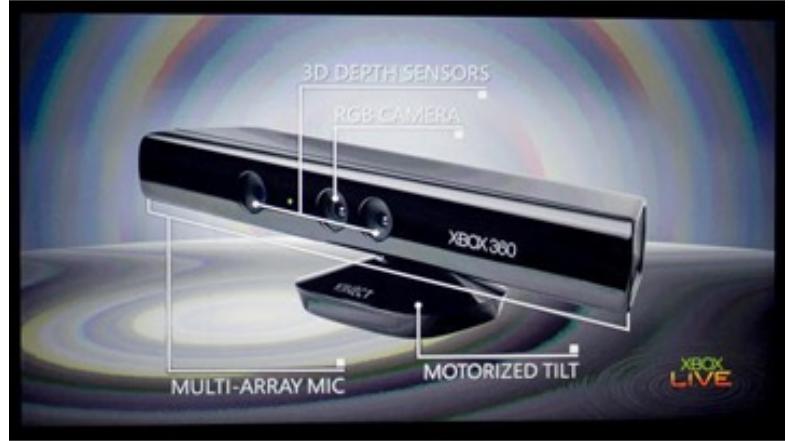
- Mobileye
 - sistem vizual disponibil pe unele modele BMW, GM, Volvo

Prevenirea accidentelor



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

Interacțiu vizuală: Xbox Kinect

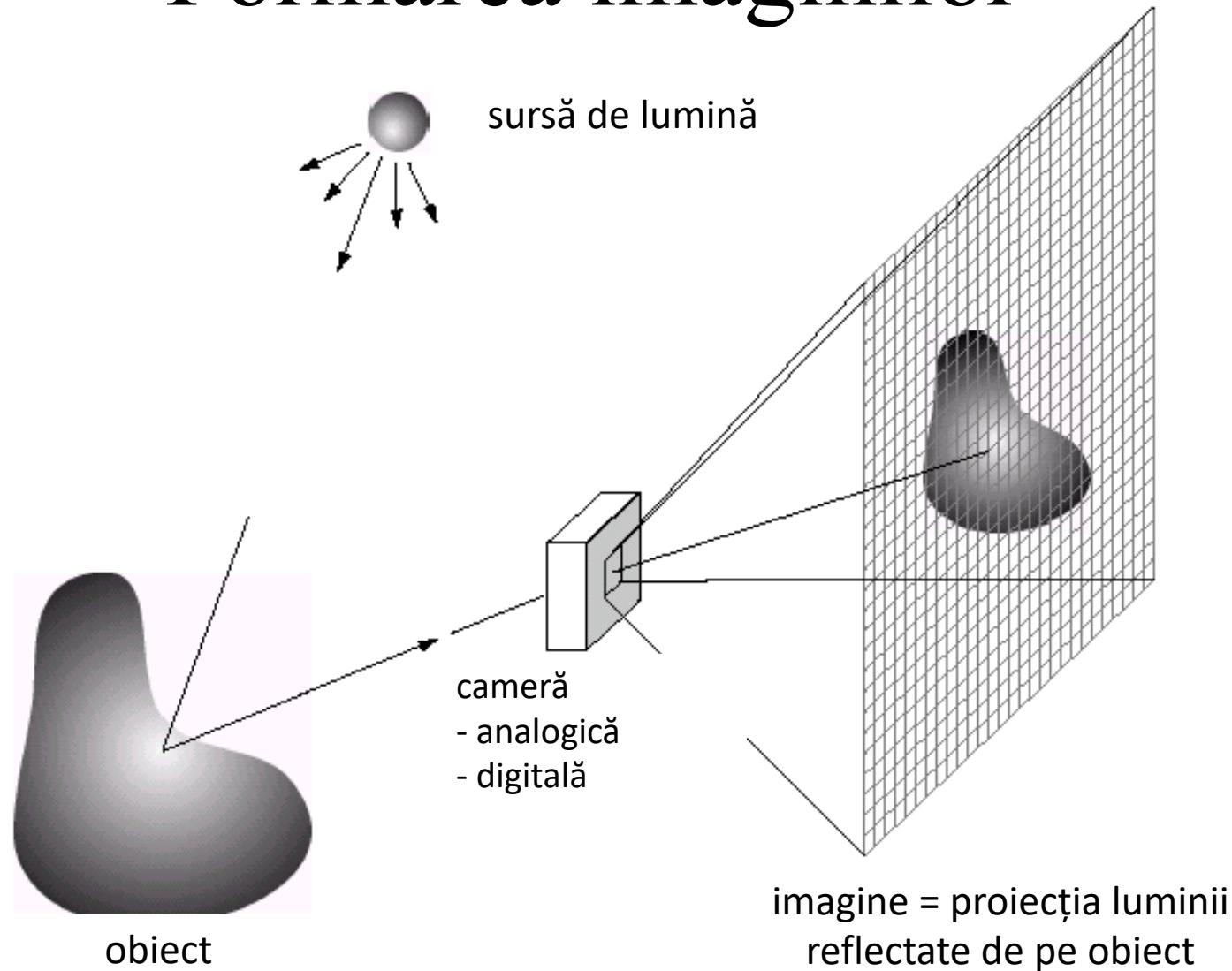


Aplicații în Vederea Artificială

- 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



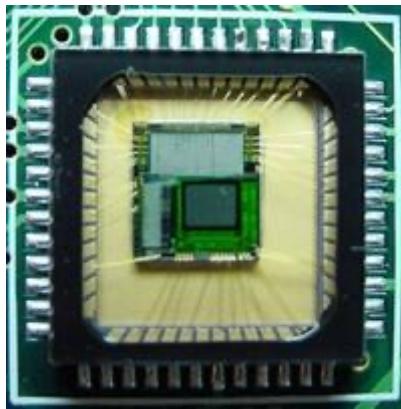
Camere digitale



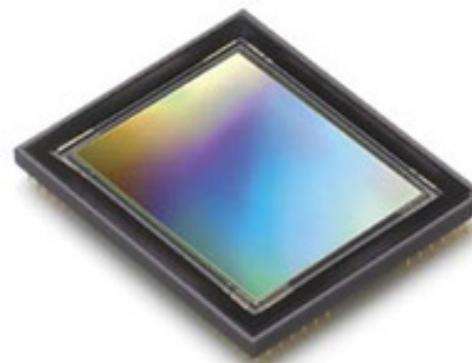
<http://electronics.howstuffworks.com/digital-camera.htm>

Senzori de imagine:

