

3. Prelucrarea imaginilor

3.1. Reprezentarea imaginilor digitale.



a) Accentuarea contrastului

a) Reducerea contrastului

b) Reducerea zgomotului

c) Binarizarea imaginilor

3.2. Îmbunătățirea imaginilor.

Scopul acestor prelucrări îl constituie accentuarea sau punerea în evidență a unor caracteristici conținute în imagine pentru a putea fi observate mai ușor (mai bine) la studiul acestora. Metodele utilizate în algoritmi de îmbunătățire a imaginilor amplifică anumite caracteristici fără a mări cantitatea de informații conținută în acestea. În cele ce urmează vor fi prezentate câteva tehnici grupate după algoritmi utilizați în următoarele două clase:

- *Operațiuni punctuale* prin care se poate realiza creșterea contrastului, reducerea zgomotului, etc. și
- *Operațiuni spațiale* care permit eliminarea zgomotului, filtrări, etc.

Pentru simplificarea prezentării, vom presupune că imaginile prelucrate prin aceste metode sunt de tip 2 (după clasificarea dată în [6]), deci conțin diverse nuanțe de gri.

3.2.1. Operațiuni punctuale

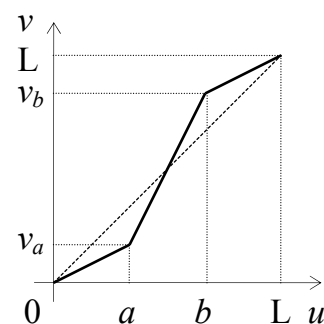
Aceste operațiuni permit trecerea de la o nuanță de gri $u \in [0, L]$ la altă nuanță $v \in [0, L]$, conform unei transformări $v = f(u)$, unde $f: [0, L] \rightarrow [0, L]$.

a) Accentuarea contrastului

Această transformare este recomandată imaginilor cu contrast scăzut (obținute de exemplu într-un mediu cu iluminare slabă).

Fiind date două limite a și b ($0 < a < b < L$) pentru care se cunosc valorile $v_a = f(a) < a$ respectiv $v_b = f(b) < b$ transformarea este:

$$f(u) = \begin{cases} u \cdot v_a / a & \text{pentru } 0 \leq u \leq a \\ (u-a) / (b-a) \cdot (v_b - v_a) + v_a & \text{pentru } a < u \leq b \\ (u-b) / (L-b) \cdot (L - v_b) + v_b & \text{pentru } b < u \leq L. \end{cases}$$

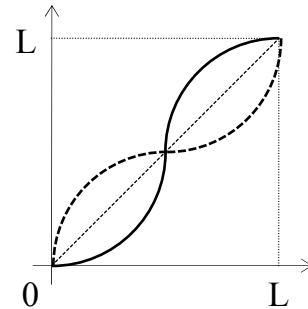


Observație.

- * Valorile a și b se pot obține din histograma imaginii;
- * Parametrii v_a și v_b precizează amplificarea contrastului;
- * Pentru $v_a > a$ și $v_b < b$ se obține transformarea inversă (reducerea contrastului).

Pentru o accentuare respectiv reducere (a contrastului) netedă transformările sunt date de următoarele funcții:

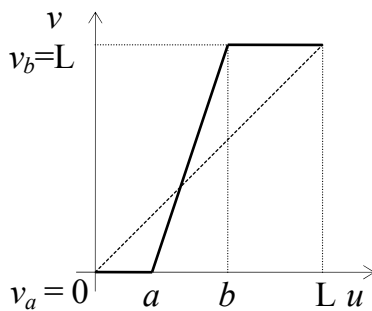
- 1) $f_1(u) = (\sin(\pi \cdot u/L - \pi/2) + 1) / 2 \cdot L$,
- 2) $f_2(u) = (\arcsin(2u/L - 1) + \pi/2) / \pi \cdot L$.



