

Prelucrarea Imaginilor Digitale

Șef Lucrări Dr. Sorana D. BOLBOACĂ



Disciplina

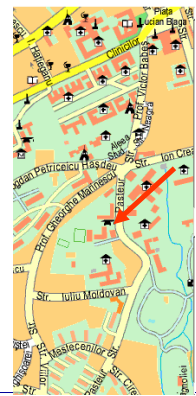
- Curs: 14 ore
 - 2 ore/săptămână – 7 săptămâni
- Lucrări practice: 28 ore
 - 2 ore/săptămână (programa lucrări practice)
- Durata de desfășurare: un semestru
- Examen: sesiunea de vară
- Contact: sbolboaca@umfcluj.ro



- Condiții preliminare:
 - Cunoștințe de matematică și fizică – liceu
 - Informatică medicală
- Pagina cursului:
 - <http://sorana.academicdirect.ro/pages/doc/Imag-III.php>



Curs: Marți 14-16 Str. Louis Pasteur nr. 6



Lucrări practice:

Marți: 12-14 (parter)



Materiale

- Obligatoriu:
 - Curs (prezentări)
 - Laborator (lucrări practice)
- Bibliografie:
 - Drugan T., Iacob S., Achimas A., Tigan S. Aplicații informatice în imagistica medicală. Editura SRIMA, 2000.
 - Jain A.K. Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice-Hall, 1989.



Radiologic-Imagistică, anul III (2008-2009) 7

Politica cursului


- Participarea la curs:

ANEXA
la Hotărârea Nr. 1/2009 a Senatului UMF din data de 27.01.2009

Capitol III în locul art. 15 se introduce

(15) Studenții au obligația să participe la minimum 70% din cursurile disciplinei.
 (16) Absențele într-un cuantum mai mare de 30% din totalul orelor de curs atrag neadmiterea studentului la examen în sesiunea respectivă și pierderea unei șanse de a susține examenul.
 (17) Absențele la cursuri se recuperează și nu se percep taxe.


http://www.umfcluj.ro/universitate/structuri-de-conducere/HS%201_2009.pdf

 Sorana D. BOLBOACA – Prelucrarea Imaginilor Digitale Curs I

Radiologic-Imagistică, anul III (2008-2009) 8

Politica cursului


- Laboratoarele sunt obligatorii (toate)
- Toate temele de laborator sunt necesare pentru promovare
- Copierea la examen: se aplică politica universității

 Sorana D. BOLBOACA – Prelucrarea Imaginilor Digitale Curs I

Radiologic-Imagistică, anul III (2008-2009) 9

Examen


- Examen teoretic + note laboratoare + notă proiect
- “Aprecierea cunoștințelor studenților se face cu note de la **1 la 10**”.
- Promovarea examenului final este condiționată de obținerea notei minime de promovare (5) la toate formele de examinare.
- Prezența la examen: cel mult 3 ori pe parcursul unui an universitar (sesiunea de iarnă, sesiunea de vară și 2 sesiuni de toamnă). **A treia prezentare se plătește!**

 Sorana D. BOLBOACA – Prelucrarea Imaginilor Digitale Curs I

Radiologic-Imagistică, anul III (2008-2009) 10

Examen


- Sesiunea de vară: 6/06-5/07/09
- Toamnă I & II: 2/09-8/09/09
- În sesiunea toamnă II: nu sunt admiși în examen decât studenții care au acumulat cel puțin o prezență fizică la una din sesiunile anterioare.
- Obținerea notei minime de promovare se recunoaște doar în același an universitar!!!**

 Sorana D. BOLBOACA – Prelucrarea Imaginilor Digitale Curs I

Radiologic-Imagistică, anul III (2008-2009) 11

Examen

- Examen teoretic: întrebări cu răspuns multiplu! (număr întrebări = 30). Modalitatea de punctare:
 - Întrebări cu un singur răspuns corect:
 - 5 concordante = 1 punct
 - < 5 concordante = 0 puncte
 - Întrebări cu două răspunsuri corecte:
 - 5 concordante = 1 punct
 - 4 concordante = 0.5 puncte
 - < 4 concordante = 0 puncte
 - Întrebări cu trei sau patru răspunsuri corecte:
 - 5 concordante = 1 punct
 - 4 concordante = 0.5 puncte
 - 3 concordante = 0.25 puncte
 - < 3 concordante = 0 puncte