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

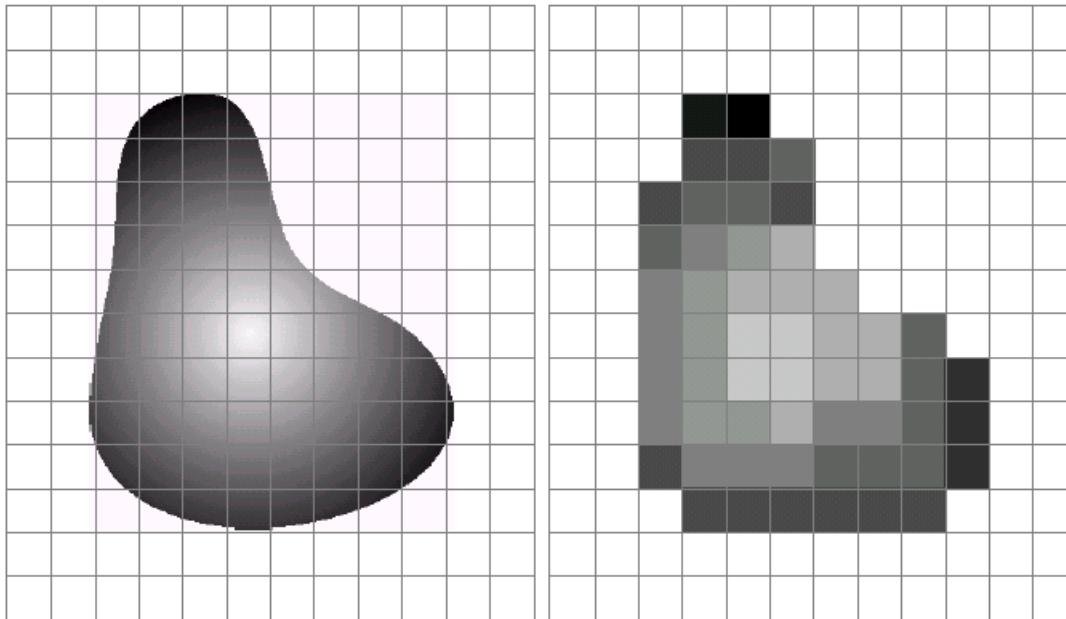


CMOS



CCD

Imagini digitale



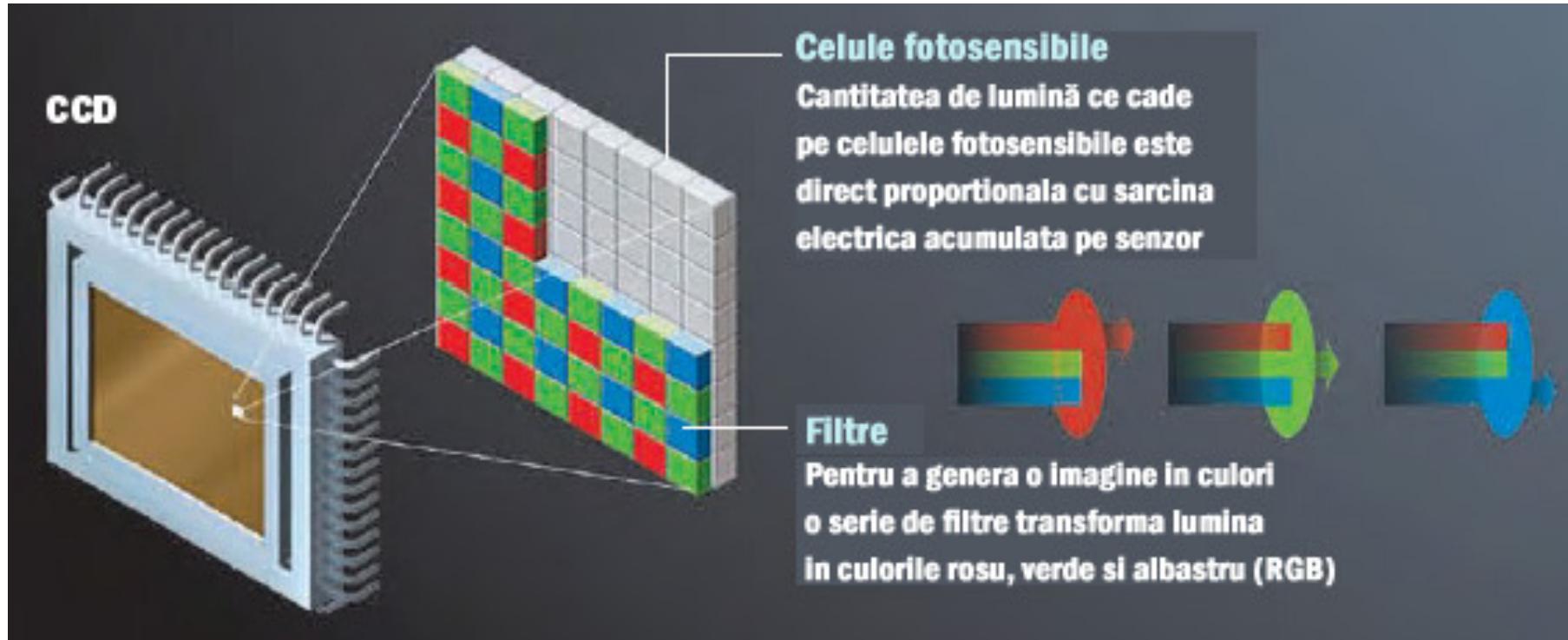
Imagine proiectată pe senzorul de imagine

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

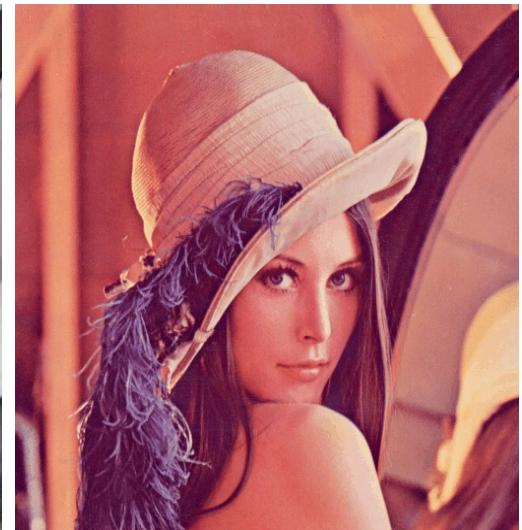
Binare



Grayscale
(tonuri de gri)



Color



Luminozitate	negru, alb	tonuri de gri	R G B
Valori	{0,1}	{0, ..., 255}	{0, ..., 255} ³
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)

