

Parametri de calitate în analiza estetica a imaginii artistice

Prof.dr. Luminita STATE, Universitatea Pitesti
Conf.dr. Viorica STEFANESCU, asist.. Catalina-Lucia COCIANU
Academia de Studii Economice Bucuresti
Lect.. Catalin BALESU, Academia de Arta Bucuresti

Analiza imaginii statice în cadru fix revine la identificarea unor parametri care caracterizeaza claritatea, natura si eficienta mesajului. Componentele de ordin morfologic se constituie din raporturile existente în cadru – forma, valoare, culoare, respectiv componentele de ordin sintactic corespund tipurilor de spatiu pictural, efect al acestor raporturi. Lucrarea este un studiu care vizeaza identificarea unui set de parametri suport pentru evaluarea calitatii imaginii artistice.

Cuvinte cheie: morfologia imaginii artistice, structuri modulare, operatori de contrast, transformarea Hough, punct de fuga

Studiul calitatii unei imagini artistice statice revine la cuantificarea elementelor de morfologie si sintaxa a imaginii cu scopul de a stabili caracteristicile individuale si premisele calitative ale imaginii artistice (tablou, poster, banner publicitar, sigla etc.). Identificarea si definirea sunt realizate în termeni de raport al elementelor de structura si forma din imagine.

Din punct de vedere practic, orice imagine statica în cadru fix poate fi analizata gramatical, stabilindu-se claritatea, natura si eficienta mesajului transmis. Elementele de morfologia imaginii se constituie din toate raporturile existente în cadru – forma, valoare, culoare, iar cele de sintaxa a imaginii reprezinta tipurile de spatiu pictural creat ca efect al utilizarii raporturilor. O imagine cu un coeficient ridicat de unitate stilistica, de viziune transmite un mesaj clar (lipsit de contradictii care au efecte blocante asupra personalitatii umane).

Acest studiu presupune analiza unor imagini de maxima complexitate din istoria artei, generalizând apoi în cazul mediului publicitar, adica al aceluia care are impactul maxim asupra mediului psihologic, afectiv si social uman. În ultima perioada, imaginea publicitara constituie o prezenta constanta în toate planurile, substituindu-se oricarei forme de cultura si capatând ea însasi forme culturale. Alaturi de imagini cu standard estetic ridicat, îsi fac loc sis-

tematic imagini fara echilibru si expresie din punct de vedere grafic, a caror prezenta pe piata de imagine are o cota scazuta si efecte alienante asupra psihicului individual si colectiv. Fixarea si cuantificarea raporturilor de structura, cantitate si calitate în cadrul artistic sunt realizate pe baza unor observatii asupra unor proiectii perceptive, culturale, de grup geografic (arta europeana, arta extrem-orientala, arta bizantina, arta româneasca veche) etc.

Etapele de analiza a calitatii unei imagini sunt descrise schematic în figura urmatoare.

Etapa de fotografiere

În reproducerea de arta prin fotografiere se poate obtine culoarea locala a unei picturi. Pentru aceasta sunt necesare corectii ale luminii existente în spatiul de expunere a tabloului. Aceasta corectie se face functie de temperatura de culoare a filmului fotografic.

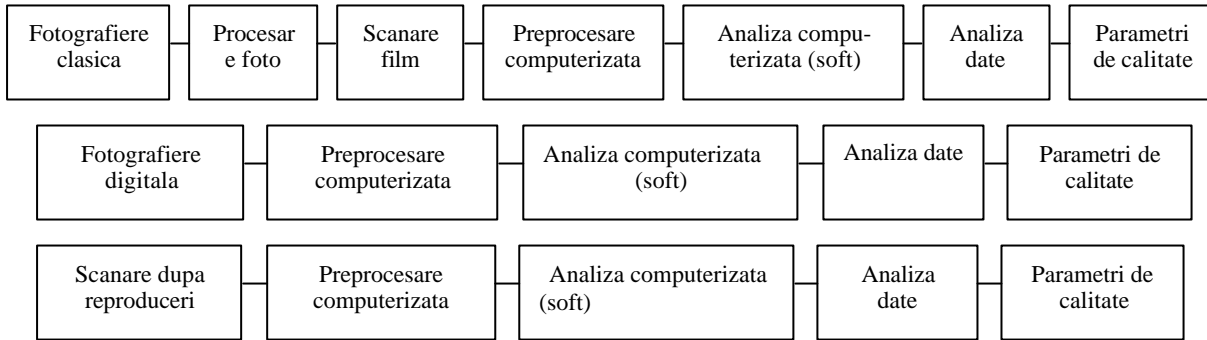
În general sunt utilizate trei tipuri de reproducere a imaginilor de analizat:

1. Fotografierea clasica. Avantajul acestei metode este calitatea foarte buna a informatiei (rezolutie, culoare, tonuri). Procesul fotografic, în schimb, este greoi si costisitor (deplasari, echipamente, obtinerea autorizatiei de fotografiere în muzee).
2. Fotografierea digitala. Avantajele acesteia sunt: permite fotografierea în conditii

improprii de lumina, costuri de productie foarte mici si economie de timp. Imaginea obtinuta, însa, are o rezolutie scazuta

3. Scanare dupa reproducere fotografica. Avantajele/dezavantajele sunt: permite a

naliza pe imagine a unei lucrari la care accesul direct este dificil/ depinde de calitatea reproducerii din album.



Instrumentul de analiza computerizata cuprinde un pachet de programe pentru determinarea urmatoarelor parametri.

I. Stabilirea structurii geometrice a imaginii

1. *Formatul cadrului*: determinarea caracterului conventional sau neconventional al cadrului (dreptunghi sau alta forma geometrica).

