

Procesarea Imaginilor

SEGMENTAREA IMAGINILOR

Mihai Ivanovici

Universitatea Transilvania din Braşov



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orienta...

Page 1 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

1 Segmentarea imaginilor

Segmentarea reprezintă împărțirea imaginii în zone de interes, după anumite criterii

Fiecărui pixel i se va atribui o eticheta (valoare), reprezentând apartenența acestuia la o anumită zonă sau regiune de interes.

Segmentarea are ca scop extragerea, identificarea sau recunoașterea unui anumit obiect dintr-o imagine



Titlul

Segmentarea imagi...

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orienta...

Page 2 of 29



Full Screen

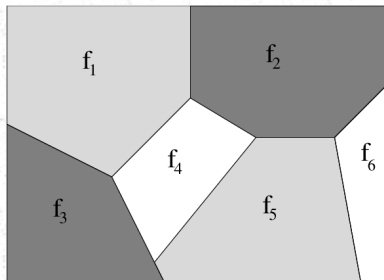
Search

Close

PI 2008

Zonele sau regiunile care alcătuiesc o imagine poartă numele de *segmente*

Pentru o imagine $f(m,n)$, segmentarea reprezintă împărțirea lui f într-un număr N de zone $f_i(m,n)$, cu $i = 1..N$:



Titlul

Segmentarea imagi...

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orienta...

Page 3 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Segmentele se numesc *complete*, dacă au următoarele proprietăți:

- $f_i \cap f_j = \emptyset$ pentru $i \neq j$,
- $\bigcup_{i=1}^N f_i = f$,
- segmentul f_i să fie compact, pentru $\forall i$,
- pentru $\forall i$, un anumit criteriu de uniformitate $E(f_i)$ este satisfăcut,
- pentru $\forall i, j$, criteriul de uniformitate pentru $f_i \cup f_j$ nu este satisfăcut.



Titlul

Segmentarea imagi...

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orienta...

Page 4 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

2 Clasificare

Metodele de segmentare a imaginilor se pot clasifica în:

- metode de segmentare orientate pe regiuni
- metode de segmentare orientate pe contururi



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orienta...

Page 5 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

3 Segmentarea orientată pe regiuni

Operația de segmentare orientată pe regiuni urmărește extragerea din imagine a zonelor (regiunilor) ocupate de diversele obiecte prezente în scenă

Un obiect se definește ca o entitate caracterizată de un set de parametri ale căror valori nu se modifică

Unul dintre cei mai simpli parametri de definiție este nivelul de gri al pixelului



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orient...

Segmentarea orienta...

Page 6 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Prăguirea histogramei

Ipoteza: fiecare mod al histogramei definește un obiect din imagine

Separarea modurilor histogramei, și deci identificarea obiectelor din imagine, se face prin alegerea unor nivele de gri, numite *praguri de segmentare*

De obicei aceste praguri se aleg ca fiind corespunzătoare minimelor locale ale histogramei.

Din imaginea inițială f se construiește o imagine de etichete g (*imagine etichetată sau hartă de segmentare*), conform unei transformări de forma:

$$g(m,n) = \begin{cases} E_0, & 0 \leq f(m,n) < T_{K-1} \\ E_K, & T_{K-1} \leq f(m,n) < L \end{cases}$$



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orient...

Segmentarea orienta...

Page 7 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

În cazul unei histograme bimodale (care conține două moduri dominante), ca cea din Figura ??(a), transformarea de mai sus devine:

$$g(m,n) = \begin{cases} E_0, & 0 \leq f(m,n) < T \\ E_1, & T \leq f(m,n) < L \end{cases}$$

În acest caz, segmentare = binarizare



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orient...

Segmentarea orienta...

Page 8 of 29

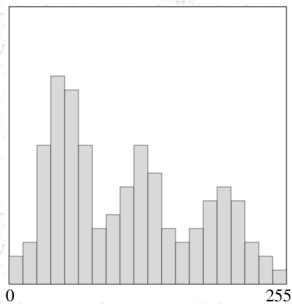
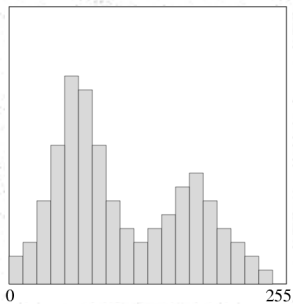


Full Screen

Search

Close

PI 2008



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orient...

Segmentarea orienta...

