

PRELUCRAREA IMAGINILOR – ETAPE ȘI METODE

Autori: Nina SAVA, Veaceslav CALDARE

Universitatea Tehnică din Moldova

Abstract - În această lucrare este prezentat conceptul de procesare a imaginii și însuși algoritmi (metodele). Procesarea imaginilor și analiza reprezintă o parte interesantă a științei cognitive și de calculatoare moderne, pe care omenirea a început să le folosească în beneficiul propriu. Metodele prezentate aici sunt metodele care sunt utilizate în prezent pentru procesul de prelucrare a imaginilor.

Cuvinte Cheie - imagini, algoritmi, filtrarea, restaurarea, segmentarea, metoda pragului, metoda regiunilor, histograma, binarizarea, luminozitate, contrast, transformări, scalare, rotire, oglindire, clase, prelucrări, contur, tonuri, negativare.

I. Introducere

Prelucrare (digitală) a imaginilor reprezintă un domeniu foarte larg, de sinestătător. Acest domeniu are la bază o teorie matematică riguroasă, bine pusă la punct, dar în general implementările pe diverse mașini de calcul sunt destul de mari consumatoare de resurse (puterea de calcul, memorie), în special dacă ne referim la utilizarea în timp real a informațiilor extrase din imagini.

Într-un sens cât mai general, o imagine este o descriere a variației unui parametru pe o suprafață. De exemplu, imaginile (în sensul clasic) sunt rezultatul variației intensității luminii într-un plan bidimensional. Dar acest parametru nu este singurul folosit, de exemplu o imagine poate fi generată de temperatura unui circuit integrat, emisiile de radiații (cu diverse lungimi de undă) ale unor galaxii etc. Însă aceste tipuri de imagine sunt, de obicei, convertite în imagini clasice pentru ca operatorul uman să poată face o evaluare vizuală a variației unor parametri.

Prelucrarea imaginilor include mai multe discipline:

- prelucrarea, compresia și stocarea imaginilor.
- restaurarea și ameliorarea imaginilor prin corecții geometrice, ajustări de contrast, filtrarea zgomotului etc.
- fotogrammetrie.
- recunoașterea formelor.
- vederea artificială.
- inteligența artificială.
- sinteza de imagini, imagini generate de calculator.

II. Clase De Imagini

Clasele de imagini se împart în patru:

- clasa 1 include imagini color sau în niveluri de gri.
- clasa 2 - imagini binare (în două culori)
- clasa 3 cuprinde imagini formate din linii și curbe continue
- clasa 4 include imagini compuse din puncte izolate și poligoane.

III. Prelucrări Grafice

Prin prelucrări grafice ne referim la operațiile de preprocesare ce se efectuează asupra imaginilor achiziționate. Aceste operații au rolul de a elimina zgomotele sau informațiile inutile din imagine sau sunt operații de restaurare.

Astfel de prelucrări sunt necesare pentru a îmbunătăți atât timpul de execuție cât și rezultatul diversilor algoritmi (clasificare, recunoaștere forme, recunoaștere fețe umane etc.)

IV. Filtrarea

Operația de filtrare este utilizată pentru eliminarea zgomotelor și la evidența muchiilor [3]. În general se folosesc trei tipuri de filtre:

- filtru trece-jos – utilizat pentru eliminarea zgomotelor.

- filtru trece-bandă – folosit de obicei pentru prelucrarea imaginilor provenite din teledetecție (imagini preluate din sateliți sau avioane etc.)
- filtru trece-sus – este utilizat pentru evidența conturilor datorită comportării de derivator.

Algoritmul generic este:

- Pentru fiecare pixel din imaginea sursă:
- Extrage valorile pixelului sursă.
- Aplică modificări asupra valorilor extrase.
- Înlocuiește noile valori în pixelul destinație.

Aceste filtre pot fi privite și ca mapări între valori de intrare și valori de ieșire.

