

FUNDAMENTE DE SISTEME BIOLOGICE ȘI INFORMATICĂ MEDICALĂ

Ș.l.dr.ing. Adriana ALBU

adriana.albu@aut.upt.ro

www.aut.upt.ro/~adrianaa

Cursul 6

09-11-2010

Conținut

2

- Imagini medicale
- Utilizarea imaginilor medicale în procesul de diagnoză

IMAGINI MEDICALE

Imagini medicale

4

- Atunci când are loc analizarea stării de sănătate a unui pacient, în majoritatea ramurilor medicale, un rol deosebit de important îl au imaginile zonelor investigate
- Pot scoate în evidență leziuni și nereguli care nu sunt depistate prin alte metode (analiza simptomelor sau a testelor de laborator)

Imagini medicale

5

- Cele mai utilizate tehnici de obținere a imaginilor medicale:
 - ultrasonografia
 - laparoscopia
 - rezonanța magnetică nucleară (RMN)
 - tomografia computerizată (CT)

Ultrasonografia

6

- Ultrasonografia (ecografia)
 - metodă de explorare rapidă, simplă și sigură
 - metoda prin care sunt vizualizate diferitele organe și țesuturi ale corpului uman cu ajutorul ultrasunetelor
 - prezintă avantajul că nu are contraindicații, deoarece razele sunt din punct de vedere fizic sunete cu frecvență atât de înaltă încât nu pot fi auzite

Ultrasonografia

7

- Componentele unui ecograf:
 - transductor (sondă)
 - consola care include un computer și componente electronice
 - monitor TV
 - accesorii pentru stocare imagini, transmisie, printare



Ultrasonografia

8

- Piesa principală este transductorul
 - emite ultrasunetele
 - primește ecourile returnate de țesuturile și organele prin care au trecut
- Imaginile ecografice
 - se obțin în timp real
 - \Rightarrow e posibil să se vizualizeze structura și mișcarea organelor interne

Ultrasonografia

9

□ Principiul

- asemănător cu principiul de funcționare al unui aparat radar
- un puls de ultrasunete cu frecvența de 1-15 MHz este trimis de la nivelul transductorului
- este reflectat la contactul cu marginile țesutului investigat sub formă de ecouri
- măsurarea timpului care trece până la reîntoarcerea ultrasunetelor permite calcularea distanței până la granița de țesut la care are loc reflectarea unde incidente

Ultrasonografia

10

- Progresele tehnologice au permis dezvoltarea ecografiei **3D** în care reflexia ultrasunetelor este vizualizată tridimensional
- Ecografia **4D** reprezintă vizualizarea unei imagini 3D în mișcare



Utilizarea ultrasonografiei

11

- Vizualizare
 - orbita și globul ocular;
 - vasele mari ale gâtului;
 - tiroida și glandele paratiroide;
 - cordul;
 - glanda mamară (sânul);
 - organele abdominale – ficat, veziculă biliară, splină, pancreas, rinichi;
 - organele pelvine – uter, ovare, prostată, vezicule seminale;

Utilizarea ultrasonografiei

12

- ▣ vasele mari abdomino-pelvine - aorta, arterele renale, vena portă, vena splenică, arterele iliace;
- ▣ sarcina normală și patologică;
- ▣ testiculele.

- ▣ ghidarea procedurilor intervenționale
 - ▣ obținerea unei probe de țesut pentru analiza anatomo-patologică
 - ▣ evacuarea unor colecții fluide de tipul chisturilor sau abceselor

Laparoscopia

13

- Procedură chirurgicală
- Folosește un tub subțire, luminat, numit **laparoscop**
 - este introdus în abdomen printr-o mică incizie la nivelul peretelui abdominal
- Este folosită pentru
 - examinarea organelor abdominale sau genitale interne
 - diagnosticul unor afecțiuni precum chisturile, fibroamele și infecțiile

Laparoscopia

14

- Laparoscopul
 - ▣ poate fi folosit și pentru recoltarea unor probe de țesut pentru biopsie
 - ▣ i se pot atașa și alte instrumente, precum foarfecele chirurgicale
- Laparoscopia
 - ▣ elimina necesitatea unei operații extensive care ar necesita o incizie mare a abdomenului
 - ▣ implica riscuri mai mici
 - ▣ este mai puțin costisitoare
 - ▣ poate fi efectuată fără a necesita spitalizare

