

Notite Curs

- Termenul de predare al lucrarii e de **26.10.2023, ora 23:59**

Curs 1 - Electro-Magnetic Spectrum

- Also named light spectrum. The elemental particle of the electro-magnetic spectrum is the photon.
- The energy of a photon is calculated with the formula

$$E = \frac{h*c}{\lambda}$$

- h = Plank Constant
- c = speed of light
- λ = the wavelenght

! Cool Info

Photons and electrons interact to create flows of electricity. Both are involved. Electricity is not merely a flow of electrons in a wire; it is also a flow of photons in an electromagnetic wave.

- 1 Hz wavelenght = 300.000 km
- Spectrul de lumina = fotoni

Tipuri de raze:

- Gamma
- Space
- investigatii medicale
- death rays
- Rongen (X)
- Scanare bagaje
- investigatii medicale
- Ultraviolet
- money authenticity
- Lumina (spectrul vizibil de la 400 nm la 750 nm)
- Infra Red
- detecteaza caldura
- Terahertz
- Radio frequency -> Ultra sunet

Curs 2 - Achizitia Imaginilor

- Subiect examen - Sa detaliati 2 sau 3 spatii de culor la alegere
- S-a vorbit pe scurt de anatomia ochiului uman
- Celulele cu con si celulele cu bastonas
- Miopie (Vede bine aproape)/Hypermetropie (Nu vede bine la distanta)
- Refractia razelor de lumina -> punctele focus (obiect/imagine)

- fiecare camera are un CCD
 - Un singur punct din obiectul real se imprastie pe mai multe puncte din sensor
 - Daca dorim o imagine clara fiecare punct din imaginea reala corespunde cu un singur punct din CCD
 - Daca o camera are 1800x960
- Sensor CMOS
- Sensorul de imagine are structura de Bayer Filter
- lux -> unitatea de masura a iluminarii
- lumen -> o zona din aria luminoasa a unei lumanari
- candela -> intensitatea luminoasa de la o lumanare
Lumanarea e foarte vag - exista multi parametri in confectionarea unei lumanari

Perceptia culorii

- Celulele cu con sunt de 3 tipuri
 - con lung - sensibile la lungimi de unde de la 400 la 500 (violet spre albastru si foarte putin verde). 2% din celulele cu con sunt de acest fel
 - con mediu - sensibile la lungimi de unde de la 480 la 600 (verde, un pic de rosu si un pic de albastru) 33%
 - con scurt - (rosie, galben si verde) 65%

- Datorita distributiei de tipuri de celule cu con , celulele CCD contin in preponderenta celule verzi, ca sa se "sincronizeze" cu ochii nostri

Magenta,Cyan si Galben sunt folosite in cartusele de imprimanta

Ce se vede rosu. Reflecta doar lungimea de unda corespunzatoare culorii rosu, iar celelalte culori doar trec prin ea.

Negru Absoarbe tot (Takes)

Albul Reflecta tot (Gives)

Spectrul de lumina e facut din frecvente. Ochiul nostru poate sa interpreteze anumite frecvente.

- Spatii de culori
 1. RGB - Red,Green,Blue
 2. CMY - Cyan,Magenta,Yellow
 3. CMYK - Cyan,Magenta,Yellow,Black
 4. LUV
 5. YUV, YCC
 6. CIE
 7. HSV

Clasificarea Imaginilor:

- Black and White: Binare
 - 0 pt negru si 1 sau 255 pentru alb
 - un pixel este un bit : {0,1} sau un byte {00000000,11111111(255)}
 - O image HD in binar ocupa 2 megabit
- `I = imread('nume.bmp');`
- `Igray=rgb2gray(I);`
- `IBW=(Igray>128);` (cele doua formulari sunt identice)
- `IBW = imbinarize(Igray);` (tresh-holding)
- anumite operatii morfologice se pot efectua doar pentru imagini binare (Black and White)
- Grayscale : Gradient [0,255]
 - 0 <- Negru
 - 255 <- Alb
 - 128 <- Gri pur (50% alb, 50% negru)
 - O image HD in binar ocupa 2 MByte
- RGB (in OpenCV si PythonCV2 nu e RGB ci BGR)
 - un pixel ocupa 3 * 8 biti (un canal pentru fiecare culoare)
 - imaginile in format bmp stocheaza culorile ca un triplet (100,130,90) - RGB
 - valorile culorilor pot fi normalizate de la [255,255,255] la [1,1,1]. Pentru a normaliza

(100,130,90) se transforma astfel
100/255;130/255;90/255.