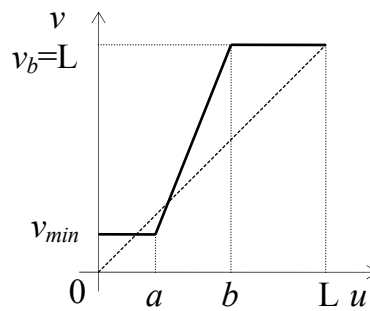
b) Reducerea zgomotului

Această transformare se realizează prin *limitarea culorilor imaginii*, știind că acestea se află în domeniul $[a, b]$. Prin această metodă se pot pune în evidență nuanțe greu vizibile. Operația este un caz particular al celei precedente (a) pentru $v_a = 0$ și $v_b = L$. Transformarea se poate realiza conform unuia din cele două grafice de mai jos :

$$f(u) = \begin{cases} 0 \text{ (sau o valoare minimă } v_{min}) & \text{pentru } 0 \leq u \leq a \\ (u-a) / (b-a) \cdot L & \text{pentru } a < u \leq b \\ L & \text{pentru } b < u \leq L. \end{cases}$$



sau



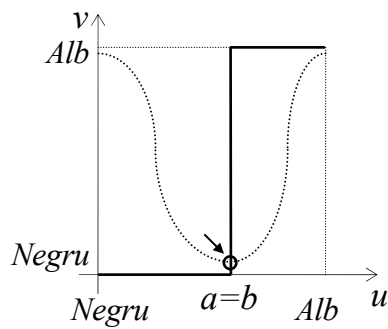
Observație.

Valorile a și b se pot fixa studiind histograma imaginii.

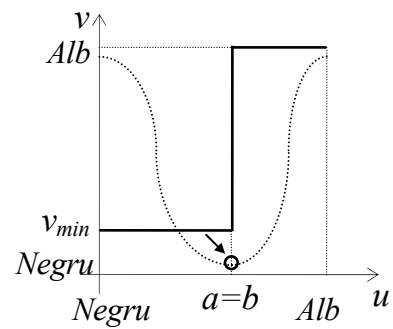
c) Binarizarea imaginilor

Această operație are ca obiectiv obținerea unei imagini alb-negru dintr-o imagine care conține și alte nuanțe nedorite provenite din diverse motive tehnice (de exemplu copiere). Aceste *zgomote* apărute în imagine vor fi eliminate prin studierea histogrammei imagini. Transformarea este un caz particular al celei precedente (b) pentru $a=b = \text{valeur}$ histogrammei (vezi graficul de mai jos):

$$f(u) = \begin{cases} 0 \text{ (sau o valoare minimă } v_{min}) & \text{pentru } 0 \leq u \leq a \\ L & \text{pentru } a < u \leq L. \end{cases}$$



sau



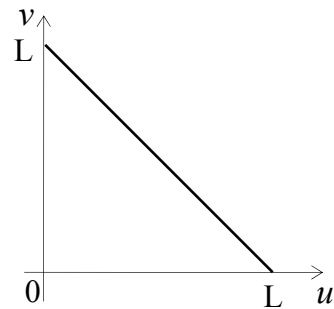
Curs 3

d) Negativarea imaginilor

Această operație de *inversare* a imaginilor se poate utiliza în situația în care dispunem de negativul unei imagini (de exemplu în prelucrarea imaginilor medicale).

Operația de *inversare* se realizează prin transformarea următoare:

$$v = f(u) = L - u$$



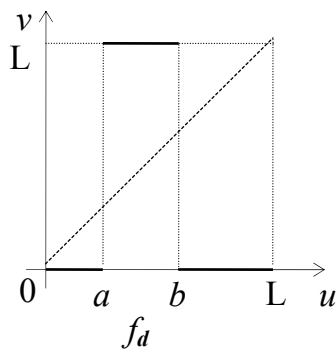
e) Operațiuni de tip fereastră

Transformările de acest tip permit extragerea anumitor caracteristici conținute în regiuni reprezentate prin diferite nuanțe de gri.

