

# Concepțe și aplicații în Vedere Artificială

Bogdan Alexe

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

Curs optional

anul III, secția Informatică, semestrul I, 2018-2019

# Cuprinsul cursului de azi

1. Aspecte organizatorice legate de cursul de VA
2. Ce este VA?
3. Aplicații de succes în VA
4. Structura cursului de VA
5. Bibiliografie
6. Primul curs: formarea imaginilor

# Structura primului semestru

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

Studii Universitare de Licență și Master	
Perioada	Activitatea
<b>Semestrul I</b>	
01.10.2018 – 23.12.2018	Activitate didactică
24.12.2018 – 06.01.2019	Vacanță de iarnă
07.01.2019 – 20.01.2019	Activitate didactică
21.01.2019 – 10.02.2019	Sesiune de examene

- 14 cursuri (12 în 2018, 2 în 2019)
- 6/7 laboratoare (verificare = lucrare de laborator în ultima săptămână – detalii mai târziu în curs)

# Orar

## Optionale an III - INFO (2)

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
Lu								
Ma						Vasile SL PrWebPHP&MySQL L-308		
Mi	industrie ApIWebPython L-303			Alexe B Co&ApIInVedArtif 220	Co&ApIInVedArtif Georgescu I Gr 1 L-309		Co&ApIInVedArtif Georgescu I Gr 2 L-309	

- curs săptămânal
- laborator o dată la două săptămâni

# Studentii de la optional

Nr.	Nume	IT	Prenume	Grupa
1	ANGHELACHE	M	BOGDAN-GEORGE	331
2	AVRAM	S	ANDREI-ALEXANDRU	343
3	BANU	M	ALEXANDRU	331
4	BANU	T.C	ROBERT-EMANUEL	342
5	BELCINEANU	V	ALEXANDRU-IOAN	344
6	BOTEZATU	C	DANIEL-ANDREI	342
7	CALINESCU	G	VALENTIN-GELU	331
8	CALUIAN	V	IULIAN	343
9	CAPATANA	N	DELIA-GABRIELA	343
10	CODREANU	S	EMILIAN-BOGDAN	342
11	CONSTANTIN	A.P	TEODOR-CLAUDIU	331
12	DRANCA	V	CONSTANTIN	334
13	DUMITRESCU	A	GABRIEL-HORIA	333
14	FERARU	D	ANDREI-IONUT	342
15	FLORESCU	M.F	OANA-MIHAELA	334
16	GIUMANCA	I	IOAN-DRAGOS-MARIAN	342
17	GORNEANU	D	ANDREI	331
18	IONESCU	A	TEODOR-STELIAN	331

18	IONESCU	A	TEODOR-STELIAN	331
19	ISAIA	A	VLAD-LUCIAN	343
20	JITCA	D	DAVID	334
21	LEOPEA	S	CATALINA	343
22	LUPASCU	I	MARIAN	331
23	MACRINEANU	V	ANDREI-LAURENTIU	343
24	MARCOVSCHI	C.M	OCTAVIAN-MIHAI	341
25	MARE	N	TUDOR-ALEXANDRU	344
26	MISAILA	M.G	ALINA-CRISTINA	343
27	MUNTEAN	C	RADU-ALEXANDRU	331
28	NEDELCU	P	ANDREEA	344
29	PANDELE	G.C	MARIA-SMARANDA	331
30	POESINA	M	EDUARD-GABRIEL	334
31	ROBU	V	COSTIN-STEFAN	332
32	SLEVOACA	O.S	STEFAN-GABRIEL	331
33	STANCU	P	ROBERT-GABRIEL	343
34	TOMI	T	ANDRA-CORNELIA	344
35	UTA	T.I	STEFANA-CRISTINA	344
36	ZUGRAVU	B.G	ANDREI	331

# Împărțirea pe semigrupe

- grupa 331: 12 studenți
- grupa 332: 1 student
- grupa 333: 1 student
- grupa 334: 3 studenți
- grupa 341: 1 student
- grupa 342: 5 studenți
- grupa 343: 8 studenți
- grupa 344: 5 studenți

**Propunerea noastră:**

Prima semigrupă: seria 33 = 17 studenți – săptămâna impară

A doua semigrupă: seria 34 = 19 studenți – săptămâna pară

# Materiale

- moodle.fmi.unibuc.ro

## Concepțe și aplicații în vederea artificială

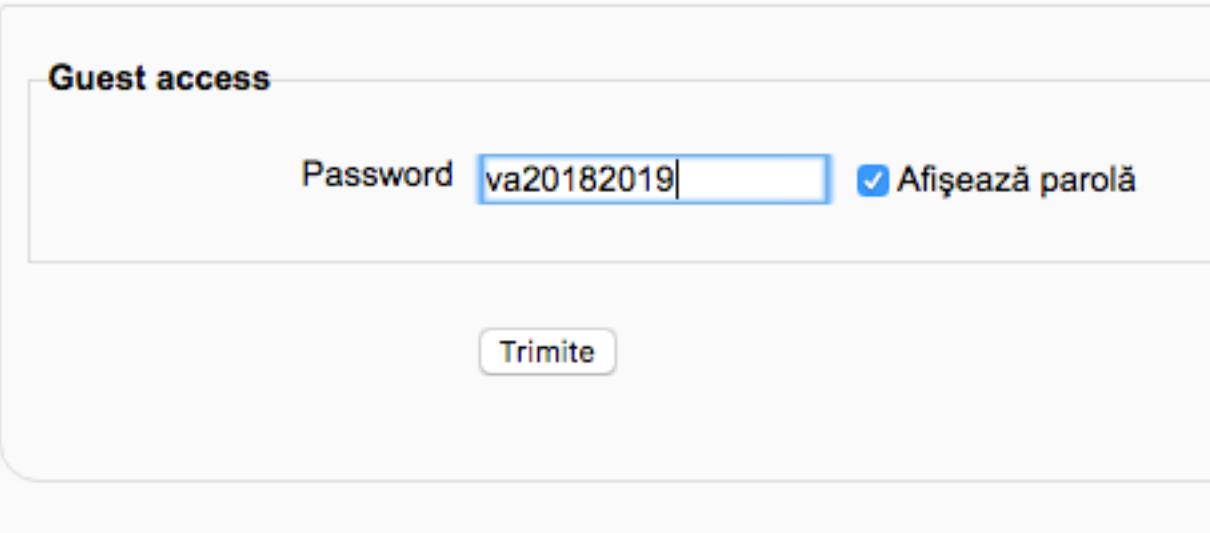
Acasă ► Cursuri ► Zi ► Departament Informatica ► Alexe Bogdan ► Co&ApInVedArtif ► Enrolment options

**Navigation**

- Acasă
- Site pages
- Cursuri
- Zi
  - Departament Informatica
    - Adam Mircea
  - Alexe Bogdan
    - Co&ApInVedArtif

**Guest access**

Password   Afisează parolă



# Materiale

- moodle.fmi.unibuc.ro

**Concepțe și aplicații în vederea artificială**

Acasă ► Cursuri ► Zi ► Departament Informatică ► Alexe Bogdan ► Co&ApInVedArtif

<b>Navigation</b> Acasă ► Site pages ▼ Cursuri ▼ Zi ▼ Departament Informatică ► Adam Mircea ▼ Alexe Bogdan ▼ Co&ApInVedArtif ■ Participanti ► ...	<b>Rezumat temă</b>  Forum știri  1 Materiale curs și laborator  IntroducereMatlab
---	--

# Examen - evaluare

- În funcție de 2 aspecte:
  - teme de laborator (vor fi 5 de-a lungul semestrului);
  - lucrare finală de laborator (în săptămâna 14).
- puteți obține nota numai din teme dacă:
  - aveți cel puțin 3 teme peste nota 5;
  - nota finală = media celor mai mari 3 note (din 5 posibile) din teme.

SAU

- puteți obține nota numai din lucrarea finală de laborator (test pe calculator).

SAU

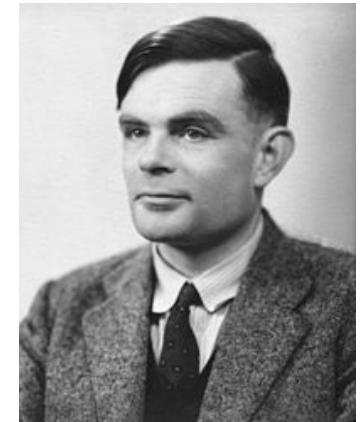
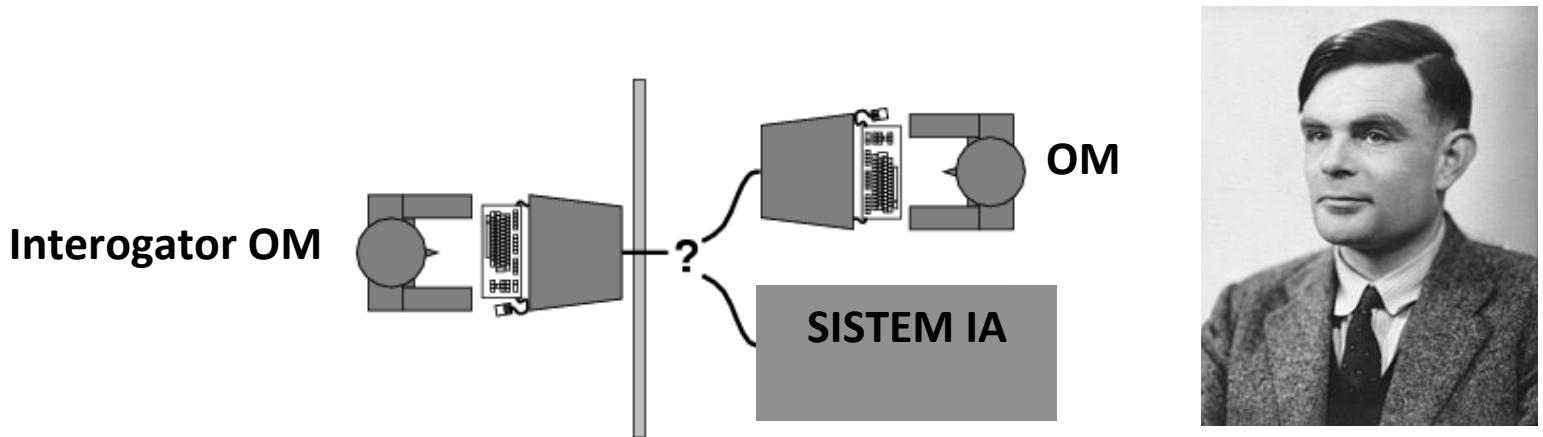
- puteți obține nota din media dintre lucrarea finală de laborator (trebuie să luați minim 5) și cea mai mare notă din temă (dacă vreti să o luăm în considerare)