- each one of the colors can be stored in gradients of 0 to 255 so 8 bits or up to 48 bits so values between 0 and 281.474.976.710.656
- the 8 bits per color gives birth to 16.581.375 different colours
- the 48 biyd per color gives birth to $(281.474.976.710.656)^3$ colors. An insanely large number
- Our eyes can percieve up to 2 milion numbers
- CMYK
 - $C = 1 - R \mid M = 1 - G \mid Y = 1 - B$
 - un cvartet de culori
 - $R, G, B \in [0, 1]$
 - Cand vedem o suprafata de o anumita culoare. Defapt acea suprafata nu e neaparat de acea culoare ci este de o culoare care reflecta acea culoare. De exemplu o suprafata de culoare magenta reflecta rosu si albastru si nu reflecta verde

Anumite celule la microscop se pot analiza mai bine in spatii de culoare diferite de rgb

Contrastele de culori sunt mai clare in anumite spatii de culori fata de altele

- HSI
 - Hue Saturation Intensity (HSI)
 - hue = nuanta (se masoara unghiul de la axa culorii rosu)
 - saturation = saturatie (lungimea vectorului de la origine)
 - intensity = intensitate (se masoara pe inaltimea formei)
 - intensitatea incepe de la baza (alb) spre varf (negru)
 - Spatiul acesta de culori nu are o forma cubica ci o forma de piramida cu baza hexagonala
 - acest spatiu de culori se poate folosi in color wheel-uri deoarece reprezentarea in acest spatiu este mai intuitiv pentru oameni
 - daca se vrea trecere de la HSI in RGB se mapeaza culorile din 2D (hexagon) inapoi in cubul RGB
- HSV
 - Hue Saturation Value (HSV)
 - Forma de cilindru

- Value e in concept aproape la fel ca Intensity din HSI
- CIE
 - also know as XYZ
 - prezinta nuantele la care ochiul uman este sensibil
 - numele este vine din franceza
 - porneste de la un
 - axa y = luminozitatea (luminance) (o combinatie liniara a conurilor lungi si medii)
 - axa z = corespunde cu raspunsul celulei cu con scurte (o combinatie liniara a conurilor scurte)
 - axa x = combinatie liniara a tuturor conurilor
- LUV
 - L - Luminance/Intensitate
 - U,V - chromaticity values of color images
 - Can be converted into XYZ
- YUV
 - Y is Luminance
 - se foloseste pentru imagini de format jpeg si j2000
 - $U = B - Y$ iar $V = R - Y$
 - YUV - se foloseste in codificarea videourilor PAL

- Can be converted into RGB
- $YC_B C_R$
 - unused in jpeg, mpeg
 - $CB = (B-Y)/2 + 0.5$
 - $CR = (R-Y)/2 + 0.5$
 - Observa similaritatea formulelor cu cele din YUV (B-Y si R-Y)

Din RGB -> Grayscale

- exista 3 variante, dar folosim:
 - $Gray = \frac{(max(R,G,B)+min(R,G,B))}{2}$
 - Valoarea de gri trebuie sa fie intre [0,255]

Curs 3 - Senzori de Imagine si Operatii cu Imagini

- Lumina intra prin siruri de lentile
- Dupa lentile urmeaza un filtru de culoare
- https://www.youtube.com/watch?v=kM5R8tB5wqQ&ab_channel=LearnLearnScratchTutorials

Bayern Pattern

dpi

- dots per inch

- reprezinta densitatea de imprimare

pentru a converti din analog in digital (imaginea pe o foaie) in pixeli. Se ia numarul daca nu e in inchi se transforma in inchi si se inmulteste cu numarul de dpi.