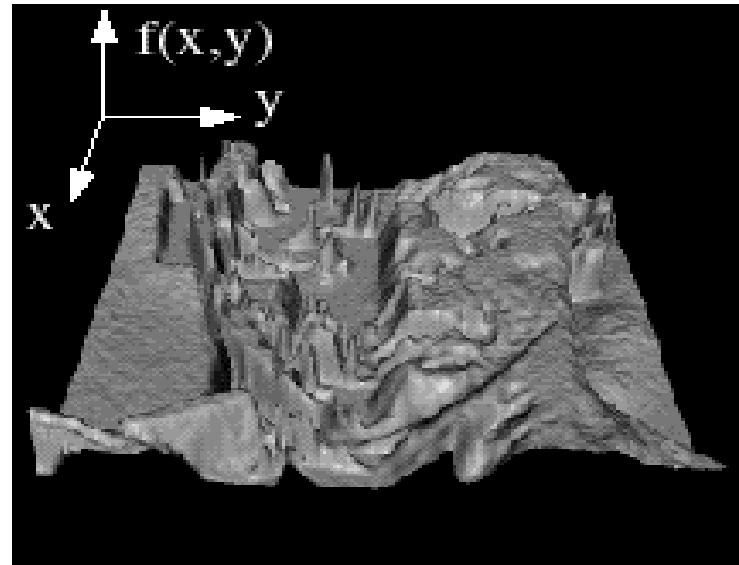


$$\text{gray} = 0.2989 * \text{R} + 0.5870 * \text{G} + 0.1140 * \text{B}$$

coeficienți determinați pe
baza perceptiei vizuale umane

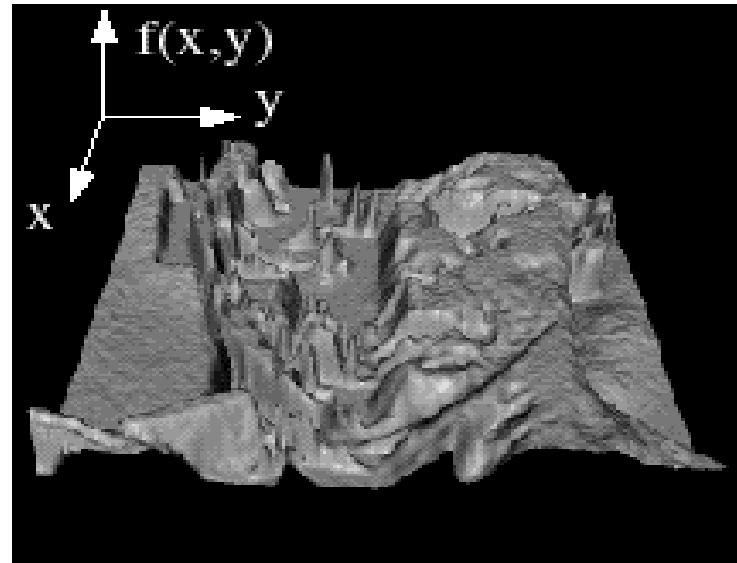
https://en.wikipedia.org/wiki/Color_vision