 Sorana D. BOLBOACA – Prelucrarea Imaginilor Digitale Curs I

Radiologic-Imagistică, anul III (2008-2009) 12

Examen

- Ponderi în nota finală:

• Note laboratoare (aplicație practică):	10%
• Notă proiect (Seris & Oral):	30%
• Examen teoretic (test grilă):	40%
- Vacanțe:
 - 18/4/09-26/4/09 - Paști

 Sorana D. BOLBOACA – Prelucrarea Imaginilor Digitale Curs I

Obiective generale

- Se vizează prin curs asimilarea cunoștințelor de bază necesare prelucrării, manipulării și managementului imaginilor digitale medicale precum și a metodelor de bază necesare analizei imaginilor digitale medicale statice și dinamice. Se urmărește de asemenea cunoașterea celor mai uzuale modalități și aplicații de prelucrare, management și manipulare a imaginilor digitale medicale.



Competențe de dobândit: teoretice

- Metodele de achiziție, eșantionare și cuantizare a imaginilor digitale.
- Principiile utilizate în prelucrarea numerică a imaginilor (reprezentarea matematică a imaginilor digitale monocrome și color; prelucrări punctuale și spațiale în imaginile digitale).
- Principiile și algoritmi de bază utilizați în îmbunătățirea și în restaurarea imaginilor digitale.



Competențe de dobândit: teoretice

- Principiile și algoritmi de bază utilizați în analiza și interpretarea imaginilor digitale (detecția, extragerea și reprezentarea conturului obiectelor și regiunilor; segmentarea imaginilor; analiza morfologică a imaginilor; descrierea cantitativă și simbolică a obiectelor și regiunilor din imagini digitale).
- Principiile și tehnicile folosite în codificarea și compresiei imaginilor digitale (codarea și compresia pixelilor; tehnicile predictive de codare și compresie; compresia de imagini folosind transformări de imagini).



Competențe de dobândit: teoretice

- Modalitățile de evaluare a performanțelor tehnicilor de compresie a imaginilor (calcularea parametrilor cantitativi; descriptorii ai performanțelor compresiei: eficiența codării; raportul semnal/zgomot; rata de compresie).
- Structura și algoritmi implementați în standardele de compresie a imaginilor medicale cele mai utilizate la ora actuală: standardul DICOM și JPEG de compresie a imaginilor statice, standardul MPEG de compresie a imaginilor dinamice.
- Metode și modalități de stocare a imaginilor digitale medicale. Sisteme de management a imaginilor digitale medicale.



Competențe de dobândit: practice

- După parcurgerea disciplinei studenții vor fi capabili să:
 - Manipuleze imaginile digitale (mărire, micșorare, etc.).
 - Aplice principalele tehnici de procesare punctuală a imaginii digitale (atenuare/diminuare a: contrastului, luminozității, saturației; corectarea sau egalizarea histogramei; inversarea contrastului; etc.)
 - Îmbunătățească imaginile digitale (filtrarea zgomotului).
 - Aplice diferiți algoritmi de segmentare și identificare a formelor în imaginile digitale medicale.



Competențe de dobândit: practice

- După parcurgerea disciplinei studenții vor fi capabili să:
 - Utilizeze programe de prelucrare a imaginilor digitale (Adobe Photoshop, Irfan View).
 - Utilizeze programe de vizualizare și manipulare a imaginilor DICOM (DicomWorks).
 - Înțeleagă și să aplice diferiți algoritmi de compresie a imaginilor digitale statice sau dinamice.