De unde iti dai seama ca imaginile digitale au fost create e americani. Sunt calculate in inch

Recommended canvas size

Operatii aritmetice cu imagini

- In Matlab $im1 + im2$ va da intotdeauna o valoare maxima de 255 (e.g.) $100+200 = 255$ (tot ce trece de 255 se rotunjeste in jos la 255)
- In caz ca in matlab se incearca o afisare cu pixeli de culori ce depasesc 255 MatLab va afisa o imagine alba, iar ca sa o aducem in intervalul pe care dorim (0,255): facem o transformare liniara
- La examen poate veni calculare de megapixeli
- Exista 3 categorii:
 - Operatii Punctuale: $I(x, y) \Rightarrow J(x, y)$
 - fiecare punct este caracterizat de o valoare (pixel la valoare)

- Operatii locale:
 - feature
 - dintr-un bloc de imagine (o arie) se formeaza o singura valoare
- Operatii globale:
 - toata imaginea este caracterizata de o singura valoare
 - nu se ma prea folosesc

Histograma

- masoara frecventa de aparitie a unor valori
- se poate folosi pentru a vedea de cati pixeli dintr-o imagine au o anumita culoare
- daca imaginea este in grayscale o singura histograma este suficienta pentru a descrie imaginea
- daca imaginea este colorata 3 histograme sunt necesare. Una pentru fiecare culoare.

Threshold

- In cazul in care dorim sa trecem de la o imagine grescale intr-o imagine binara folosim aceasta tehnica
- Ne alegem o valoare arbitrara (valoare de threshold) din intervalul $[0,255]$. Toate valorile mai mari decat

aceasta valoare devin 255 si toate valorile mai mici devin 0

Contrast stretching

- transformare liniara de la $[val_min, val_max]$ -> $[0,255]$
- formula $I_{nou}(x, y) = \frac{255 - min}{max - min} (I(x, y) - min)$
 - $I(x, y)$ - reprezinta valoarea pixel-ului in imaginea ne-stretch-uita
 - $I_{nou}(x, y)$ - valoarea noua a pixelului in imaginea strechuita
 - max - valoarea maxima a cullorii unui pixel din poza ne-strech-uita
 - min - valoarea minima a cullorii unui pixel din poza ne-strech-uita
 - I are o valoare x si y deoarece pixelii se afla intr-un grid

Pagina 28

Convolutii

- Filtru trece sus: high pass filter -> filtreaza frecventele inalte si mentine frecventele joase
 - detecteaza muchii
 - detecteaza contraste

- se bazeaza pe derivate
- Filtru trece jos: low pass filter -> filtreaza frecventele joase si mentine frecventele inalte
 - elimina zgomotul (puricii) din imagine

Filtru de mediere (average filter)

- a.k.a. box filter
- filterul are dimensiunea de 3x3 -> considera 9 pixeli
- dupa o operatie de convolutie valoarea rezultanta trebuie normalizata (se imparte cu 1/9 - valoarea obtinuta nu trebuie sa depaseasca 255)
- normalizarea se poate face in 2 moduri
- asa cum am facut de asupra. valoare fiecarui pixel se imparte la 9
- alternativ, putem avea o normalizare ponderata de genul:

$$\begin{matrix} 1/16 & 2/16 & 1/16 \\ 2/16 & 4/16 & 2/16 \\ 1/16 & 2/16 & 1/16 \end{matrix}$$
- filtru trece jos

Filtru median

```

5 3 4 5 3 4
3 10 5 => 3 4 5
3 4 5 3 4 5

```

- se aplica un filtru de 3x3 unde valoarea curenta care

urmeaza sa fie inlocuita in convolutie este aleasa ca fiind valoarea mediana din sirul ordonat de valori ale vecinilor.

- de ex: pt matricea de mai sus avem (3,3,3,4,4,5,5,5,10)

- folosit pentru smoothing (netezire) de imagine (remove noise)

- in cazul in care netezim, eliminam muchii folosim filtrul trece jos
- filtrele trece sus au un varf (centrul, valoare pozitiva), au o forma gaussiana. Restul valorilor din filtru sunt negative. Scot in evidenta muchiile si estompeaza restul.
- filtrele se aplica pe imagini greyscale (pentru imagini color trebuie aplicate transformari de imagine).