Page 9 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Segmentarea prin creștere de regiuni

Principiul pe care se bazează creșterea regiunilor:

- se aleg în imagine pixeli reprezentativi pentru fiecare obiect
- pornind de la acești pixeli, are loc un proces de aglomerare a pixelilor vecini acestora, ce au aceleași proprietăți
- în urma procesului de aglomerare se obțin zone de pixeli cu aceleași caracteristici
- procesul se oprește în momentul în care fiecare pixel al imaginii a fost alocat unei regiuni

Metoda are două etape esențiale:



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orient...

Segmentarea orienta...

Page 10 of 29



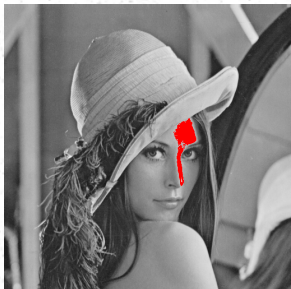
Full Screen

Search

Close

PI 2008

- alegerea punctelor de start (puncte inițiale), numite *germeni* sau *semințe*
- creșterea propriu-zisă a regiunilor



distanța = 20



distanța = 40

Metrică a similitudinii dintre pixeli: distanța Euclidiană



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orient...

Segmentarea orienta...

Page 11 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Numărul final de regiuni rezultate este egal cu numărul de germeni aleși inițial pentru creștere

În principiu, este de dorit ca fiecare obiect individual aflat în imagine, să fie marcat de un germene

- dacă în interiorul unui obiect se găsesc mai mulți germeni, pentru fiecare dintre ei va fi crescută o regiune, fapt ce duce la o segmentare artificială nedorită a obiectului respectiv

Suprasegmentarea poate fi corectată printr-o etapă de fuziune a regiunilor adiacente ce au proprietăți asemănătoare

- dacă în interiorul unui obiect nu este ales nici un germene, atunci obiectul respectiv va fi inclus



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orient...

Segmentarea orienta...

Page 12 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

În regiunile ce cresc pornind de la germenii din
vecinătatea sa



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orient...

Segmentarea orienta...

Page 13 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Subsegmentare vs. suprasegmentare



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orient...

Segmentarea orienta...

Page 14 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

4 Segmentarea orientată pe contururi

Variațiile de nivel ale pixelilor reprezintă schimbări ale proprietăților fizice sau geometrice ale obiectelor ce compun scena

Într-un număr mare de cazuri, aceste variații de intensitate corespund frontierelor (contururilor) regiunilor determinate de obiectele dintr-o imagine



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 15 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Tehnicile de gradient

Principiul: punctele de contur sunt acei pixeli ai imaginii pentru care apar schimbări abrupte ale nivelului de gri

Măsurarea acestor variații se face prin operatori derivativi de tip gradient

Derivata imaginii pe direcția r , ce face unghiul θ cu orizontala, este dată de combinația liniară a derivatelor parțiale pe direcțiile orizontală și verticală:

$$\frac{\partial f}{\partial r} = \frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial r} + \frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial r} = \frac{\partial f}{\partial x} \cos\theta + \frac{\partial f}{\partial y} \sin\theta$$



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 16 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

$$\frac{\partial f}{\partial r} = f_x \cos \theta + f_y \sin \theta$$

Valoarea maximă a acestei derivate, calculate după unghiul θ este determinată de ecuația:

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{\partial f}{\partial r} \right) = -f_x \sin \theta + f_y \cos \theta = 0$$

care are soluția:

$$\theta = \arctan \left(\frac{f_x}{f_y} \right)$$

Pe această direcție, modulul gradientului este:



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 17 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

$$\left(\frac{\partial f}{\partial r}\right)_{max} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

Din punct de vedere practic, implementarea acestei metode implică calcularea, pentru fiecare pixel al imaginii, a derivatelor parțiale f_x și f_y , calcularea modulului gradientului maxim și a direcției acestuia.

Valoarea gradientului maxim din fiecare pixel al imaginii este apoi comparată o valoare de prag: dacă pragul este depășit, atunci pixelul este considerat a fi pixel de contur.

Realizarea derivatelor parțiale după direcțiile orizontală și verticală implică formularea discretă a lui f_x și f_y :

$$f_x = \frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\Delta f(m,n)}{\Delta m}$$



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 18 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

$$f_y = \frac{\partial f}{\partial y} = \frac{\Delta f(m,n)}{\Delta n}$$

Implementări ale derivatelor parțiale discrete:

$$f_x = f(m,n) - f(m+1,n) \quad f_y = f(m,n) - f(m,n+1)$$

$$f_x = f(m-1,n) - f(m,n) \quad f_y = f(m,n-1) - f(m,n)$$

$$f_x = f(m-1,n) - f(m+1,n) \quad f_y = f(m,n-1) - f(m,n+1)$$



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 19 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Derivatele parțiale discrete = combinații liniare ale valorilor unor pixeli din imagine, situați în vecinătatea pixelului curent din poziția (m, m)