# Restanță - evaluare

- notă numai din lucrarea finală de laborator (test pe calculator)

# Ce este Vederea Artificială?

# Testul Turing

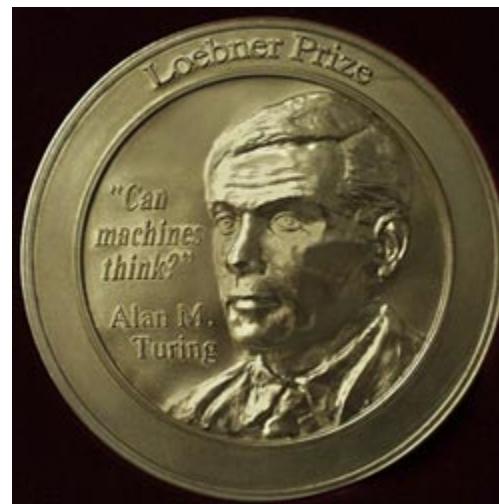


- un om nu poate distinge în timpul unei conversații scrise dacă interlocutorul este calculator sau om

- 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?

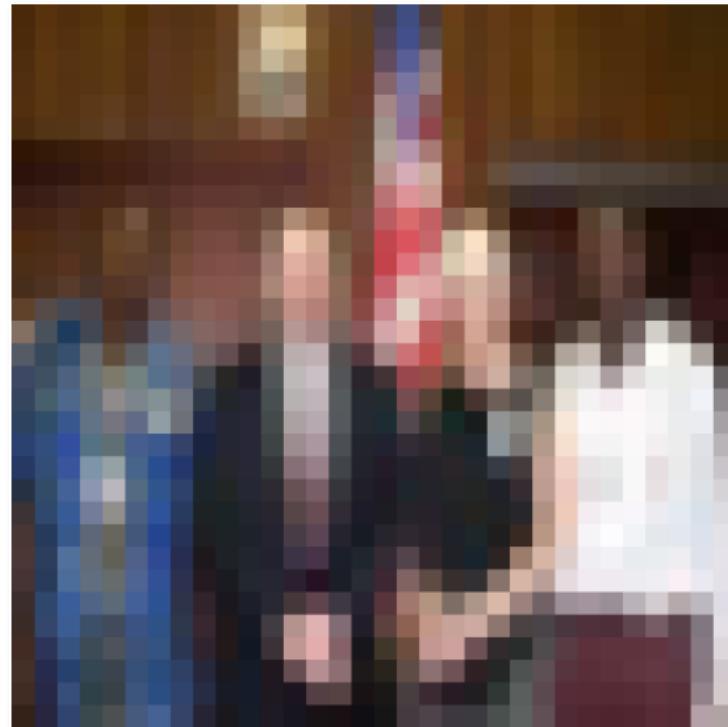
# Ce este vederea artificială?



- 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

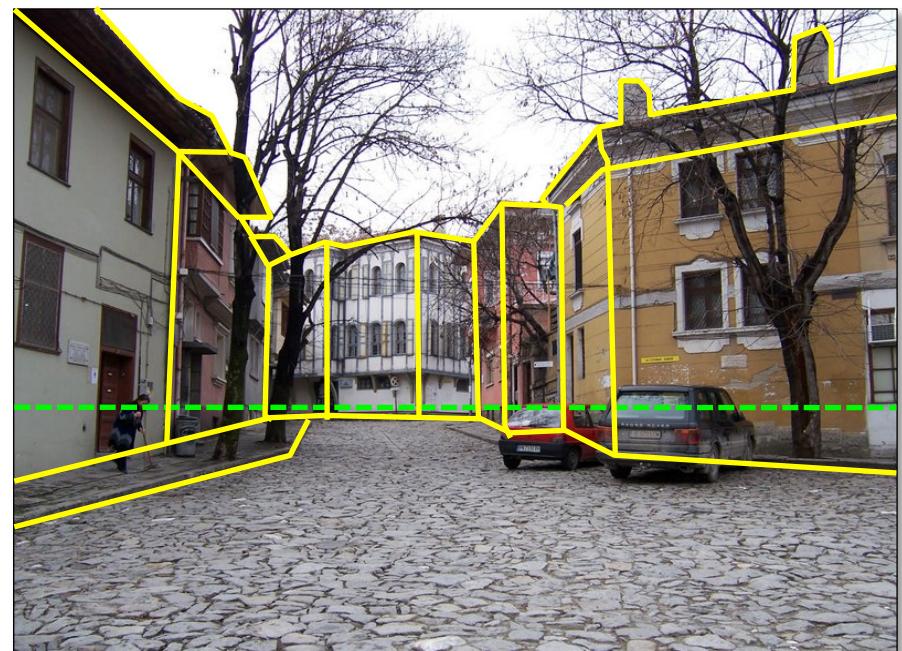
R: 99 G: 95 B: 95	R: 177 G: 172 B: 178	R: 81 G: 79 B: 83	R: 54 G: 49 B: 54	R: 55 G: 46 B: 50	R: 48 G: 34 B: 40	R: 61 G: 45 B: 46	R: 68 G: 53 B: 53	R: 56 G: 43 B: 44	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 54 B: 56
R: 88 G: 84 B: 85	R: 154 G: 148 B: 154	R: 83 G: 81 B: 87	R: 43 G: 42 B: 47	R: 48 G: 42 B: 46	R: 55 G: 44 B: 47	R: 69 G: 53 B: 53	R: 68 G: 53 B: 53	R: 56 G: 43 B: 45	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 54 B: 56
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: 68 G: 53 B: 53	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 54 B: 56
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: 68 G: 53 B: 53	R: 63 G: 49 B: 52	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: 49 B: 52	R: 68 G: 53 B: 53	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 49 B: 52	R: 63 G: 54 B: 56

Vederea calculatoarelor

# Ce informații extragem?

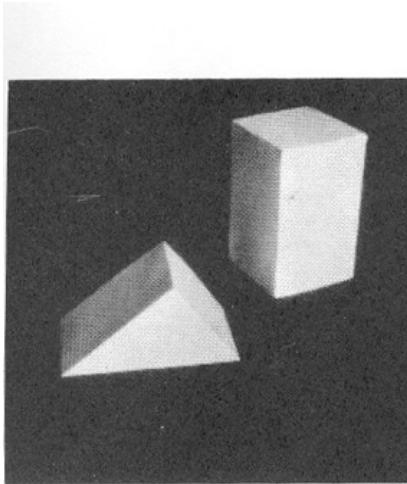


Informații semantice

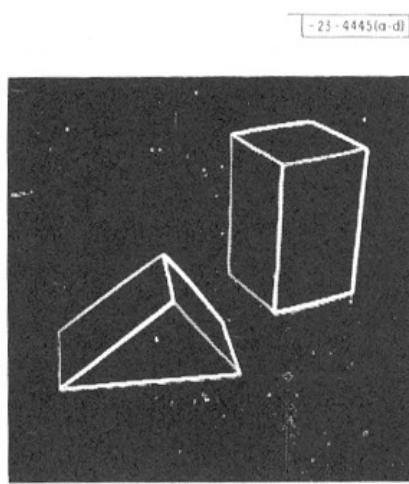


Informații geometrice (3D)

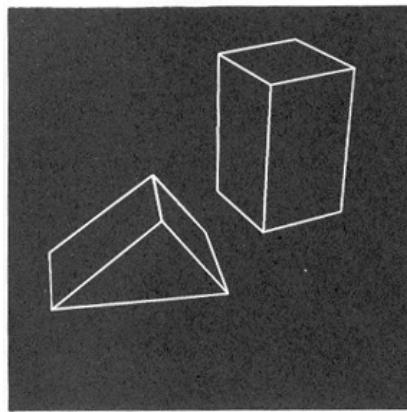
# Date vizuale în 1963



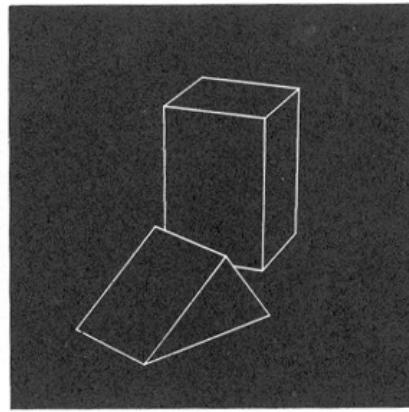
(a) Original picture.