Filtre Spatiale

- pg 33 curs 4

Filtre Trece Sus

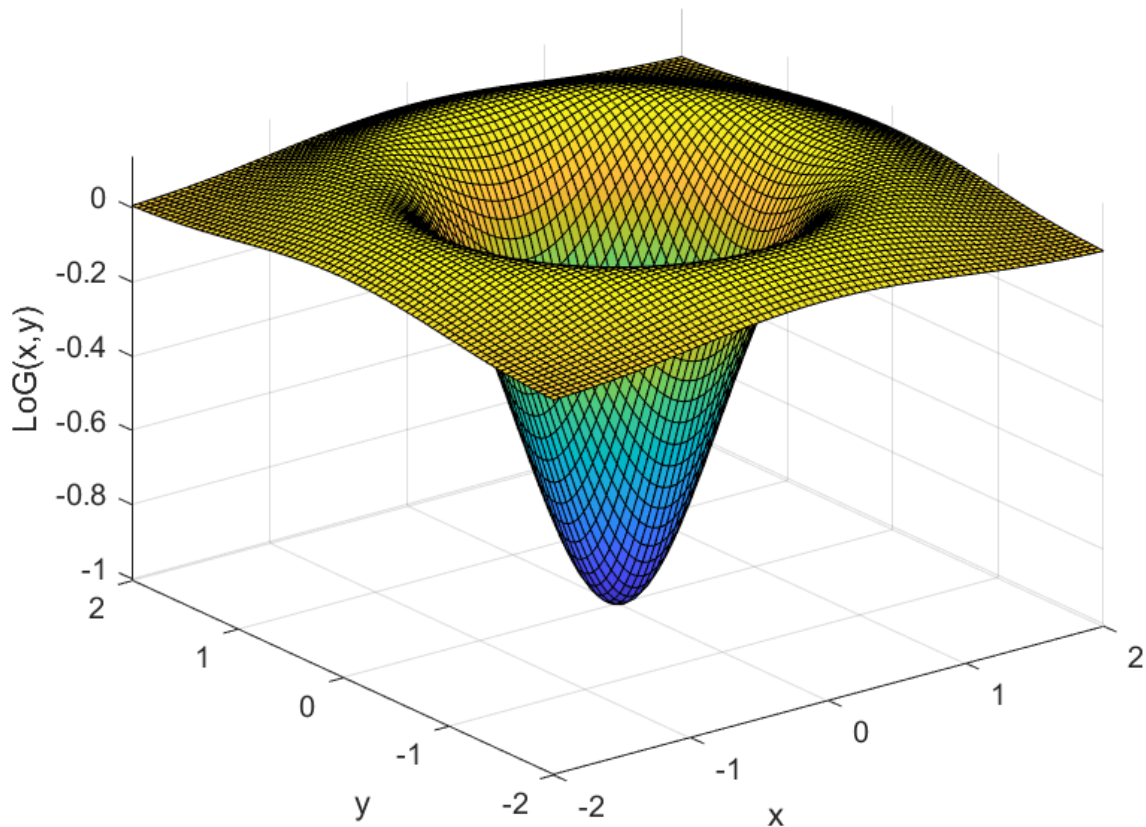
- este vorba despre derivata unui semnal
- Filtrul Gaussian
- Filtrul Sobel
 - scoate in evidenta schimbariile bruste de intensitate
 - provine din derivata de ordinul 2

- exista filtru sobel pe axa X si un altul pentru axa Y
- filtrul Sobel X identifica muchiile verticale
- filtrul Sobel Y identifica muchiile orizontale
- filtrul Sobel X are forma

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$
- se pot obtine valori negative (e.g. -160) acestea nu se afla intre 0 si 255
- valorile negative reprezinta trecere de la mai mari la mai mici
- valorile pozitive reprezinta inversul (de la mai mici la mai mari)
- Filtru unsharp
 - se combina imaginea initiala cu imaginia rezultata dupa aplicarea filtrului trece jos

