

Concepțe și aplicații în Vedere Artificială

Bogdan Alexe

bogdan.alexe@fmi.unibuc.ro

Radu Ionescu

radu.ionescu@fmi.unibuc.ro

Curs optional
anul III, semestrul I, 2024-2025

Cereri schimbare cursuri optionale (sem. I 2024-2025)

01.10.2024

Stimați studenți,

Acet mesaj se adresează acelora dintre voi care și-au ales cursurile optionale folosind platforma optionale.fmi.unibuc.ro, adică studentilor din anul 2 Informatică, anul 3 Matematică-Informatică, anul 3 Informatică, anul 4 Calculatoare și Tehnologia Informației, master IF anul 2 Informatică.

Începând de marți, 1 octombrie până sâmbătă, 5 octombrie, inclusiv, puteți să cereți schimbarea unuia sau mai multor cursuri optionale.

Numărul de cursuri optionale diferă în funcție de programul și specializarea de licență sau master la care sunteți înscris. Cererea de schimbare se realizează în contul asociat din platforma optionale.fmi.unibuc.ro.

Studentii de la master, anul 1, Informatică pot face și ei cerere de mutare de optional după prima săptămână de cursuri completând [acest formular](#). Vă rugăm să aveți în vedere că studenții de anul 1, master, Informatică au ales cursurile optionale folosind formulare și nu platforma optionale.fmi.unibuc.ro. Acest lucru s-a intamplat întrucât nu toți studenții intrați la master, anul 1, aveau conturi instituționale după admiterea din vară.

Cererile de schimbare de optional vor fi procesate conform regulilor detaliate [aici](#).

Pentru orice fel de probleme aveți legate de cursurile optionale va rog să transmiteți un mesaj pe adresa optionale@fmi.unibuc.ro.

Noi = cei care predăm



Bogdan

Curs (50%)



Radu

Curs (50%)



Alexandra

Laborator (100%)

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

1	OPROIU MATEI	311	Matematica-Informatica An3	31	CHIRUȘ MINA-SEBASTIAN	342	Informatica An3	61	SCARLAT MARIUS-ȘTEFAN	352	Informatica An3
2	CHIȚU TUDOR	331	Informatica An3	32	PAPUC STEFAN-EDUARD	342	Informatica An3	62	Andronic L.S. Smaranda	461	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
3	FRUNZĂ ALESSIA	331	Informatica An3	33	PROTOPOPESCU EMANOIL-BOGDAN	342	Informatica An3	63	Butuferi Al Tudor-David	461	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
4	INGEAUA ALEXANDRU-CRISTIAN	331	Informatica An3	34	RAPCEA CĂTĂLIN	342	Informatica An3	64	Marin S Iulian	461	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
5	MICLEA ALEXANDRU	331	Informatica An3	35	SERBAN ANDREI	342	Informatica An3	65	Păun C Ștefan	461	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
6	OCNARU MIHAI-OCTAVIAN	331	Informatica An3	36	CĂPITANU ANDREEA	343	Informatica An3	66	Anca G Alexandru-Iulian	462	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
7	PETRE-ȘOLDAN ADELA	331	Informatica An3	37	FOLOGEA VALENTIN-ALEXANDRU	343	Informatica An3	67	Balawi I. Usama	462	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
8	POPA ANDREI	331	Informatica An3	38	GABROVEANU RAZVAN-PETRU	343	Informatica An3	68	Beșel D Marin-Adrian	462	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
9	ROŞU ANA-MARIA	331	Informatica An3	39	GOIDAN MATEI-CONSTANTIN	343	Informatica An3	69	Dumitru C Georgian-Fabian	462	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
10	HODIVOIANU ANAMARIA	332	Informatica An3	40	HUMĂ ȘTEFAN-DORIAN	343	Informatica An3	70	Enescu V Horia-Teodor-Gabriel	462	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
11	MIRCEA ANDREI-RĂZVAN	332	Informatica An3	41	NEDELCU DRAGOȘ-IOAN	343	Informatica An3	71	Ioja V. Denis	462	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
12	COBANU IOAN-PAUL	333	Informatica An3	42	ROŞU GABRIEL-CĂTĂLIN	343	Informatica An3	72	Leveniu P.I Adrian-George	462	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
13	IONESCU COSTIN-IOAN	333	Informatica An3	43	AVRĂMESCU ISAAC SEBASTIAN	344	Informatica An3	73	Podeanu I.M. Matei-Alexandru	462	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
14	MĂCIUCĂ TEODOR-ALEXANDRU	333	Informatica An3	44	ISCRU BIANCA	344	Informatica An3	74	Popescu G Andrei-George	462	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
15	MODREANU MARIA	333	Informatica An3	45	PERICICĂ MEDEEA-MARIA	344	Informatica An3	75	Şerban D Ramona-Elena	462	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
16	MUDJAR MILAN	333	Informatica An3	46	APOSTOL ALIN-CONSTANTIN	351	Informatica An3	76	Alexandru M.M. Marius-Cristian	463	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
17	TĂMAŞ IULIA	333	Informatica An3	47	BERBECE DAVID-CONSTANTIN	351	Informatica An3	77	Anghel D-V Ioan-Tudor-Alexandru	463	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
18	CALOTĂ ȘTEFAN-DANIEL	334	Informatica An3	48	CIUPERCEANU VLAD-MIHAI	351	Informatica An3	78	Bîldeanu Andreea-Diana	463	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
19	FLORETE FABIAN ANDREI	334	Informatica An3	49	COSTACHE RADU-MIHAI	351	Informatica An3	79	Ionescu M Mircea-Mihail	463	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
20	IONESCU SARA-IOANA	334	Informatica An3	50	DEACONESCU SABIN MARIO	351	Informatica An3	80	Moraru T Ilina-Ana	463	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
21	NOHAI ALEXANDRU	334	Informatica An3	51	MIU TUDOR-GABRIEL	351	Informatica An3	81	Nicorescu V. Alexandru-Gabriel	463	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
22	BĂLĂIȚĂ COSMIN-NECULAI	341	Informatica An3	52	PÎRVULESCU DARIA-MARIA	351	Informatica An3	82	Sîrmion I. Stefan	463	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
23	BERCA TEODORA	341	Informatica An3	53	PREDA MARIA	351	Informatica An3	83	Vlaicu R. Ana-Francesca	463	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
24	GHENA-IONESCU ALEXANDRU	341	Informatica An3	54	BOERIU GEORGE-COSMIN	352	Informatica An3	84	Andrei BG Timotei	464	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
25	LUNGU LAURA-VANESA	341	Informatica An3	55	BUCĂ MIHNEA-VICENȚIU	352	Informatica An3	85	Bălan T Teodor-Daniel	464	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
26	NEGOIȚĂ-CREȚU RALUCA-MARINA	341	Informatica An3	56	CĂPĂȚINĂ RĂZVAN-NICOLAE	352	Informatica An3	86	Belu S.H. Mihai-Costin	464	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
27	POPEANGĂ ANTONIA-MARIA	341	Informatica An3	57	DINU MATEI-ALEXANDRU	352	Informatica An3	87	Comârdici A Marian-Bogdan	464	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
28	TÎRDEA MIHAI-CĂTĂLIN	341	Informatica An3	58	LUȚU ADRIAN - CĂTĂLIN	352	Informatica An3	88	Megherlich C Andreea	464	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
29	VOINESCU DAVID-IOAN	341	Informatica An3	59	PECHEANU ANNA-ANGELA	352	Informatica An3	89	Tismanaru C Artemis-Constantina	464	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4
30	BOTEZATU COSMIN - ADRIAN	342	Informatica An3	60	POPESCU ȘTEFAN-ALEXANDRU	352	Informatica An3	90	Virtopeanu M.S Sebastian-Filip	464	Calculatoare si Tehnologia Informatiei An4

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/>

Semestrul I

Semestrul I	
30.09.2024 – 22.12.2024	Activitate didactică
23.12.2024 – 05.01.2025	Vacanță de iarnă
06.01.2025 – 19.01.2025	Activitate didactică (06.01.2025 - Bobotează și 07.01.2025, Sf. Ioan Botezătorul - zile libere)
20.01.2025 – 09.02.2025	Sesiune de examene (24.01.2025 - zi liberă)
10.02.2025 – 16.02.2025	Vacanță intersemestrială
10.05.2025 – 23.02.2025	Sesiune de licență, disertație**
17.02.2025 – 23.02.2025	Sesiune de restanțe*

- 14 cursuri (12 cursuri în 2024, 2 cursuri în 2025)
- 13-14 laboratoare (11-12 laboratoare în 2024 + 2 laboratoare în 2025)

Orar

Optionale an III - INFO (Curs)

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 Mon	Ciocan I DezvJoc3DUnrEng5 (opt*) (curs) 3(Titeica)				Suter F TehnSimulare 3							
Ma Tue			Popescu S IntrProgrJocCalc (curs) 3(Titeica)									
Mi Wed					Alexe B / Ionescu R Co&ApInVedArtif 202	Stupariu S GraficaPeCalc 3(Titeica)	Dumitran M StructDateAvans 3	industrie JavaScriptServer (*) 215				
Jo Thu	Dragan M MngAmenintCiber 215	Patrascu A SistDistrib 8	BanuDem. I Blockchain 1(Stoilow)	Rusu C PrelucrSemnal 3								

- 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 Mon		Diaconu A Co&AplInVedArtif (Lab) Gr_3	8:00 - 8:50	9:00 - 9:50	10:00 - 10:50	11:00 - 11:50	12:00 - 12:50	13:00 - 13:50	Ciocan I DezvJoc3DUnrEng5 (opt*) (Lab) Gr_3	14:00 - 14:50	15:00 - 15:50	16:00 - 16:50	17:00 - 17:50
	Diaconu A Co&AplInVedArtif (Lab) Gr_2	L-308	L-308	L-303	L-303	L-303	L-303	L-303	Suter F TehnSimulare (Lab) L-201	17:00 - 17:50	18:00 - 18:50	19:00 - 19:50	
Ma Tue	Ciobanu A Blockchain (Lab) Gr_1	L-303	Ciobanu A Blockchain (Lab) Gr_1	L-303	Ciobanu A Blockchain (Lab) Gr_2	L-303	Ciobanu A Blockchain (Lab) Gr_2	L-303	Iordache S IntrReinfLearn (Lab) Gr_1	L-309	Neagu M IntrProgrJocCalc (Lab) Gr_1	L-303	
									Iordache S IntrReinfLearn (Lab) Gr_2	L-309	Tabusca S RPA UiPath (*) (Lab) Gr_1	ONLINE	
Mi Wed	Iordache S IntrReinfLearn (Lab) Gr_3	L-303							industrie JavaScriptServer (*) (Lab) L-303		Neagu M IntrProgrJocCalc (Lab) Gr_2	L-201	
									Stupariu S GraficaPeCalc (Lab) Gr_1	L-308	Dumitran M StructDateAvans (Lab) L.218		
Jo Thu		Dragan M MngAmenintCiber (Lab)	8:00 - 8:50	9:00 - 9:50	10:00 - 10:50	11:00 - 11:50	12:00 - 12:50	13:00 - 13:50	Stupariu S GraficaPeCalc (Lab) Gr_3	14:00 - 14:50	15:00 - 15:50	16:00 - 16:50	17:00 - 17:50
	Iordache S IntrReinfLearn (Lab) Gr_4	L-303	L-204	L-204	L-204	L-204	L-204	L-204	Patrascu A SistDistrib (Lab) L-204	17:00 - 17:50	18:00 - 18:50	19:00 - 19:50	

- 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 (miercuri 13 noiembrie, termen limită marți 3 decembrie), T1 va fi punctată cu 5 puncte (+ posibil bonus);
 - primiți T2 în săptămâna 12 (miecuri 18 decembrie, termen limită duminică 19 ianuarie), T2 va fi punctată cu 5 puncte (+ posibil bonus);
 - lucrare finală de laborator: L1;
 - lucrarea se dă în ultima săptămână din sesiune, 3-9 februarie 2025 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 = 19 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 3-9 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 3-9 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 = $\min(10, \max(\text{green T1} + \text{green T2} + \min(1, \text{green BC} + \text{green BL}),$
 $\text{red } 2*L1 + \min(1, \text{BC}), \text{blue } L1 + \max(\text{T1}, \text{T2}) + \min(1, \text{BC})))$
- 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 2025/2026

- nu ținem cont de niciun punctaj din anul curent 2024/2025.