Structuri modulare ale imaginii: trasarea unor segmente de dreapta pornind de la axele de simetrie ale dreptunghiului si de la diagonalele acestuia prin împartirea fiecărei laturi a dreptunghiului în 16 segmente congruente. Algoritmul utilizat pentru identificarea structurii modulare este urmatorul.

Fie L_1, L_2, L_3 si L_4 laturile dreptunghiului $P_1P_2P_3P_4$ (cadrul imaginii prelucrate) si, pentru orice $1 \leq i \leq 4$, $A_j^i, 1 \leq j \leq 15$ punctele de pe latura L_i care o împart în 16 segmente congruente. Vor fi trasate urmatoarele segmente:

$$\left\{ \begin{array}{l} [P_1P_3], [P_2P_4] \\ [A_j^i A_{j+2}^i], \quad j = \overline{1,15}, i = 1,2 \\ [P_1 A_j^i], \quad j = \overline{1,15}, i = 2,3 \\ [P_2 A_j^i], \quad j = \overline{1,15}, i = 3,4 \\ [P_3 A_j^i], \quad j = \overline{1,15}, i = 1,2 \\ [P_4 A_j^i], \quad j = \overline{1,15}, i = 1,4 \end{array} \right.$$

Cea de-a doua structura este similara primei, punctul de plecare constituindu-l setul laturilor.

2. *Consonatele muzicale*: sunt determinate conform schemelor, $2/3$ diapenta, $3/4$ diatesaron

Aceste scheme reprezinta grafic intervalele muzicale octava, cvinta si cvarta. Determinarea acestor proportii serveste drept baza artelor plastice si, în primul rând, arhitecturii.

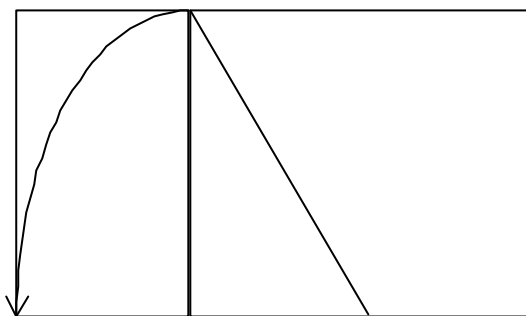
De asemenea, sunt frecvent utilizate o serie de scheme derivate, cum sunt diatesaronul dublu ($9 | 12 | 16$), diapason diapenta ($1 | 3(3 | 6 | 9)$) si diapason diatesaron ($3 | 8(3 | 6 | 8)$).

3. *Sectiunea de aur*: presupune determinarea unor scheme construite prin împartirea dreptunghiului în 16 diviziuni, dupa principiul raportului sectiunii de aur

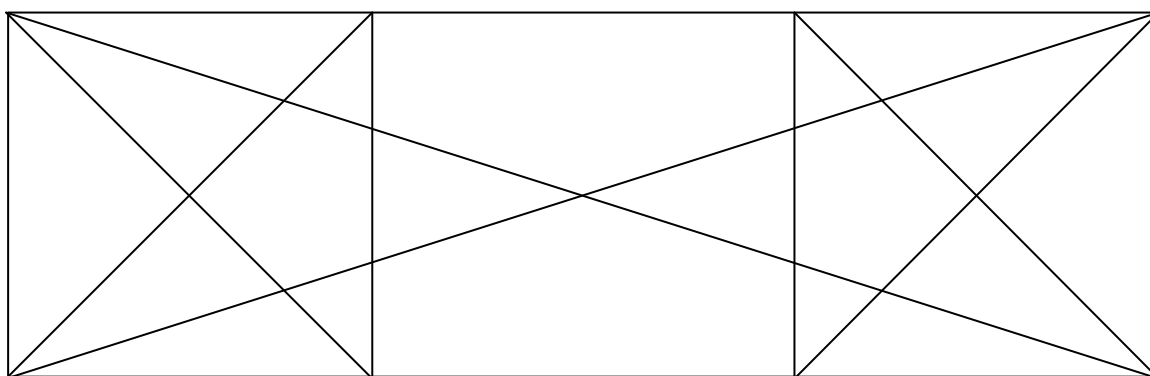
$$\left(\frac{AB}{AC} = \frac{BC}{AB} = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right), \text{ aplicat fiecărei}$$

laturi.

4. *Dreptunghiul armonic si armatura dreptunghiului*: presupune împartirea imaginii conform schemei,



Dreptunghiul armonic



Schema compozitională derivată prin rabaterea laturilor și trasarea armaturii dreptunghiului

Elementele componente ale imaginii se înscriu pe una sau mai multe din aceste trasee. Prezența diagonalelor în imagine nu este întotdeauna evidentă. Este suficient ca intersecțiile lor sau proiecția acestora pe laturi să ofere construcției asizele. După alegerea punctelor pictorul îndepărtează diagonalele așa cum zidarul îndepărtează șchele.

5. *Schemele pentru formatele neconvenționale* (cerc, pentagon, romb, hexagon etc.) pot fi dezvoltate pe aceleași principii.

Utilizând aceste scheme sunt determinate proprietăți de echilibru și armonie ale imaginii analizate.

II. Raporturi valorice cantitative și calitative

1. *Transformarea imaginii policrome într-o imagine alb-negru* și determinarea treptelor valorice și a rapoartelor respectiv din-

tre alb, negru, gama de gri-uri existente și cadru. Alcatuirea unui grafic de tip histogramă cu bare care să ilustreze rapoartele astfel determinate.

Transformarea unei imagini policrome într-una alb-negru poate fi realizată în stadiul de preprocesare, obținându-se o imagine cu un număr de niveluri de gri de la alb la negru în funcție de paleta de culori folosită. De exemplu, dacă se lucrează cu reprezentarea unei culori pe 8 biți, atunci vor fi 256 de nuanțe de gri de la alb la negru.