Astfel algoritmul generic este:

- Pentru fiecare culoare c determină culoarea rezultantă c' .
- Pentru fiecare pixel din imaginea sursă:
- Extrage culoarea c din pixelul sursă.
- Determină cu ajutorul mapării valoarea c' .
- Înlocuiește culoarea c' în pixelul destinație.

IV. Restaurarea Imaginilor

La ieșirea blocului de achiziție a imaginilor, rezultatul poate fi o distorsionată, distorsiuni ce se datorează unor fenomene fizice cunoscute. O posibilă sursă de distorsiune este sistemul optic.

Aceste erori se pot corecta printr-o operație de reeșantionare pentru aceste tipuri de distorsiuni geometrice se poate determina relațiile matematice necesare corecției și folosind aceste relații, se calculează valoarea fiecărui eșantion (pixel) din noua imagine pe baza unui număr de eșantioane din imaginea distorsionată [2]. De asemenea, tot datorită sistemului optic, imaginile pot avea iluminări diferite pe porțiuni.

Unui punct luminos îi corespunde pe suprafața sensorului un cerc luminos, numit cerc de confuzie. Pentru obiectivele normale, acest cerc este uniform.

Aceste operații de restaurare se folosesc, în general, pentru a corecta erorile de proiectare sau implementare a sistemelor când nu mai este posibilă refacerea sistemului respectiv.

V. Segmentarea

Segmentarea este un proces de partiționare a imaginii digitizate în submulțimi, prin atribuirea pixelilor individuali la aceste submulțimi, rezultând obiecte distincte din scenă[3].

Algoritmii de segmentare au la bază, în general, două principii:

- discontinuitate, având ca principală metodă detecția conturului.
- similitudine, cu metoda pragului și metoda regiunilor

Detecția conturilor

Un operator de contur este un operator matematic, cu extinderea spațială mică, construit pentru a determina existența unui contur local în funcția imagine. Există multe tipuri de operatori de contur, principalul care-i unește fiind faptul că ei determină modulul și uneori direcția schimbării intensității nivelului de gri într-o imagine digitală. Modul furnizat de acești operatori caracterizează severitatea schimbării nivelului de gri de la o vecinătate la alta a imaginii.

Metoda Pragului

Pentru multe aplicații, datorită diferențelor semnificative între nivelurile de gri ale pixelilor aferenți obiectului și respectiv fondului, criteriul de segmentare care poate fi folosit este valoarea nivelului de gri.

Metoda care se utilizează în acest caz, foarte rapidă, este denumită segmentare cu prag și ea implementează o transformare punctuală simplă.

Pixelul din punctul de coordonate (i,j) este etichetat ca fiind pixel obiect dacă valoarea sa (i,j) este mai mare decât un prag. Obținerea unor bune rezultate cu această metodă depinde de modalitatea de alegere a pragului, care poate fi o valoare pentru o imagine dată sau o funcție netedă dependentă de poziția pixelului curent.

Metoda regiunilor

Segmentarea iterativă sau segmentarea prin tehnici de relaxare este o metodă care folosește procedee probabilistice de clasificare, în paralel și în fiecare punct, la fiecare iterație. Procesul de relaxare este conceput pentru a aduce nivelurile de gri spre capetele opuse ale scării de gri astfel în cât pragul T să devină o problemă banală.

Acest tip de procesare este fundamental în analiza automată a scenelor și în recunoașterea de modele, unde scopul principal este de a extrage în mod automat date detaliate despre conținutul imaginii, nivel obiect. Deci, obiectivul tehnicii de segmentare este de a partiționa o imagine dată în regiuni sau componente.

Histograma.Operații

Histograma unei imagini este o funcție care indică câți pixeli au un anumit nivel de gri. De obicei, numărul de niveluri de gri este 255 (un pixel este reprezentat pe 1 byte).

$$f(g)=p,$$

unde g =nivel de gri, g între 0 și 255, p = numărul de pixeli ce au valoarea g .

