

Tema:Descrierea și reprezentarea formelor bazate pe contur,bazate pe regiuni.

Cuprins

Introducere :	3
1. Descrierea formelor bazată pe contur	4
1.1. Definitia conturului.....	4
1.2. Reprezentarea conturilor	4
Operatorul Sobel	5
Metoda Gradient	6
Algoritmul Laplacian	8
2. Descrierea Formelor Bazată pe Regiuni	10
2.1 Principiile Descrierii Bazate pe Regiuni	10
2.2 Caracteristici Geometrice	10
2.3 Alte Caracteristici Importante.....	12
3.Descrierea Statistică a Regiunilor	15
3.1 Principiile Descrierii Statistice.....	15
3.2 Măsuri Statistice Comune.....	15
3.3 Aplicații.....	16
Bibliografie	17

1. Descrierea formelor bazată pe contur

Descrierea bazată pe contururi este o metodă fundamentală în analiza formelor și recunoașterea obiectelor. Ea presupune reprezentarea și caracterizarea formelor prin intermediul marginilor sau granițelor acestora. Conturul unui obiect este, în esență, linia care delimitează forma sa și o separă de fundal sau de alte obiecte. Această linie poate fi reprezentată ca un set de puncte de margine sau ca o secvență de linii ce închid obiectul, oferind o descriere geometrică a formei sale.

1.1. Definiția conturului

Conturul este o linie închisă care delimitează forma unui obiect într-o imagine sau într-o reprezentare geometrică. În cazul unei imagini digitale, conturul poate fi definit printr-o secvență de puncte de margine care marchează tranziția de la obiect la fundal (sau între obiecte).

1.2. Reprezentarea conturilor

Contururile unui obiect pot fi reprezentate în mai multe moduri, fiecare având aplicabilități diferite în funcție de nivelul de detaliu și de scopul analizei formei.

a. Reprezentare parametrică

Conturul unui obiect poate fi descris parametric printr-o funcție matematică care asociază fiecărui punct de pe contur o pereche de coordonate (x,y) . Această reprezentare parametrică a conturului este comună în aplicațiile de analiză geometrică.

Pentru o curbă parametrică, fiecare punct de pe contur poate fi descris de coordonatele:

$$x(t), y(t), t \in [0, 1]$$

unde t este un parametru care variază pe intervalul $[0, 1]$ și parcurge întregul contur.

b.Reprezentarea Vectoriala

Reprezentarea vectorială a conturilor constă în descrierea acestora prin intermediul unui set de vectori care indică direcția și lungimea fiecărui segment al conturului. Această metodă este deosebit de utilă în aplicațiile care implică analiza direcțiilor și a formelor generale ale obiectelor.

1.3. Detectarea conturilor

Detectarea conturului se face, de obicei, prin metode de detecție a muchiilor, cum ar fi operatorii Sobel, metoda gradient sau algoritmi Laplacian, care identifică punctele unde există schimbări bruște în intensitatea pixelilor, ceea ce semnalează prezența unei margini.

- **Operatorul Sobel**

Operatorul Sobel este o tehnică de detectare a conturilor bazată pe derivată de ordinul întâi, fiind cunoscut pentru simplitate și eficiență. Acesta utilizează două kernel-uri 3x3 pentru a calcula gradientul intensității pixelilor pe direcțiile orizontală și verticală. Rezultatul aplicării operatorului Sobel evidențiază conturile prin identificarea schimbărilor rapide de intensitate într-o imagine.

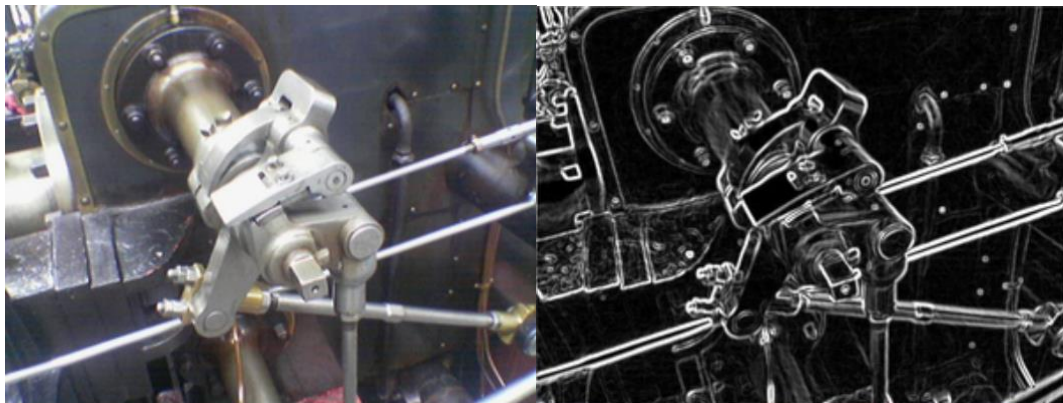


Figura nr. 1: *Imagine originală și rezultatul aplicării operatorului Sobel.*

Principiul de funcționare

Kernel-urile folosite de operatorul Sobel aplică o convoluție pe direcția orizontală (axa X) și pe direcția verticală (axa Y), pentru a obține gradientul imaginii pe cele două direcții.