Rotunjirea notelor obținute

- orice notă $x < 5$ se rotunjește la partea sa 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 = $0,05p$ pentru fiecare 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;
 - primiți puncte dacă răspundeți correct și rapid;
 - premiem la fiecare curs primii 12 studenți din clasamentul asociat : primii 3 studenți iau $0.2p$, următorii 3 studenți iau $0.15p$, următorii 3 studenți iau $0.1p$, 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 alegeti un username, ideal nume.prenume (alexе.bogдан)
- 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;

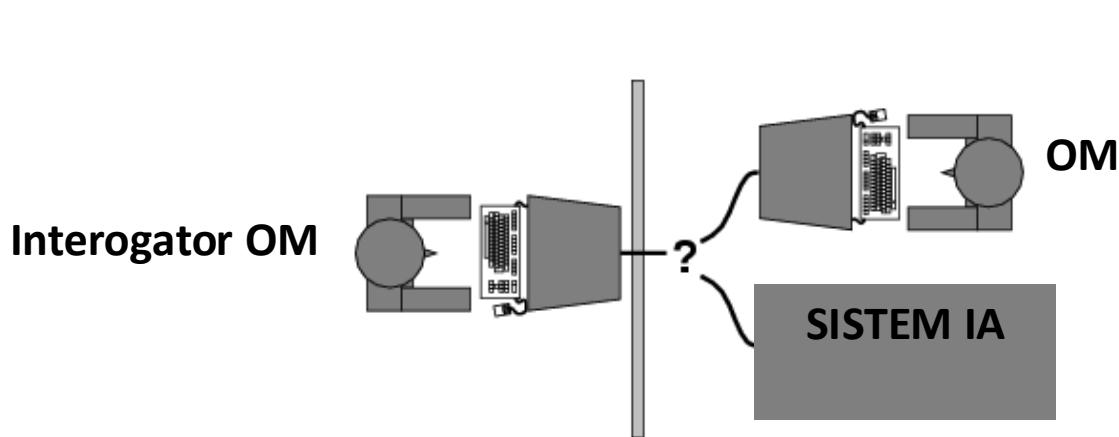
Se consideră **incident major** cazul în care un student/ o studentă:

- a. copiază la examene de orice tip;

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

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

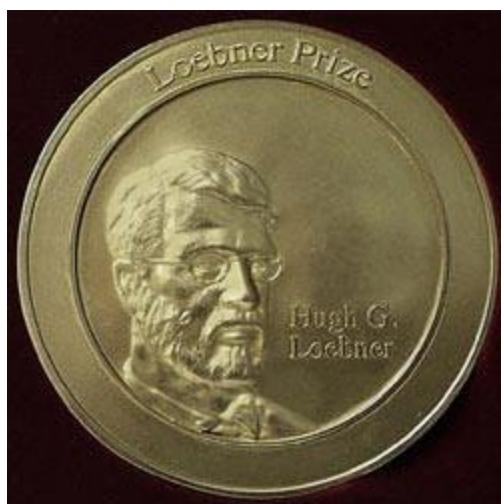
Testul Turing



- 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)

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



Scopul vederii artificiale

- Extragerea informației din pixeli



Vederea umană

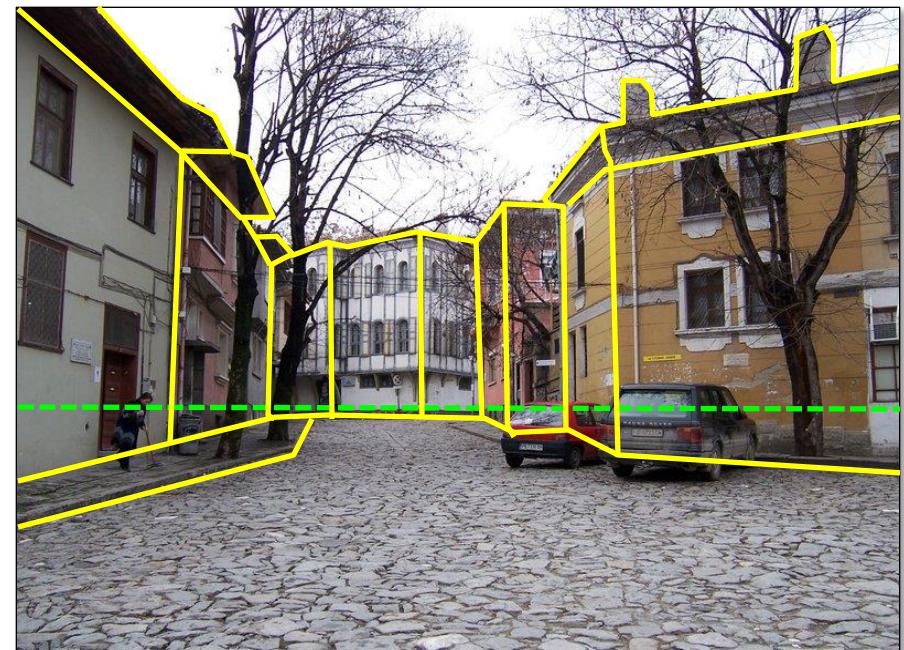
G:103 B:103	G:148 B:152	G: 70 B: 73	G: 54 B: 57	G: 42 B: 48	G: 39 B: 42	G: 47 B: 47	G: 47 B: 47	G: 47 B: 47
R: 99 G: 95 B: 95	R:177 G:172 B:178	R: 81 G: 79 B: 83	R: 54 G: 49 B: 54	R: 55 G: 46 B: 50	R: 48 G: 34 B: 40	R: 61 G: 45 B: 46	R: 61 G: 45 B: 46	R: 61 G: 45 B: 46
R: 88 G: 84 B: 85	R:154 G:148 B:154	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: 69 G: 53 B: 53	R: 69 G: 53 B: 53
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: 56 G: 43 B: 44	R: 56 G: 43 B: 44
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: 49 B: 52	R: 63 G: 49 B: 52
R: 76 G: 72 B: 76	R: 81 G: 79 B: 85	R: 69 G: 69 B: 77	R: 50 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	R: 63 G: 54 B: 56

Vederea calculatoarelor

Ce informații extragem?

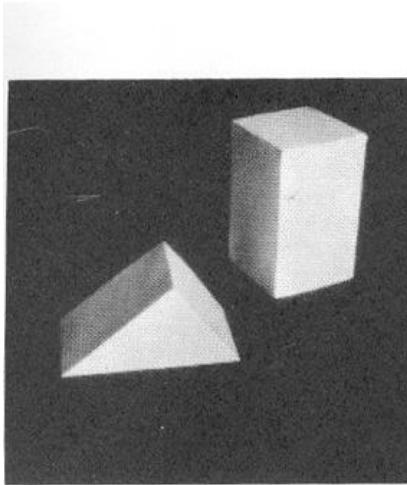


Informații semantice

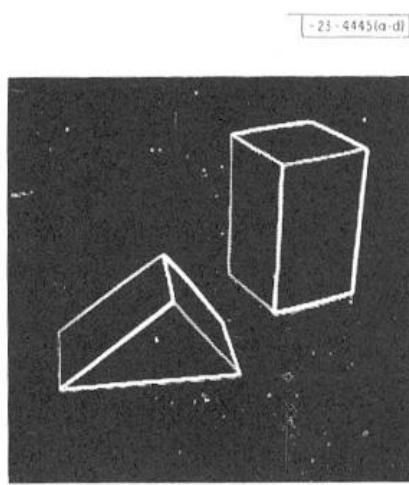


Informații geometrice (3D)

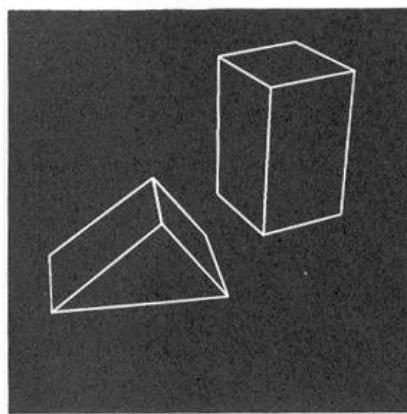
Date vizuale în 1963



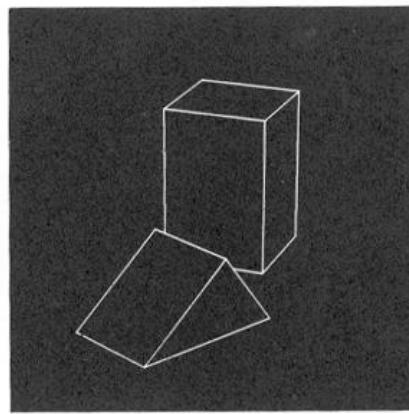
(a) Original picture.



(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 2024



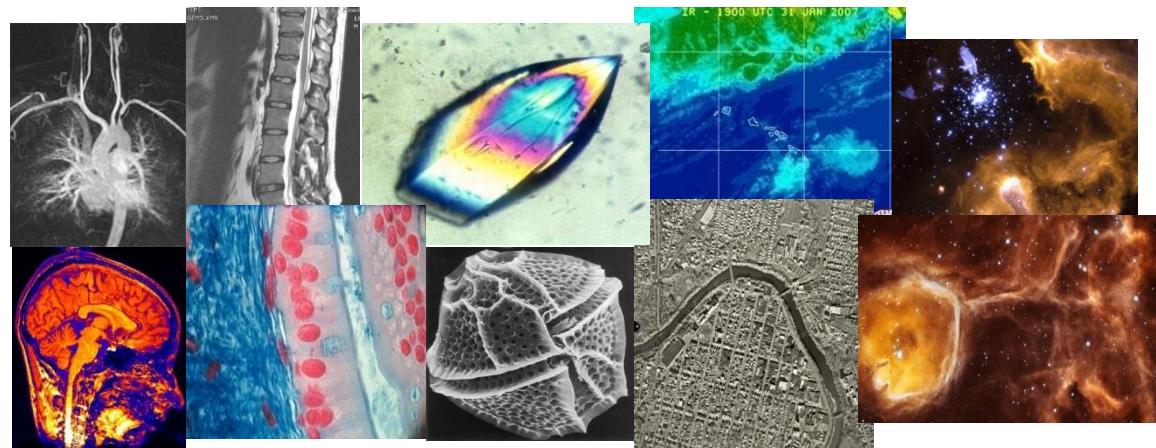
Albume foto



Filme, știri, sporturi



Supraveghere video și securitate



Imagini medicale și științifice

Exemplu de vedere artificială



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

Exemplu de vedere artificială



Terminator 2

Aplicații de succes în Vederea Artificială

Corectarea automată a testelor grilă



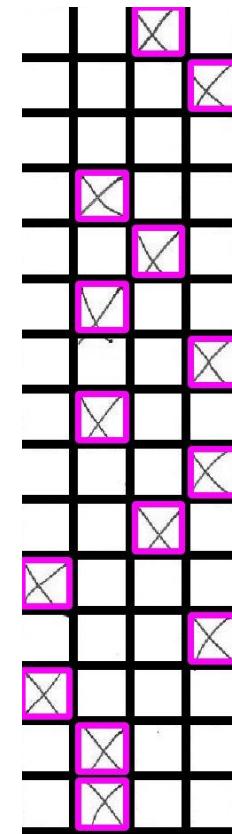
TEST GRILĂ INFORMATICĂ

Număr variantă **1**

FIZICĂ
Număr variantă

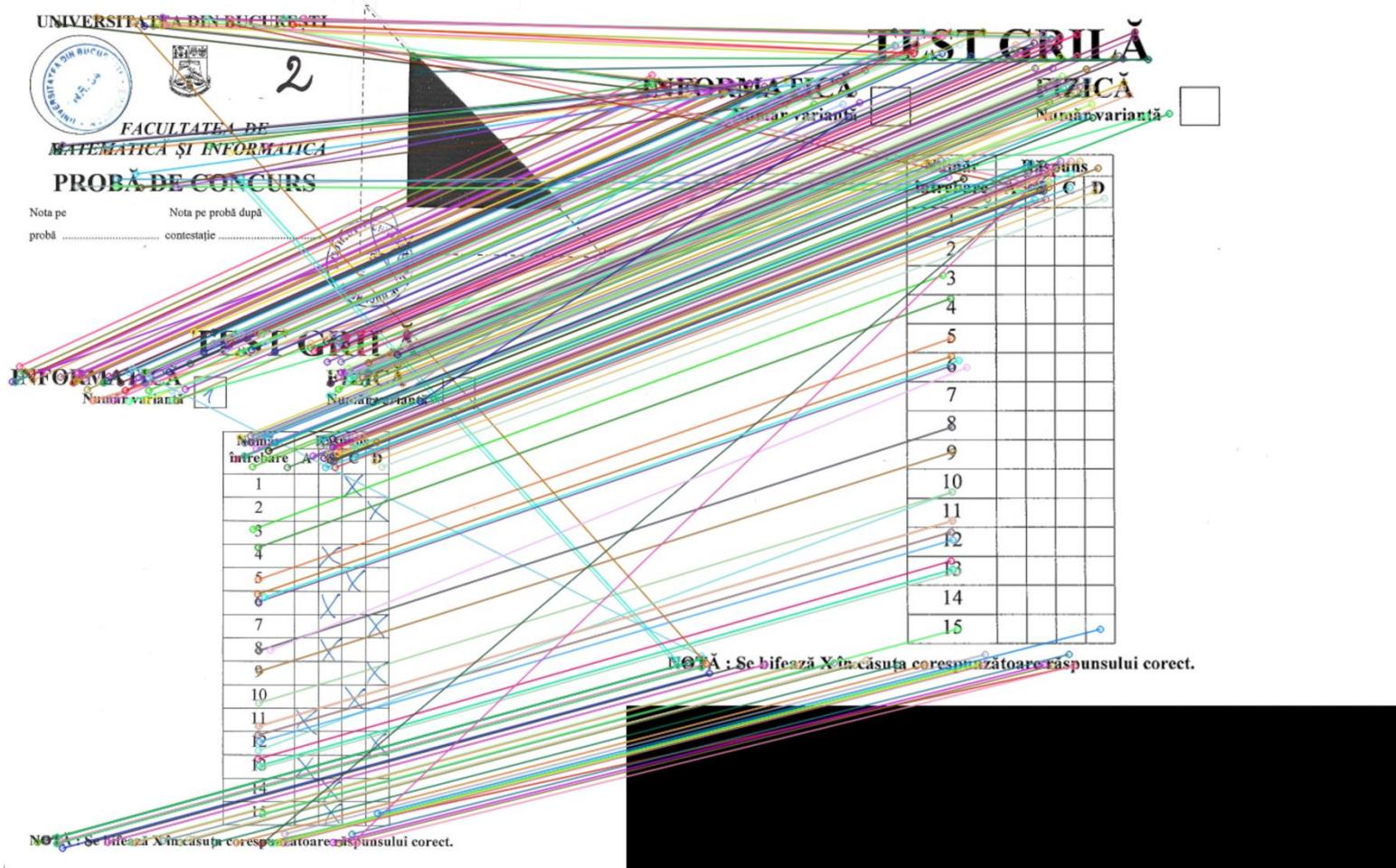
Număr întrebare	A	B	C	D
1			X	
2			X	
3				
4	X			
5		X		
6	X			
7		X		
8		X		
9			X	
10			X	
11	X			
12			X	
13	X			
14		X		
15		X		

NOTĂ : Se bifează X în căsuța corespunzătoare răspunsului corect.