Determinarea cantităților de negru, alb și gri-uri intermediare revine la construirea unei histogramme. Raporturile utilizate în construcția histogrammei sunt:

$$N/N_a, N/N_n, N/N_i,$$

unde N_i este numărul de gri-uri intermediare, unde

- N este numărul total de pixeli din imagine;
- N_a , reprezintă numărul de puncte albe;
- N_n , reprezintă numărul de puncte negre;

- N_i , $1 \leq i \leq \text{numar_de_gri_uri_intermediare}$, reprezinta numarul de puncte gri intermediar.

$$S_a = \frac{S \times N_a}{N}, S_n = \frac{S \times N_n}{N}, S_i = \frac{S \times N_i}{N}, \quad 1 \leq i \leq \text{numar_de_gri_uri_intermediare}$$

unde,

- S este suprafata imaginii
- S_a , este suprafata zonei de pixeli colorati alb
- S_n , este suprafata zonei de pixeli colorati negru
- S_i , $1 \leq i \leq \text{numar_de_gri_uri_intermediare}$, este suprafata zonei de pixeli colorati în nuanta de gri i .

2. Transformarea imaginii policrome într-o imagine redusa la trei valori: alb, negru si un gri intermediar selectat conventional. Se urmareste obtinerea unui grafic de tip

$$y_{i,j} = \begin{cases} 0 \text{ (negru)}, & x_{i,j} \in 0, \overline{\lfloor \frac{n}{3} \rfloor} \\ \lfloor \frac{n}{2} \rfloor \text{ (gri intermediar)}, & x_{i,j} \in \overline{\lfloor \frac{n}{3} \rfloor + 1, \lfloor \frac{2n}{3} \rfloor} \\ n \text{ (alb)}, & x_{i,j} \in \overline{\lfloor \frac{2n}{3} \rfloor + 1, n} \end{cases}$$

Algoritmul de calcul al histogramei corespunzatoare imaginii astfel rezultate este similar algoritmului prezentat în sectiunea II.1, în care. $\text{numar_de_gri_uri_intermediare}=1$.

3. Transformarea imaginii policrome într-o imagine cu doua valori: alb si negru. Se va stabili un grafic de tip histograma care sa vizualizeze respectiv raporturile dintre cele doua valori si cadru.

Algoritmul de calcul al histogramei corespunzatoare imaginii astfel rezultate este similar algoritmului prezentat în sectiunea II.1, în care. $\text{numar_de_gri_uri_intermediare}=0$.

III. Raporturi cromatice cantitative si calitative

1. Determinarea raportului de rosu permanent/cadru (definirea culorii rosu per-

Determinarea zonelor de pixeli pentru intrarile din paleta de culori mai sus mentionata se realizeaza pe baza formulelor,

histograma care sa ilustreze raporturile respectiv dintre cele trei valori si cadru.

Transformarea unei imaginii alb-negru cu n nuante de la alb la negru, unde $n = \text{numar_de_gri_uri_intermediare} + 2$, într-o imagine cu trei niveluri de culoare de la alb la negru, se realizeaza utilizând o functie prag, astfel. Fie $x_{i,j}$ intrarea în paleta de culori a pixelului (i,j) în imaginea cu n niveluri de gri. Notând cu y_j intrarea în paleta de culori a pixelului (i,j) din imaginea rezultata, se obtine:

manent în termenii componentelor aferente de cyan, magenta, galben si negru).

2. Determinarea raportului de galben cadmiu/cadru (definirea culorii galben cadmiu în termenii componentelor aferente de cyan, magenta, galben si negru).

3. Determinarea raportului de albastru/cadru (definirea culorii albastru în termenii componentelor aferente de cyan, magenta, galben si negru).

4. Echivalarea componentelor substructive cyan, magenta si galben cu cele aditive (rosu, verde, albastru), dupa formulele,

- verde aditiv + albastru aditiv = cyan
- verde aditiv + rosu aditiv = galben
- rosu aditiv + albastru aditiv = magenta.

Aceste raporturi sunt vizualizate, similar punctului II, prin histograme.

IV. Definitia directiilor dominante în cadru

Directiile compositionale în imaginea artistica se suprapun conturilor formelor. În anumite situatii, conturile coincid cu segmentele din schemele compositionale definite în sectiunea I. În toate cazurile, însa, conturile care converg catre o directie dominanta sunt compensate de altele care converg catre o alta directie astfel încât cadrul sa fie echilibrat.

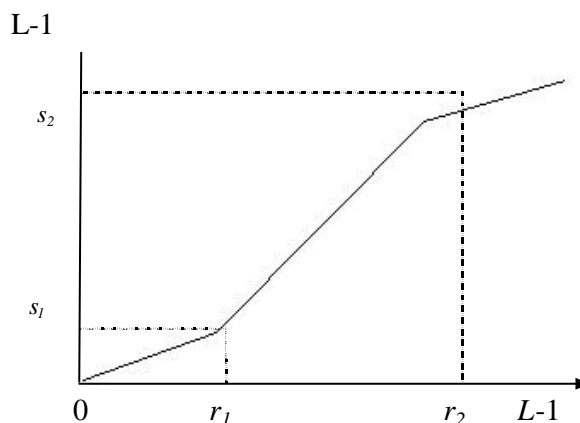
Pentru a stabili directiile compositionale dominante este necesara determinarea conturilor imaginii initiale I . Astfel, va fi determinata o noua imagine Y în care fiecare forma este reprezentata numai prin conturul ei. În scopul obtinerii unei reprezentari cât mai corecte, se impune **utilizarea unui operator de contrast**, prin intermediul caruia obiectele imaginii sunt mai bine specificate. Astfel, are loc o etapa

de preprocesare, în care este obtinuta imaginea X , adica o varianta a lui I cu contrast marit. Modificarea contrastului trebuie realizata cu pastrarea caracteristicilor fundamentale ale obiectelor (contur, textura si variatii mici de culoare), deci este indicata utilizarea unei transformari de tip polinomial, [Coc, 97]