- Kernel-ul pentru direcția X este:

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}$$

- Kernel-ul pentru direcția Y este:

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix}$$

Aplicând aceste kernel-uri pe întreaga imagine, se obțin valorile gradientului pe axele X și Y, notate cu G_x și G_y , care reprezintă schimbările de intensitate în cele două direcții.

Calculul intensității conturului

După calcularea valorilor G_x și G_y , intensitatea finală a conturului (magnitudinea gradientului) poate fi calculată astfel:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

Această formulă combină gradientele obținute în fiecare direcție pentru a oferi intensitatea conturului la fiecare punct din imagine. Operatorul Sobel este eficient în detectarea conturilor de bază, fiind sensibil la zgomot, dar nu excesiv, și este de preferat în procesarea imaginilor mai puțin zgomotoase.

- **Metoda Gradient**

Metoda Gradient este o altă tehnică de detectare a contururilor bazată pe derivată de ordinul întâi, folosită pentru a evidenția schimbările bruște în intensitatea pixelilor. Detectarea se realizează calculând gradientul imaginii în fiecare punct, gradient care descrie direcția maximă de creștere a intensității.

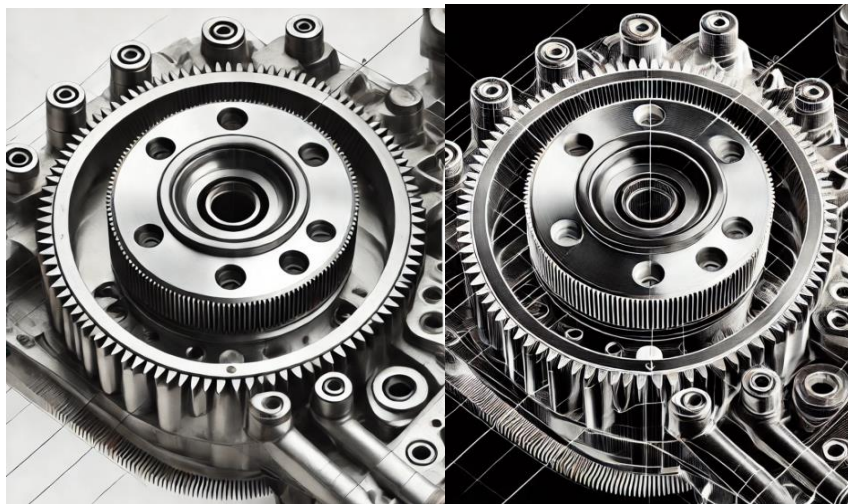


Figura Nr. 2: *Reprezentarea gradientului imaginii.*

Calculul gradientului

Gradientul într-o imagine este calculat prin derivarea valorilor pixelilor pe direcțiile X și Y, rezultând o valoare scalară pentru intensitate și o valoare de direcție care indică orientarea muchiei. Derivatele parțiale în direcția X și Y sunt calculate prin diferențierea intensității pixelilor din vecinătate:

- Gradientul în direcția X:

$$\frac{\partial f}{\partial x} = f(x + 1, y) - f(x, y)$$

- Gradientul în direcția Y:

$$\frac{\partial f}{\partial y} = f(x, y + 1) - f(x, y)$$

Magnitudinea gradientului

Similar operatorului Sobel, magnitudinea gradientului poate fi calculată prin:

$$G = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}$$

Magnitudinea gradientului evidențiază contururile, în timp ce direcția gradientului indică orientarea muchiei. Metoda gradient este sensibilă la zgomot, astfel că se recomandă aplicarea unei filtrări preliminare (ex. filtrul Gaussian) pentru a reduce efectele zgomotului.

- **Algoritmul Laplacian**

Operatorul Laplacian folosește derivata de ordinul doi și detectează muchiile bazându-se pe schimbări bruște ale intensității, fiind o metodă mai avansată pentru detectarea contururilor sub formă de linii subțiri. Operatorul Laplacian calculează a doua derivată a funcției de intensitate a imaginii, captând punctele unde intensitatea se schimbă abrupt.



Figura Nr. 3: *Exemplu de kernel utilizat în operatorul Laplacian.*

Kernel-urile Laplacian

Operatorul Laplacian folosește kernel-uri care evidențiază modificările de intensitate. Un kernel Laplacian obișnuit este:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Acest kernel subliniază zonele de variație intensă în intensitate, centrând valoarea negativă în mijlocul celulei.