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

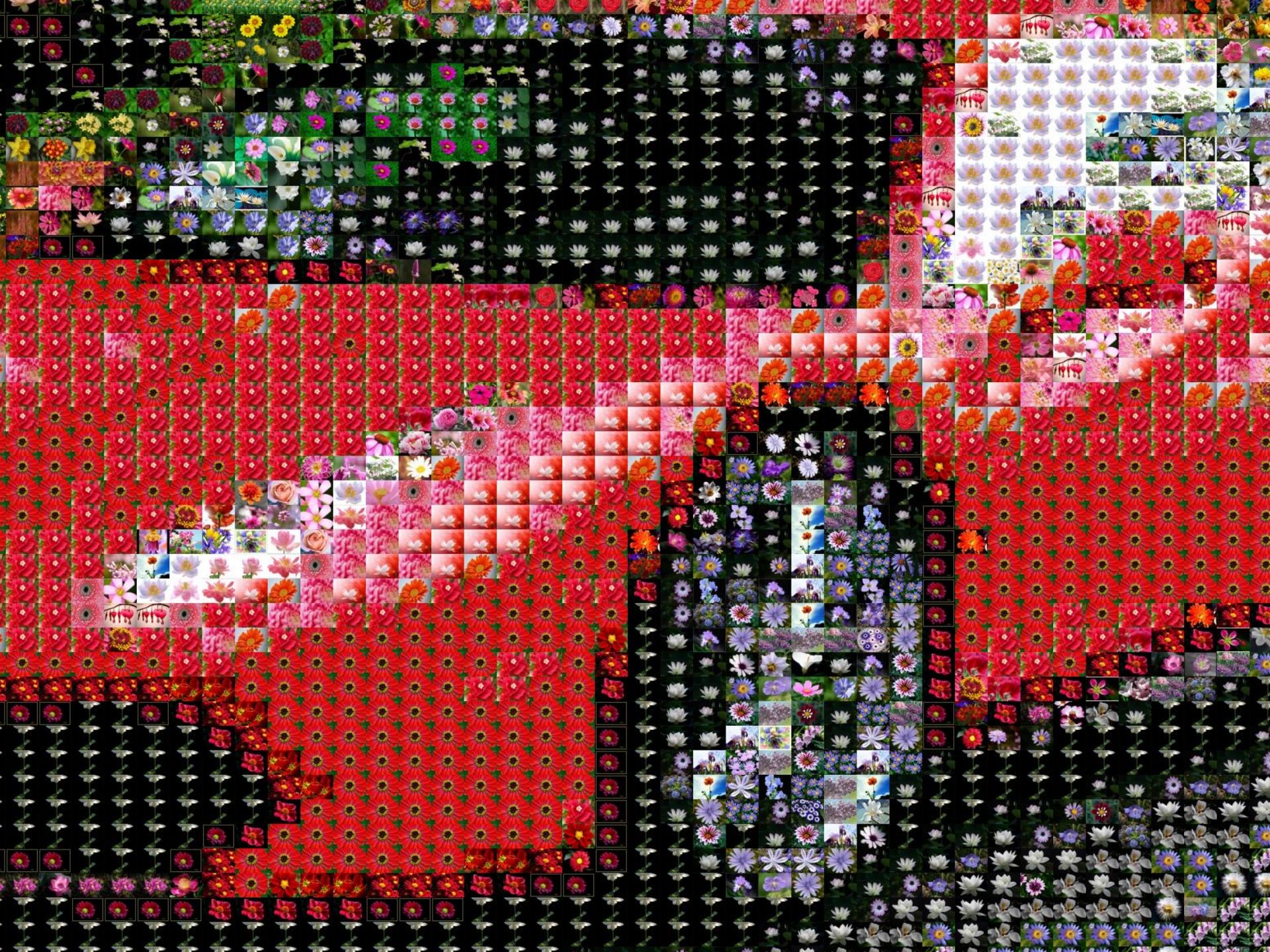


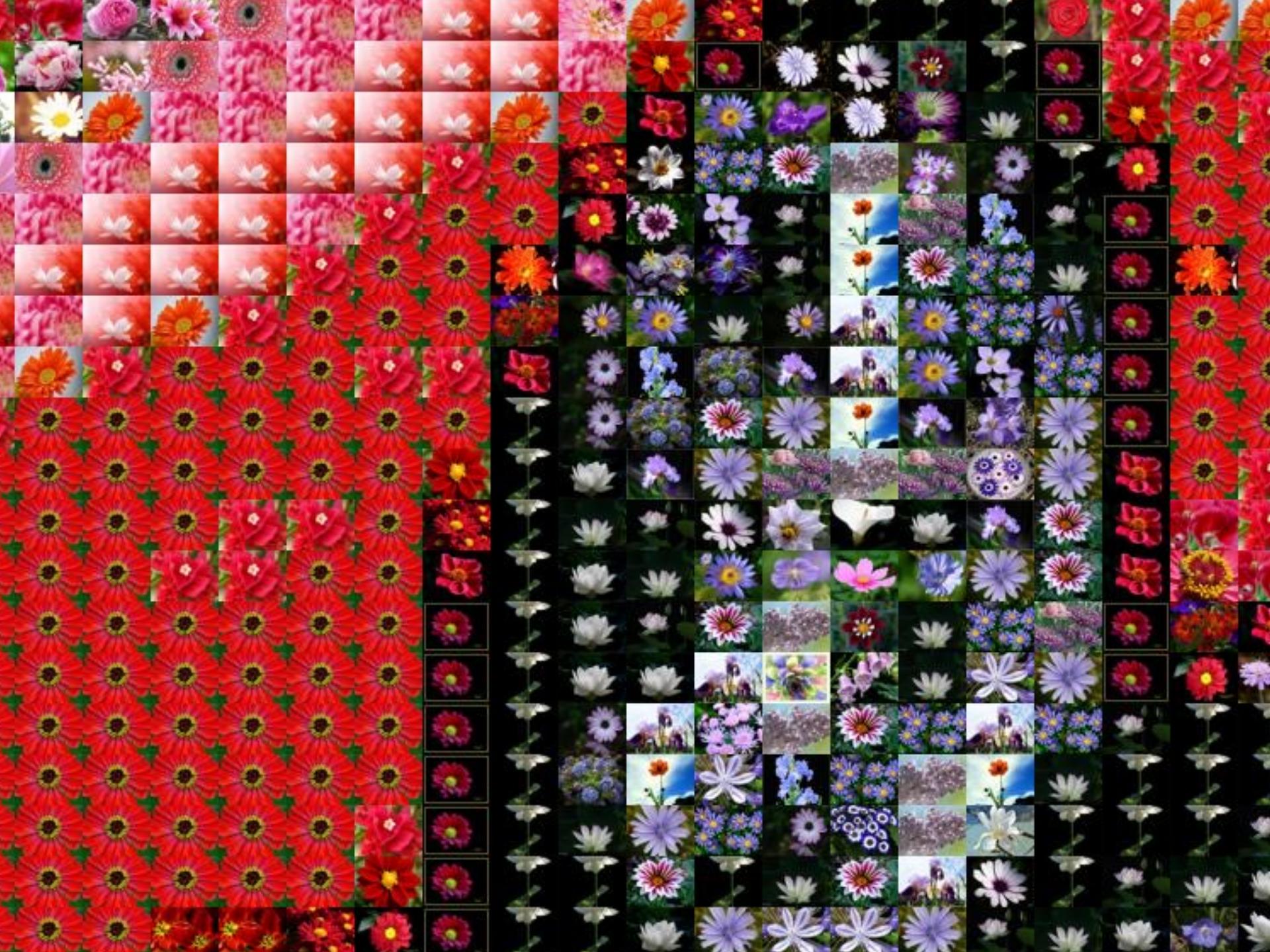
algoritm
codat de
voi



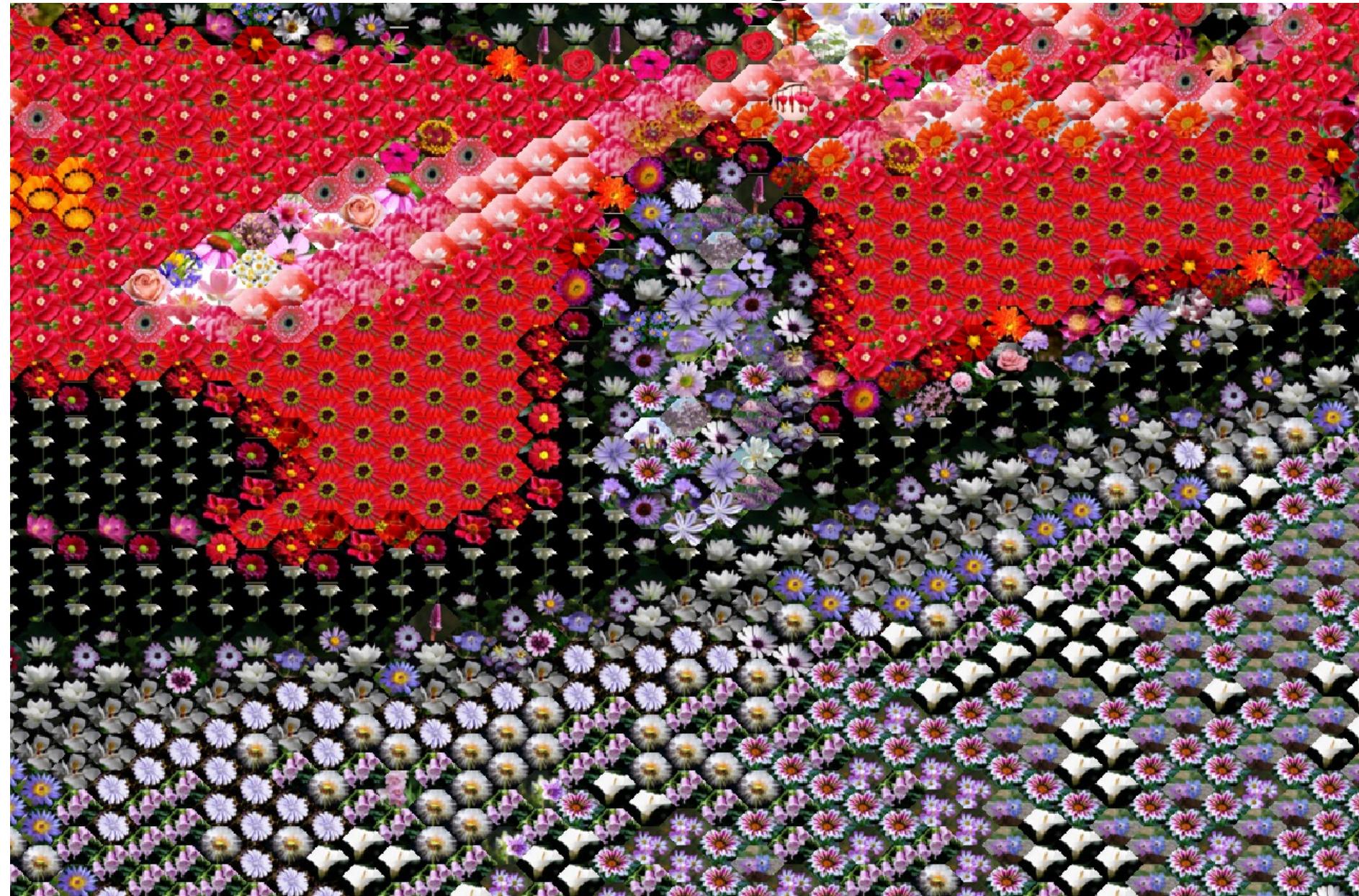
Imagine
mozaic