(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 2018



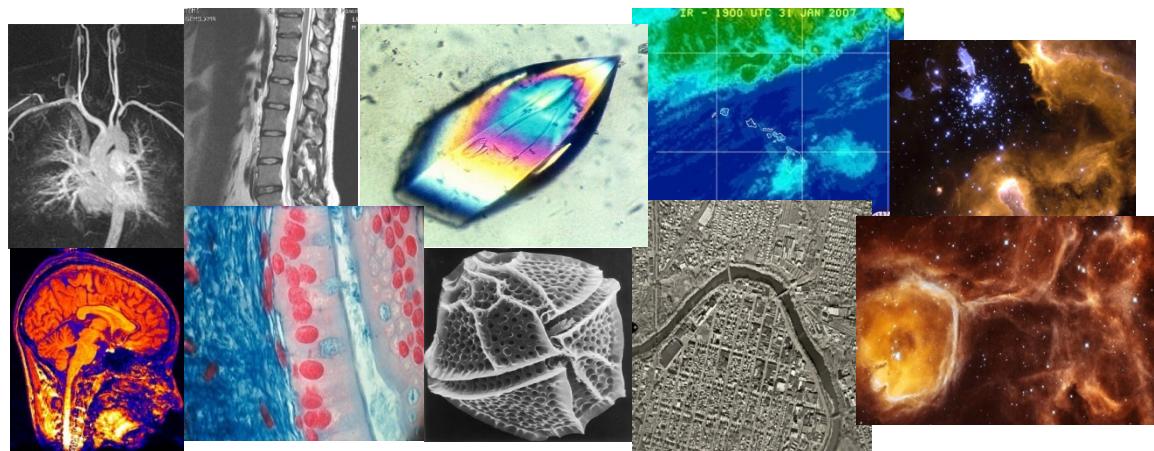
Albume foto



Filme, știri, sporturi



Supraveghere video și securitate



Imagini medicale și științifice

# Exemplu de vedere artificială



*Terminator 2*

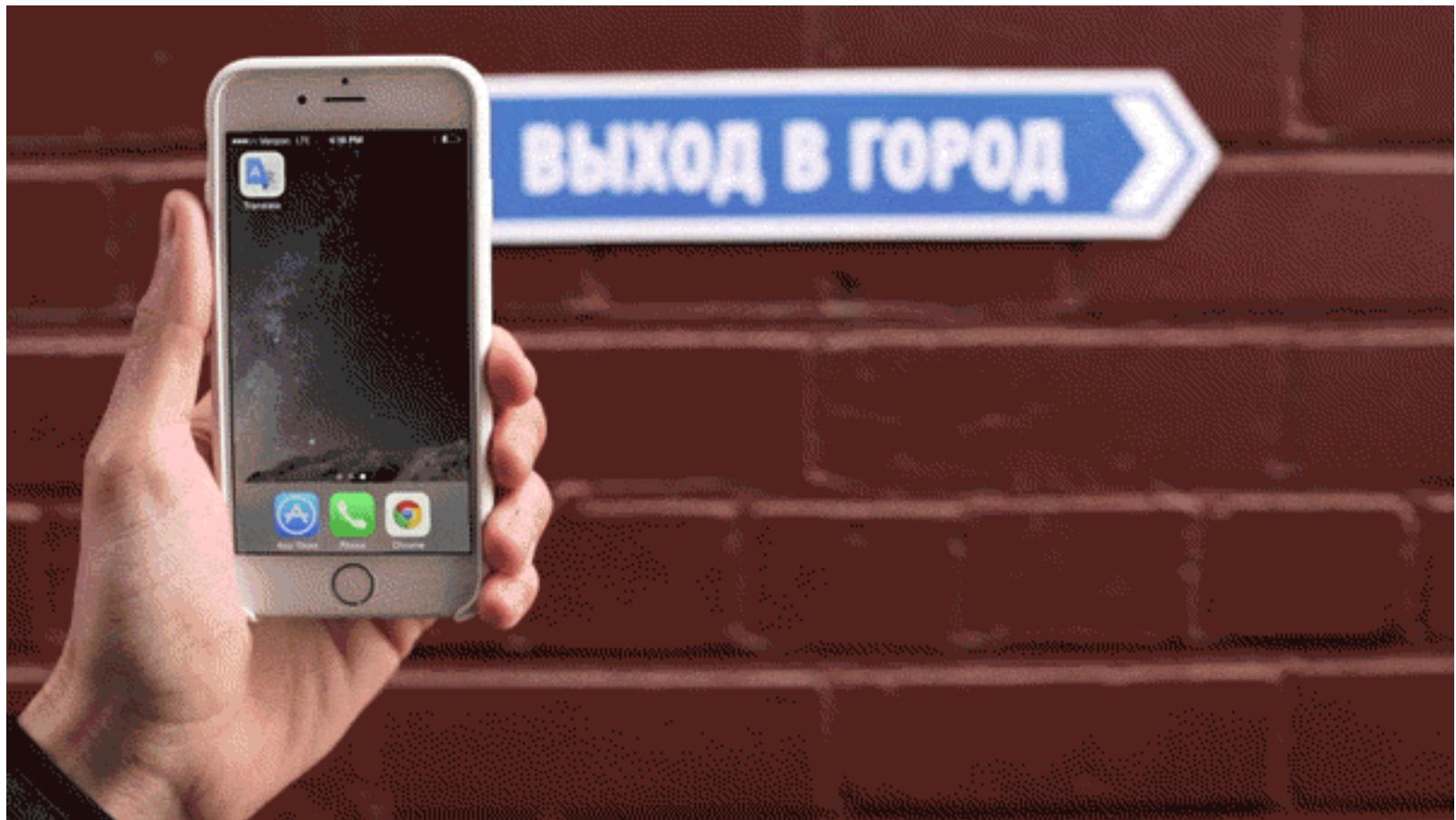
# Exemplu de vedere artificială



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

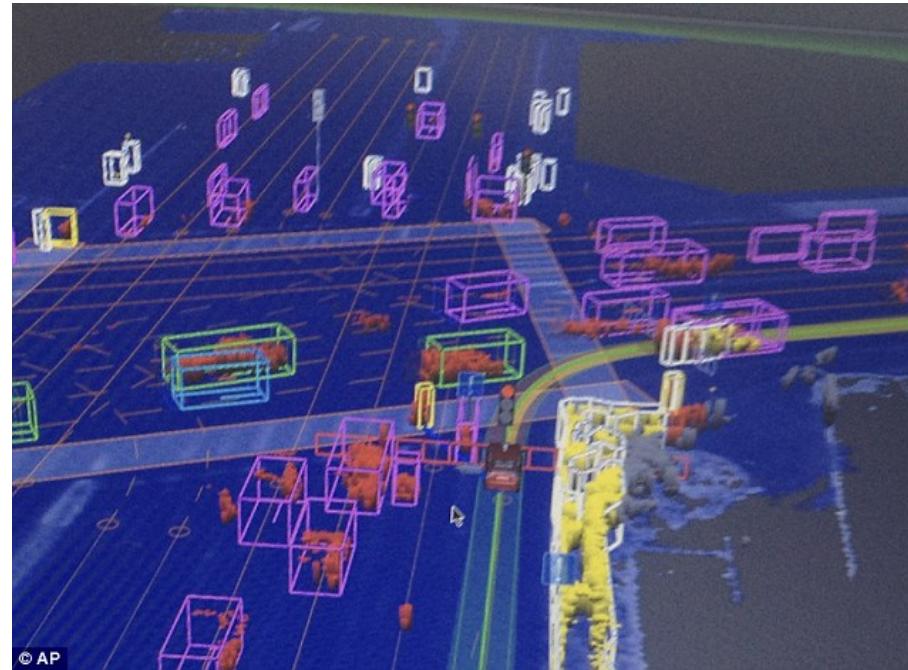
# Aplicații de succes în Vedere Artificială

# Traducere automată



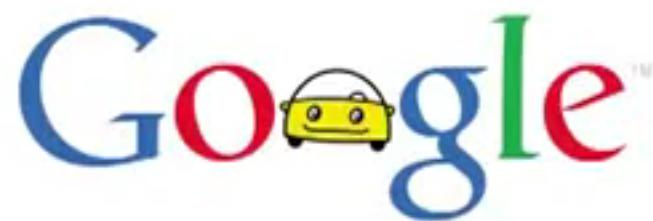
<http://googleblog.blogspot.com/2015/01/hallo-hola-ola-more-powerful-translate.html>

# Mașini fără șofer



- Nissan: în 2020 mașini fără șofer disponibile la un preț rezonabil
- Google: 2017

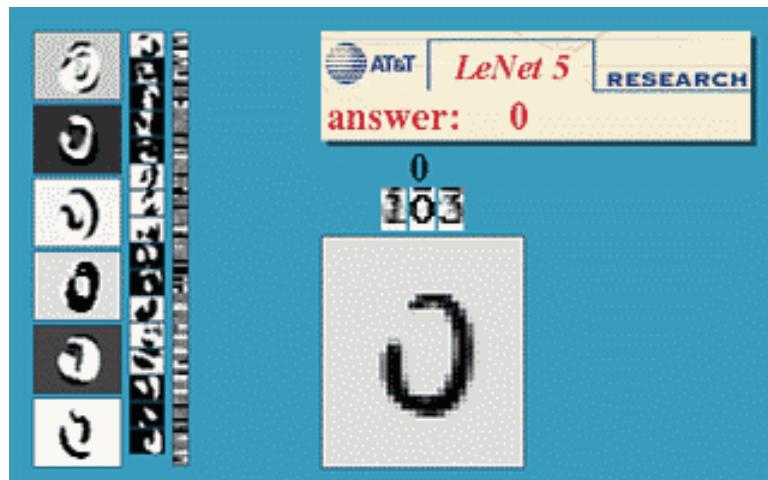
# Mașini fără șofer - Google



<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>

LYCH428

LYCH428

4 Y C H 4 2 8

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?