Calculul prin ecuația Laplaciană

Ecuația Laplaciană este:

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

Această formulă aplică o derivată de ordinul doi pe fiecare direcție, sumând rezultatele pentru a obține o valoare care indică schimbările de intensitate. Laplacian este adesea utilizat împreună cu un filtru Gaussian, cunoscut ca Laplacian of Gaussian (LoG), pentru a reduce zgomotul și a evidenția contururile mai clare.

Compararea Metodelor

Fiecare metodă prezintă caracteristici specifice:

- **Operatorul Sobel** este simplu și eficient pentru detectarea muchiilor într-o imagine, fiind rezistent la zgomot moderat. Este adesea utilizat în imagini unde contururile sunt bine definite.
- **Metoda Gradient** oferă o precizie ridicată în detectarea schimbărilor de intensitate și este utilă pentru aplicații care necesită detalii fine. Este sensibilă la zgomot, astfel că se recomandă utilizarea unui filtru prealabil.
- **Algoritmul Laplacian** este sensibil la zgomot, dar detectează contururile sub formă de linii subțiri. Se potrivește bine în combinație cu filtre anti-zgomot pentru imagini clare și bine definite.

2. Descrierea Formelor Bazată pe Regiuni

Descrierea formelor bazate pe regiuni este o metodă esențială în procesarea imaginilor și viziunea computerizată. Această tehnică analizează proprietățile interne ale unei regiuni, fiind complementară metodelor bazate pe contururi, care examinează doar marginile. Evaluarea completă a regiunilor permite o mai bună înțelegere a caracteristicilor formei, texturii și structurii interne.

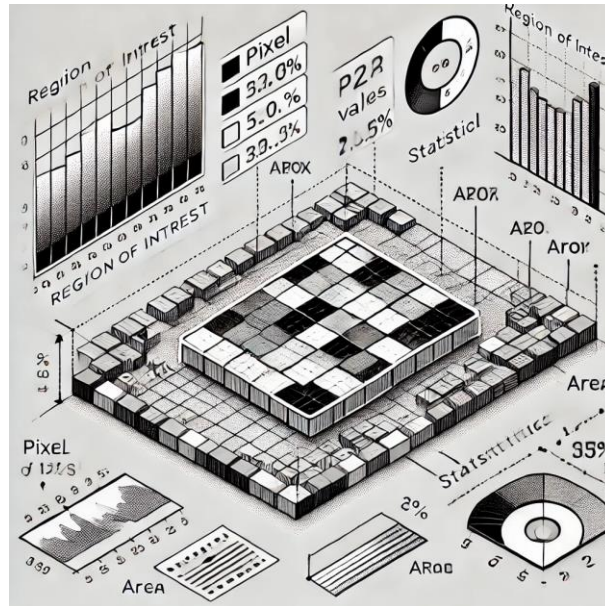


Figura Nr. 4: Analiza unei regiuni de interes (ROI) și a caracteristicilor sale interne.

2.1 Principiile Descrierii Bazate pe Regiuni

Metodele bazate pe regiuni presupun identificarea unui set de pixeli ce aparțin unei regiuni de interes (ROI - *Region of Interest*). Din aceste regiuni sunt extrase caracteristici semnificative utilizate pentru recunoaștere, clasificare sau descriere. Astfel, regiunea este tratată ca un ansamblu coerent, iar analiza nu se limitează doar la margini, ci include întreaga zonă.

2.2 Caracteristici Geometrice

Caracteristicile geometrice reprezintă un set de măsuri utilizate pentru a descrie forma și structura unei regiuni. Printre cele mai utilizate caracteristici se numără:

- **Aria** (A)
Aria este dată de numărul total de pixeli din regiune. Este un indicator fundamental al dimensiunii obiectului:

$$A = \sum_{(x,y) \in R} 1$$

unde R reprezintă regiunea de interes.

- **Perimetrul** (P)
Perimetrul este lungimea totală a conturului regiunii. Acesta se calculează fie prin numărarea pixelilor de pe marginea regiunii, fie folosind o aproximare cu formula:

$$P \approx \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

unde (x_i, y_i) reprezintă coordonatele punctelor de pe contur.

- **Centroidul (Cx,Cy)**

Centroidul este punctul central al regiunii și se calculează ca media coordonatelor ponderată de valoarea pixelilor:

$$C_x = \frac{\sum_{(x,y) \in R} x}{A}, \quad C_y = \frac{\sum_{(x,y) \in R} y}{A}$$

- **Elongarea (E)**

Elongarea măsoară cât de alungită este regiunea și se definește astfel:

$$E = \frac{L}{l}$$

unde L este lungimea axei majore, iar l este lungimea axei minore.