Rezonanța magnetică nucleară (RMN)

15

- Tehnica radiologica
- Folosește
 - ▣ magnetismul
 - ▣ undele radio
 - ▣ un computer
- Transpune in imagini structurile organismului
- Scannerul RMN
 - ▣ tub foarte mare
 - ▣ înconjurat pe interior de un magnet circular gigantic

Rezonanța magnetică nucleară

16

- Pacientul trebuie să se întindă pe o masă mobilă care va fi introdusă în interiorul magnetului



Rezonanța magnetică nucleară

17

- Se creează un câmp magnetic puternic cu capacitatea de a alinia protonii din atomii de hidrogen
- Odată aliniați, aceștia vor fi expuși undelor radio, care rotesc diverși protoni din organism, situație ce duce la formarea unui semnal captat de unul dintre capetele RMN-ului prevăzut cu un receptor
- De la receptor informațiile ajung la nivelul computerului unde sunt procesate și transpuse în imagini

Rezonanța magnetică nucleară

18

- Imaginea și rezoluția transmise de scannerul RMN sunt destul de detaliate încât să permită depistarea celor mai mici schimbări din structura organismului
- În anumite situații se va folosi o substanță de contrast, pentru o acuratețe cât mai mare a imaginilor

Utilizarea RMN-ului

19

- diagnosticarea traumatismelor craniocerebrale (transpuse în imagini sub forma unor hemoragii sau umflături);
- anevrism cerebral, atac cerebral sau tumori ale creierului;
- tumori sau inflamații ale coloanei vertebrale
- evaluarea integrității coloanei vertebrale în urma unor traume;

Utilizarea RMN-ului

20

- diagnosticarea afecțiunilor asociate coloanei vertebrale sau discurilor intervertebrale;
- evaluarea structurii inimii și a aortei, caz în care se poate diagnostica anevrismul la nivelul inimii;
- evaluarea glandelor și a organelor localizate în cutia toracică;
- evaluarea structurii articulațiilor, țesuturilor moi și a sistemului osos

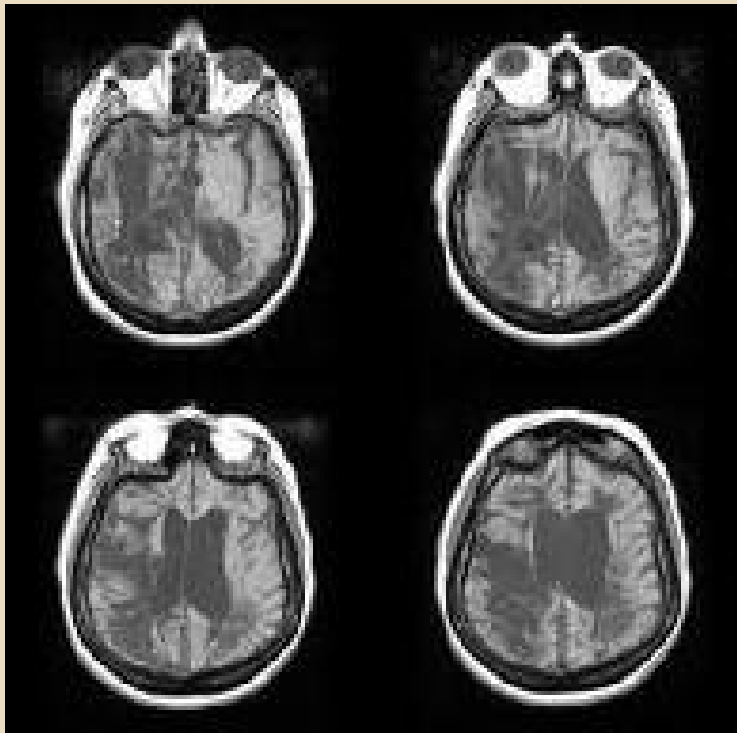
Rezonanța magnetică nucleară

21

- Riscuri – obiectele metalice din interiorul corpului
 - pot distorsiona imaginile
 - se pot mișca
- articulații artificiale, tije metalice pentru susținerea oaselor, proteze, valve artificiale, fragmente de glonț, pompe interne pentru insulina sau chimioterapie