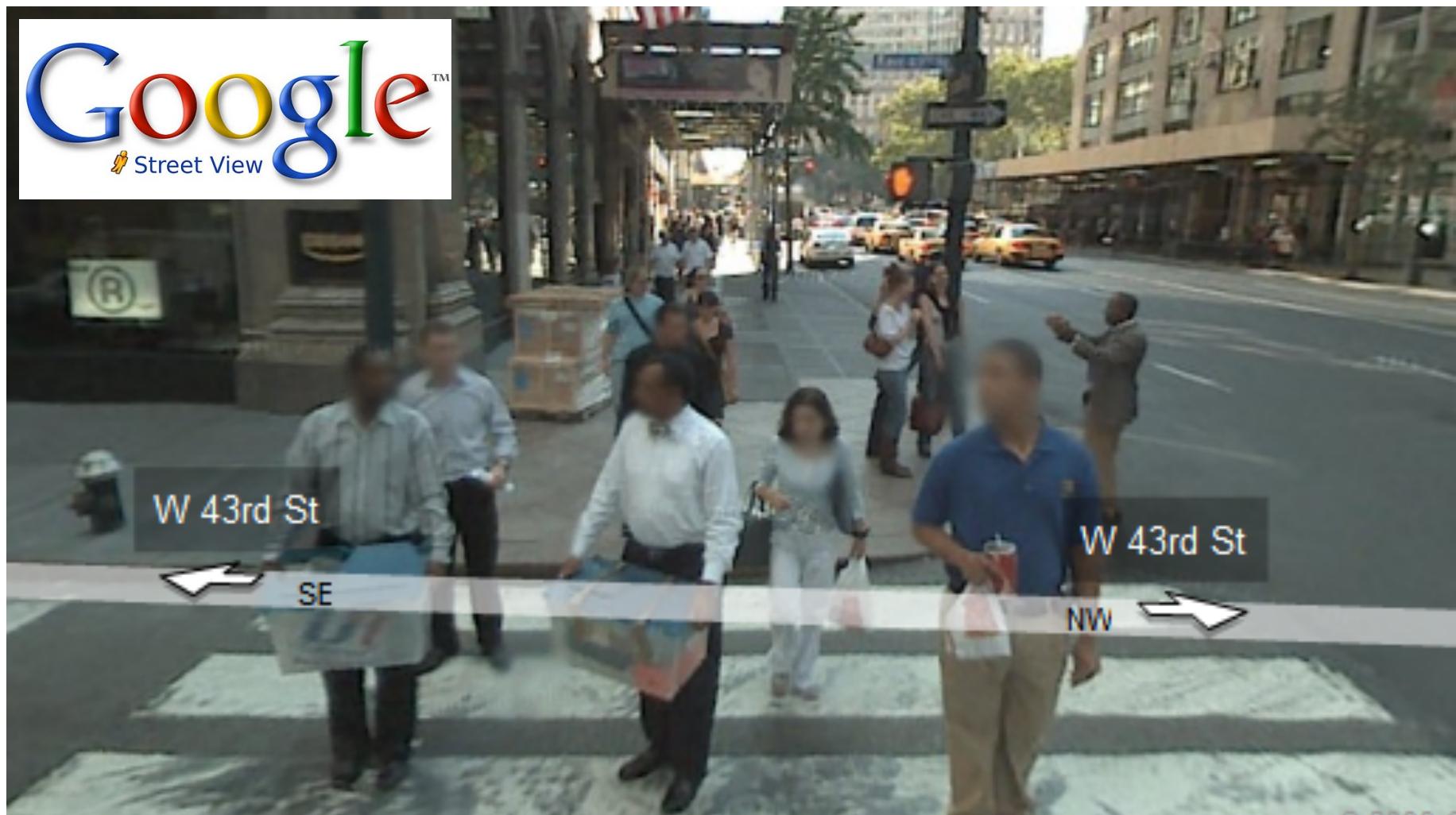
## The Smile Shutter flow

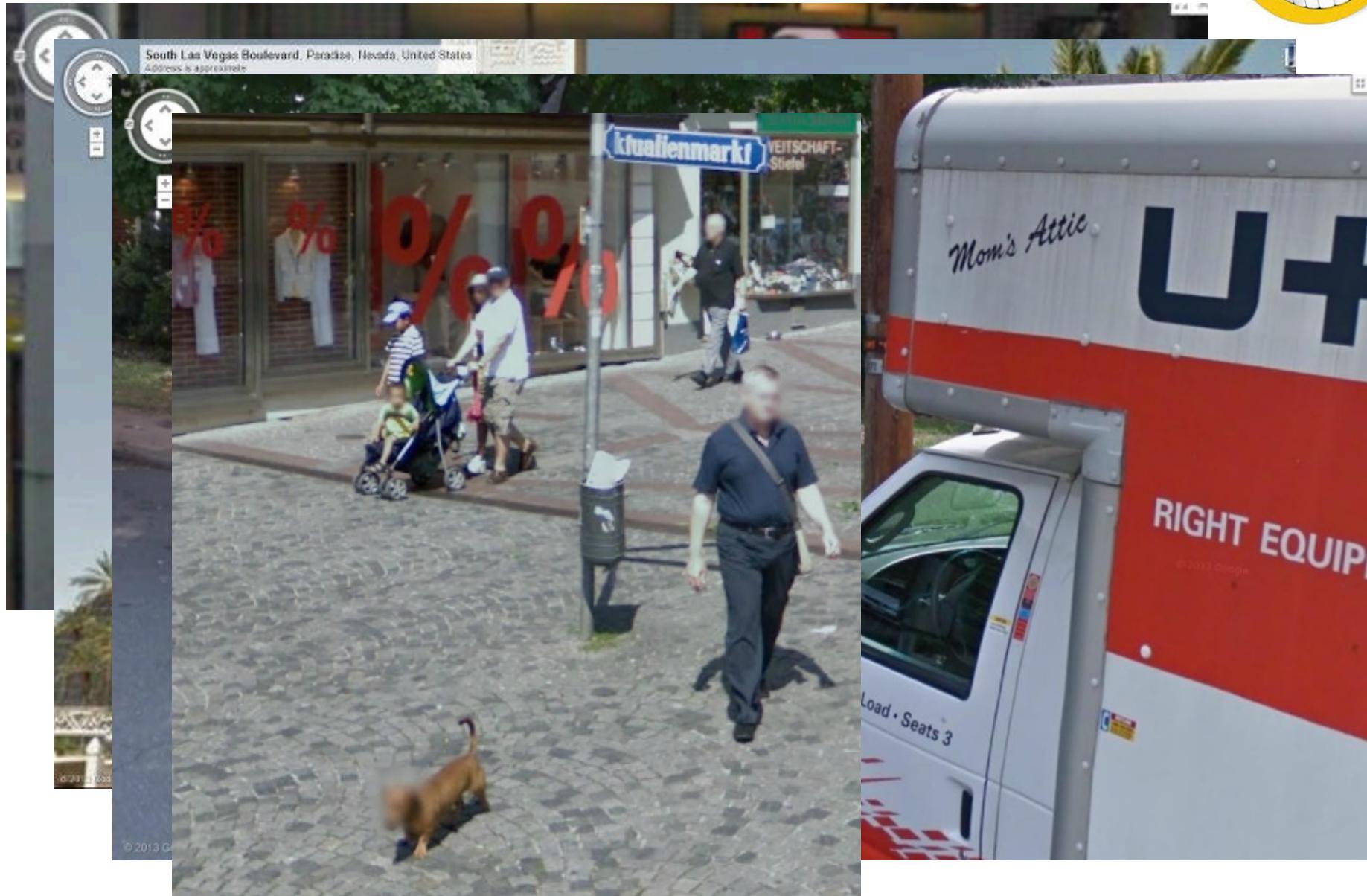
Imagine a camera smart enough to catch every smile! In Smile Shutter Mode, your Cyber-shot® camera can automatically trip the shutter at just the right instant to catch the perfect expression.



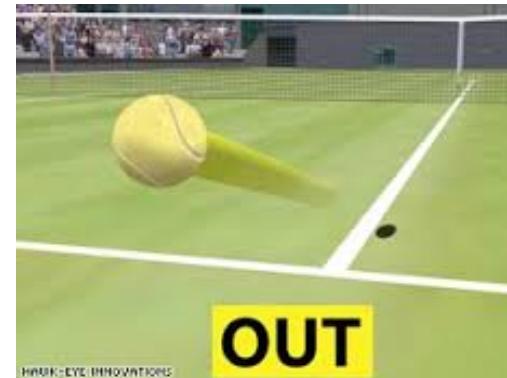
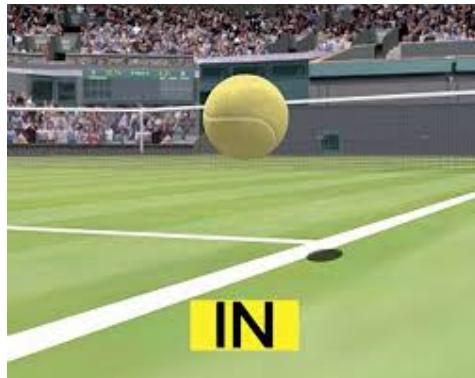
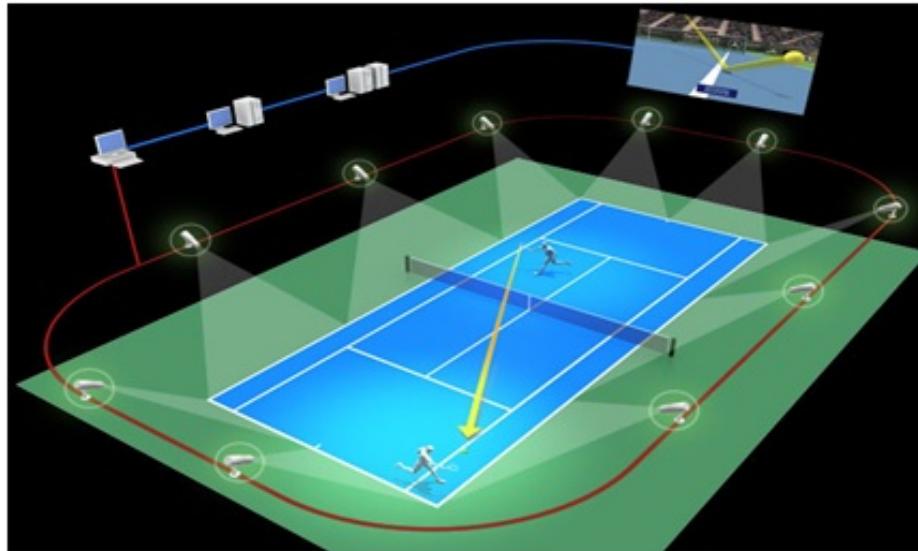
[Sony Cyber-shot® T70 Digital Still Camera](#)