Introducere în prelucrarea imaginilor digitale



O imagine valorează cât 1000 de cuvinte? O înregistrare video valorează cât 1000 de propoziții

- Imaginile vizuale sunt bogate în informații
- Imaginea în viața de zi cu zi:
 - [Fotografii](#)
 - [Desene artistice](#)
 - Imagini științifice ([satelit](#), [medicale](#), etc.)
- Imagini în mișcare → video
 - [Filme](#)
 - [Camere de supraveghere video](#)



Scopul prelucrării imaginilor

1. Îmbunătățirea unei imagini pentru observatorul uman
2. Pregătirea imaginii pentru extragerea informațiilor



Percepția obiectelor - imaginilor

- Calitativă și comparativă
 - Nu cantitativă
- Judecăm mărimea relativă și forma unui obiect prin:
 - rotirea mentală a acestuia
 - căutarea unei imagini comparative
 - compararea noului obiect cu un obiect vizualizat anterior



Iluzia optică

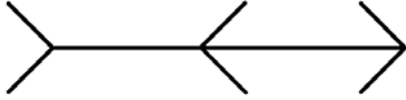
- Percepție eronată, deformată, inexactă a unui obiect sau fenomen
 - Obiectul-fenomenul este real
 - Percepția lui este eronată



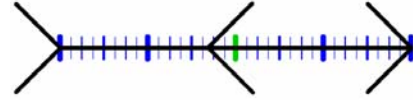
Iluzii optice: clasificare

- Iluzia de lungime
 - Muller-Lyer (1889)
 - Ponzo (1913)
- Iluzia de formă
 - Zollner
- Iluzia de mărime
 - Ames (1940)
- Iluzia de contur
 - Figuri imposibile
- Iluzia de mișcare
 - Figuri ambigue

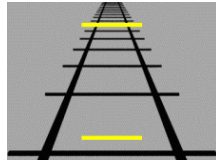


Müller-Lyer (1889): lungime

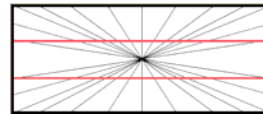
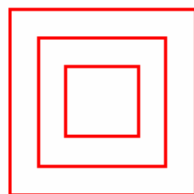
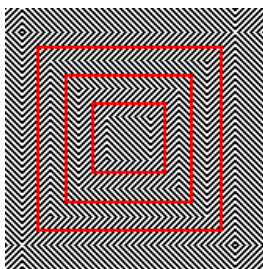
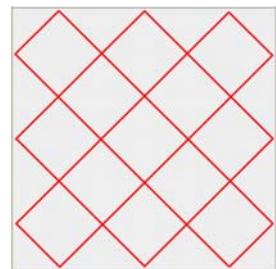
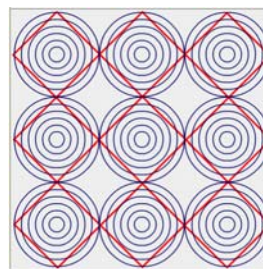
- Care dintre cele două segmente este mai mare?

**Müller-Lyer (1889): lungime**

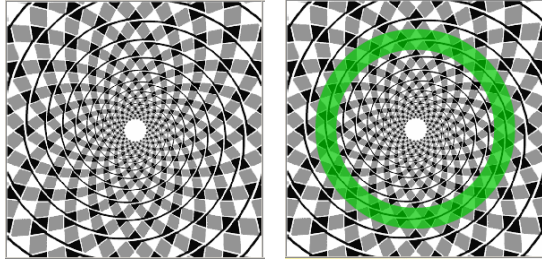
- Trecerea de la percepția 3D la 2D se face eronat.
- Segmentul mărginit de linii oblice în exterior este interpretat de aparatul optic ca fiind mai departe de ochi

**Ponzo (1913): lungime**

- Liniile orizontale galbene sunt sau nu egale?
- Percepția adâncimii: pentru ochiul uman liniile oblice creează senzația de adâncime, ceea ce duce la aprecieri diferite a lungimilor celor două linii galbene.

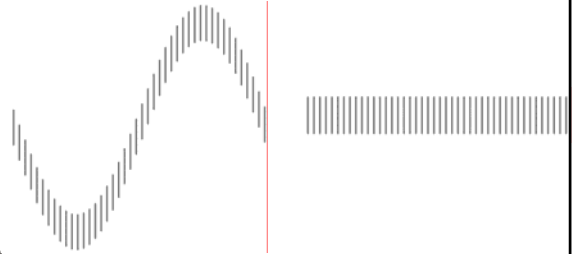
**Iluzia Hering (1861): formă****Hans Kuiper: formă****Hering's & Zöllner': formă**

Spirala Fraser: formă



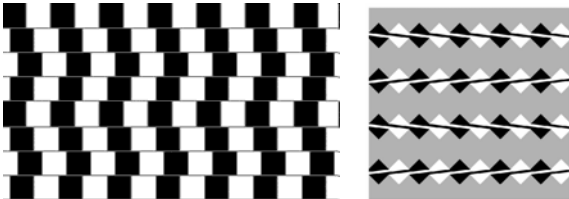
Day & Stecher (1991): formă

- Înălțimea liniilor din imagine e egală sau nu?