Filtrul Laplacian

- $\nabla = \nabla^2 I(x, y) =$
- este de 3X3 dar exista si variante de 5X5
- Curba laplace arata asa:



•

Exista multe filtre care detecteaza filtre in imagine

- in multe masini nu sunt aplicati algoritmi de AI complexi ci doar filtre de detectare a axei drumului

Ce inseamna frecventa joasa si frecventa inalta in contextul procesarii imaginilor:

Frecventa inalta -> Diferenta intre doi poxeli alaturari este mare

Frecventa joasa -> Diferenta intre doi poxeli alaturari este mica

Puricii de la televizor -> salt and pepper noise sau mai sunt cunoscuti ca si zgomot gaussian

Filtrul Prewitt

- se anina mult cu filtrul sobel
- are o varianta care detecteaza muchii verticale si muchii horizontale

Filtrul Roberts cross

- filtrul e de 2x2
- pixelul care isi schimba valoarea (sau pixelul unde se salveaza schimbarile) este pixelul stanga sus din cei patru

Filtrul Laplacian of Gaussian (LoG)

- suma tuturor elementelor (valorile pixelilor din filtru) trebuie sa fie 0

Filtrul Difference of Gaussians (DoG)

Best edge filter detection algorithm is:

Canny Edge Detection

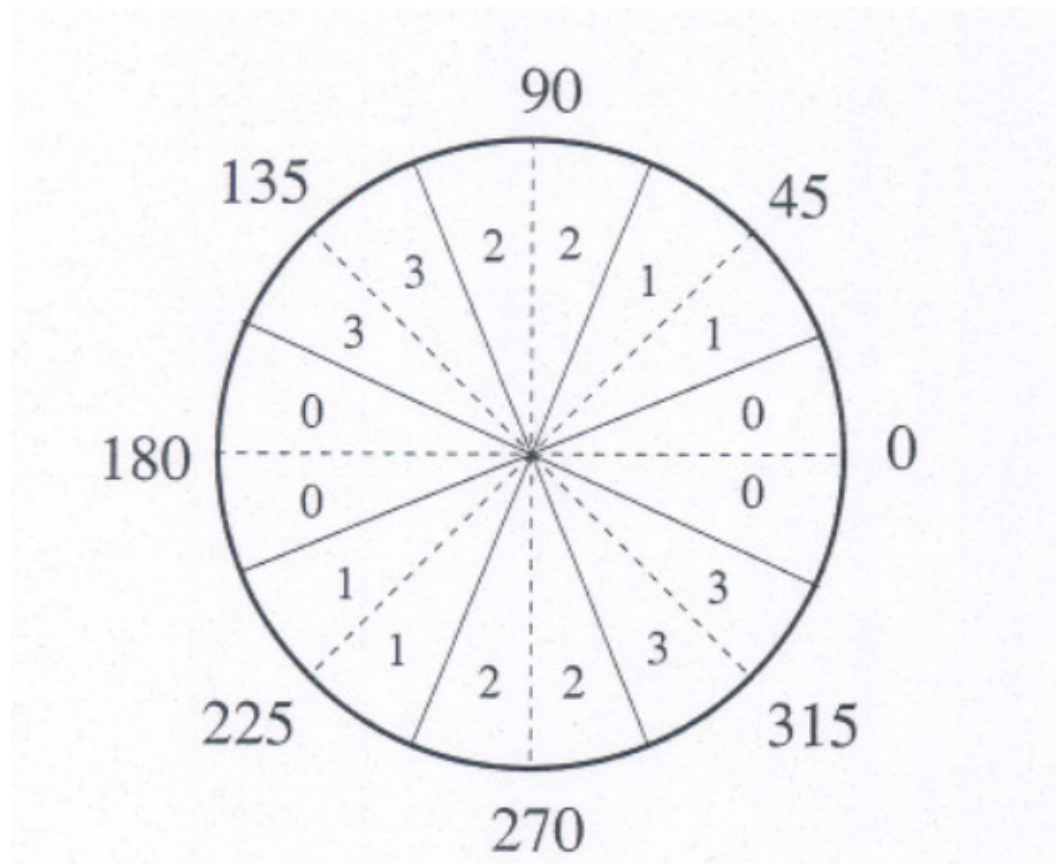
- Se realizeaza in etape:
 1. Se netezeste imaginea cu un filtru Gaussian (filtru de netezire mediere) de 5x5
 - estompeaza valorile imaginii
 - scoate in evidenta diferentele mari de valori