Rezonanța magnetică nucleară

22



Tomografia computerizată (CT)

23

- Se realizează îmbinând
 - tehnicile digitale
 - dispozitive de radiații X
- Se obțin un număr de imagini ce reprezintă secțiuni ale diferitelor părți din corpul uman
- Se pot astfel analiza
 - țesuturi moi
 - oase
 - vase de sânge

Tomografia computerizată

24

- Este îndeosebi folosită pentru semnalarea
 - leziunilor
 - tumorilor
 - metastazelor
- Se evidențiază nu doar prezența lor ci și
 - dimensiunea
 - localizarea
 - extinderea

Utilizarea CT

25

- creierul, vasele de sânge din creier, ochii, urechea internă, sinusurile;
- gâtul, umerii, regiunea cervicală a coloanei vertebrale, vasele de sânge de la nivelul gâtului;
- pieptul, inima, aorta, plămâni;
- regiunea toracică și lombară a coloanei vertebrale;

Utilizarea CT

26

- partea superioară a abdomenului, ficatul, rinichii, splina, pancreasul;
- bazinul, șoldurile, sistemul reproducător masculin și feminin, intestine;
- sistemul osos incluzând oase ale palmelor, labei piciorului, brațelor, picioarelor, maxilarului, încheieturilor.

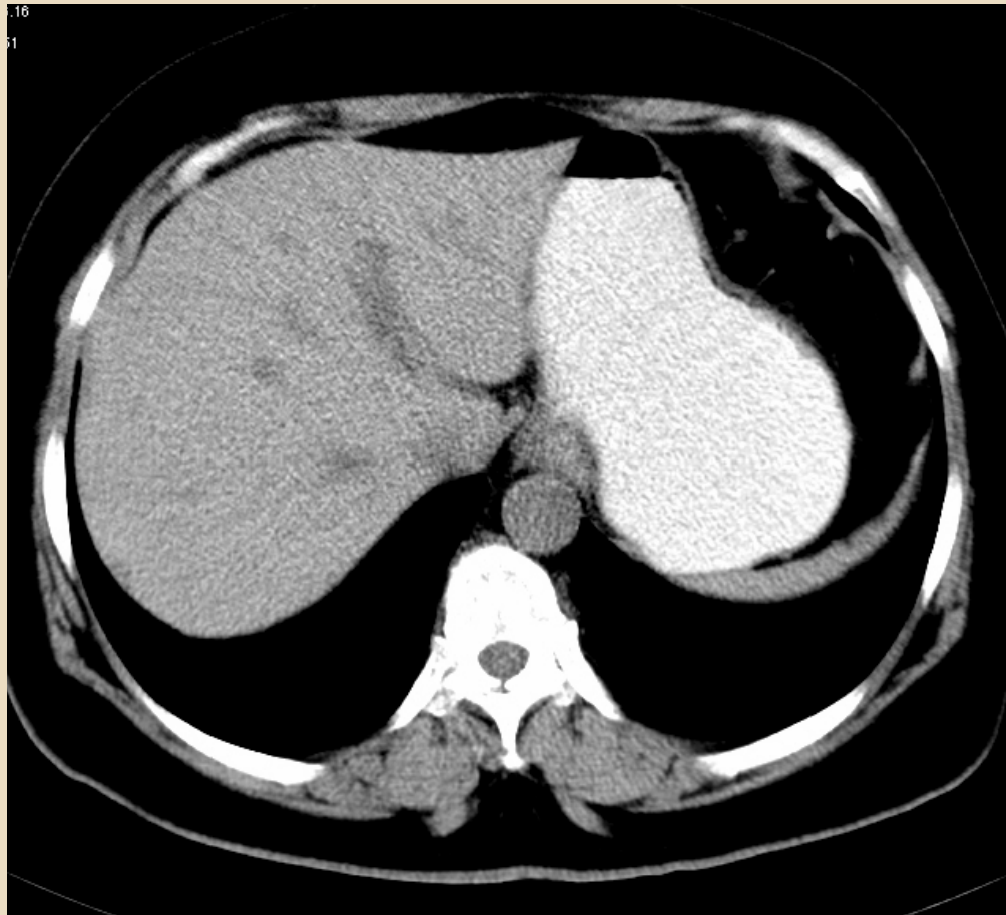
Examenul CT al ficatului

27

- Ficatul poate beneficia în mod determinant de tomografia computerizată datorită caracteristicilor sale structurale:
 - caracterul dens omogen al parenchimului hepatic;
 - prezența în parenchim a căilor sanguine și biliare, conținutul lichidian al acestora apărând hipodens față de parenchimul hepatic;
 - învecinarea organului cu medii având densitate diferită (grăsime peritoneală, aer pulmonar, colecist).

Examenu CT al ficatului

28



REȚELELE NEURONALE ARTIFICIALE ȘI IMAGISTICA MEDICALĂ

RNA și imagistica medicală

30

- Imagistica este o zonă importantă în care pot fi aplicate tehnici de recunoaștere a formelor pe baza rețelelor neuronale artificiale
- În medicină, recunoașterea formelor este utilizată pentru
 - ▣ identificarea și extragere unor trăsături importante din radiografii, tomografii etc.
 - ▣ a oferi asistență semnificativă în diagnoza medicală

RNA și imagistica medicală

31

- În domeniul imagisticii medicale e posibil să apară unele dificultăți cauzate de faptul că datele pot fi incomplete, incorecte sau inexacte
- Rețelele neuronale artificiale pot manipula totuși astfel de date și sunt utilizate cu precădere pentru capacitățile care le aseamănă cu oamenii (generalizarea și robustețea) pentru a asista medicii în luarea unor decizii