# Detectarea facială pentru protejarea identității





# Tenis: sistemul Hawk-eye



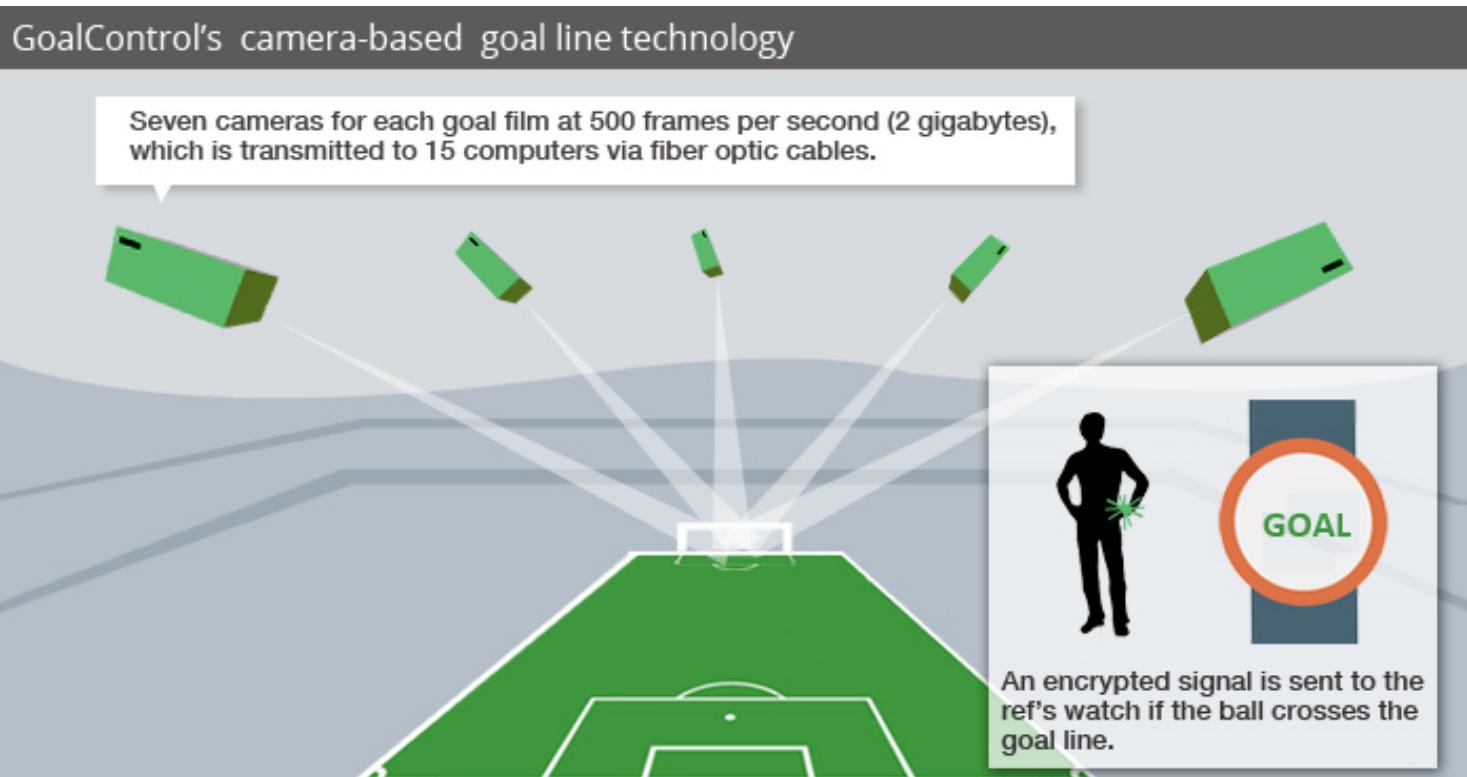
HAWK-EYE INNOVATIONS

# Tenis: sistemul Hawk-eye



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

# Fotbal: sistemul Goal Line



# Fotbal: sistemul Goal Line

Cupa Mondială 2010: Germania - Anglia

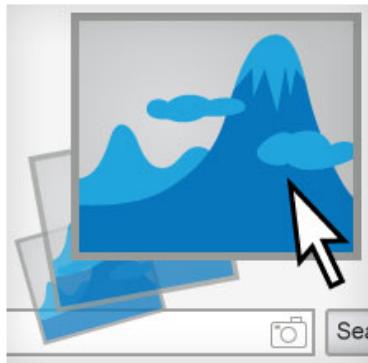


<https://www.youtube.com/watch?v=o5QIBHF6ib8>

# Căutare vizuală



## Four ways to search by image



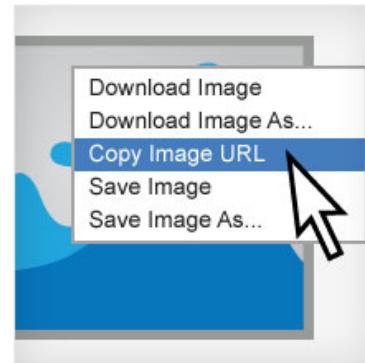
### Drag and drop

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



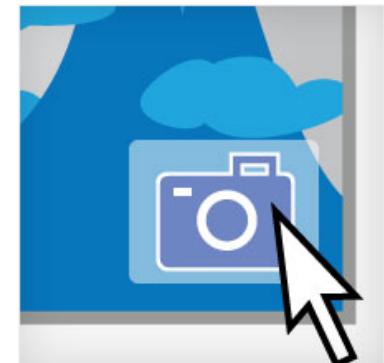
### Upload an image

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

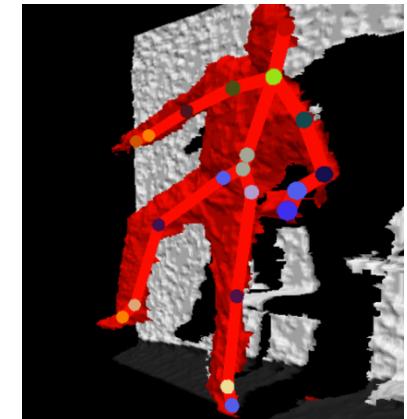
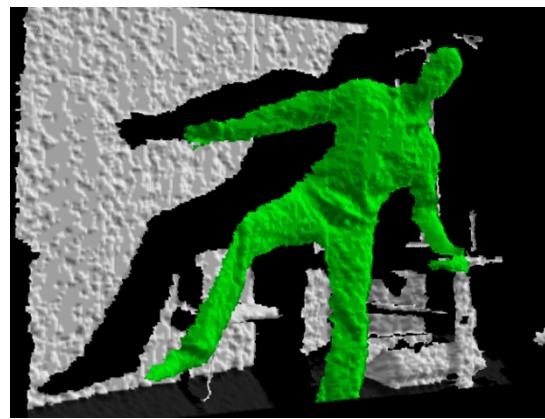
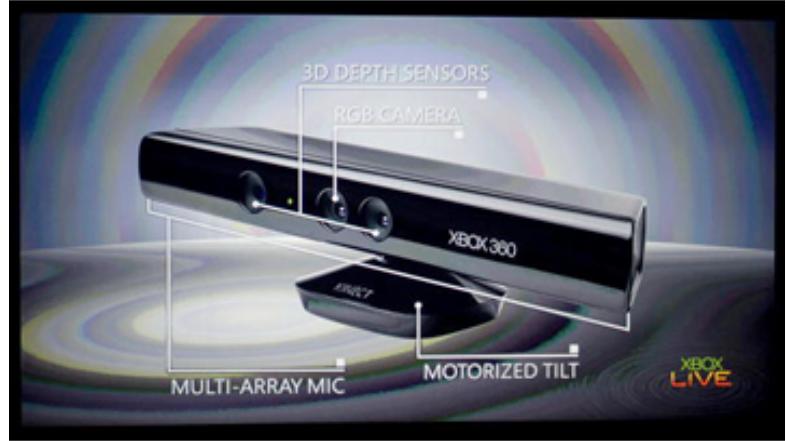
- Mobileye
  - sistem vizual disponibil pe unele modele BMW, GM, Volvo

# Prevenirea accidentelor



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

# Interacțiune vizuală: Xbox Kinect



# Aplicații În Vederea Artificială

- Aplicațiile prezente în viața noastră cotidiană
  - multe dintre ele dezvoltate în ultimii 5 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>

# Structura cursului de Vedere Artificială

# Structura cursului

## 1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienți, muchii, textură

Teme laborator: realizarea de mozaicuri

imagine  
de  
referință



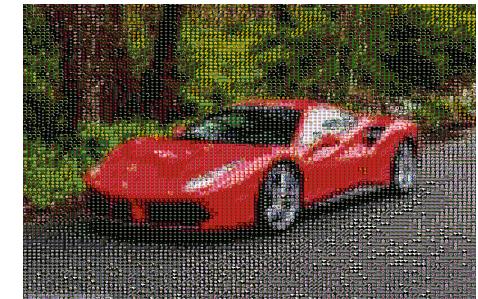
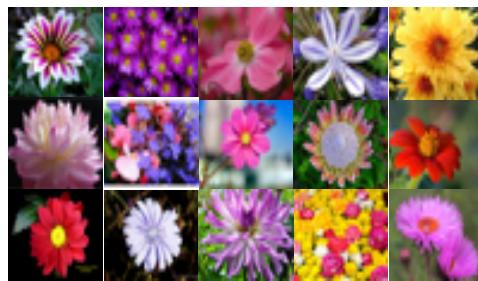
colecție de  
imagini (piese)  
de dimensiuni  
reduse