2. Se aplica filtrul Sobel si cel pe X si cel pe Y

- se calculeaza vectorul de magnitudine
- unghiul vectorului (gradientului)
- Pentru fiecare pixel se calculeaza magnitudinea Sobel si orientarea Sobel
- Uita-te pe notitele Szidonei

3. Supresia non-maximelor (Non-Maximum Supression)

- Muchiile care nu sunt foarte evidente sunt eliminate
- Ne folosim de valoarea unghiul gradientului calculat la pasul anterior



- Valoarea unghiului va cadea in una din cele 4 zone ale cercului de mai sus (0,1,2,3)
- zona 0 inseamna muchii orizontale
- zona 1 inseamna muchii oblice 45 grade
- zona 3 inseamna muchii oblice - 45 (135) grade
- Se pune intrebarea pentru fiecare punct (valoare din filtru) : Pastram valoarea sau nu ?
- In functie de zona in care punctul se verifica vecinii pe directia asociata zonei. Adica pt un punct in zona 0 se verifica vecinii din stanga si dreapta. Pt un punct in zona 1 se verifica vecinii de pe diagonala secundara. Pt un punct in zona 2 se verifica vecinii de deasupra si dedesupt
- Daca vecinii au valori mai mari decat punctul actual. Acest punct se elimina (Valoarea se pune pe 0)

4. Histereza

- se elimina muchiile slabe
- se creaza un interval de Histereza (o valoare minima si una maxima)

- maximum poate fi de 2 sau 3 ori dimensiunea minima
- muchiile cu valori mai mari decat valoarea maxima a intervalului se pastreaza
- restul muchiilor se elimina (Valoarea se pune pe 0)
- Oglindire, Translatie Rotatie
 - cateva (4-5) exemple de filtre de detectie a muchiilor - explicale
 - Canny Edge Detection - descrie cum functioneaza filtrul (10,20 de fraze)

Transformari Geometrice

Region props - proprietati de regiune

- Aria obiectelor
- Perimetrul lor
- inclinare - unghiul cum sta un obiect fata de o axa fie ea OX si OY
- Centrul de greutate

Proprietatile de genul region props se foloseste doar pt imaginile Alb-Negru

Translatia

- modificarea pozitiei imaginii dar mentinerea axelor
- se pot modifica ori coordonatele imaginii ori axele in sine

Scalare

- $F(x', y') = I(a * x, b * y)$
- avem factori de scalare pe verticala (x) si orizontala (y)
- operatia de scalare foloseste interpolare
x x x x x x ? x ? x ? x ? x
x x x x x -> x ? x ? x ? x ? x
x x x x x x ? x ? x ? x ? x
- pixeli cu semn de intrebare isi aleg valoarea in functie de algoritmul de interpolare matematic folosit
 - Lineara - se pastreaza proportiile intre puncte
 - Bilinara
 - ponderile se inverseaza intre puncte (daca punctul x e la 20% din dinstanta catre punctul nou va avea p ondere de 80%)
 - Interpolare Cubica
 - Interpolare Bicubica
 - Lanzos - best type
 - Spline bicubic

- curbe spline numite Hermit
- si la scadere si la crestere se calculeaza cu interpolare
- la scadere se foloseste interpolate inversa

Oglindire

- flip fata de axa X sau Y
- se recalculeaza coordonatele fiecarui pixel in functie de axa de mijloc a imaginii

Roatie

- matricea de rotatie
 $\cos(\text{teta})$ $-\sin(\text{teta})$
 $\sin(\text{teta})$ $\cos(\text{teta})$