PRELUCRAREA IMAGINIILOR

Prelucrarea imaginilor

33

- Sistemele de prelucrare automată a imaginilor au pătruns cu succes deosebit în domeniul medical
- Tehnici avansate și performante își aduc aportul în analiza și diagnosticul corect al multor afecțiuni
- Utilizarea tehnicii de calcul în aceste domenii permite evaluări calitative și cantitative corecte ale unor procese fiziologice

Noțiuni matematice de bază

34

- Termenul imagine se referă la o funcție bidimensională $f(x,y)$
 - x și y sunt coordonatele în spațiul xOy
 - f este o funcție ce definește pentru fiecare punct (x,y) nivelul de gri sau strălucirea acelui punct
- Imaginea poate fi privită ca o matrice
 - indicele rândurilor și al coloanelor identifică un punct
 - elementul corespunzător al matricei reprezintă nivelul de gri în acel punct
 - Elementele unei asemenea rețele = **pixeli**

Prelucrarea imaginilor

35

- Sistemele de prelucrare a imaginilor biomedicale sunt folosite pentru a extrage informații specifice (recunoașterea, numărarea și măsurarea formei, mărimii, poziției, densității sau a altor proprietăți similare ale unor obiecte dintr-o imagine) cu o mai mare acuratețe decât o face omul
- Pentru a realiza acest lucru sunt folosite o serie de tehnici de îmbunătățire a imaginii

Prelucrarea imaginilor

36

- Selectarea zonei de interes
- Imaginea inițială conține milioane de pixeli
- Se dorește doar analiza unor părți din această imagine (de exemplu regiunea în care se află o tumoare)
- Selectarea din imaginea inițială a obiectelor sau caracteristicilor de interes se numește **segmentare**
- Informațiile nesemnificative sunt ignorate
- Se reduce astfel substanțial volumul de date

Segmentarea imaginilor

37

- Segmentarea imaginilor medicale își găsește aplicabilitate în:
 - punerea unui diagnostic
 - vizualizarea unor regiuni de interes
 - realizarea intervențiilor chirurgicale ghidate prin imagini
- La baza realizării segmentării se află fie principiul discontinuității, fie similaritatea

Segmentarea imaginilor

38

- Regiunile obținute în urma segmentării trebuie să satisfacă următoarele condiții:

(se consideră imaginea R alcătuită din regiunile R_1, R_2, \dots, R_n)

- Fiecare pixel trebuie să aparțină unei regiuni

$$\bigcup_{i=1}^n R_i = R$$

- R_i sunt regiuni adiacente, $i = 1, 2, \dots, n$
- $R_i \cap R_j = \emptyset, \forall i, j, \text{ cu } i \neq j$. Regiunile trebuie să fie disjuncte.