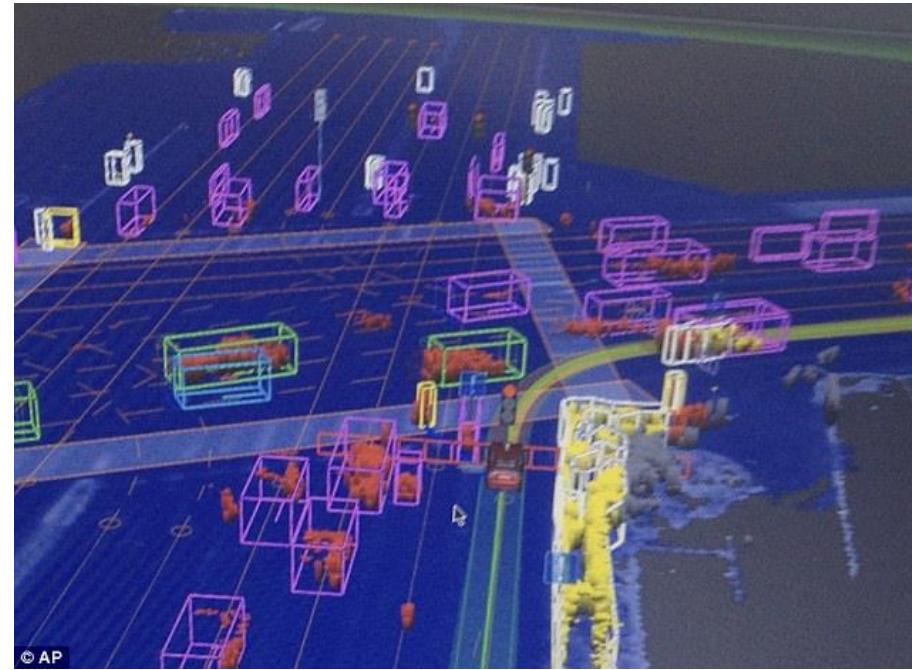


Numar Lucrare	Varianta	0X	1X	mX	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Numar grile corecte	Nota
2	Informatica_1	1	14	0	C	D	B	C	B	D	B	D	C	A	D	A	B	B	2	2.2	

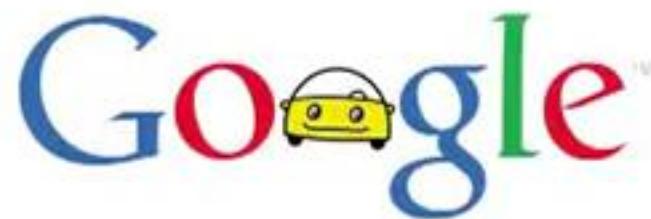
Corectarea automată a testelor grilă



Maşını fără şofer



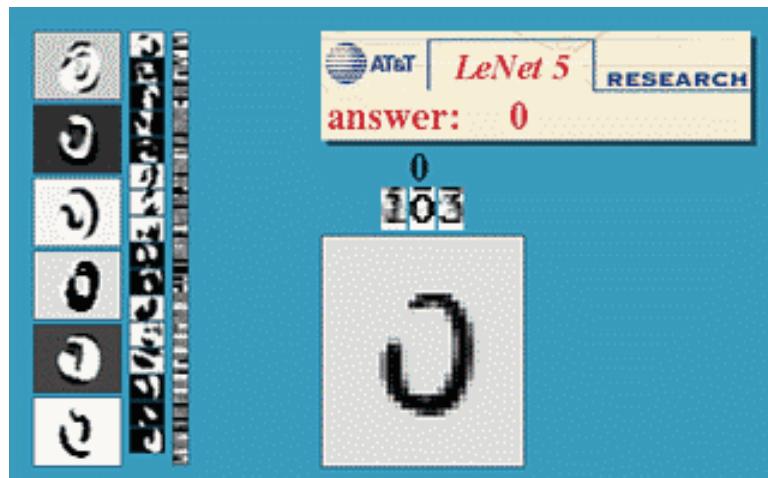
Maşını fără şofer - Google



<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

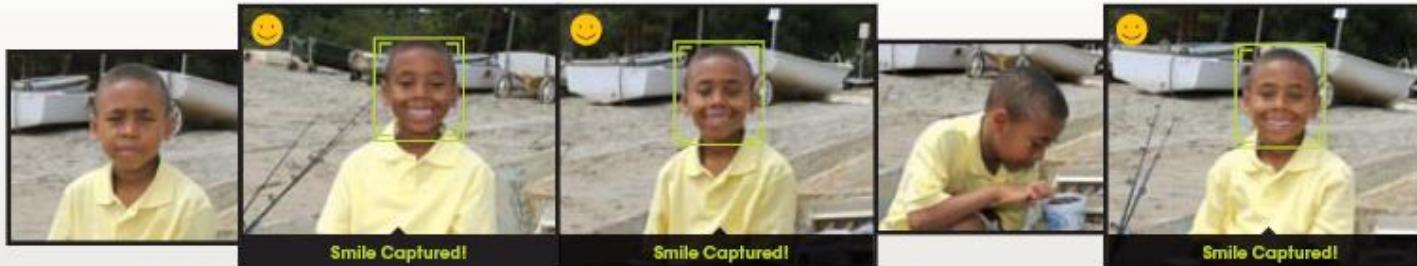


- Multe din camerele digitale existente au incorporat detector facial
 - Canon, Sony, Fuji, ...

Smile detection?

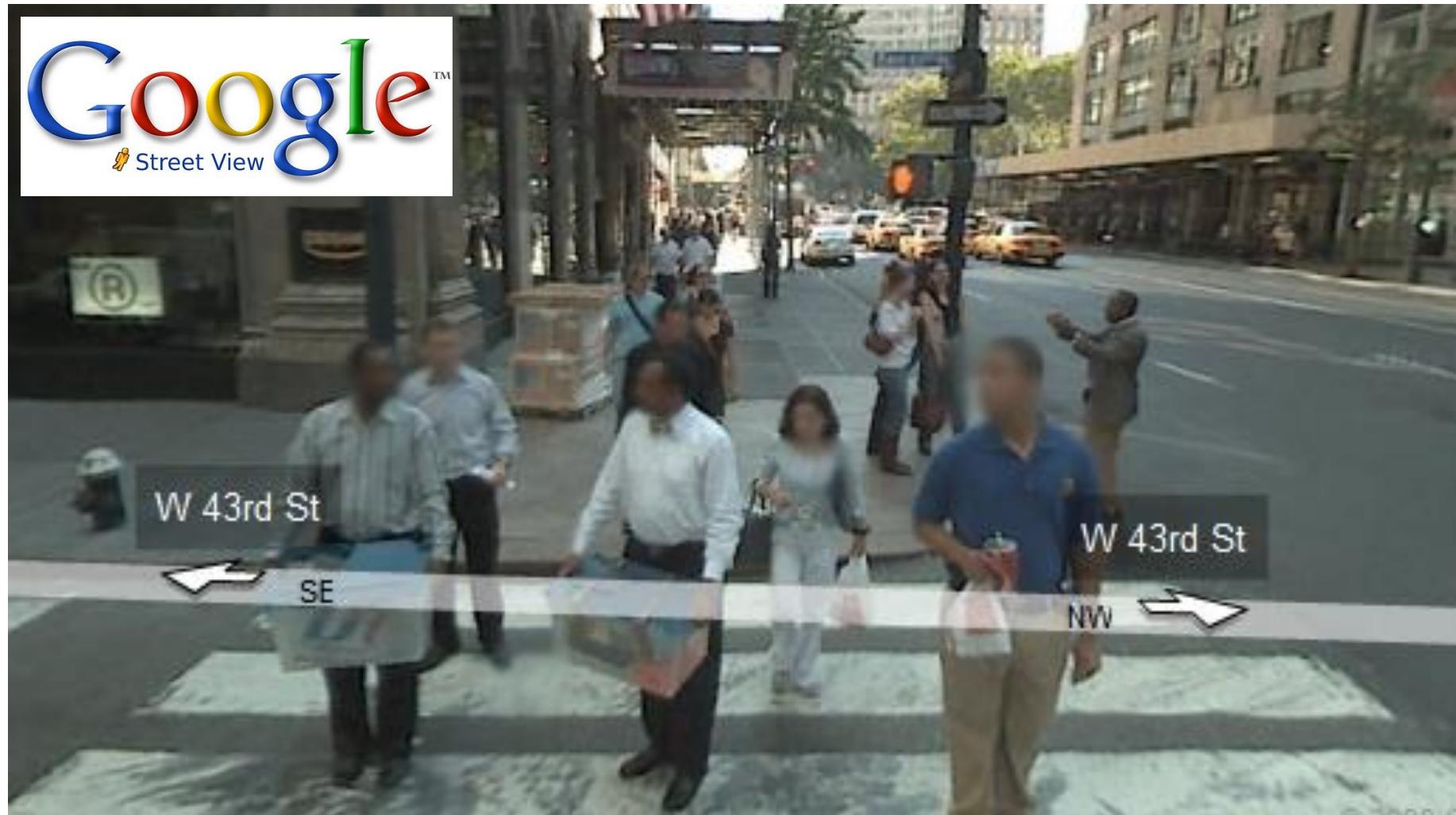
The Smile Shutter flow

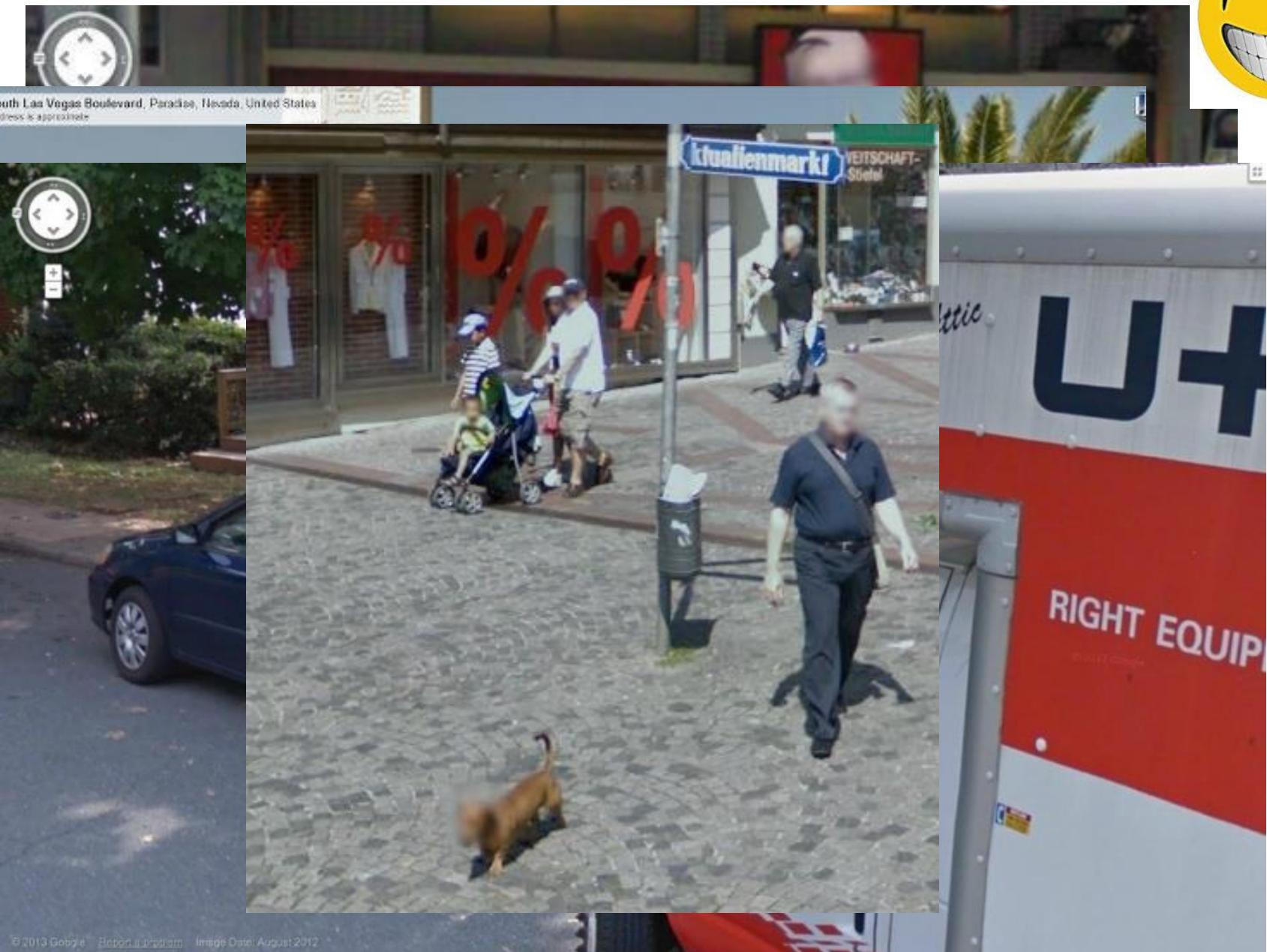
Imagine a camera smart enough to catch every smile! In Smile Shutter Mode, your Cyber-shot® camera can automatically trip the shutter at just the right instant to catch the perfect expression.