La o analiză a histogramei diverselor tipuri de imagini, se constată că, de obicei, o imagine are mai multe niveluri de gri și prezintă două maxime locale. Folosind această caracteristică se poate face o segmentare cu prag a imaginii inițiale, alegând pragul ca fiind, de regulă, minimumul local dintre cele două puncte de maxim. Astfel, pixelii cu nivel de gri mai mic decât pragul ales pot fi considerați ca fiind, de exemplu a fundalului, iar cei pentru care nivelul de gri este mai mare decât pragul sunt pixelii obiectului.

Extragerea conturului

Există mai mulți operatori pentru extragerea conturului. Ca referință în multe cărți de specialitate sunt prezentați trei operatori clasici: Sobel, Kirsch și pseudo-Laplace. Acești operatori sunt de tipul fereastră glisantă. Extragerea conturului prin acești operatori constă într-o succesiune de convoluții dintre imaginea inițială și nucleul operatorului.

VI. Binarizarea Imaginilor

Se aplică în general pentru imaginile în tonuri de gri, imaginile RGB fiind transformate în imagini în tonuri de gri.

Algoritm:

- Se determină un nivel de prag n .
- Pentru fiecare pixel din imaginea sursă:
- Extragem valoarea nivelului de gri g .
- Dacă valoarea de gri depășește nivelul de prag, noul nivel este 255.
- Dacă valoarea de gri se află sub nivelul ales, noul nivel este 0.
- Se înlocuiește noul nivel în pixelul destinație.

VII. Ajustarea Luminozității

Ajustarea luminozității poate fi aplicată atât imaginilor RGB cât și imaginilor în tonuri de gri. Ea presupune deplasarea valorilor fiecărui pixel, cu un delta precizat [1].

Algoritm pentru imaginile RGB:

- Se determină cele trei valori delta d_r , d_g , respectiv d_b .
- Pentru fiecare pixel din imaginea sursă:
- Extragem componentele r , g , b ale pixelului.
- Calculăm r' , g' , b' prin adunarea d_r , d_g , și d_b la r , g , respectiv b .
- Înlocuim cu valorile r' , g' , b' componentele pixelului destinație.

VIII. Ajustarea Contrastului

Ca și în cazul ajustării luminozității, ajustarea contrastului poate fi aplicată asupra ambelor tipuri de imagini. Pentru simplitate vom aborda cazul imaginilor în tonuri de gri.

Cel mai simplu mod de ajustare a contrastului este determinarea nivelului minim și maxim de tonuri de gri. Apoi pentru fiecare pixel vom "rescala" nivelele de gri astfel încât cele cu nivel minim să devină 0, iar cele cu nivel maxim să devină 255.

Algoritm:

- Se determină nivelele min și max.
- Pentru fiecare pixel din imaginea sursă:

- Extragem componenta g a pixelului.
- Calculăm noul nivel $g' = (g - n) * 255 / (m - n)$.
- Înlocuim noul nivel în pixelul destinație.

IX. Transformarea imaginilor RGB În Imagini În Tonuri De Gri

Intrarea este constituită dintr-o imagine RGB, iar ieșirea poate fi o imagine în tonuri de gri, ori o imagine RGB, în care valorile celor trei canale sunt egale.

Algoritm:

- Pentru fiecare pixel din imaginea sursă:
- Extragem componentele r, g, b ale pixelului.
- Calculăm nivelul de gri $n = \text{media aritmetică a componentelor } r, g, b$.
- Înlocuim n ca valoare a celor trei componente r, g, b ale pixelului destinație.

X. Negativarea imaginilor

Algoritm pentru imaginile RGB:

- Pentru fiecare pixel din imaginea sursă:
- Extragem componentele r, g, b ale pixelului.
- Calculăm negativul lor r', g', b' prin scăderea din 255 a lui r, g, respectiv b.
- Înlocuim cu valorile r', g', b' componentele pixelului destinație.