Segmentarea imaginilor

39

- $P(R_i) = \text{TRUE}$, $i = 1, 2, \dots, n$, unde $P(R_i)$ este un predicat logic definit pentru punctele din mulțimea R . Această condiție impune ca toți pixelii dintr-o regiune să satisfacă o anumită proprietate
- $P(R_i \cap R_j) = \text{FALSE}$, $i \neq j$. Regiunile trebuie să fie, două câte două, diferite în sensul dat de predicatul P .

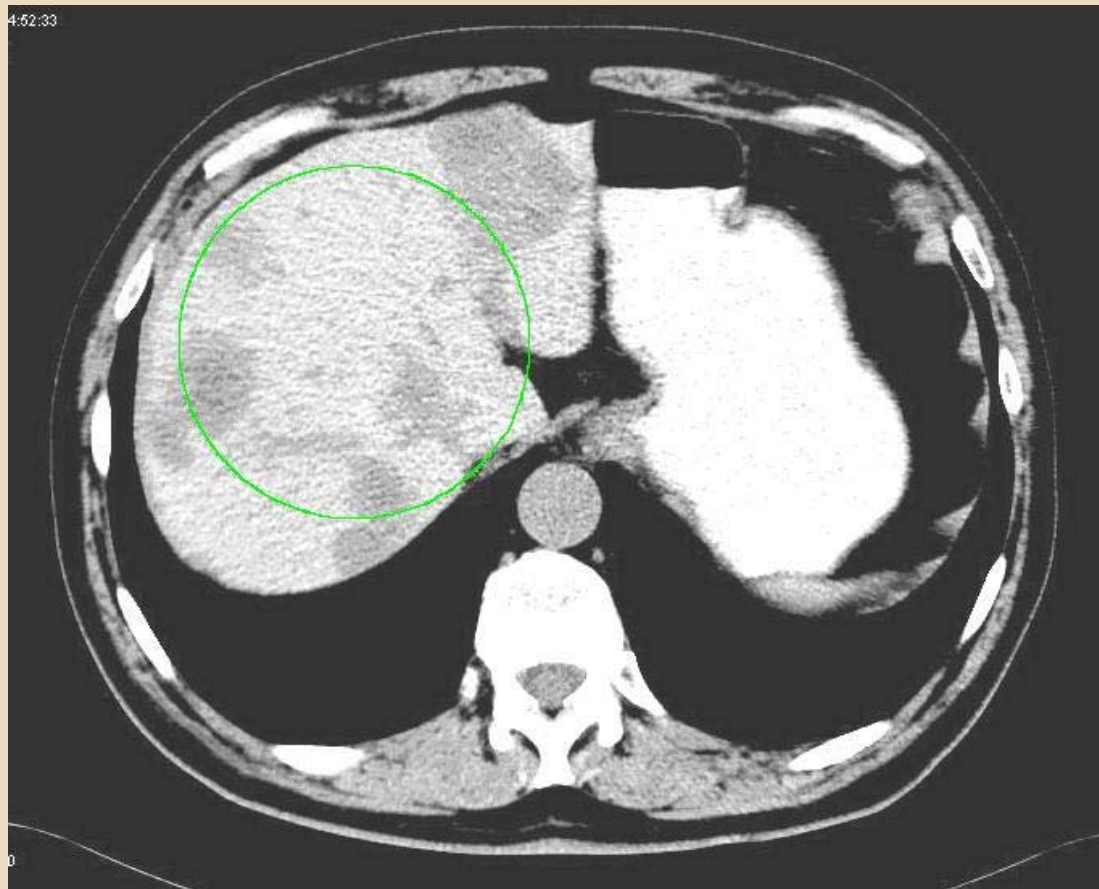
Segmentarea imaginilor

40

- Obținerea regiunilor se poate face pornind de la o mulțime de puncte la care se adaugă pixelii din jur care îndeplinesc anumite condiții (referitoare la intensitate, culoare, textură, etc.)