Iluzia de formă

- Liniile orizontale sunt drepte sau curbe?

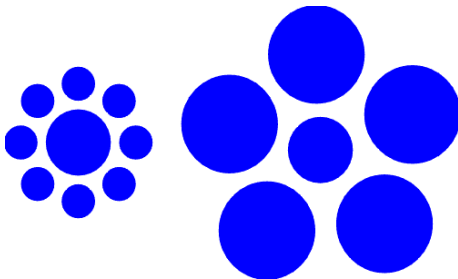


Camera Ames: mărime

- Persoana mai mică este mult mai departe de camera foto.
- Camera este astfel construită încât induce ochiul în eroare în privința distanțelor

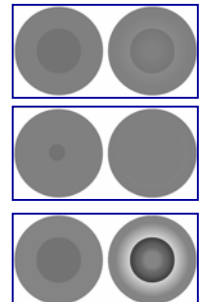


Contrastul în imagine: contur

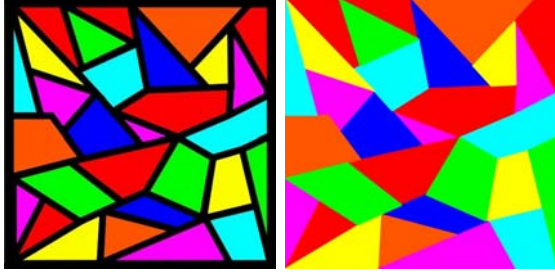


Luminozitate și contrast: contur

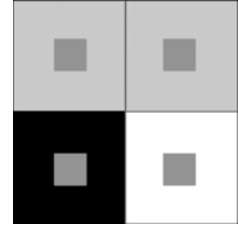
- Două obiecte identice: două cercuri gri închis în două cercuri gri deschis
- Aplicarea unei măști identice pe cele două cercuri
- Modificarea contrastului
- [Link](#)



Inducția & Strălucirea: contur



Inducția & Strălucirea: contur



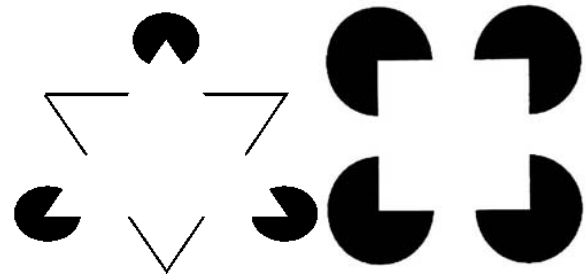
- Vizualizarea a două culori în același timp le influențează percepția (variația în contrast simultan).



Inducția & Strălucirea: contur



Inducție & Strălucire: contur



Inducția: contur



- Fenomenul e identic și pentru culori



Imaginea imposibilă

- Obiectul deși pare rațional este imposibil de construit.
- Ochiul uman nu percepe un obiect în întregime ci numai pe bucăți.



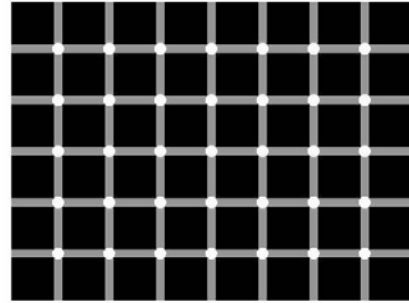
Iluzia – T : mișcare



- Segmentul vertical al T-ului își modifică lungimea. Un clic pe acest segment va determina oprirea mișcării. După oprirea mișcării modificați lungimea segmentului astfel încât să devină egal cu segmentul orizontal.