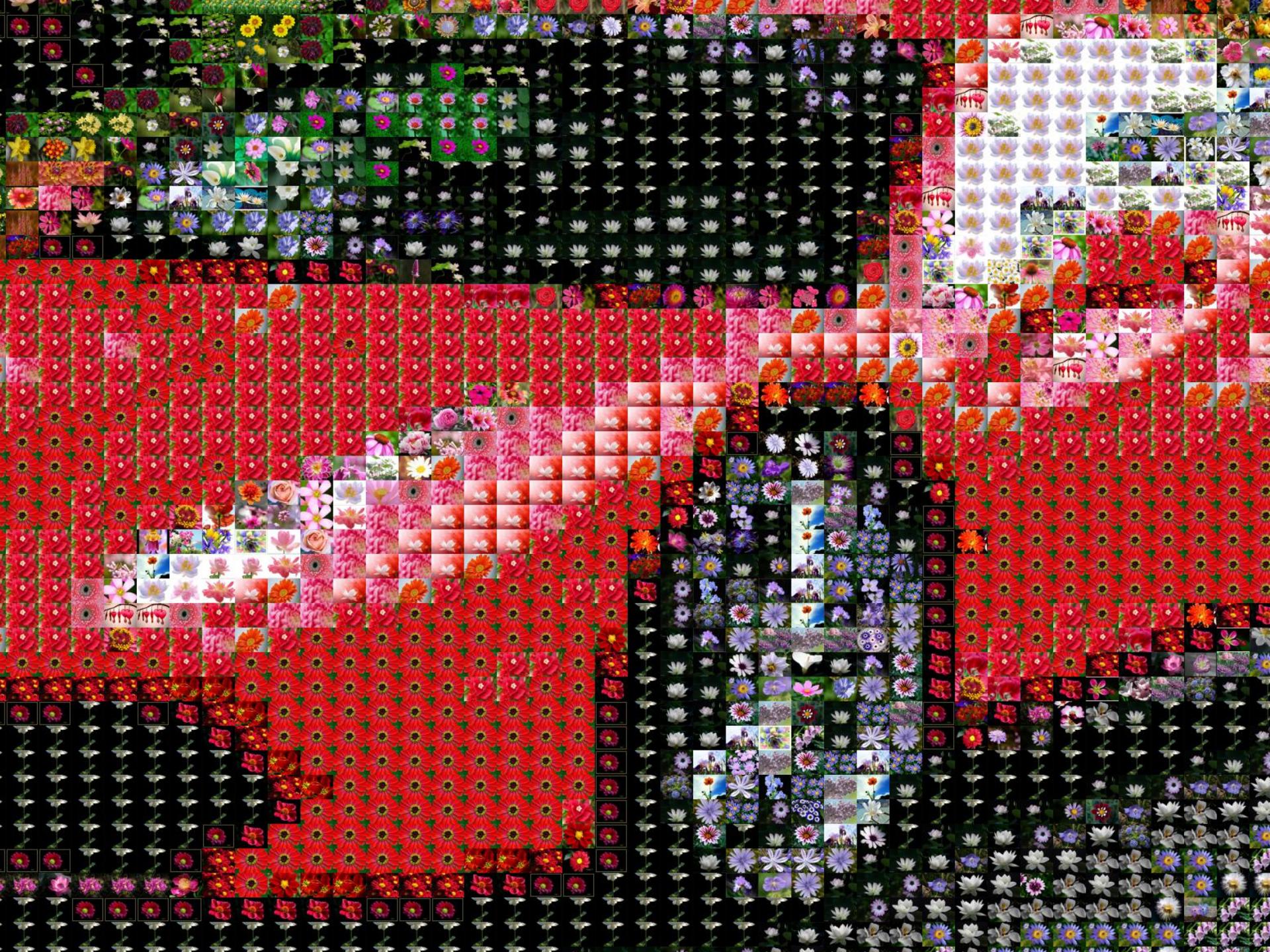


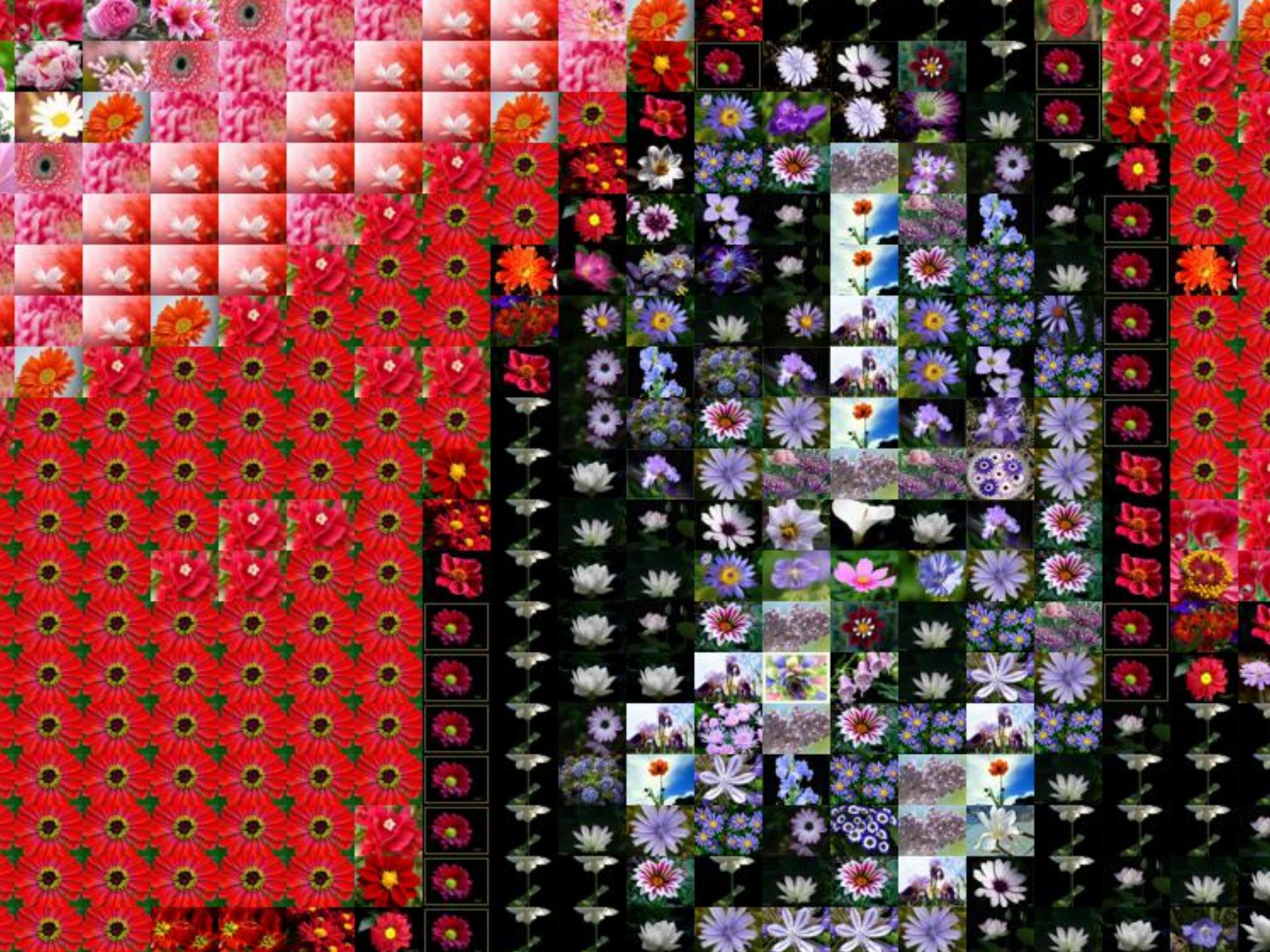
algoritm  
codat de  
voi



imagine  
mozaic







# Structura cursului

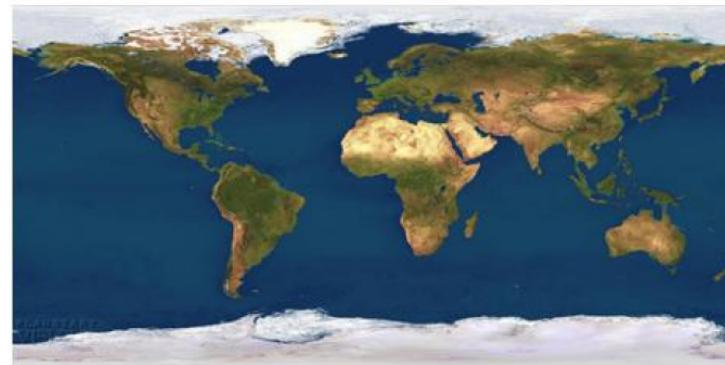
## 1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienți, muchii, textură

Teme laborator: redimensionarea imaginilor cu păstrarea conținutului



Redimensionare  
uzuală (imresize)



Redimensionare cu  
păstrarea conținutului

# Structura cursului optional

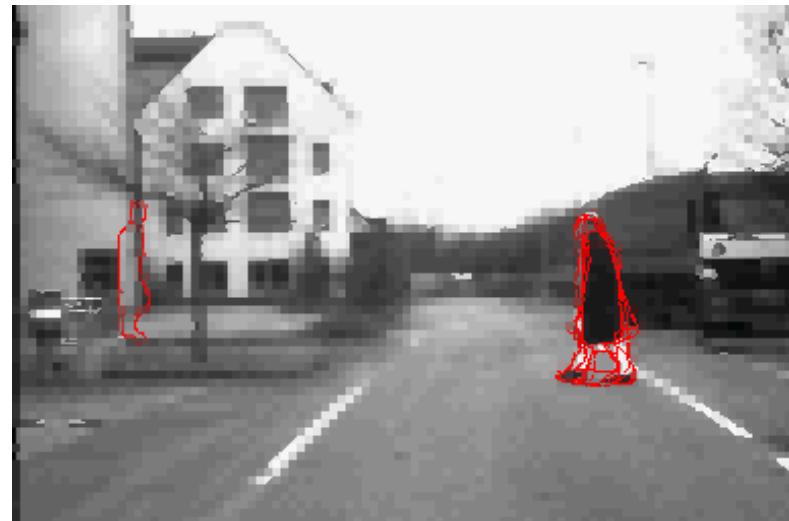
## 1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienți, muchii, textură