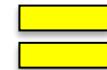
Piese hexagonale



Piese hexagonale



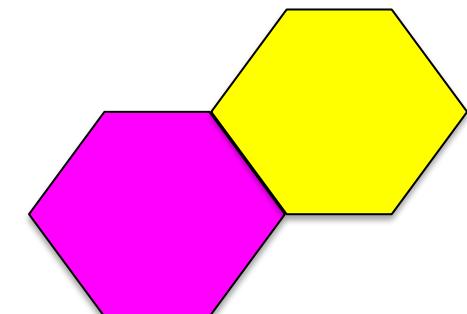
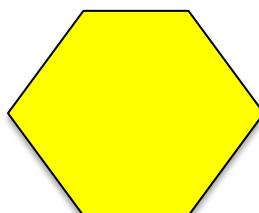
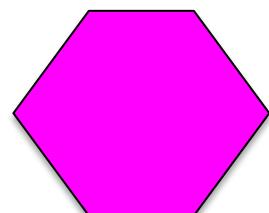
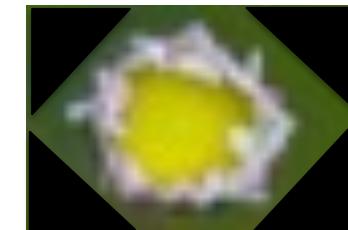
Piese hexagonale