Pentru imaginile în tonuri de gri se aplică aceeași procedură de mai sus, cu mențiunea că în loc de cele trei valori r, g și b avem una singură -- nivelul de gri.

XI. Transformări Geometrice

Toate aceste transformări nu transformă culorile unor pixeli ci modifică coordonatele pixelilor. Astfel algoritmi pot fi aplicați identic atât asupra imaginilor RGB cât și celor în tonuri de gri.

Astfel algoritmul generic este:

- Pentru fiecare pixel din imaginea **destinație**: (de observat că acum pornim de la imaginea destinație)
- Fie (x, y) coordonatele pixelului destinație.
- Fie $(x_s, y_s) = f((x, y))$.
- Adică aplicăm o funcție **f** asupra coordonatelor destinație în vederea obținerii coordonatelor punctului sursă.
- În general, chiar dacă datele de intrare ale funcției **f** sunt numere naturale, datele de ieșire ale ei pot fi numere reale (spre exemplu în cazul scalării); se impune astfel o rotunjire a coordonatelor rezultante. (De aici provine și posibila lipsă de informație.)
- În general coordonatele rezultante pot să nu mai se încadreze în imaginea inițială (spre exemplu în cazul rotirii); în acest caz se va considera ca și culoarea a acestui pixel fie alb fie negru.
- Se înlocuiește culoarea pixelului din imaginea destinație având coordonatele (x, y) cu culoarea pixelului din imaginea sursă având coordonatele (x_s, y_s) .

XII. Oglindire

În funcție de axa față de care executăm oglindirea putem avea:

- oglindire verticală -- față de axa **Ox**;
 $x_s = x$
 $y_s = h - y$
- oglindire orizontală -- față de axa **Oy**;
 $x_s = w - x$
 $y_s = y$
- oglindire diagonală -- pentru imaginile pătratice;
 $x_s = w - x$
 $y_s = w - y$

XIII. Scalare

Fie factorii de scalare pentru axa Ox și Oy , fx , respectiv fy [3].

În general aceștia sunt calculați ca raport a dimensiunilor inițiale și finale.

– Astfel formulele de transformare a coordonatelor sunt:

$$x_s = x * fx$$

$$y_s = x * fy$$

XIV. Rotirea

Rotirea se efectuează în jurul unui punct de referință cu coordonatele (x_0, y_0) și cu un unghi de rotație

a.

– Formulele de transformare sunt:

$$x_s = (x - x_0) * \cos(-a) - (y - y_0) * \sin(-a) + x_0$$

$$y_s = (x - x_0) * \sin(-a) + (y - y_0) * \cos(-a) + y_0$$

De observat că pentru implementare se pot optimiza formulele de mai sus, evitând calcularea anumitor valori prin înlocuirea lor cu constante (spre exemplu \cos și \sin aplicate lui a).

XV. Concluzii

Prelucrarea imaginilor este un domeniu complex, dinamic, cu numeroase aplicații în diverse domenii. Există acum diverse implementări de sisteme de timp real, bazate pe prelucrarea de imagini, sisteme utilizate în industria militară, medicină, sistem de control automat a proceselor industriale.

De asemeni, prelucrarea computerizată a imaginilor are un rol foarte important în medicină, în domeniul tehnicii medicale: tomografia asistată de calculator, analiza și interpretarea imaginilor microscopice celulare. În centrele de cercetare din universități s-au creat sisteme autonome mobile (roboți mobili) și care folosesc pentru deplasare sau luarea diverselor tipuri de decizie subsisteme de vedere artificială.

Bibliografie

[1]https://beta.wikiversity.org/wiki/Prelucrarea_imaginilor_--_Laboratorul_2_--_2007-2008_--_info.uvt.ro

[2]https://beta.wikiversity.org/wiki/Prelucrarea_imaginilor_--_Laboratorul_3_--_2007-2008_--_info.uvt.ro

[3] <http://anale-informatica.tibiscus.ro/download/lucrari/1-2-18-Mark.pdf>