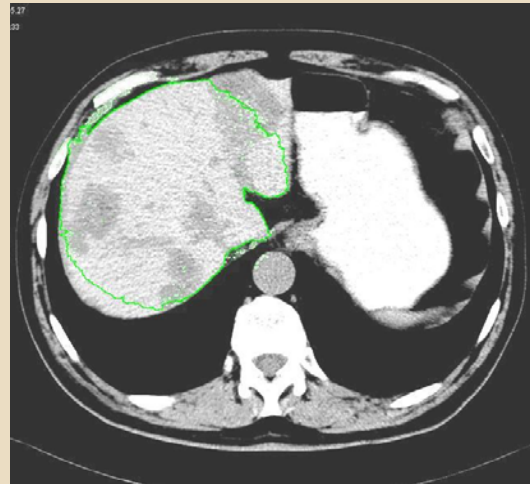
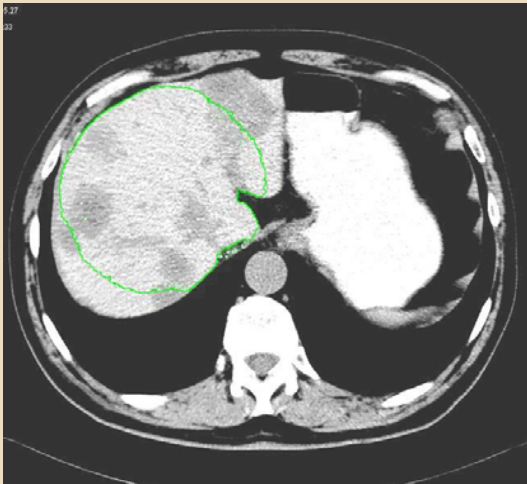
Imaginea inițială

41



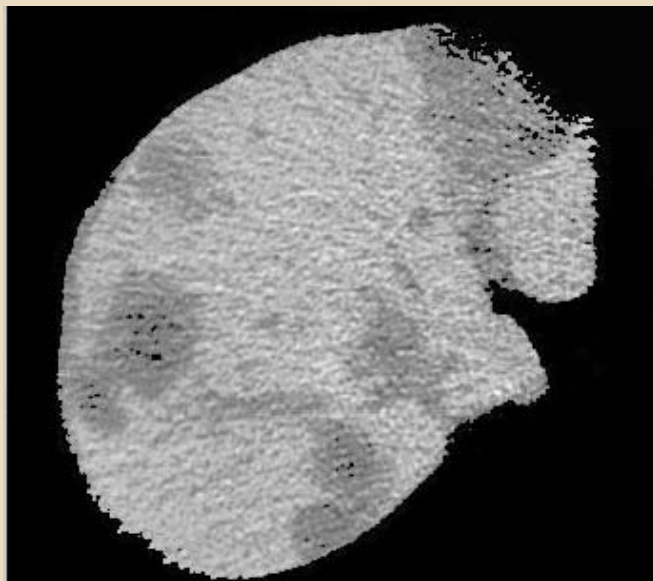
Imagini obținute pe parcursul segmentării

42



Imaginea finală

43



Descrierea obiectelor

44

- O regiune poate fi descrisă de forma conturului său sau de caracteristicile interne
- Principalele elemente care descriu o regiune sunt aria, perimetrul, textura
- Textura este o caracteristică de tip structural, observabilă pe suprafața unor obiecte de lemn, piatră, țesătură
- Ea este specifică și anumitor materiale ca nisipul, iarba, cerealele

Descrierea obiectelor

45

- Una din cele mai utilizate metode de extragere a descriptorilor de textură este cea bazată pe **matricele de co-ocurență**
- Acestea mai sunt numite și matrice ale dependențelor spațiale în niveluri de gri
- Sunt folosite pentru a determina cât de des apar într-o imagine (sau o regiune a unei imagini) pixeli cu o anumită valoare în raport cu pixeli de o altă valoare

Matricele de co-ocurență

46

- Aceste matrice se calculează raportat la un anumit unghi și o numită distanță între pixeli
- Cele mai uzuale unghiuri sunt de 0, 45, 90 și 135 de grade