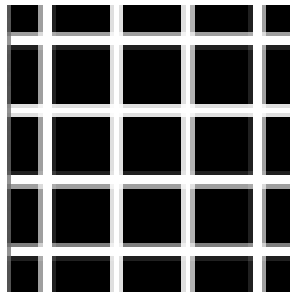


Efectul de “clipire”: mișcare

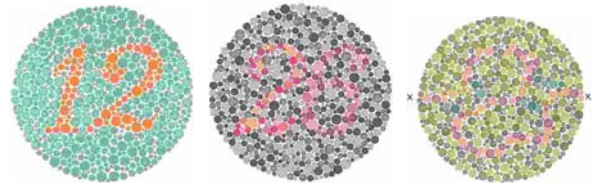


Mișcare

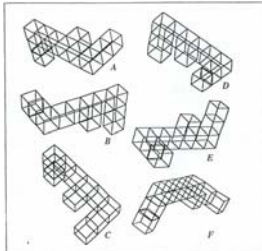
- Mecanismul văzului: ochiul uman reține o imagine timp de o zecime de secundă după dispariția acesteia și leagă această imagine de imaginea următoare.



“Orbirea” la culori/nuante



Imagini 3D complexe



- Care din imaginile alăturate sunt identice și/sau care sunt imagini în oglindă?
- Timpul necesar pentru a găsi răspuns la întrebare e proporțional cu timpul necesar învârtirii mintale a obiectelor pentru a le compara!



Figuri ambigue

- Nu sunt iluzii propriu zise deoarece nu se produce nici o percepție falsă.
- Lasă loc la mai multe interpretări care toate sunt corecte
- Câte fețe vedeți? 1, 2, 3?



Figuri ambigue

- Nu sunt iluzii propriu zise deoarece nu se produce nici o percepție falsă.
- Lasă loc la mai multe interpretări care toate sunt corecte
- Apar datorită dificultății observării simultane a imaginilor (sistemul vizual preferă să ia fiecare interpretare în parte)



Imaginea digitală și prelucrarea acesteia



Imaginea digitală

- O imagine reală convertită într-o formă numerică care permite stocarea și prelucrarea acesteia cu ajutorul calculatorului
- Reprezentarea unei imagini bidimensionale ca un număr finit de valori digitale numite pixeli



Imaginea digitală

- o reprezentare a unei imagini reale bi-dimensionale (imagine în "2D"), ca o mulțime finită de valori digitale (numerice), codificate după un anumit sistem
 - imaginea digitală se împarte mai întâi în numeroase elemente ale imaginii numite pixeli, și anume sub formă de raster grafic sau hartă de tip raster, fiecare pixel având două coordonate plane.



Imaginea digitală

- caracteristicile de luminozitate și culoare ale fiecărui pixel sunt codificate conform mai multor sisteme, rezultatul final fiind un șir de numere
- imaginile digitale și pixelii lor sunt stocate în memorii de computere, sau pe benzi magnetice video digitale
- pentru a ocupa / consuma mai puțin loc în memorie, imaginile digitale pot fi atât stocate precum și transmise sub forme comprimate, putând să fie decomprimate la destinație



Imaginea digitală

- Imaginile digitale pot fi create cu ajutorul unei multitudini de dispozitive tehnice:
 - aparate de fotografiat digitale, aparate de filmat digitale, scanere de imagine, mașini de măsurat coordonate, radare aeriene etc.
 - obținute și/sau create din diferite date ne-imagistice, eventual "artificiale": funcții matematice, modele bi- și tri-dimensionale, grafică computerizată.



Imaginea digitală

- Termenul de imagine digitală se aplică și datelor asociate cu punctele unei regiuni din spațiu, **tridimensionale**, așa cum ar fi aceea produsă de un **echipament tomografic**, sau și de camere de luat vederi / aparate fotografice speciale pentru 3 dimensiuni.
- În acest caz, fiecare element al imaginii în "3D" (în spațiu) are **3 coordonate** și poartă numele de **voxel**.



Tipuri de imagini

- Fiecare pixel al unei imagini în 2D este asociat cu poziția sa relativă pe imagine și deține un număr de valori caracteristice ale semnalului de lumină emis de pixelul respectiv.
- Semnalele digitale pot fi clasificate conform numărului și naturii valorilor semnalului în:
 - binare (di- sau bi-nivel)
 - scală gri
 - color
 - fals color
 - multi spectrale
 - tematică



Imagini digitale. De ce?