Tehnicile de marire de contrast realizeaza o crestere a registrului dinamic al nivelurilor de gri din imaginea procesata. Transformarea generala este,

$$s = T(r), s = X(x, y), r = I(x, y)$$

T este de obicei o aplicatie liniara definita pe baza a doua puncte prestabilite $(r_1, s_1), (r_2, s_2)$; considerând L numarul de niveluri de gri ale imaginii X , forma operatorului corespunde urmatorului grafic:



Cele doua puncte $(r_1, s_1), (r_2, s_2)$ definesc forma operatorului T . De exemplu, daca $r_1 = s_1, r_2 = s_2, T$ este o functie liniara care nu produce nici o modificare asupra nivelurilor de gri ale imaginii intrare (conform figurii a); daca $r_1=r_2, r_1=r_2, s_2=L-1, T$ devine o functie prag ce determina crearea unei iesiri binare (conform figurii b). Valorile intermediare ale punctelor $(r_1, s_1), (r_2, s_2)$ vor produce diverse grade de împrastiere ale nivelurilor de gri din imaginea rezultat, ceea ce implica afectarea contrastului.

În general se considera $r_1 \leq r_2, s_1 \leq s_2$ si astfel încât T sa rezulte o functie strict crescatoare. Aceste conditii invariaza ordinea nivelurilor de gri ale intrarii, împiedicând obtinerea unor rezultate aberante.

Generalizarile propuse se refera fie la marirea numarului de puncte prestabilite ce definesc transformarea liniara T precum si la modalitati convenabile de alegere, fie la modificarea formei operatorului T (polinomiala de grad mai mare decât 2). Aceste tehnici se aplica cu succes în cazul în care intrarea prezinta un contrast acceptabil si se doreste o rafinare a lui. În continuare

este prezentata varianta polinomiala de marire a contrastului.

Pentru a putea rafina metoda de determinare liniara a operatorului de contrast pe k grupuri de niveluri de gri, se va considera n multiplu de k (daca se considera si punctele "fixe"- cele care stabilesc granitele dintre doua grupuri consecutive, se mai adauga la n si $k+1$).

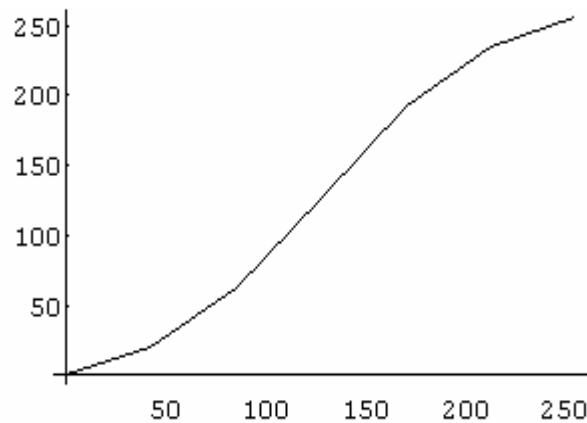
$$f(x, y) \in [r_i, r_{i+1}) \Rightarrow g(x, y) = f(x, y) \frac{s_{i+1} - s_i}{r_{i+1} - r_i} + \frac{s_i r_{i+1} - s_{i+1} r_i}{r_{i+1} - r_i}, \quad i = \overline{1,7}$$

considerându-se, pentru simplificarea scrierii analitice, ca cele trei puncte "fixe" $(0,0)$, $(128,128)$, $(255,255)$ au fost înscrise la inceputul, la mijlocul si respectiv la sfârșitul listei celor patru puncte presta-

De exemplu, daca se considera $L = 256$ (se lucreaza pe imagini alb-negru cu 256 de nuante de la negru la alb), scala nivelurilor de gri împartita în doua grupe (una de la 0 la 127, cealalta de la 128 la 255 - corespunzatoare unei divizari a scalei dupa nuante de gri închis si nuante de gri deschis) si $n = 4$ (sau, conform observatiei anterioare, $n = 7$), atunci forma analitica a transformarii va fi data astfel:

bilite (în ordinea crescatoare a unei coordonate).

Transformarea poate fi descrisa grafic astfel:



Rezultatul aplicarii acestui operator în cazul unei imagini publicitare monocrome,

cu 256 de niveluri de gri de la alb la negru este urmatorul:



Operarea cu o transformare polinomială în locul uneia lineare conduce la o rafinare vizibilă a contrastului imaginii procesate. Se considera o divizare a scalei de gri a imaginii în două grupe, forma analitică a operatorului depinzând de numărul de puncte alese, precum și de poziția lor. Numărul punctelor prestabilite determină, conform formulei de interpolare Lagrange, gradul polinomului T .

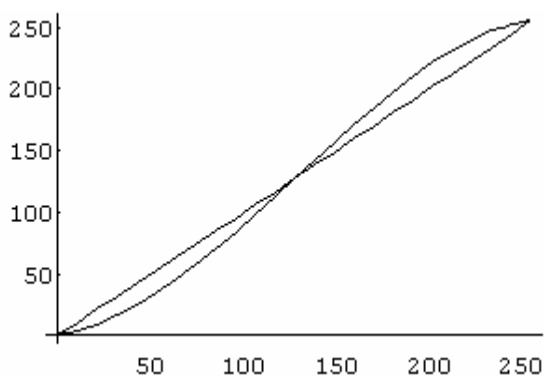
Măsura în care contrastul este ameliorat poate fi evaluată prin intermediul magnitudinii ariei cuprinse între graficele polinomului și transformării identice; rezultă că imaginea obținută în urma aplicării acestui tip de operator prezintă un contrast oricât de fin.