Teme laborator: detectare de obiecte



Detectare semne de circulație



Detectare pietoni

# Structura cursului optional

## 1. Caracteristici ale imaginilor

- filtre, gradienți, muchii, textură

Tema laborator: sinteza texturii, transferul texturii pe obiecte



+



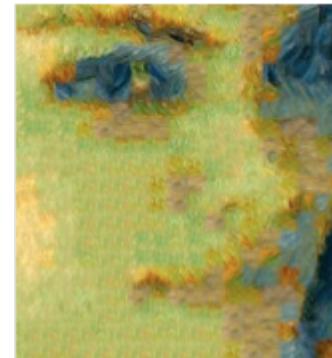
=



+



=



# Structura cursului optional

## 2. Descriptori vizuali

- puncte de interes, descriptori SIFT, descriptori HOG

Tema laborator: realizarea de panorame, regăsirea informației

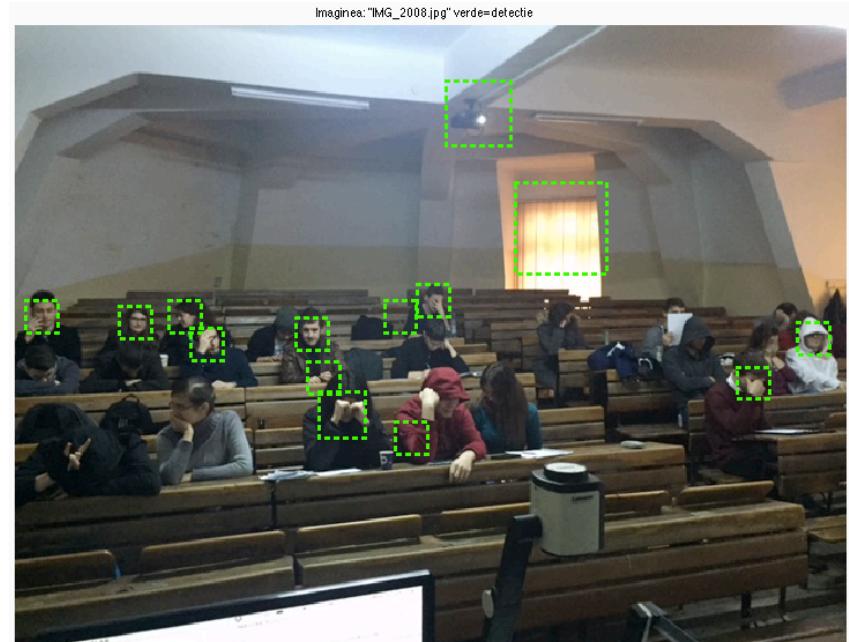
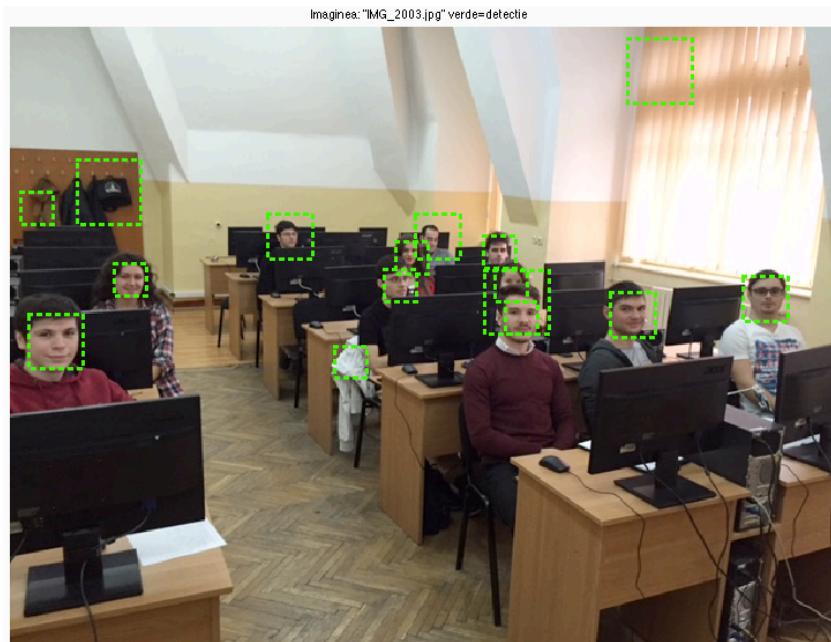


# Structura cursului optional

## 3. Recunoaștere de obiecte

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

Tema laborator: detectare facială, clasificarea imaginilor



# Structura cursului optional

## 3. Recunoaștere de obiecte

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

Care imagine conține o mașină (vedere din spate)?

DA



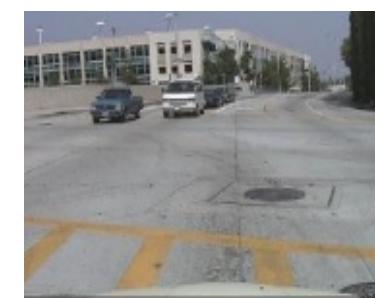
NU



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)



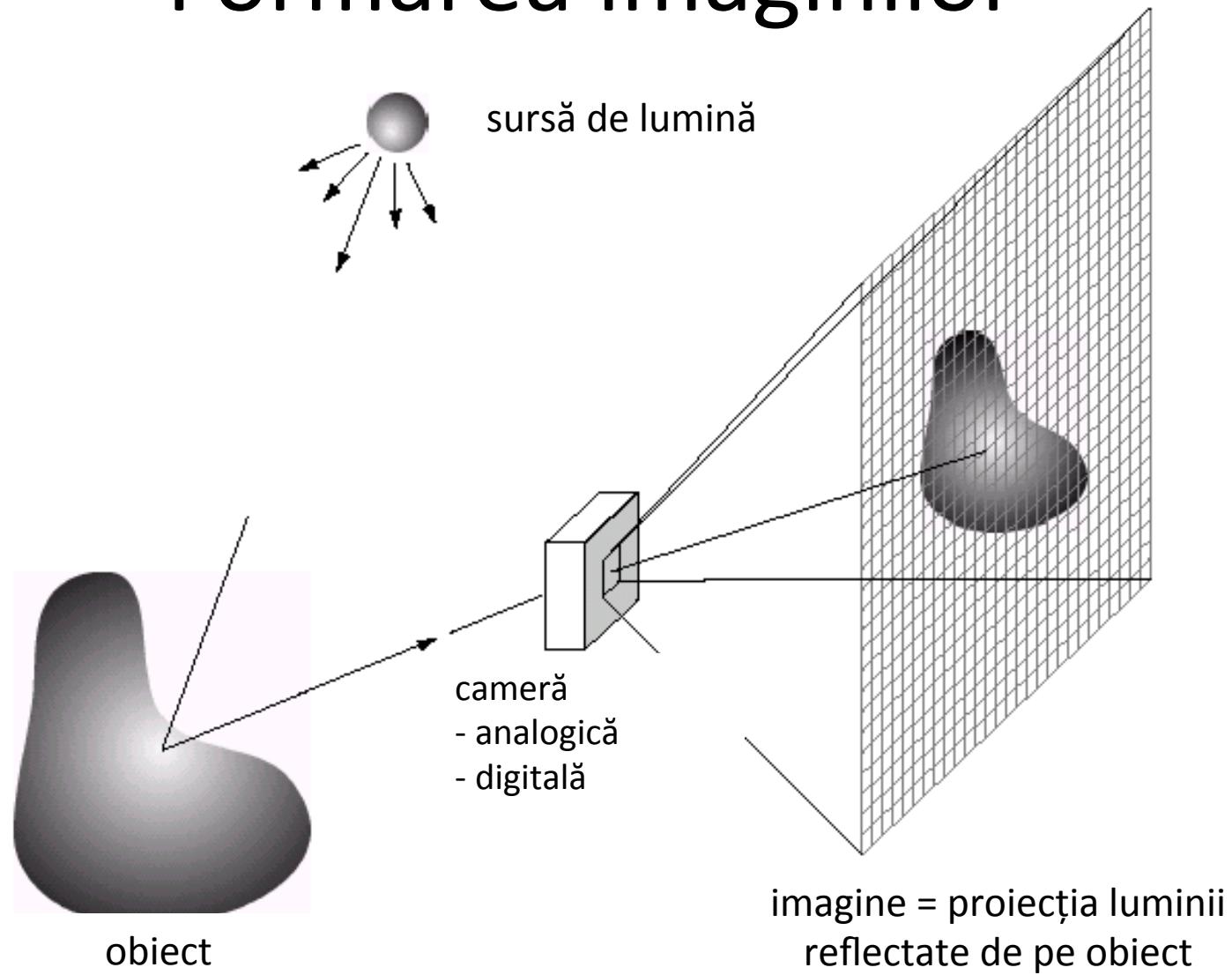
# Bibliografie

# 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)
  2. 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))
  3. Link-uri spre cărți despre CV: <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/books.htm>

# Formarea imaginilor

# Formarea imaginilor



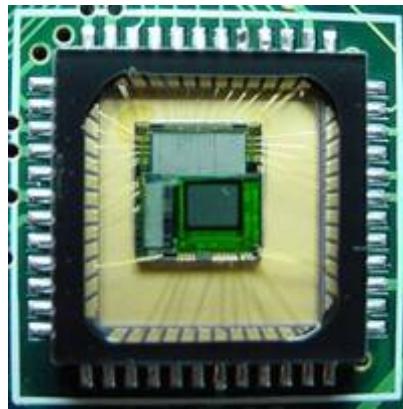
# Camere digitale



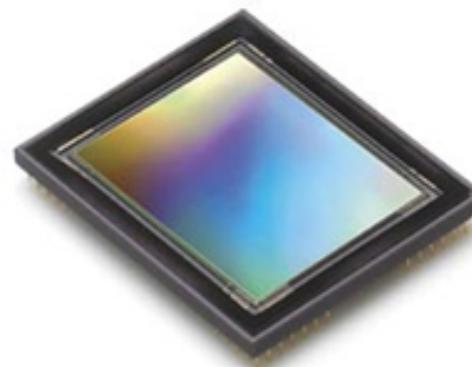
<http://electronics.howstuffworks.com/digital-camera.htm>