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

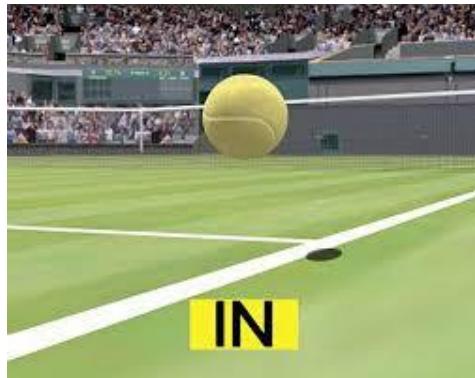
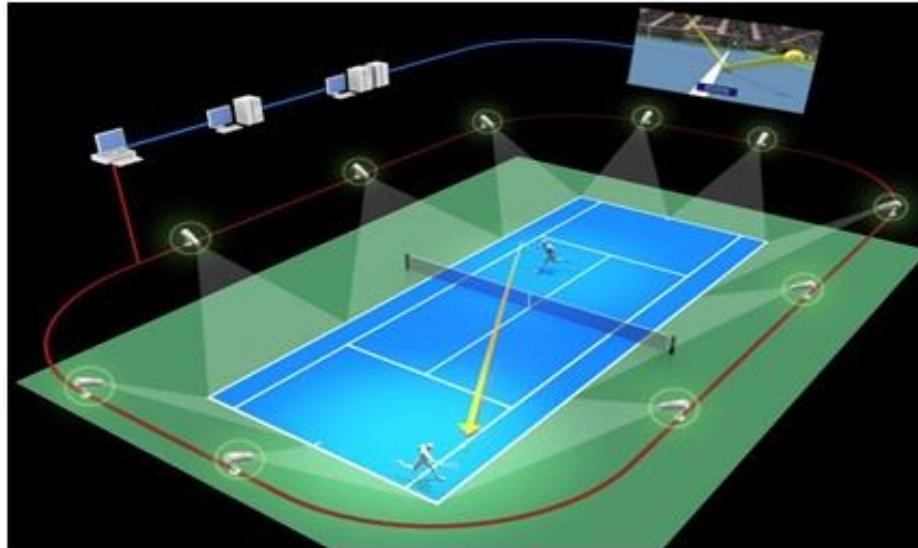
Detectarea facială pentru protejarea identității



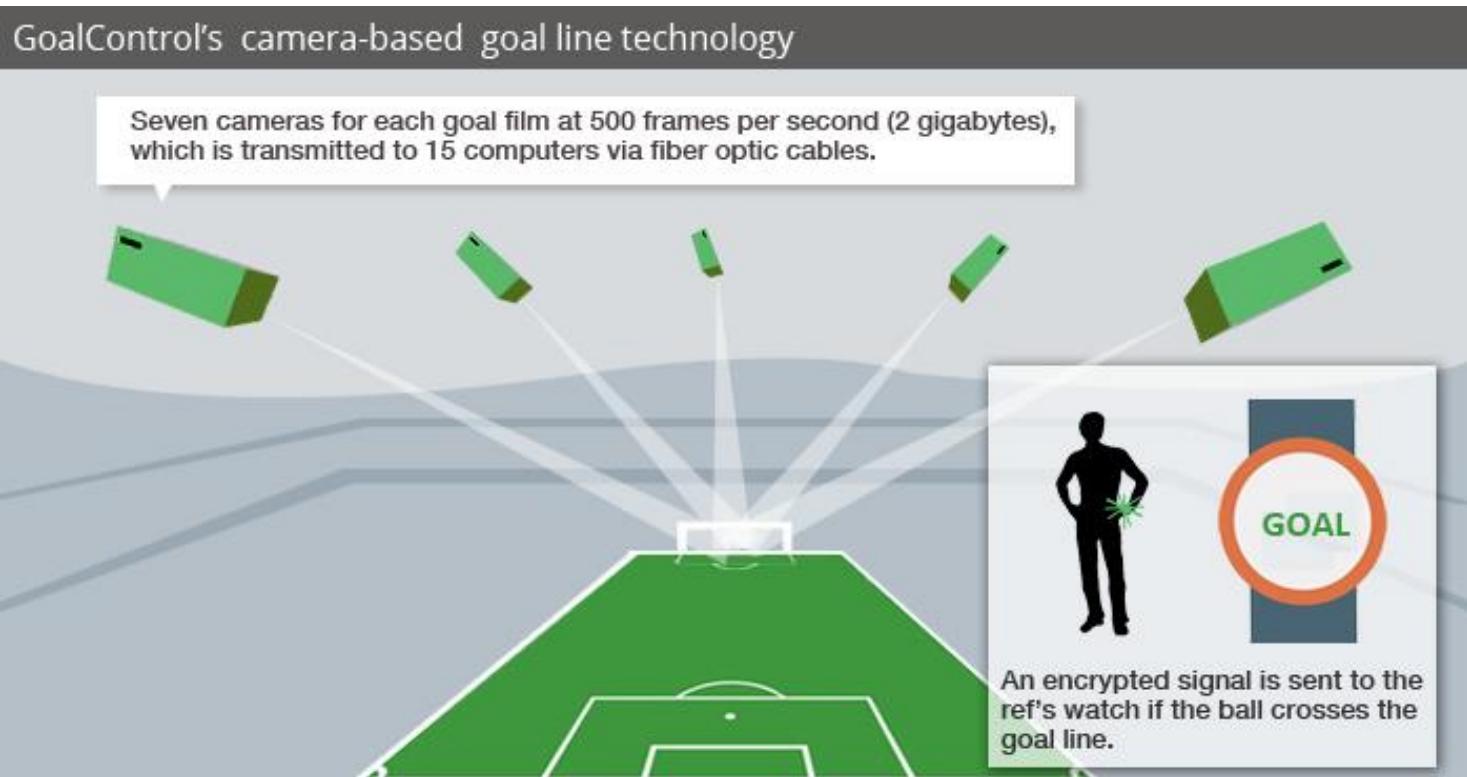


© 2013 Google - External Link - Image Date: August 2012

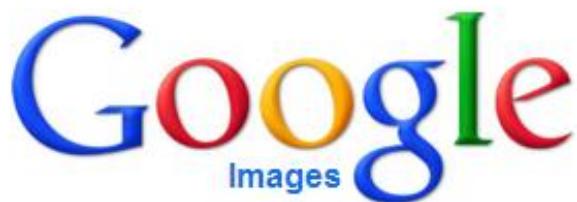
Tenis: sistemul Hawk-eye



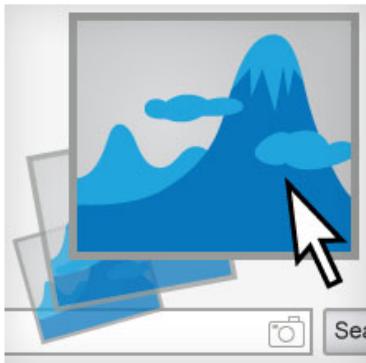
Fotbal: sistemul Goal Line



Căutare vizuală



Four ways to search by image



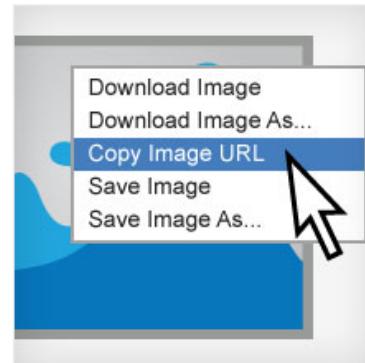
Drag and drop

Drag and drop an image from the web or your computer into the search box on images.google.com.



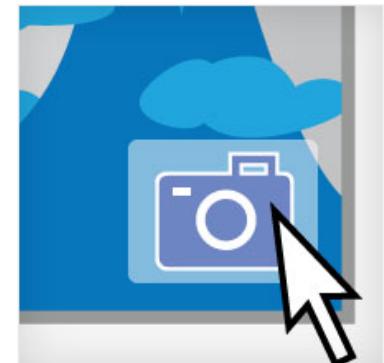
Upload an image

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](#)

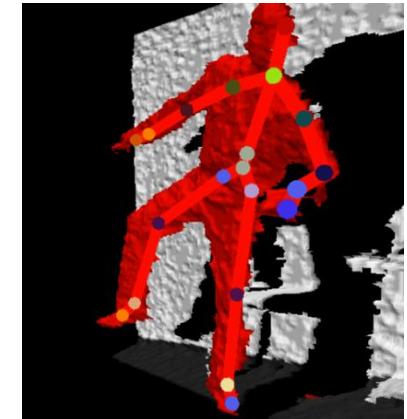
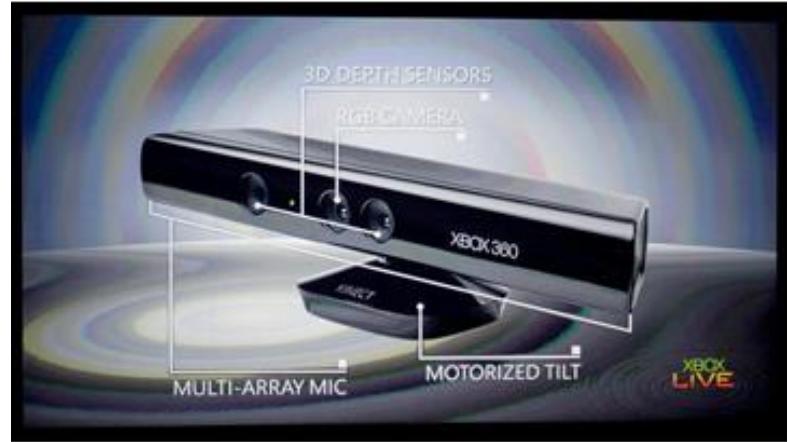
- Mobileye
 - sistem vizual disponibil pe unele modele BMW, GM, Volvo

Prevenirea accidentelor



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

Interacțiune vizuală: Xbox Kinect

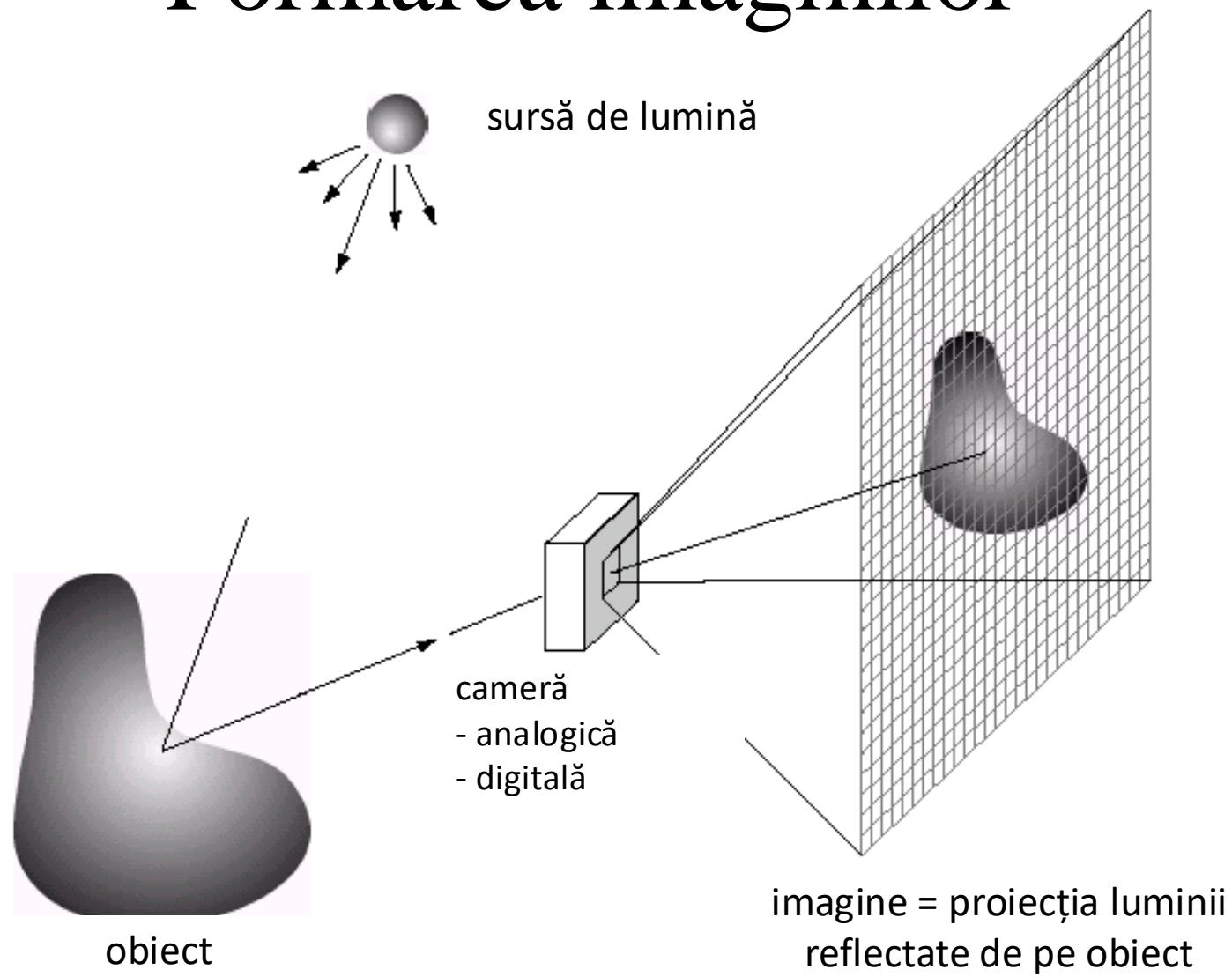


Aplicații în Vederea Artificială

- 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

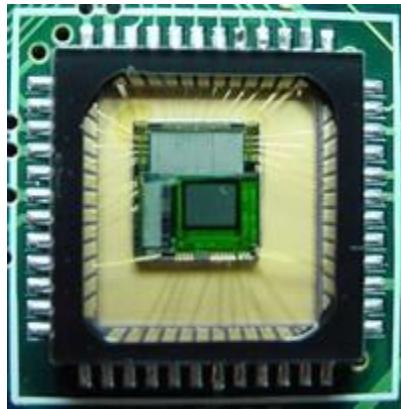


<http://electronics.howstuffworks.com/digital-camera.htm>

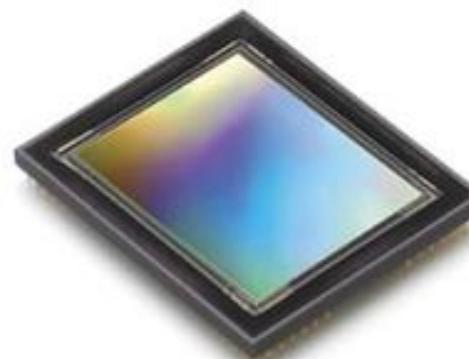
Senzori de imagine:

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

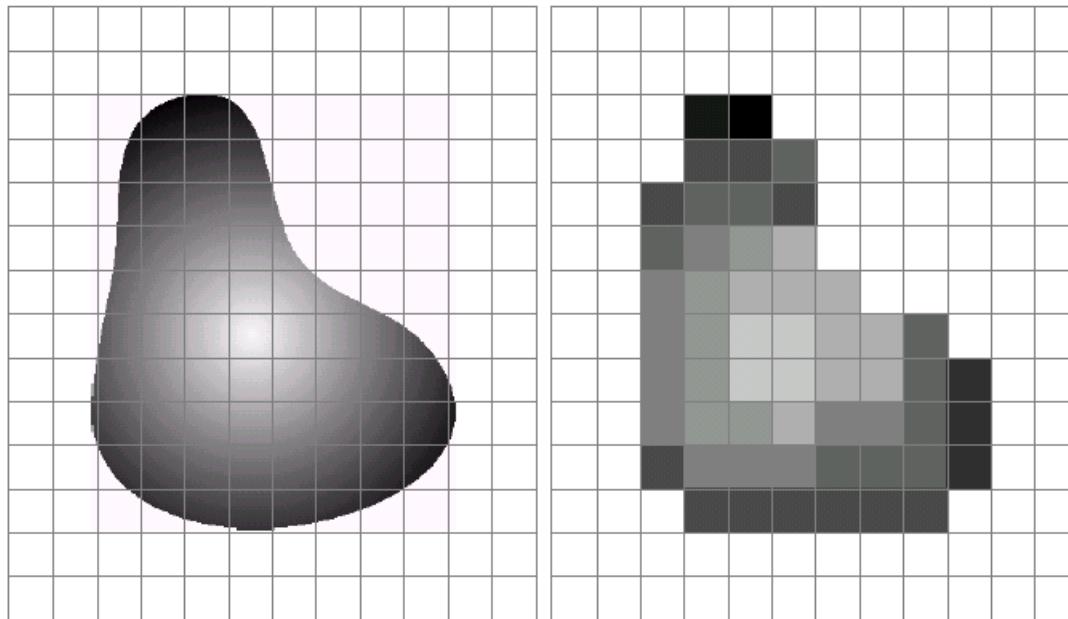
CMOS



CCD



Imagini digitale



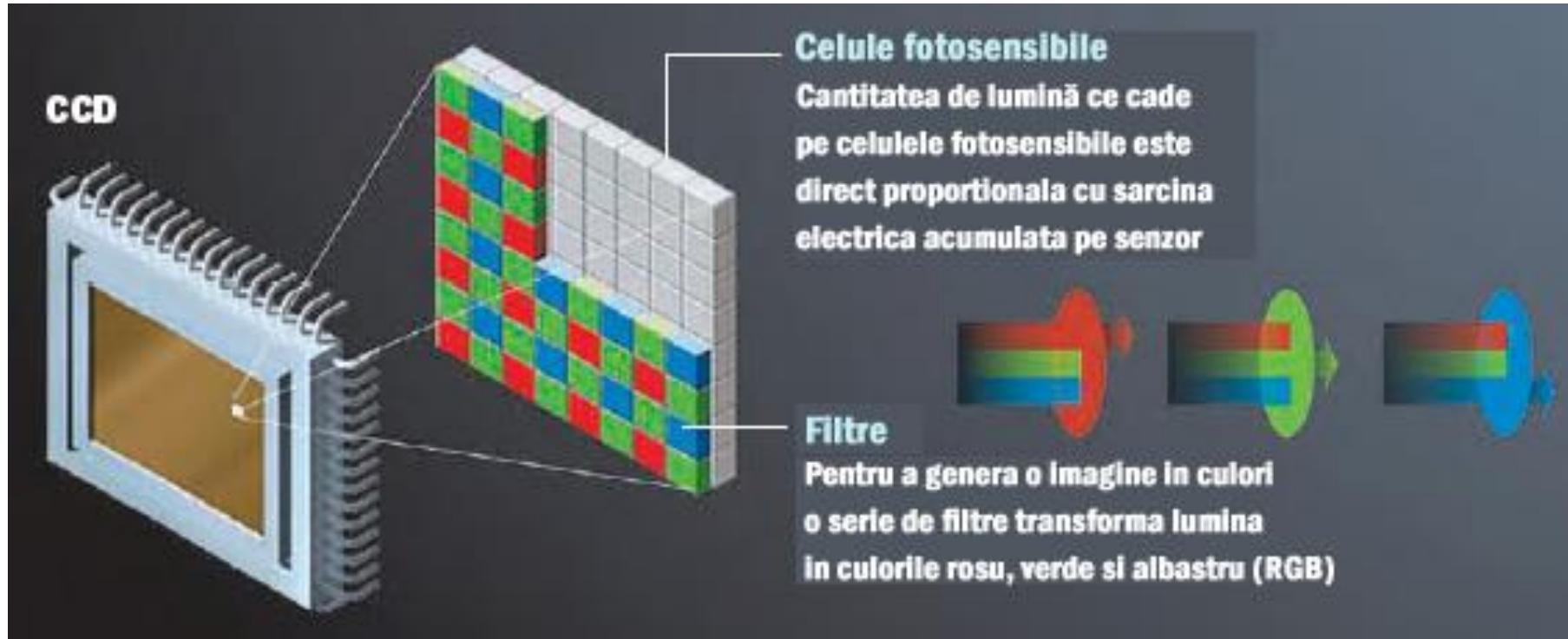
Imagine proiectată pe senzorul de imagine

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

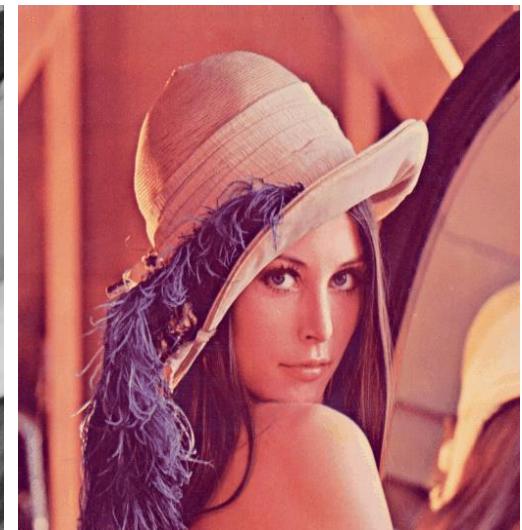
Binare



Grayscale
(tonuri de gri)



Color



Luminozitate	negru, alb	tonuri de gri	R G B
Valori	$\{0, 1\}$	$\{0, \dots, 255\}$	$\{0, \dots, 255\}^3$
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)

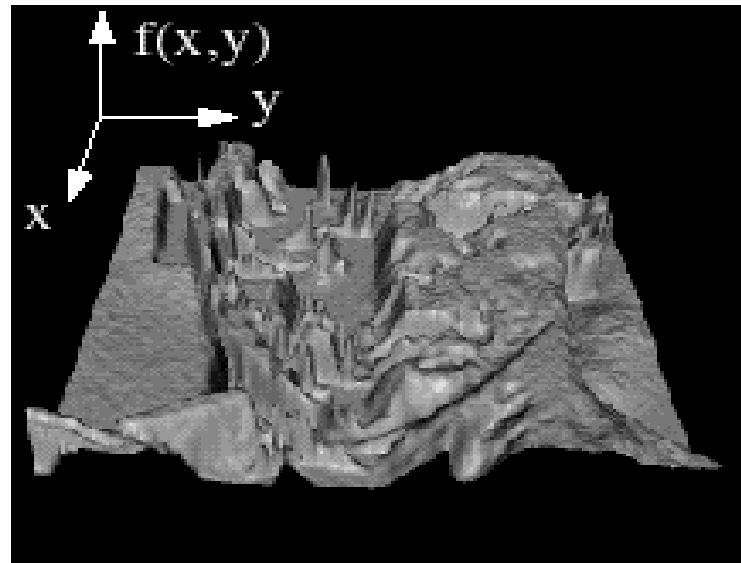


$$\text{gray} = 0.2989 * \text{R} + 0.5870 * \text{G} + 0.1140 * \text{B}$$

coeficienți determinați pe
baza perceptiei vizuale umane

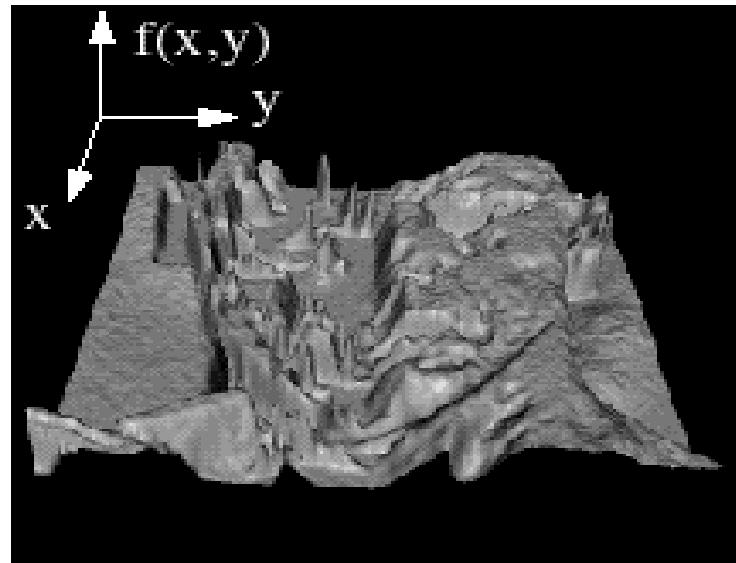
https://en.wikipedia.org/wiki/Color_vision

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)
 - é $r(x, y)$ ú
 - ê $g(x, y)$ ú
- Imagini color: $I(x, y) = \begin{cases} r(x, y) & \text{ú} \\ g(x, y) & \text{ú} \\ b(x, y) & \text{ú} \end{cases}$