Considerând $\{(x_i, y_i)\}_{i=1, n}$ punctele prestabilite, transformarea poate fi scrisă analitic astfel:

$$T(x) = \sum_{i=1}^n \frac{\prod_{j=1, j \neq i}^n (x - x_j)}{\prod_{j=1, j \neq i}^n (x_i - x_j)} \cdot y_i$$

Relația reprezintă formula polinomului de interpolare Lagrange definit de setul de puncte $\{(x_i, y_i)\}_{i=1, n}$.

Graficul operatorului T , pentru alegerile $n=6$ și punctele $\{(0,0), \{63,45\}, \{128, 128\}, \{191,210\}, \{255,255\}\}$ este:



Rezultatul aplicării acestui operator în cazul unei imagini artistice în termenii parametrilor menționați este următorul:



Algoritmul de construire a imaginii Y presupune analiza fiecarui punct al imaginii pe baza masurii de informatie pictoriala normalizata $NPIM$ si a unei masuri de disimilaritate determinata pentru fiecare punct relativ la o multime de vecini. Multimea de vecini aleasa corespunde unei ferestre de dimensiune impara (de obicei 3) centrata în punctul analizat.

Fie X cu M linii si N coloane imaginea de intrare cu L niveluri de gri. Fie h histograma corespunzatoare imaginii X . O masura de informatie pictoriala (PIM) este definita astfel, [Cha, 89]

$$PIM(X) = \sum_{j=0}^{L-1} h(j) - \max_{j=0, L-1} h(j).$$

Masura de informatie pictoriala normalizata este definita conform relatiei,

$$NPIM(X) = \frac{PIM(X)}{N(X)}, \text{ în care } N(X) \text{ re-}$$

prezinta numarul total de pixeli din imagine ($N(X)=MN$).

Procesarea imaginii de intrare revine la segmentarea sa în ferestre patratice de dimensiune 3, astfel încât doua ferestre sunt considerate vecine daca si numai daca au doua linii/coloane comune. Pentru fiecare pixel central al unei ferestre F se calculeaza masurile:

$$NPIM(X/F) = \frac{\sum_{i \in IM(X/F)} h(i) - \max_{i \in IM(X/F)} h(i)}{9}$$

$$DM(F) = \sum_{\substack{(i,j) \neq (2,2) \\ (i,j) \in F}} |(X/F)(2,2) - (X/F)(i,j)|$$

Pixelul central al unei ferestre este considerat frontiera daca este îndeplinita cel puțin una din conditiile:

1. valoarea $NPIM$ corespunzatoare este inferioara unui prag T iar valoarea DM este mai mare decât un prag dat $DM1$;
2. valoarea $NPIM$ corespunzatoare este superioara unui prag T iar valoarea DM este mai mica decât un prag dat $DM2$.

Algoritmul este urmatorul [Coc, 96]:

INTRARE: Imaginea X si regula de segmentare în ferestrele $F_k, k = 1, NF$, unde NF este numarul total de ferestre. Fie BPL lista pixelilor frontiera.

Pas 1. $BPL = \emptyset$

Pas 2.

2.1. Pentru fiecare $k = \overline{1, NF}$, calculeaza

$$NPIM(X / F_k) = \frac{\sum_{i \in IM(X / F_k)} h(i) - \max_{i \in IM(X / F)} h(i)}{9}$$

$$DM(F_k) = \sum_{\substack{(i,j) \neq (2,2) \\ (i,j) \in F_k}} |(X / F_k)(2,2) - (X / F_k)(i,j)|$$

2.2. Daca $((NPIM(X / F_k) > T) \wedge (DM(F_k) < DM 1))$ sau $((NPIM(X / F_k) < T) \wedge (DM(F_k) > DM 2))$, atunci $BPL = BPL + \{(X / F_k)(2,2)\}$.

IESIRE: Lista pixelilor frontiera BPL. Pentru fiecare P pixel din imagine,

$$Y(P) = \begin{cases} 0, & P \in BPL \\ n, & \text{altfel} \end{cases} \quad (\text{vezi Fig. 2 si 4})$$

$$\text{sau } Y(P) = \begin{cases} n, & P \in BPL \\ 0, & \text{altfel} \end{cases} \quad (\text{vezi Fig. 1 si 3}).$$

Rezultatele furnizate de algoritmul pentru detectarea conturilor bazat pe masuri de informatie pictoriala aplicat în cazul unei

imagini artistice clasice si a uneia publicitare sunt prezentate în figurile 1, 2, 3 si 4.