Matricele de co-ocurență

47

- $C_{0^\circ,d}(i, j) = |\{((k,l), (m,n)) \in I: k-m=0, |l-n|=d, I(k,l)=i, I(m,n)=j\}|$
- $C_{45^\circ,d}(i, j) = |\{((k,l), (m,n)) \in I: (k-m=d, l-n=-d) \text{ SAU } (k-m=-d, l-n=d), I(k,l)=i, I(m,n)=j\}|$
- $C_{90^\circ,d}(i, j) = |\{((k,l), (m,n)) \in I: |k-m|=d, l-n=0, I(k,l)=i, I(m,n)=j\}|$
- $C_{135^\circ,d}(i, j) = |\{((k,l), (m,n)) \in I: (k-m=d, l-n=d) \text{ SAU } (k-m=-d, l-n=-d), I(k,l)=i, I(m,n)=j\}|$

Matricele de co-ocurență

48

- Exprimând în cuvinte aceste relații, valoarea $C_{0^\circ,d}(i, j)$ va reprezenta numărul de perechi pixeli din imaginea I care au valoarea i respectiv j și se află la distanță d unul de celălalt pe orizontală. Matricea $C_{90^\circ,d}$ va înregistra pixelii din imaginea I căutați pe verticală, matricea $C_{45^\circ,d}$ pe direcții paralele cu diagonala secundară, iar matricea $C_{135^\circ,d}$ pe direcții paralele cu diagonala principală.

Matricele de co-ocurență

49

- Deoarece aceste matrice au dimensiuni foarte mari (256×256) este dificil a fi utilizate în această formă.
- Se extrag din aceste matrice de co-ocurență caracteristici ale texturii

Caracteristicile de textură

50

- Energia $\sum_{i,j} C_{\varphi,d}^2(i,j)$
- Entropia $\sum_{i,j} C_{\varphi,d}(i,j) \log(C_{\varphi,d}(i,j))$
- Elementul maxim $\max C(i,j)$
- Contrastul $\sum_{i,j} (i-j)^k C_{\varphi,d}^{\lambda}(i,j)$, uzual $k=2$ și $\lambda=1$
- Momentul $\sum_{i,j} \frac{C_{\varphi,d}(i,j)}{1+(i-j)}$

Caracteristicile de textură

51

□ Corelația

$$\frac{\sum_{i,j} (i * j) C_{\varphi,d}(i,j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y}$$

□ unde:

$$\mu_x = \sum_i i \sum_j C_{\varphi,d}(i,j)$$

$$\mu_y = \sum_j j \sum_i C_{\varphi,d}(i,j)$$

$$\sigma_x = \sum_i (i - \mu_x) \sum_j C_{\varphi,d}(i,j)$$

$$\sigma_y = \sum_j (j - \mu_y) \sum_i C_{\varphi,d}(i,j)$$

Sistemul de diagnoză

52

- Caracteristicile de textură reprezintă intrările unei rețele neuronale creată și antrenată pentru a oferi predicții în ceea ce privește afecțiunile hepatice
- Au fost create 500 de rețele neuronale și a fost reținută cea cu acuratețea cea mai bună

Sistemul de diagnoză

53

- Rețele sunt de tip *feedforward*
 - ▣ 24 de intrări,
 - ▣ un nivel ascuns care conține 10 neuroni
 - ▣ un nivel de ieșire care sugerează (prin intermediul unui cod) diagnosticul
- Pentru antrenare s-a folosit algoritmul *backpropagation*

Sistemul de diagnoză

54

- Pacienții ale căror tomografii au fost analizate și folosite pentru antrenarea rețelelor neuronale pot fi împărțiți în patru categorii în funcție de diagnosticul pus de radiolog:
 - ▣ ficat normal (cod 0)
 - ▣ formațiuni chistice hepatice (cod 1)
 - ▣ hepatomegalie (cod 2)
 - ▣ steatoză hepatică (cod 3)
- Rețeaua neuronală va sugera în care din aceste situații se află pacientul investigat

Problemă

55

- Realizați un sistem informatic care să analizeze imagini medicale

Bibliografie

56

1. Adriana ALBU: “Stabilirea de baze de date pentru diagnosticarea hepatitelor virale prin analiza imaginilor ficatului obținute prin tomografiere” – Teză de doctorat, Editura Politehnica, 2006

Vă mulțumesc pentru atenție