Implementarea 1D se poate face folosind următoarele măști de filtrare:

$$W_x = \begin{pmatrix} 1^* & -1 \end{pmatrix} \quad W_y = \begin{pmatrix} 1^* \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$W_x = \begin{pmatrix} 1 & -1^* \end{pmatrix} \quad W_y = \begin{pmatrix} 1 \\ -1^* \end{pmatrix}$$

$$W_x = \begin{pmatrix} 1 & 0^* & -1 \end{pmatrix} \quad W_y = \begin{pmatrix} 1 \\ 0^* \\ -1 \end{pmatrix}$$



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 20 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

unde prin * am marcat originea măștii de filtrare.
O simplificare uzuală practică este dată de aproximarea:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial r}\right)_{max} \approx |f_x| + |f_y|$$

Folosirea măștilor de derivare pe verticală și orizontală prezentate are însă serioase neajunsuri: dimensiunea lor mică face ca rezultatele să fie extrem de sensibile la zgomote. În aceste condiții a apărut ideea naturală de a combina filtrarea de derivare cu o filtrare de netezire, care să reducă efectele zgomotului. Ceea ce rezultă pentru operatorii de derivare orizontală și verticală sunt măștile:

$$W_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ c & 0^* & -c \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad W_y = \begin{pmatrix} 1 & c & 1 \\ 0 & 0^* & 0 \\ -1 & -c & -1 \end{pmatrix}$$



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 21 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Operatori clasici de extragere a contururilor:

Prewitt	$c = 1$
Izotrop	$c = \sqrt{2}$
Sobel	$c = 2$



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 22 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Operatorii compas



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 23 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Un operator compas este definit de un număr de măști de derivare, co-respondente unor filtrări liniare, pe direcțiile principale (verticală, orizontală și cele două diagonale), în cele două sensuri

Compasul clasic are $D = 8$ măști de filtrare, fiecare dintre ele realizând o derivare după o direcție multiplu de 45°

$$W_N = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad W_{NV} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$W_V = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad W_{SV} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$W_S = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \quad W_{SE} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$W_E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad W_{NE} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Dupa ce se vor calcula, pentru fiecare pixel în parte, cele opt valori ale gradientilor, corespunzatoare celor opt măști de derivare:

$$f_1(m,n) \quad f_2(m,n) \quad \dots \quad f_8(m,n)$$

se va determina valoarea maximă dintre aceste opt valori. Această va-loare va fi comparată cu valoarea de



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 24 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

prag, iar în cazul în care este mai mare, pixelul respectiv
va fi considerat pixel de contur.



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 25 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Identificarea trecerilor prin zero ale celei de-a doua derivate

Unul dintre principalele dezavantaje ale metodelor de gradient este precizia slabă de localizare a conturului în condițiile unei pante puțin abrupte (tranziții slabe, graduale) a acestuia.

Derivata a doua poate fi însă folosită pentru a marca centrul tranziției (trecerea sa prin zero)



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 26 of 29



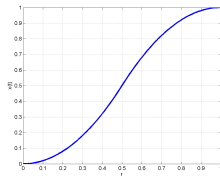
Full Screen

Search

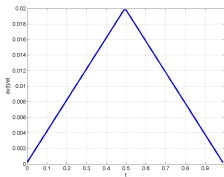
Close

PI 2008

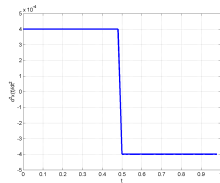
$x(t)$



$x'(t)$



$x''(t)$



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 27 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Operatorul bazat pe trecerea prin zero a derivatei secunde este operatorul "zero-crossing"

În cazul imaginilor, derivata secundă trebuie luată în considerare după ambele direcții, combinate în laplacian:

$$\Delta f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

Măști ce implementează o derivată secundă bidirecțională (operator Laplace):

$$\begin{pmatrix} 0 & -\frac{1}{4} & 0 \\ -\frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{4} \\ 0 & \frac{1}{4} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{1}{4} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ -\frac{1}{2} & 1 & -\frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{4} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\frac{1}{8} & -\frac{1}{8} & -\frac{1}{8} \\ -\frac{1}{8} & 1 & -\frac{1}{8} \\ -\frac{1}{8} & -\frac{1}{8} & -\frac{1}{8} \end{pmatrix}$$



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 28 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Pentru fiecare pixel din imagine se va calcula derivata a doua și dacă aceasta este zero, atunci pixelul este considerat ca fiind pixel de contur.



Titlul

Segmentarea imaginilor

Clasificare

Segmentarea orienta...

Segmentarea orient...

Page 29 of 29



Full Screen

Search

Close

PI 2008