- Exactitate:
 - Reproducere perfectă
 - Duplicare facilă
- Procesare computerizată
 - Procesare simplă (hardware și/sau software)
- Stocare și transmitere ușoară
 - CD, DVD, hard disk, ...
 - Transmitere electronică – imagini de înaltă calitate
- Analiza informației și recunoaștrerea modelelor
- Securitatea și protecția datelor



Prelucrarea imaginilor digitale?

- Compresie**
 - Tehnici de reducere a volumului de memorie necesar stocării
 - transmitere
- Intensificare (manipulare) și restaurare**
 - Îndepărtarea artefactelor, zgârieturi
 - Îmbunătățirea contrastului și corectarea imaginilor neclare
- Măsurătorilor**
 - Structuri normale și/sau patologice



Compresia imaginilor digitale

- Cantitatea de informație (capacitatea de memorare a informației):
 - Bit-ul (binary unit): capacitatea de informație obținută prin producerea unui eveniment care poate avea numai 2 rezultate echiprobabile
 - Byte sau octet: 1 byte = 8 biti
 - Kilobyte-ul sau kilo-octetul: 1 Ko = 1024 octeti
 - Megabyte-ul: 1 MB = 1024 Ko
 - Gigabyte-ul: 1 GB = 1024 MB
 - Terrabyte-ul: ...



Compresia

- Imagine color 600×800 pixeli
 - Fără compresie:
 - $600 \times 800 \times 24$ biti/pixel = 11.52 K biti = 1.44 bytes
 - Compresie JPEG:
 - 89 Ko
 - Rata de compresie = 16:1



Imagini în scală gri

- Imaginile medicale operează pe o scală de 256 nuanțe de gri [0-255]:
 - 0 = negru
 - 255 = alb
 - (0 - 255) = nuanțe de gri



Manipulare și restaurare: “zgomot”



- Digitizare: zgomot
- Filtru median



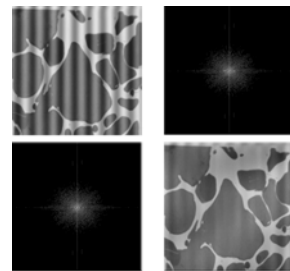
Intensificare (manipulare) și restaurare: contrast



- Contrast slab
- Ajustarea histogramei



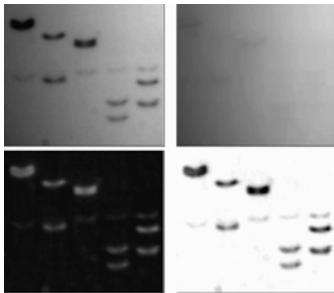
Manipulare și restaurare: Transformarea Fourier



- Greșeală de achiziție
- Îndepărtarea spotului luminos
- 2d Fast-Fourier
- Invers Fast-Fourier Transform



Manipulare și restaurare: corectarea gradientului de fond

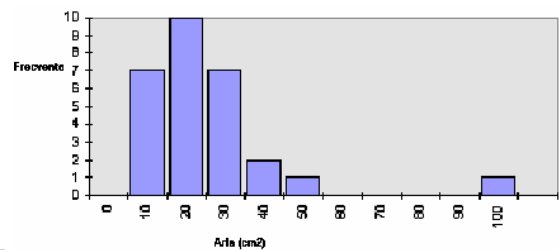


- Luminozitate precară
- Extragerea imaginii din background
- Îndepărtarea obiectului de fond
- Inversarea culorilor + \uparrow contrastului

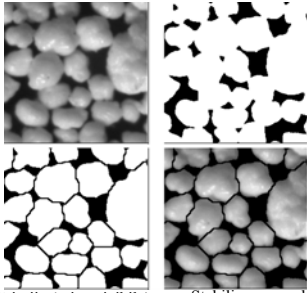


Histograma: distribuția ariei de măsurat

- Lățimea imaginii = 28 cm



Măsuratori: extragerea informației



- Distribuția mărimii (aria vizibila) obiectelor
- Aplicarea separatorului obiectelor
- Stabilirea pragului (peste = alb, sub = negru)
- Extragerea informației



Ce s-a prezentat!

- Organizarea și politica cursului
- Iluzia optică
- Imaginea digitală
- Pixel vs. Voxel
- Exemple de procesare a imaginilor digitale