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

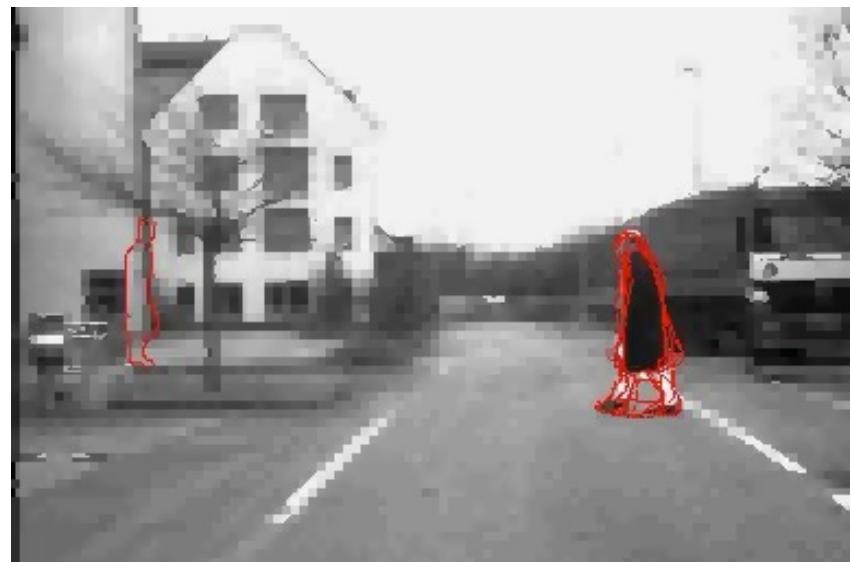
1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii, textură

Laborator: detectare de obiecte



Detectare semne de circulație