## Senzori de imagine:

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

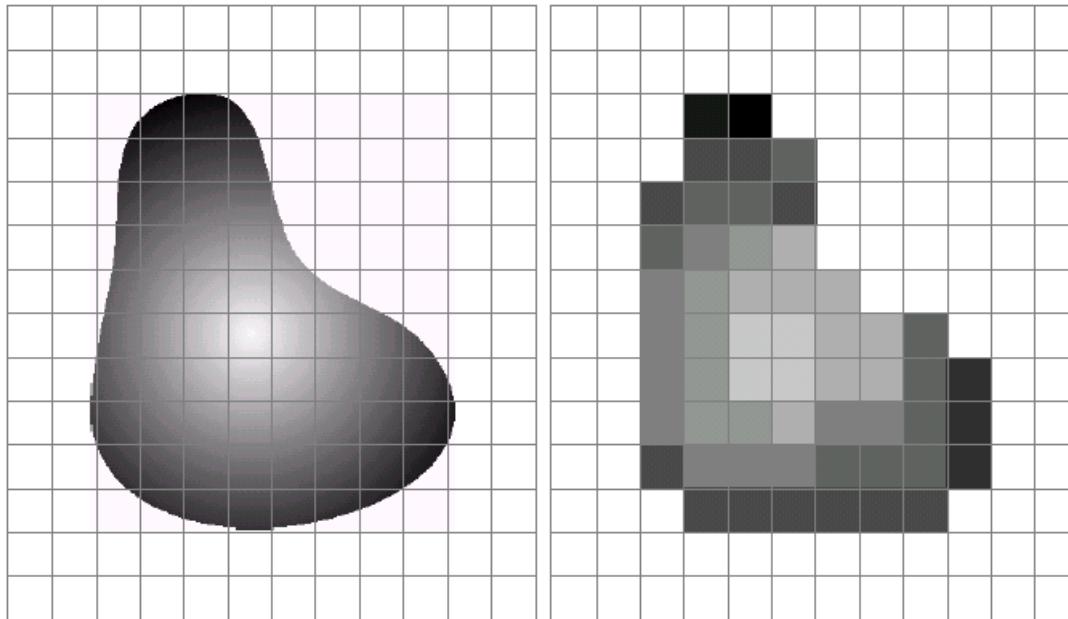


CMOS



CCD

# Imagini digitale



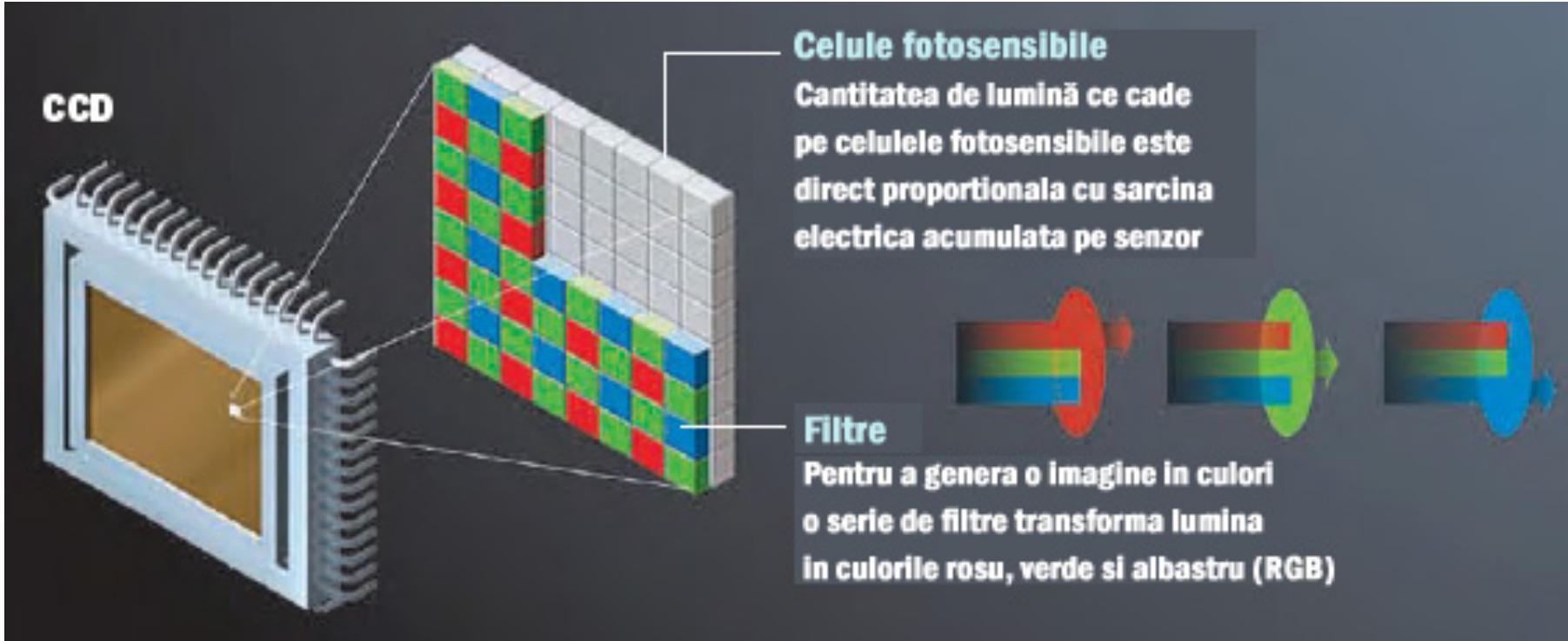
Imagine proiectată pe senzorul de imagine

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

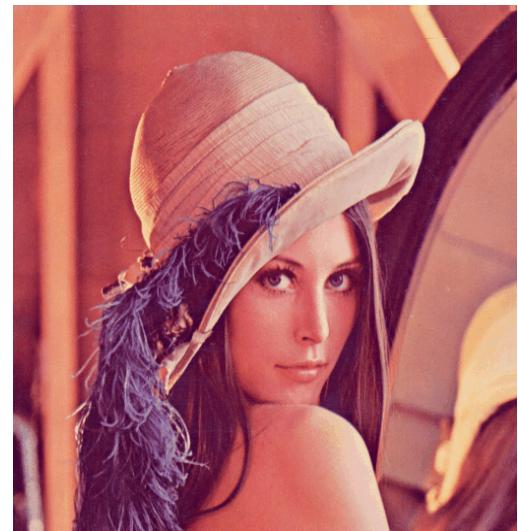
Binare



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)

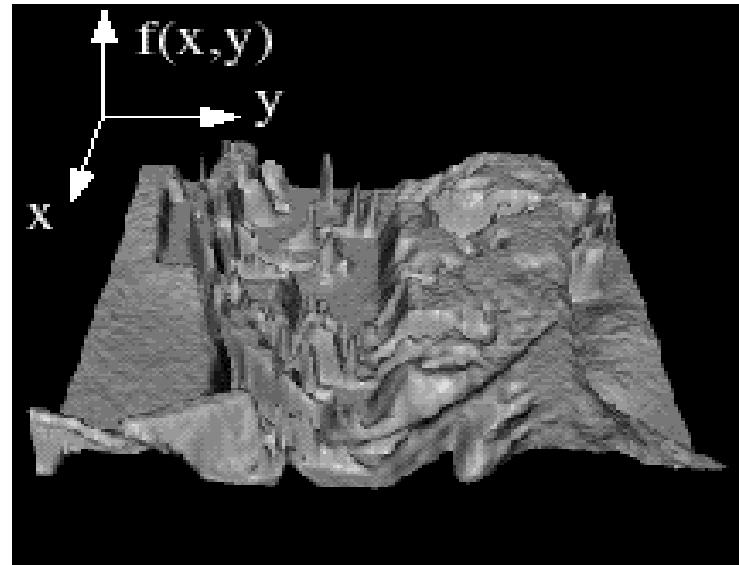


$$\text{gray} = 0.2989 * \text{R} + 0.5870 * \text{G} + 0.1140 * \text{B}$$

coeficienți determinați pe  
baza perceptiei vizuale umane

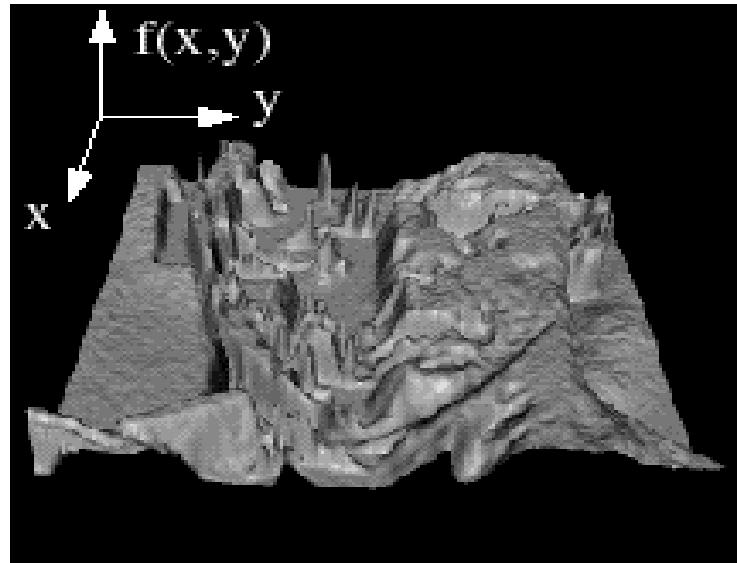
[https://en.wikipedia.org/wiki/Color\\_vision](https://en.wikipedia.org/wiki/Color_vision)

# Imagini private 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  $\{0, 1, \dots, 255\}$
- - luminozitate 0 = negru
  - luminozitate 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

# Imagini în Matlab

- Imaginile sunt reprezentate ca matrice
- “img” – imagine RGB de dimensiuni N x M
  - $\text{img}(1,1,1)$  = valoarea pixelului din stânga-sus în canalul R
  - $\text{img}(y, x, c)$  = y pixeli în jos, x pixeli în dreapta, canalul c
  - $\text{img}(N, M, 3)$  = valoarea pixelului din dreapta-jos în canalul B
- `imread(filename)` returnează o imagine uint8 (valori 0 – 255)