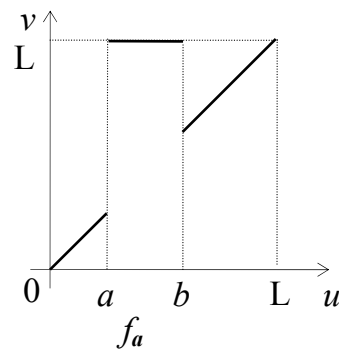
Decuparea respectiv accentuarea acestor zone (definite prin intervalul nuanțelor $[a,b]$) se poate realiza astfel:

$$f_a(u) = \begin{cases} L & \text{pentru } u \in [a,b] \\ 0 & \text{pentru } u \notin [a,b] \end{cases}$$

$$f_a(u) = \begin{cases} L & \text{pentru } u \in [a,b] \\ u & \text{pentru } u \notin [a,b] \end{cases}$$



sau



f) Extragerea unui bit

Transformarea se aplică în determinarea biților nesemnificativi din punct de vedere vizual dintr-o imagine (deoarece putem spune că doar primii șase au semnificație vizuală, contribuția celorlalți fiind legată doar de redarea detaliilor fine din imagine, fără a oferi informații asupra structurii acesteia).

Operația de extragere a bitului k corespunzătoare codificării

$$u = b_n 2^n + b_{n-1} 2^{n-1} + \dots + b_k 2^k + \dots + b_1 2 + b_0$$

se realizează prin transformarea:

$$f_k(u) = \begin{cases} L & \text{pentru } b_k = 1 \\ 0 & \text{rest} \end{cases}$$

g) *Compresia de contrast*

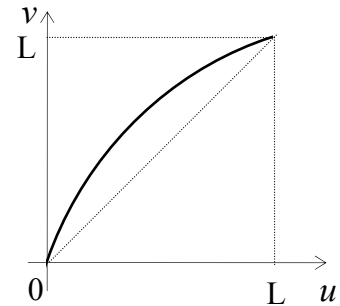
În situația în care dinamica datelor din imagine este foarte largă este recomandată o astfel de operație prin care se îmbunătățește vizibilitatea punctelor de amplitudine relativ mică față de ceilalți.

Operația de *compresie* se realizează printr-o transformare logaritmică de tipul:

$$v = f(u) = cst * \text{Log}(1+|u|)$$

Pentru transformarea reprezentată alăturat, formula de calcul este următoarea:

$$v = f(u) = L / (\text{Ln}(L+1) * \text{Ln}(1+u))$$



h) *Scăderea imaginilor*

Operația de *scădere* a două imagini este necesară la compararea acestora dacă deosebirile dintre ele sunt relativ mici față de complexitatea imaginilor. Prin scăderea celor două imagini se pun în evidență diferențele dintre cele două imagini.

i) *Modelarea imaginilor prin histograme*

Prin histogramă înțelegem reprezentarea grafică a frecvenței de apariție a culorilor (nuanțelor de gri) conținute într-o imagine. Prin această metodă (*modelarea histogramei*) se obține o imagine cu o histogramă dorită. De exemplu o imagine cu contrast scăzut (având o histogramă îngustă) se poate transforma printr-un procedeu de *egalizare a histogramei* într-o imagine cu o histogramă uniformă.

Dacă notăm cu $t(u)$ numărul de pixeli de culoare u (adică frecvența nuanței $u, u \in \{0,1,\dots,L\}$), iar cu T numărul total de pixeli din imagine ($T = t(0) + t(1) + \dots + t(L)$), atunci probabilitatea ca un punct să fie de nuanță mai închisă, eventual egală cu u este $p(u) = (t(0) + t(1) + \dots + t(u)) / T$.

Se observă că $0 \leq p(u) \leq 1$, deci transformarea este $v = f(u) = p(u) * L$.

În exemplul de mai jos se poate vedea *histograma inițială* a), *graficul transformării* b) și *histograma egalizată* obținută c) rezultate din datele din tabelul alăturat pentru $L=100$.

Modificarea histogramei se realizează de fapt și prin *compresia de contrast* prezentată anterior g) și de asemenea se mai poate realiza prin alte transformări definite în intervalul $[0,L]$ cu valori în același interval, de exemplu $f(u) = \text{Sqrt}(u) * \text{Sqrt}(L)$.

u	$t(u)$	$p(u)$	$p(u)*L$	$f(u)$
0	0	0.00	0.00	0
10	30	0.07	7.32	7
20	60	0.22	21.95	22
30	90	0.44	43.90	44
40	100	0.68	68.29	68
50	70	0.85	85.37	85
60	30	0.93	92.68	93
70	20	0.98	97.56	98
80	10	1.00	100.00	100
90	0	1.00	100.00	100
100	0	1.00	100.00	100