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

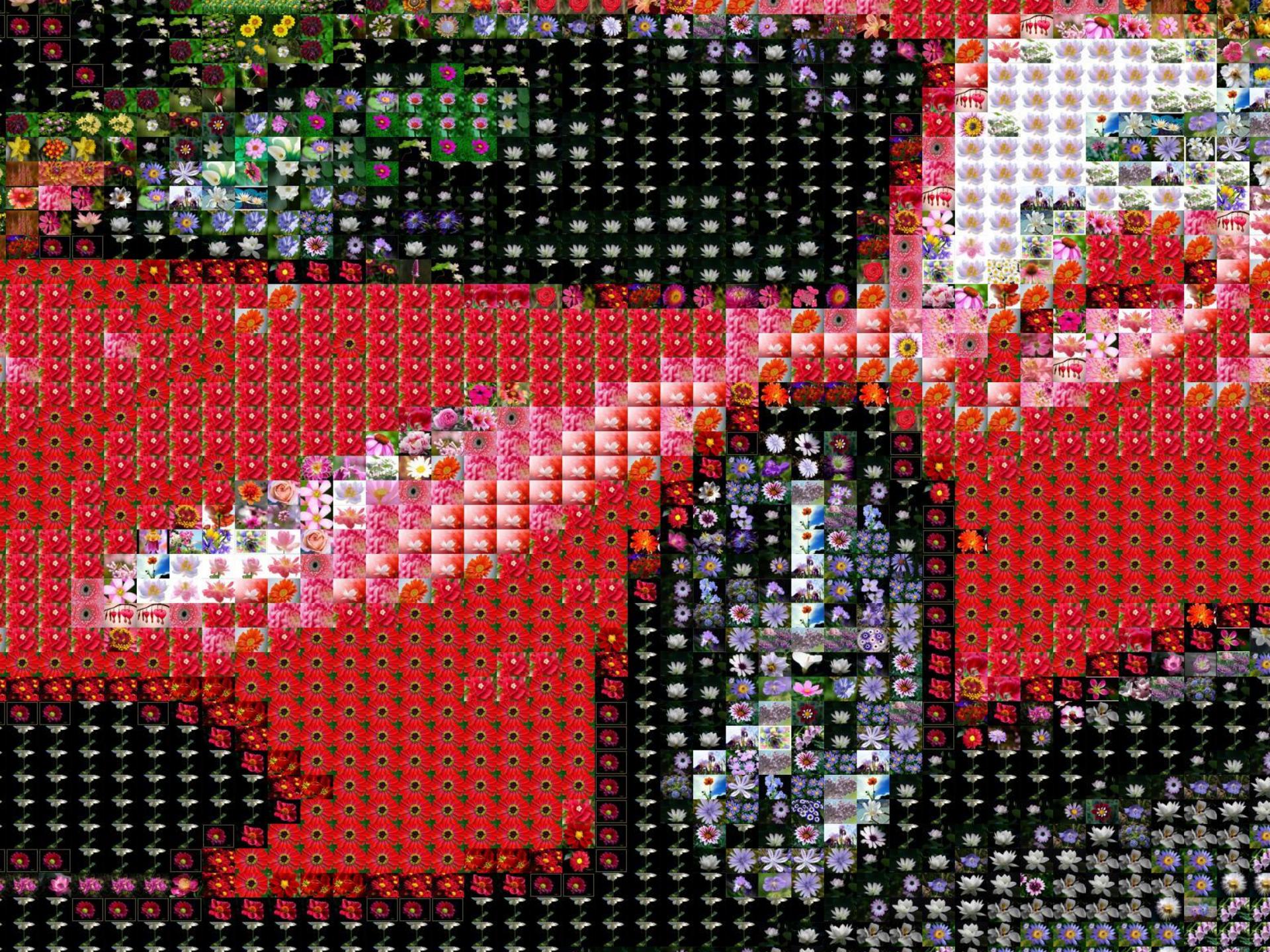


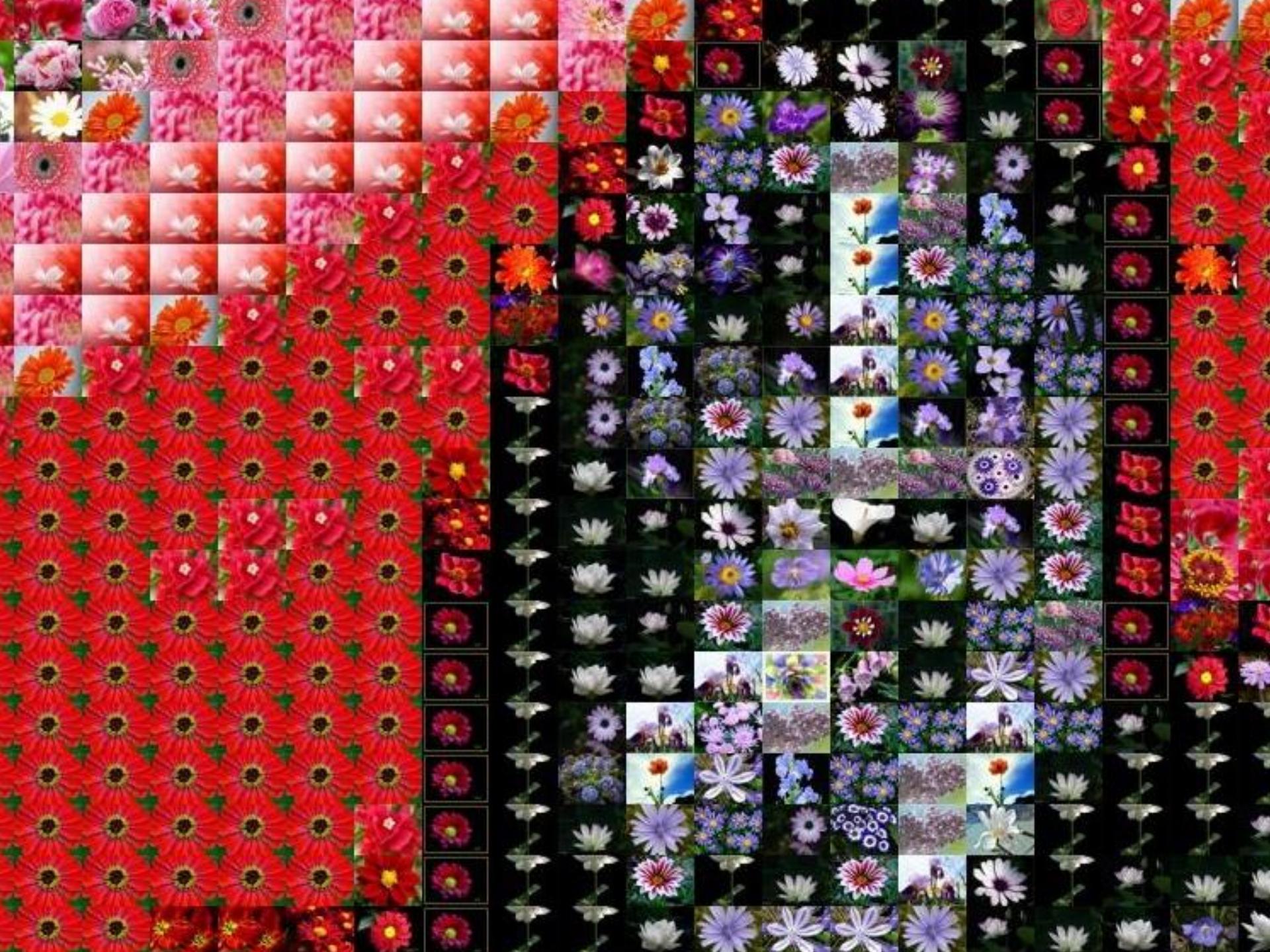
algoritm
codat de
voi



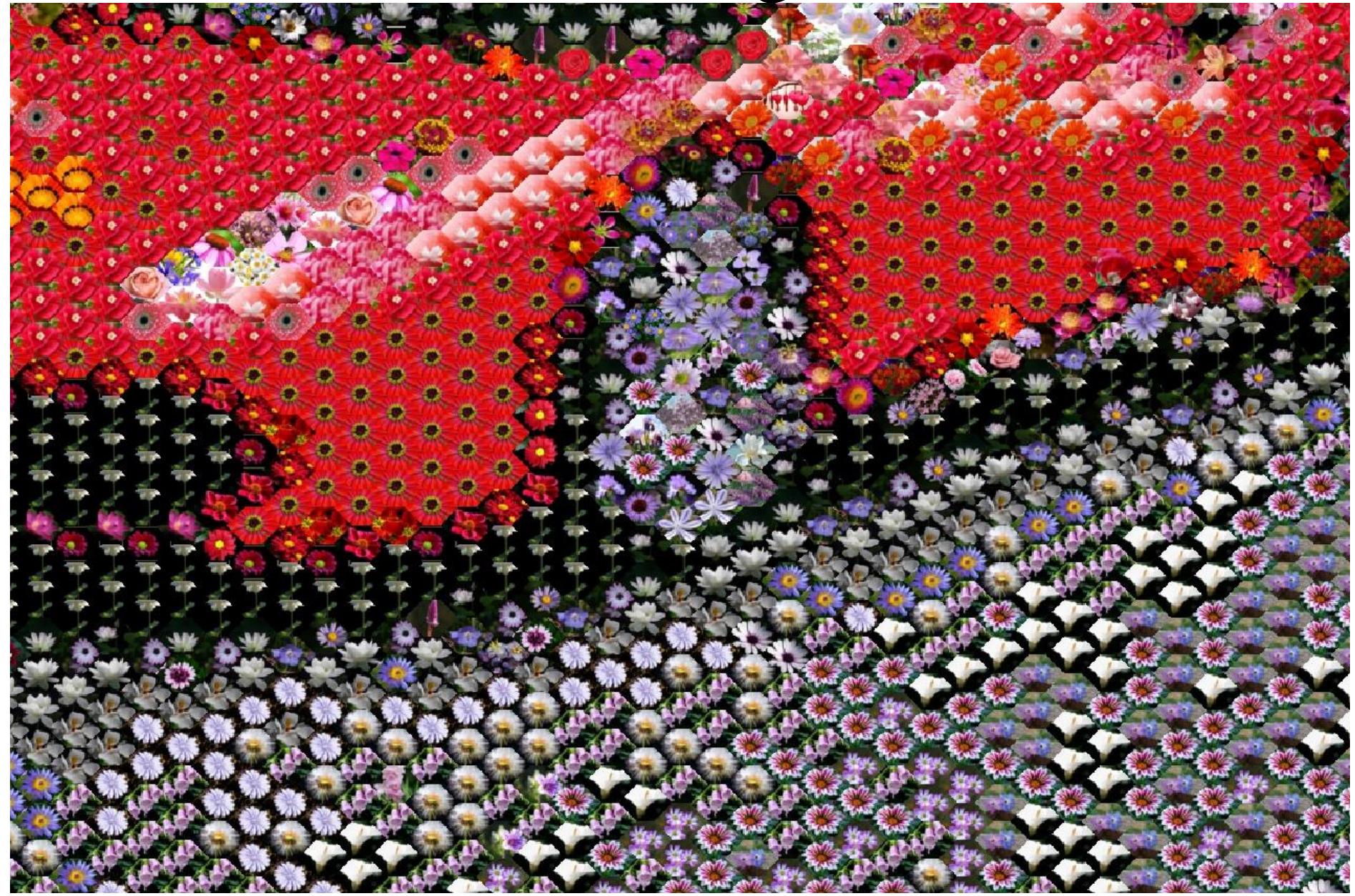
Imagine
mozaic







Piese hexagonale



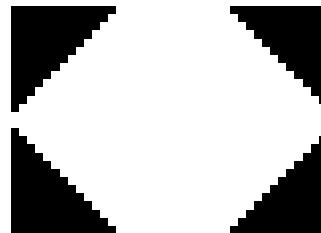
Piese hexagonale



Piese hexagonale



✗



≡



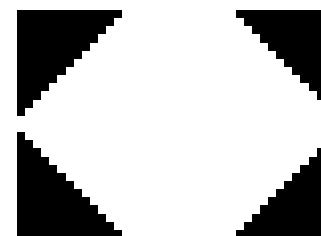
Piese inițială

Mască (valori de 0 și 1)

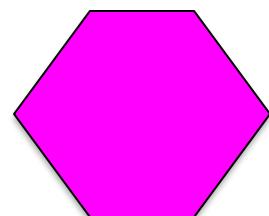
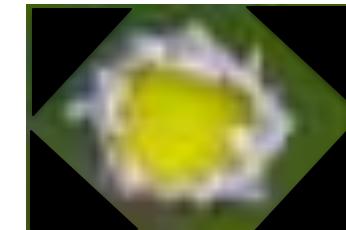
Piesă hexagonală



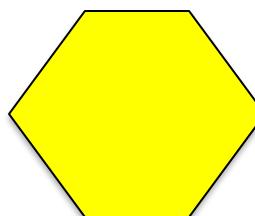
✗



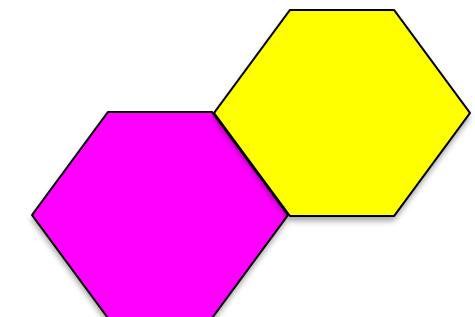
≡



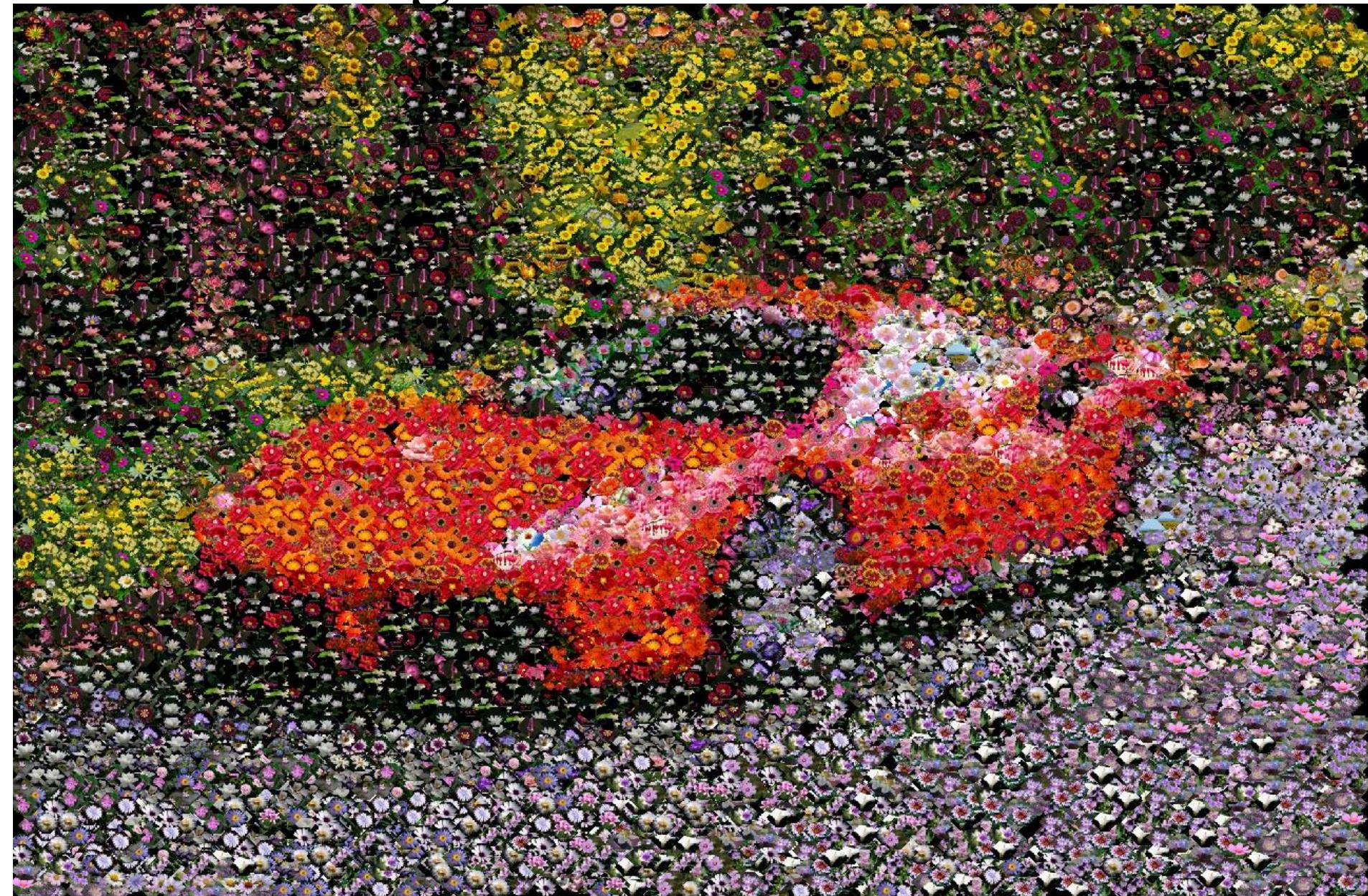
+



≡



Algoritm – varianta 2



Algoritm – varianta 2



Structura cursului

1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii

Laborator: redimensionarea imaginilor cu păstrarea conținutului



Redimensionare
uzuală (imresize)