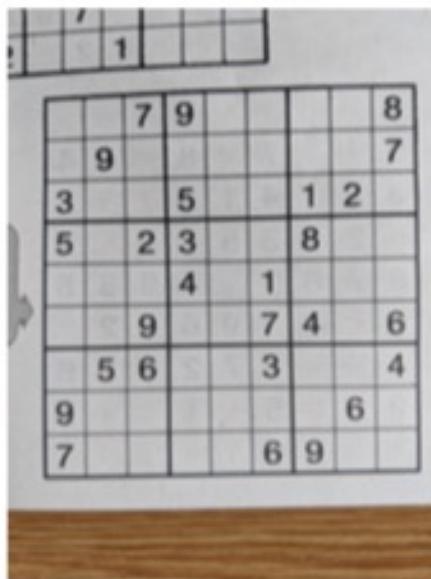
Detectare pietoni

Structura cursului

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

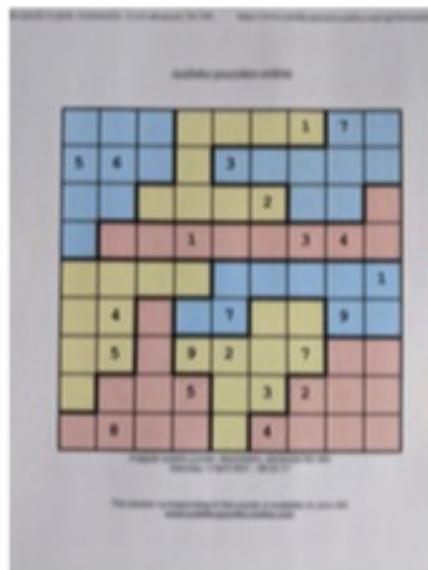
Figure 4: Examples of two Classic Sudoku puzzles and their corresponding configuration.