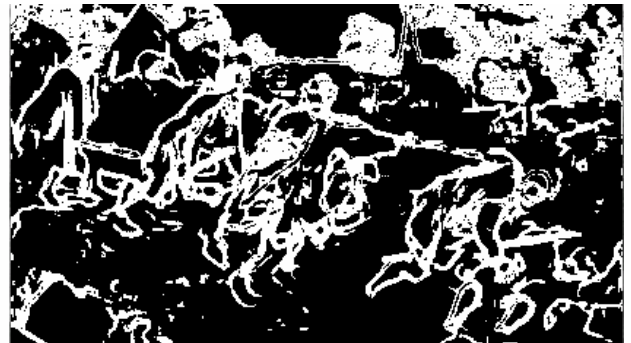


Fig. 1



Fig. 2

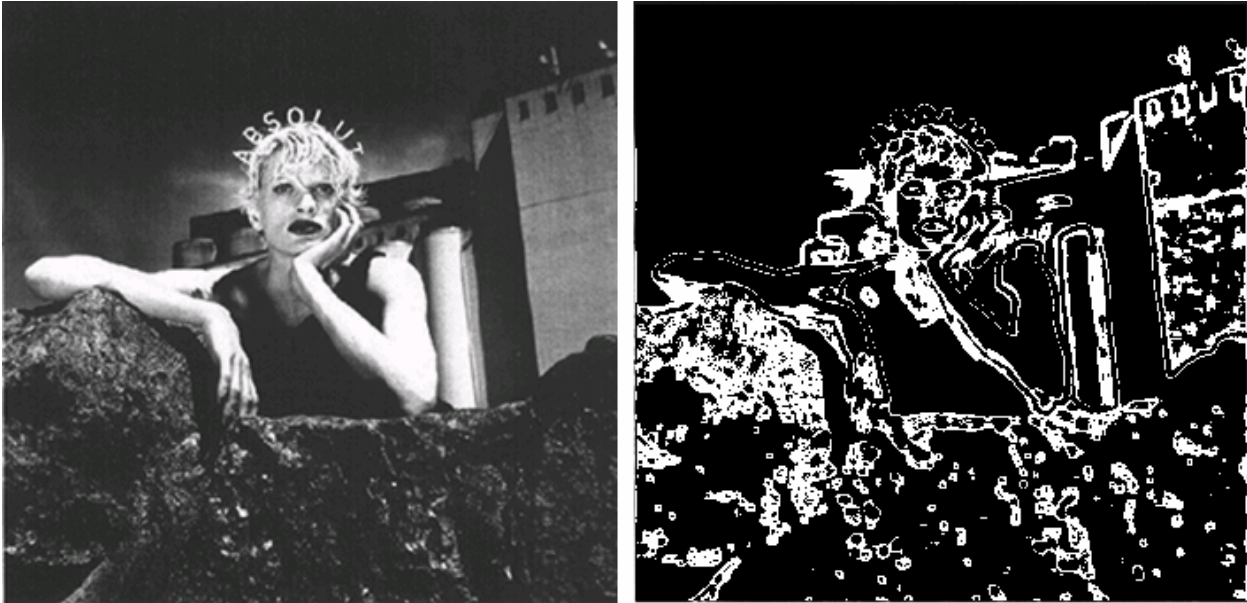


Fig. 3

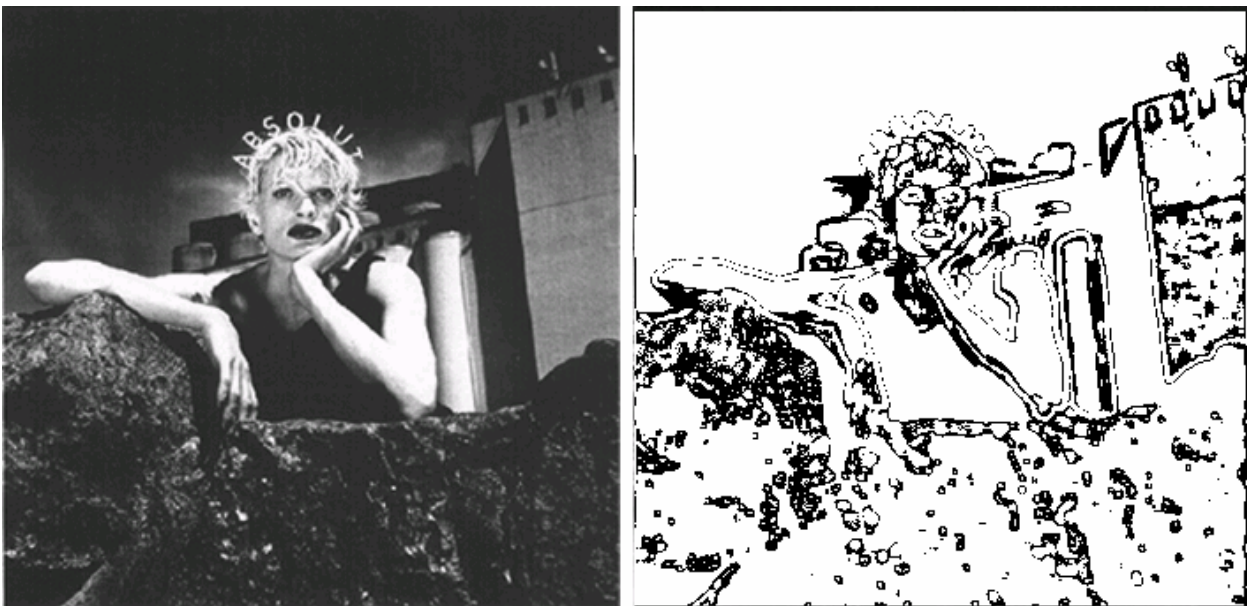


Fig. 4

V. Definirea muchilor din cadru

În imaginile echilibrate din punct de vedere estetic muchiile sunt grupate în funcție de sensurile generale ale formelor. Formele prezente în imagine sunt orientate după direcțiile dominante din compoziție.

Fie X și Y imaginile definite în secțiunea IV. Problema determinării muchilor oblice, verticale și orizontale cu lungime (măsurată în număr de pixeli) minim l revine la identificarea și figurarea acelor porțiuni de contur din imaginea Y care reprezintă segmente de dreapta (sau pot fi

aproximate suficient de bine cu segmente de dreapta) cu lungime minim l .