Redimensionare cu
păstrarea conținutului

Structura cursului

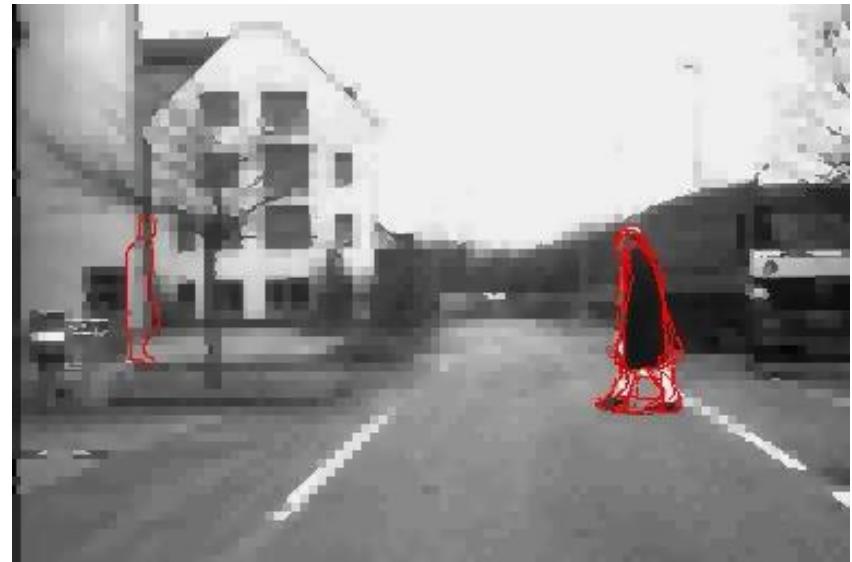
1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii

Laborator: detectare de obiecte



Detectare semne de circulație



Detectare pietoni

Structura cursului

1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii

Laborator: extragerea informației dintr-un careu Sudoku



OOXXOOOOX
OXOOOOOOX
XOOXOOXXO
XOXXOOXOO
OOOXOXOOO
OOXOOXXOX
OXXOOXOOX
XOOOOOOOX
XOOOOXXOO



OXOOXOOXO
XOOXOXOOX
OOXOOOXOO
OXOOXOOXO
XOXXOOXXOX
OXOOXOOXO
OOXOOOXOO
XOOXOXOOX
OXOOXOOXO

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

Structura cursului

1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienti, muchii

Laborator: extragerea informației dintr-un careu Sudoku

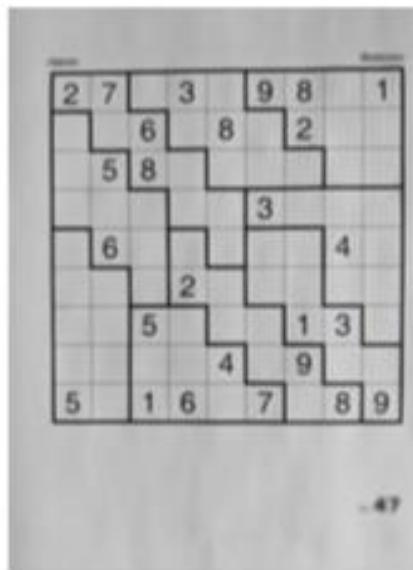
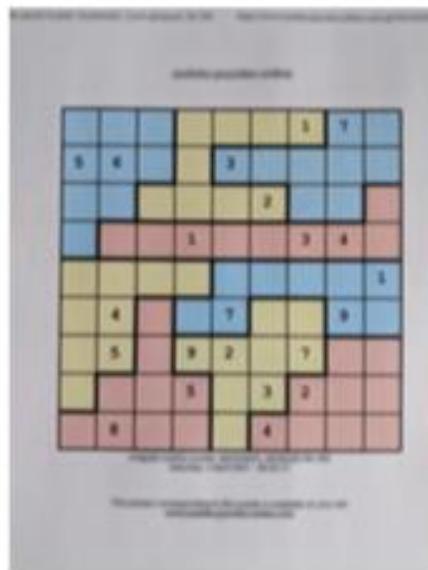


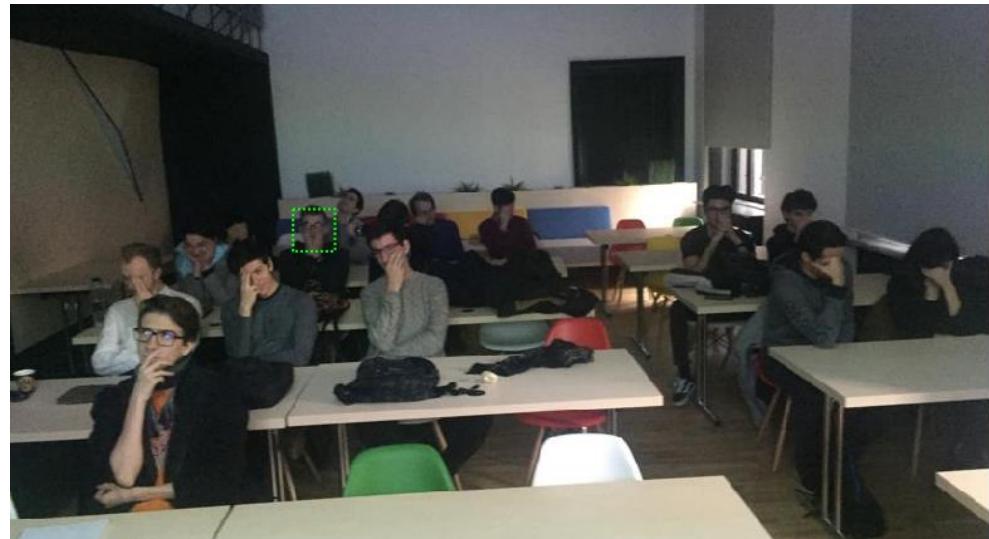
Figure 5: Examples of two Jigsaw Sudoku puzzles and their corresponding configuration.

Structura cursului

2. 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

2. Recunoaștere de obiecte

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

Care imagine conține o mașină (vedere din spate)?

DA



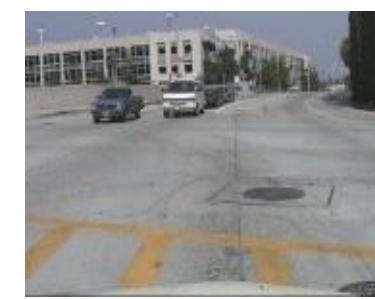
NU



DA



NU



NU



DA



DA



NU



Structura cursului

2. Recunoaștere de obiecte

- modelul K-nearest neighbours, metode kernel, rețele neuronale conluționale, 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

2. 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.

Tema 2 de anul trecut:

Detectarea și recunoașterea facială a personajelor din serialul de desene animate **Familia Flinstone**

Familia Flinstone

Familia Flinstone (titlul original în engleză *The Flintstones*) sau *Aventuri în epoca de piatră* este un desen animat clasic american creat de Hanna-Barbera Productions și care a rulat la începutul anilor 1960 la televiziunea ABC. Actiunea se petrece în orașul preistoric Bedrock și se concentrează pe viața unei familii fictive din epoca de piatră. Personajele principale sunt Fred Flintstone, un operator la cariera de piatră, soția sa Wilma, vecinii lor Barney și Betty Rubble, precum și copiii lor, Pebbles și Bamm-Bamm. Serialul explorează umorul și satira preistorică, adesea parodiind viața cotidiană a anilor '60 prin prisma unei lumi primitive. Familia Flintstone a devenit rapid un fenomen cultural și a avut un impact semnificativ asupra industriei animației fiind cunoscut pentru umorul său intelligent și personajele memorabile.



Task 1 – detectare facială

Task 1 - detectarea facială

Prima problemă pe care o aveți de rezolvat constă în detectarea facială a *tuturor* fețelor personajelor care apar în imagini. Pentru fiecare imagine de intrare algoritmul vostru trebuie să returneze o mulțime de detecții asociate (ferastră dreptunghiulară și scor) ce localizează *toate* fețele dintr-o imagine. Figura 1 arată câteva exemple din mulțimea de antrenare și adnotările corespunzătoare, ce constau în ferestre dreptunghiulare de culoare roșie ce încadrează perfect *fiecare față*.

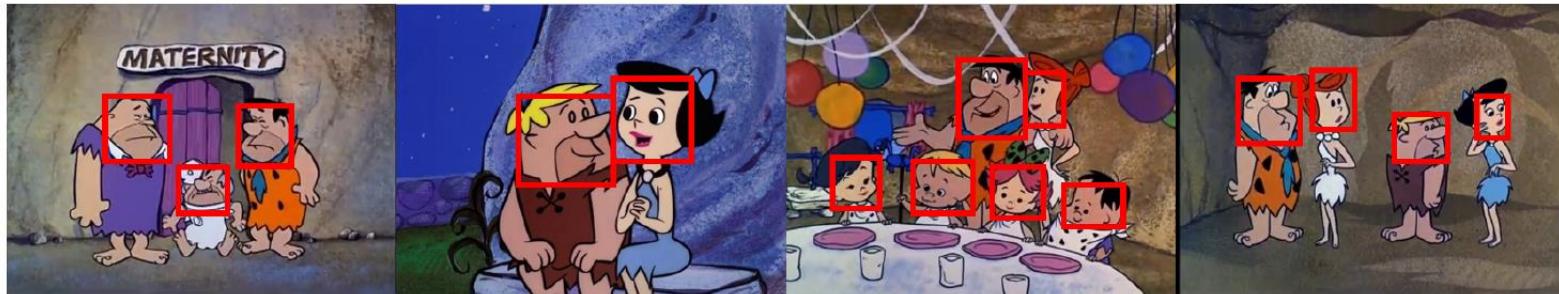


Figura 1: Detectare facială a personajelor din Familia Flinstone: fiecare față de interes este adnotată cu o fereastră dreptunghiulară de culoare roșie.