Structura cursului

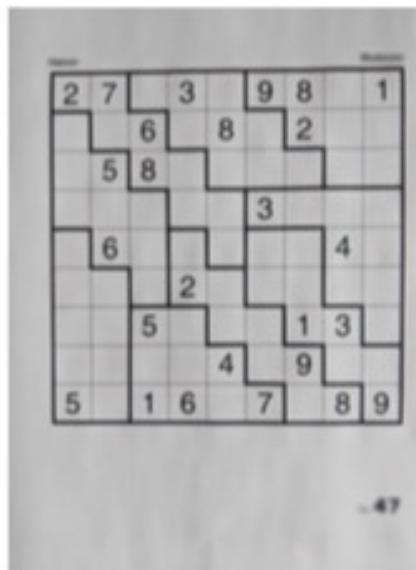
1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii, textură

Laborator: extragerea informației dintr-un careu Sudoku



1o1o1o2o2o2o2x3x3o
1x1x1o2o3x3o3o3o3o
1o1o2o2o2o2x3o3o4o
1o4o4o4x4o4o4x4x4o
5o5o5o5o6o6o6o6o6x
5o5x7o6o6x8o8o6x6o
5o5x7o8x8x8o8x9o9o
5o7o7o7x8o8x9x9o9o
7o7x7o7o8o9x9o9o9o



1x1x2o2x2o3x3x3o3x
4o1o1x2o2x2o3x3o3o
4o4x1x1o2o2o2o3o3o
4o4o4o1o1o5x5o5o5o
6o4x4o7o1o8o8o5x5o
6o6o4o7x7o8o8o5o5o
6o6o9x9o7o7o8x8x5o
6o6o9o9o9x7o7x8o8o
6x6o9x9x9o9x7o7x8x

..47

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

Structura cursului

1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii, textură

Laborator: sinteza texturii, transferul texturii pe obiecte



mostră de textură



textură generată



Structura cursului

1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii, textură

Laborator: sinteza texturii, transferul texturii pe obiecte



+



=



+



=



Structura cursului

2. Descriptori vizuali

- puncte de interes, descriptori SIFT, descriptori HOG

Laborator: realizarea de panorame, regăsirea informației

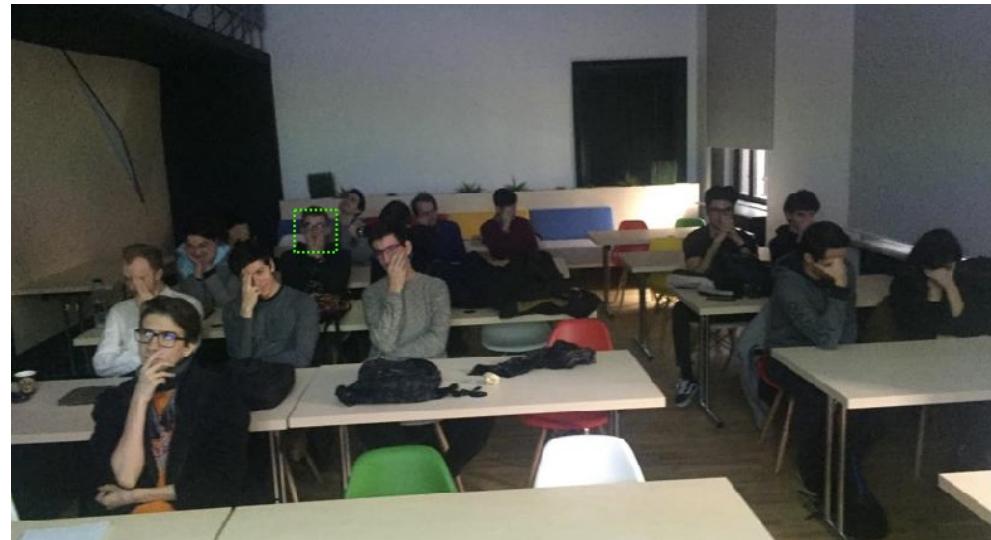


Structura cursului

3. Recunoaștere de obiecte

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

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



Structura cursului

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



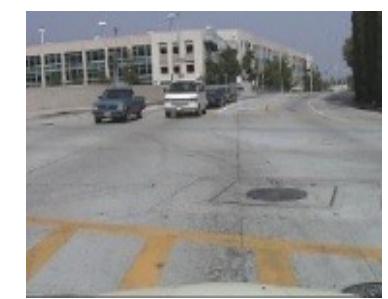
NU



DA



NU



NU



DA



DA



NU



Structura cursului

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

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
 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)
 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` 100×100 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 10000×1 (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 50×50 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 20×20 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!