Pentru detectarea segmentelor de dreapta dintr-un contur se poate proceda astfel. Pentru fiecare pereche (P, Q) de pixeli din imagine este determinată mulțimea BS a punctelor frontieră aparținând segmentului $[PQ]$. Dacă $|BS| > T$, T valoare dată, atunci $[PQ]$ este considerat segment aparținând conturului imaginii. Deși acest algoritm este foarte ușor de implementat, complexitatea este foarte mare, adică

$O((MN)^3)$, unde M si N reprezinta numarul de linii, respectiv de coloane ale imaginii. Complexitatea poate fi redusa considerând P, Q aparținând listei BPL , fiind $O(BN^3)$, în care $BN = |BPL|$.

Transformarea Hough reprezinta o tehnica îmbunătățită din punct de vedere al complexității pentru detectarea muchiilor prezente în imagine. Metoda utilizează o descriere parametrică a curbilor care formează conturul, în acest caz descrierea parametrică corespunde unei drepte de ecuație

$$(1) y = ax + b.$$

Fiecare direcție posibilă este reprezentată printr-un singur punct (a', b') din spațiul parametric (a, b) . Fie $(x_i, y_i), i = 1, 2$ pixeli ai imaginii. Dreptele care conțin punctul $(x_i, y_i), i = 1, 2$ sunt caracterizate de $b = -ax_i + y_i, i = 1, 2$. Intersecția (a', b') a acestora determină unic dreapta care conține punctele $(x_i, y_i), i = 1, 2$.

Algoritmul următor calculează, pentru fiecare (a, b) din spațiul parametric discretizat, valoarea $P(a, b)$ care reprezintă

numarul de pixeli ai imaginii care satisfac (1), [Pit, 93].

Pas 1. Spațiul parametric este discretizat: $(a, b) \in \{a_1, a_2, \dots, a_K\} \times \{b_1, b_2, \dots, b_L\}$.

$$P(a, b) = 0, a_1 \leq a \leq a_K, b_1 \leq b \leq b_L.$$

Pas 2. Pentru orice $(x_i, y_i), i = 1, \dots, BN$ punct frontieră se consideră ecuația $b = -ax_i + y_i$.

Pentru fiecare valoare $a, a_1 \leq a \leq a_K$ este calculat parametrul b și $P(a, b)$ este incrementat.

Pentru fiecare direcție (a, b) , dacă $P(a, b) > T$, unde T este o valoare dată, atunci

$BS = \{(x_l, y_l) / ax_l + b = y_l, l = 1, \dots, P(a, b)\}$ reprezintă mulțimea de puncte contur care determină un segment pe dreapta caracterizată de parametrii a și b .

Complexitatea acestui algoritm este $O(MNK)$.

Pentru reprezentarea corectă a segmentelor verticale ($a \rightarrow \infty$) este utilizată de regulă reprezentarea parametrică în coordonate polare,

$$(2) r = x \cos \mathbf{q} + y \sin \mathbf{q}, |r| \leq \sqrt{N^2 + M^2}, |\mathbf{q}| \leq \frac{\mathbf{p}}{2}.$$

Pentru determinarea conturilor care respectă (2) și au lungimea (în număr de pixeli) cel puțin l , atunci parametrul r respectă condiția,

$$l \leq |r| \leq \sqrt{N^2 + M^2}.$$

În cazul unor imagini foarte complexe, studiul acestor direcții trebuie extins. Astfel, este necesară determinarea mulțimii S a acelor părți din contur care pot fi "aproximate" cu segmente de dreapta de

lungime $d, d \geq l$, cu eroare maximă dată \mathbf{e} . Eroarea \mathbf{e} este măsurată în număr de pixeli și depinde de lungimea segmentului procesat la un moment de timp. Calculul poate fi realizat pe baza următorului algoritm.

Fie

$$BPL = \{(x, y) / Y(x, y) = 0\} = \{(x_i, y_i), i = 1, \dots, n\}$$

lista pixelilor frontieră determinată în secțiunea IV.

Pas 1. $S = \emptyset$

Pas 2. pentru fiecare $P_i = (x_i, y_i) \in BPL$

pentru fiecare $P_j = (x_j, y_j) \in BPL, |P_i P_j| = N_{ij} \geq l$

2.1. $L_{ij} = \emptyset, n_L = 0, l_{ij} = \emptyset, n_l = 0, \mathbf{e}_{ij} = 0, \mathbf{e} = \frac{N_{ij}}{k}, k > 4$ constanta data

2.2. pentru fiecare $P = (x, y)$ aparținând segmentului $[P_i P_j]$

2.2.1. dacă $Y(P) = 0$, atunci $\begin{cases} L_{ij} = L_{ij} \cup \{P\} \\ n_L = n_L + 1 \end{cases}$

2.2.2. altfel, fie F_P fereastra de dimensiune fd centrata în P si $BF_P = \{Q \in F_P / Y(Q) = 0\}$

2.2.3. dacă $|BF_P| \neq 0$, fie $R \in BF_P, |PR| = \min_{Q \in BF_P} \{PQ\}$, atunci $\begin{cases} l_{ij} = l_{ij} \cup \{R\} \\ n_l = n_l + 1 \\ \mathbf{e}_{ij} = \mathbf{e}_{ij} + 1 \end{cases}$

2.2.4. dacă $\mathbf{e}_{ij} > \mathbf{e}$, atunci abandoneaza prelucrarea segmentului $[P_i P_j]$

2.3. dacă $\frac{n_L}{N_{ij}} > T_1$ si $\frac{n_L + n_l}{N_{ij}} > T_2$, atunci $S = S \cup \{L_{ij} \cup l_{ij}\}$

Observatii

1. Pentru ca un segment de lungime $D, D > d > l$ sa fie analizat o singura data se procedeaza astfel,

Pas 2. pentru fiecare $P_i = (x_i, y_i) \in BPL$, fie $BPL_i = BPL \setminus \{P_i\}$ ordonata descrescator dupa distanta pâna la P_i ,

$$BPL_i = \{P_j, j = 1, \dots, n, j \neq i, j \leq |P_i P_j| / |P_i P_j| \geq |P_i P_{j+1}|, j = 1, \dots, n\}, j=1$$

dacă $\exists s \in S$ cu $[P_i P_j] \subset S$ atunci $j=j+1$
altfel, executa 2.1-2.3

selectate drept directii principale si, pe baza lor, sunt determinate eventualele puncte de fuga existente în cadrul imaginii.