Task 2 – recunoaștere facială

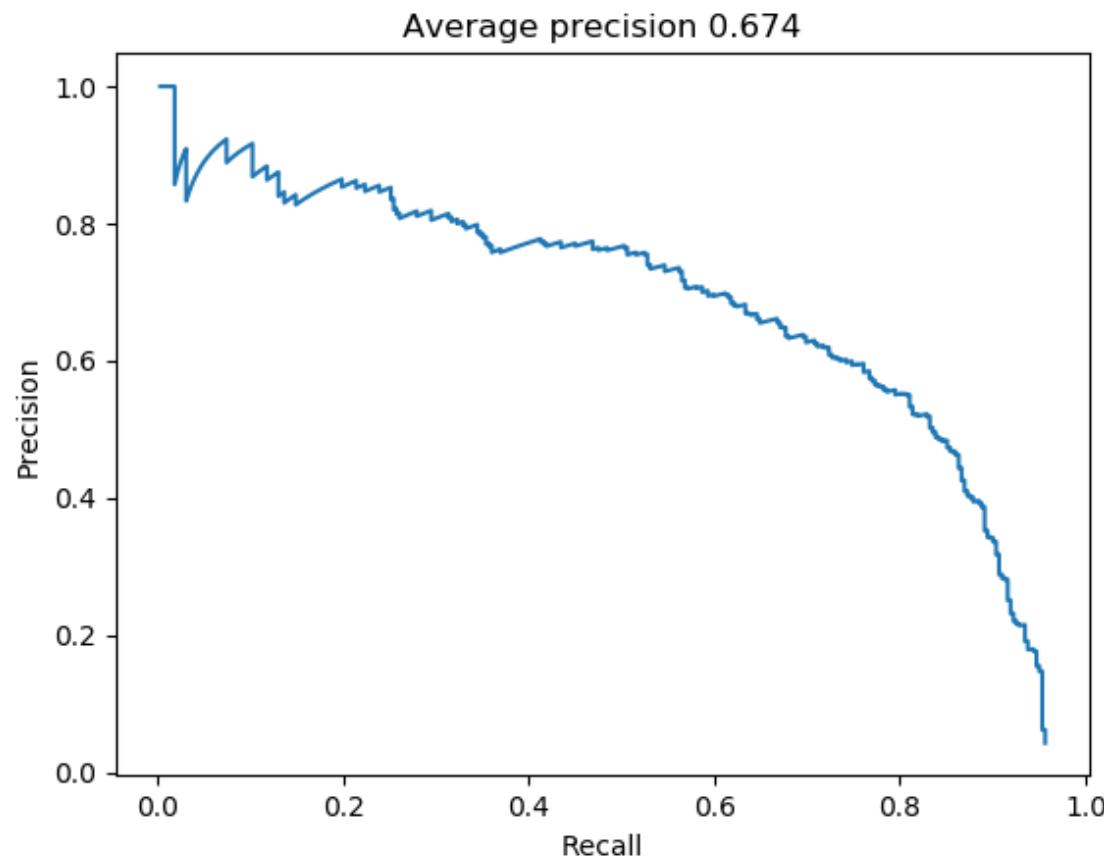
Task 2 - recunoaștere facială

A doua problemă pe care o aveți de rezolvat constă în recunoașterea facială a numai anumitor personaje. Alături de Fred, personajul principal din serial, apar cu preponderență alte trei personaje: Wilma - soția lui Fred, Barney - prietenul și vecinul lui Fred, Betty - soția lui Barney. Vom considera problema recunoașterii faciale numai pentru aceste patru personaje, Fred, Wilma, Barney și Betty. Pentru fiecare imagine de intrare algoritmul vostru trebuie să returneze o mulțime de detecții asociate (numele personajului, fereastră dreptunghiulară și scor) ce localizează fețele celor patru personaje de interes (Fred, Wilma, Barney, Betty) din imagine. Figura 2 arată câteva exemple din mulțimea de antrenare și adnotările corespunzătoare, ce constau în ferestre dreptunghiulare ce încadrează perfect *fețele de interes* (pentru Fred, Wilma, Barney și Betty). Fiecare detecție are o culoare specifică clasei personajului (albastru - Fred, galben - Wilma, verde - Barney, violet - Betty).



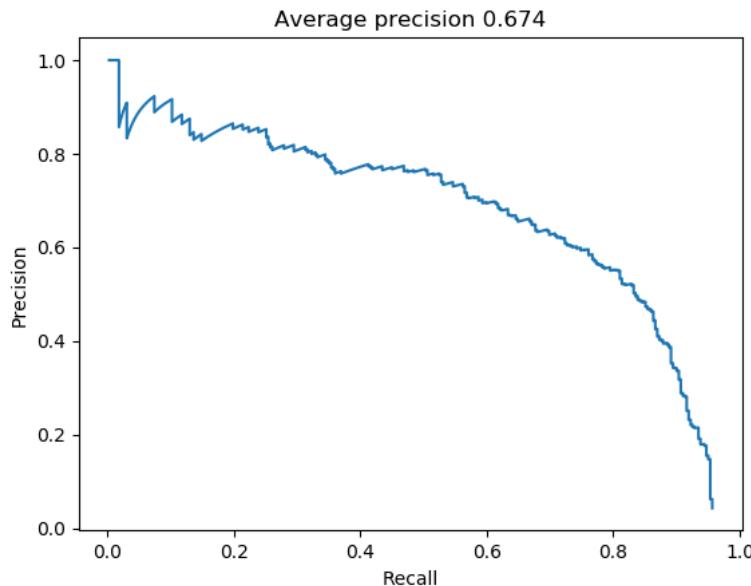
Figura 2: Recunoașterea facială a personajelor din Familia Flinstone: fiecare față de interes este adnotată cu o fereastră dreptunghiulară de culoare specifică clasei personajului (albastru - Fred, galben - Wilma, verde - Barney, violet - Betty).

Evaluare task 1 – AP pe datele de test



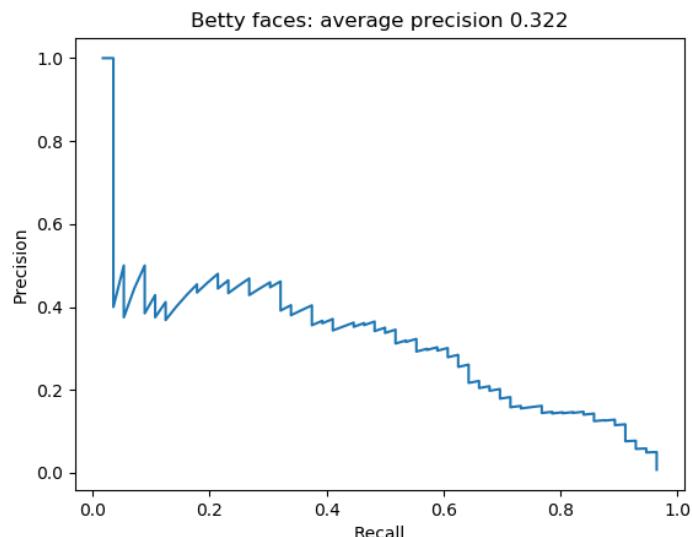
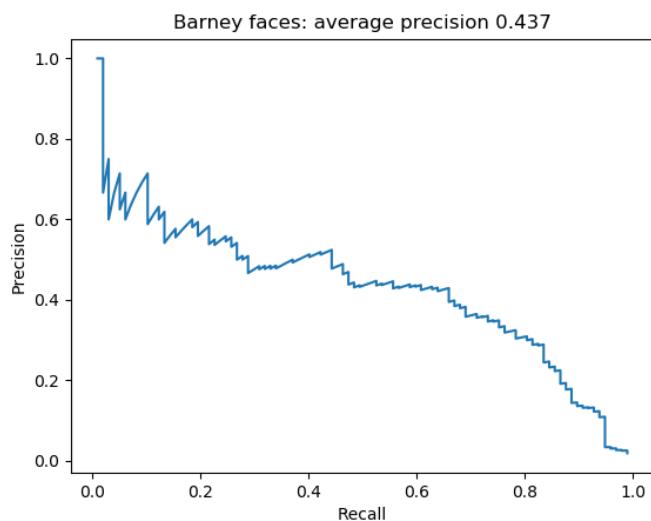
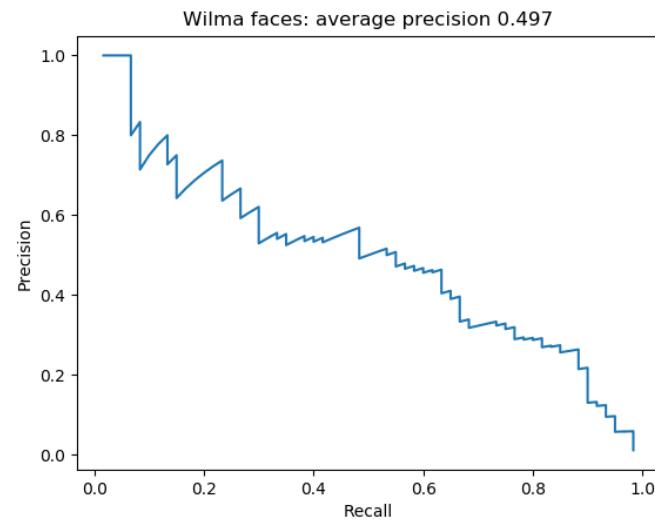
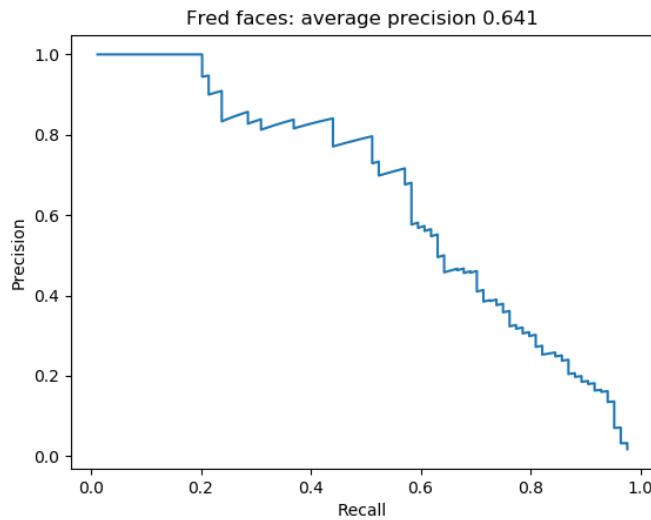
(performanță soluției noastre pe datele de validare = 200 de imagini)

Evaluare task 1 – AP pe datele de test



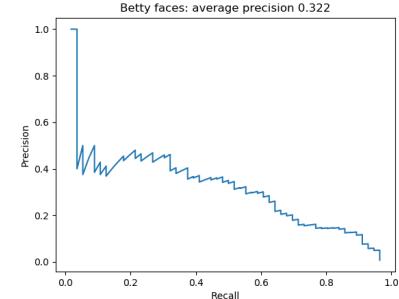
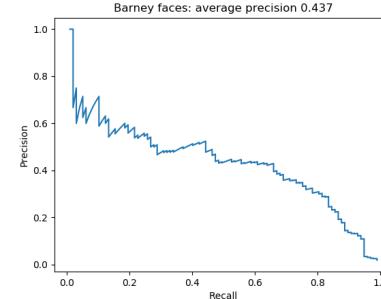
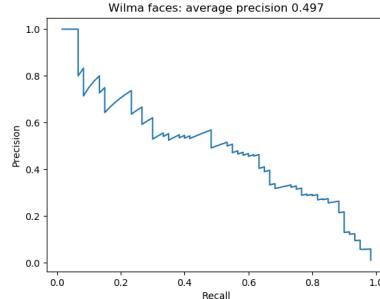
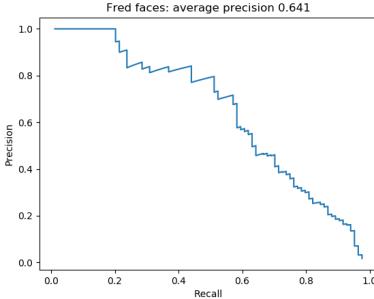
- **Task 1 - 4 puncte** - vom evalua performanța algoritmului vostru în problema detectării faciale pe o mulțime de 200 imagini de testare. Vom folosi ca măsură de performanță precizie-medie (Average Precision = AP) obținută pe baza graficului precizie-recall. Vom calcula punctajul corespunzător soluției voastre astfel:
 - o soluție care atinge un prag de $x\%$ AP va obține $\frac{4*x}{75}$ puncte. Practic acordăm 4 puncte pentru soluțiile care ating un prag de 75% AP.
 - soluția propusă de noi (Figura 4) ar obține $\frac{4*67.4}{75} = 3.58$ puncte.
 - o soluție care atinge un prag de 37.5% AP va obține 2 puncte.
 - o soluție care depășește pragul de 75% AP va obține 4 puncte, nu se iau puncte bonus aici.

Evaluare task 2 – mAP pe datele de test



(performanța soluției noastre pe datele de validare = 200 de imagini)

Evaluare task 2 – mAP pe datele de test



- **Task 1 - 4 puncte** - vom evalua performanța algoritmului vostru în problema detectării faciale pe o mulțime de 200 imagini de testare. Vom folosi ca măsură de performanță precizie-medie (Average Precision = AP) obținută pe baza graficului precizie-recall. Vom calcula punctajul corespunzător soluției voastre astfel:
 - o soluție care atinge un prag de $x\%$ AP va obține $\frac{4*x}{75}$ puncte. Practic acordăm 4 puncte pentru soluțiile care ating un prag de 75% AP.
 - soluția propusă de noi (Figura 4) ar obține $\frac{4*67.4}{75} = 3.58$ puncte.
 - o soluție care atinge un prag de 37.5% AP va obține 2 puncte.
 - o soluție care depășește pragul de 75% AP va obține 4 puncte, nu se iau puncte bonus aici.

Temele de anul trecut

<https://tinyurl.com/CAVA-2023-TEMA1>

<https://tinyurl.com/CAVA-2023-TEMA2>

<https://tinyurl.com/CAVA-2022-TEMA1>

<https://tinyurl.com/CAVA-2022-TEMA2>

<https://tinyurl.com/CAVA-2021-TEMA1>

<https://tinyurl.com/CAVA-2021-TEMA2>

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('windowName', image)
cv.waitKey(0) % se așteaptă apasarea unei taste
cv.destroyAllWindows() % se închide fereastra
```

1.6 Operații cu o matrice de intensități

Pie `img` un `numpy.ndarray` 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 indecșii 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 aceeași 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 aceeași 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 colectibilmagini.zip ce însoțește acest laborator. Arhiva conține două colecții de imagini grupate în două directoare `set1` și `set2`. Toate imaginile din fiecare

colecție au aceleși dimensiuni și conțin un obiect central al aceleiași 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 reprezentă 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: `np.mean`, `np.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.

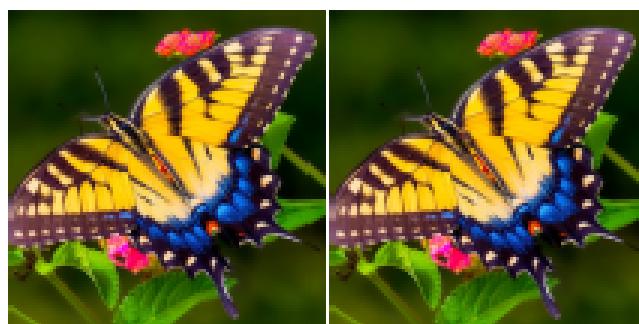


Figura 2: În partea stângă avem imaginea originală, iar în dreaptă este imaginea modificată.

Kahoot!