2. Pentru prevenirea procesarii perechii de pixeli P_i, P_j care nu apartin conturului aceluiasi obiect, dupa efectuare pasului 2.2.4. este aplicat numarului de puncte contur determinate pâna la momentul curent urmatorul test,

2.2.5. dacă dupa analiza a p puncte,

$n_L + n_l < \frac{p}{m}$, m parametru dat, atunci se decide abandonarea prelucrării segmentului $[P_i P_j]$.

Ulterior etapei de definire a muchiilor în cadru, sunt identificate acele directii care includ mai multe muchii. Acestea sunt

Etapa de analiza a datelor

În aceasta ultima etapa sunt stabilite compatibilitati între schema compozitionala, spatiul pictural folosit, dominanta cromatica a lucrării, dominanta valorica a lucrării si directiile compozitionale dominante.

Etapa de analiza datelor preia cuantificarea elementelor de morfologie si sintaxa a imaginii si contribuie puternic la stabilirea caracteristicilor individuale si a premiselor calitative ale imaginii artistice (tablou, poster, banner publicitar, sigla, etc.).

Folosindu-se cuantificarea structurii geometrice, a raporturilor valorice cantitative si calitative, a raporturilor cromatice cantitative si calitative, a directiilor dominante în cadru si a muchiilor, sunt identificate clasificari ale imaginilor conform oricarua din criteriile de mai sus. Obtinerea unor clasificari în functie autorii si de perioada de creare a imaginilor celebre determina stabilirea unor criterii care trebuie respectate de o imagine „perfecta” de-a lungul istoriei.

Toate rezultatele obtinute sunt generalizate imediat în mediul publicitar. De asemenea, aceasta etapa permite analiza preferintele publicului caruia îi sunt adresate reclamele si, deci a perfectionarii lor în scopul cresterii vânzarii produselor pentru care se face reclama.

Metodologia analizei calitatii unei imagini artistice statice este descrisa în anexa.

Bibliografie

[Arn, 80] Arnheim R., *Arta si perceptia vizuala*, Ed. Meridiane, 1980
 [Arn, 95] Arnheim R., *Forta centrului vizual*, Ed. Meridiane, 1995
 [Ber, 78] Berger R., *Mutatia semnelor*, Ed. Meridiane, 1978
 [Bo, 76] Bouleau C., *Geometria secreta a picturilor*, Ed. Meridiane, 1976
 [Cas, 96] Castelman K. R., *Digital image Processing*, Prentice Hall, 1996
 [Cha, 89] Chang S.K., *Principles of Pictorial Information System Design*, Prentice Hall, 1989
 [Coc, 96] Fusaru (Cocianu) C., *Pixel by Bixel Based Technique for Boundary Detection*, Analele Universitatii Bucuresti, Informatica, Nr. 2/1996
 [Coc, 97] Cocianu C., *One Pixel Based Technique for Image Enhancement*, The Proceedings of the 3rd International Symposium of Economic Informatics, May 1997
 [Ger, 75] Geritsen H., *Presence de la couleur*, Dessain et Tolra, 1975
 [Ghi, 81] Ghika M. C., *Estetica si teoria artei*, Editura Stiintifica. si enciclopedica, 1981

[Gon, Woo, 93] Gonzales R., Woods R., *Digital Image Processing*, Addison-Wesley, 1993

[Hol, 94] Hollis R., *Graphic Design – A Concise History*, Ed. Thames&Hudson, 1994

[Huy, 71] Huyghe R., *Formes et Forces*, Ed. Flammarion, 1971

[Jai, Kas, Sch, 95] Jain A. K., Kasturi R., Schnuck B. G., *Machine Vision*, McGraw Hill, 1995

[Kup, 72] Kuppens H., *La couleur*, Dessain et Tolra, 1972

[McL, 64] McLuhan M., *Understanding Media: The Extension of Man*, Ed. London, 1964

[Mit, 63] Mitry J., *Esthetique et la psychologie du cinema*, Ed. universitaire, 1963

[Pit, 93] Pitas I., *Digital Image Processing Algorithms*, Prentice Hall, 1993

[Pra, 91] Pratt W. K., *Digital Image Processing*, John Wiley & Sons, 1991

[Sta, Coc,1,00] State L., Cocianu C., Stefanescu V., *A New Approach of Image Restoration*, The Proceedings of the 27th Conference on Computer&Industrial Engineering, 11-13 oct 2000, Beijing

[Sta, Coc,2,00] State L., Cocianu C., Stefanescu V., *A Genetic Approach of Boundary Enhancement in Image Processing* The Proceedings of the 27th Conference on Computer&Industrial Engineering, 11-13 oct 2000, Beijing

[Tho, 80] Thompson P., Davenport P., *The Dictionary of Visual Language*, Ed. London, 1980

[Umb, 98] Umbaugh S., *Computer Vision and Image Processing*, Prentice Hall, 1998

[Wei, 85] Weill A., *The Poster*, Ed. London, 1985

[Whi, 67] White J., *The Birth and Rebirth of Pictorial Space*, Faber & Faber Ltd., 1967

...., *Art & Pub (Art & Publicité)*, Centre Pompidou, Paris, 1990

...., *Art FMR Enciclopedia*, Franco Maria Ricci Editore, 1991