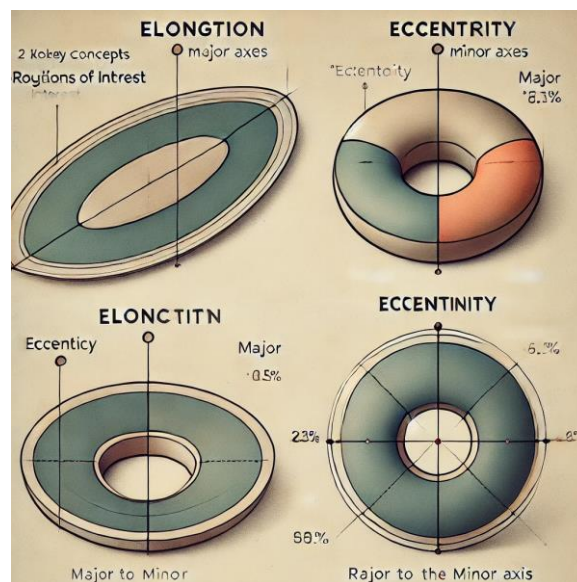


Figura Nr. 5: Reprezentarea elongării și excentricității unei regiuni printr-o elipsă de ajustare.

- **Excentricitatea (e)**

Excentricitatea oferă o măsură a gradului de rotunjime al regiunii, fiind definită ca raportul dintre axele majore și minore ale elipsei care înconjoară regiunea:

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$$

unde a și b sunt semiaxele elipsei (cu $a \geq b$).

2.3 Alte Caracteristici Importante

- **Compactitatea** (C)
Măsoară eficiența ocupării spațiului de către regiune:

$$C = \frac{P^2}{A}$$

- **Momentele geometrice**

Momentele sunt utilizate pentru a extrage informații despre distribuția masei regiunii. Momentul de ordin p,q se calculează astfel:

$$M_{p,q} = \sum_{(x,y) \in R} x^p y^q$$

- **Momentul centrat normalizat**

Acesta elimină dependența de poziția și dimensiunea regiunii:

$$\mu_{p,q} = \frac{M_{p,q}}{M_{0,0}}$$

3.Descrierea Statistică a Regiunilor

Descrierea statistică este o metodă utilizată pentru a caracteriza regiunile dintr-o imagine pe baza distribuției valorilor pixelilor din acele regiuni. Spre deosebire de metodele geometrice, care se concentrează pe dimensiuni și formă, abordarea statistică analizează variația și distribuția intensităților sau culorilor pixelilor, oferind informații detaliate despre textura și structura internă a regiunii.

3.1 Principiile Descrierii Statistice

Această metodă implică utilizarea măsurilor statistice pentru a analiza proprietățile pixelilor dintr-o regiune. Valorile calculate sunt folosite pentru a identifica tiparele texturale sau pentru a compara regiuni diferite. Descrierea statistică este frecvent utilizată în clasificarea și recunoașterea obiectelor, precum și în analiza imaginilor medicale sau a imaginilor satelitare

3.2 Măsuri Statistice Comune

1. **Media**
Media valorilor pixelilor oferă o estimare a nivelului general de intensitate sau luminozitate dintr-o regiune. Este utilă pentru a descrie regiuni cu iluminare uniformă sau non-uniformă.

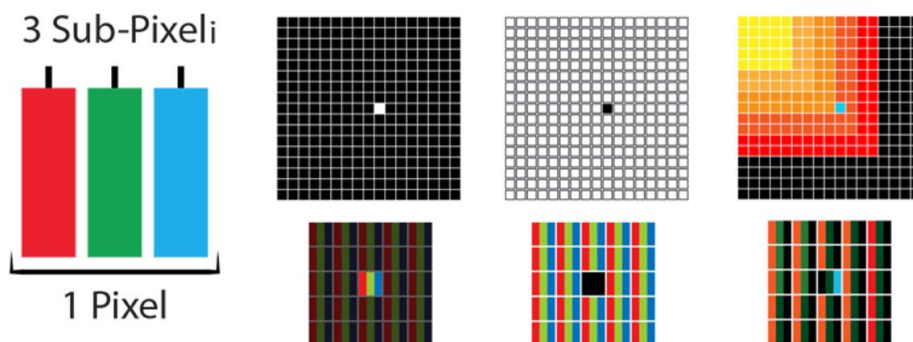


Figura Nr. 6: *Calculul mediei intensităților pixelilor într-o regiune.*

2. Dispersia

Dispersia (sau varianța) indică cât de mult variază valorile pixelilor față de medie. Este un indicator al diversității sau complexității texturii regiunii.

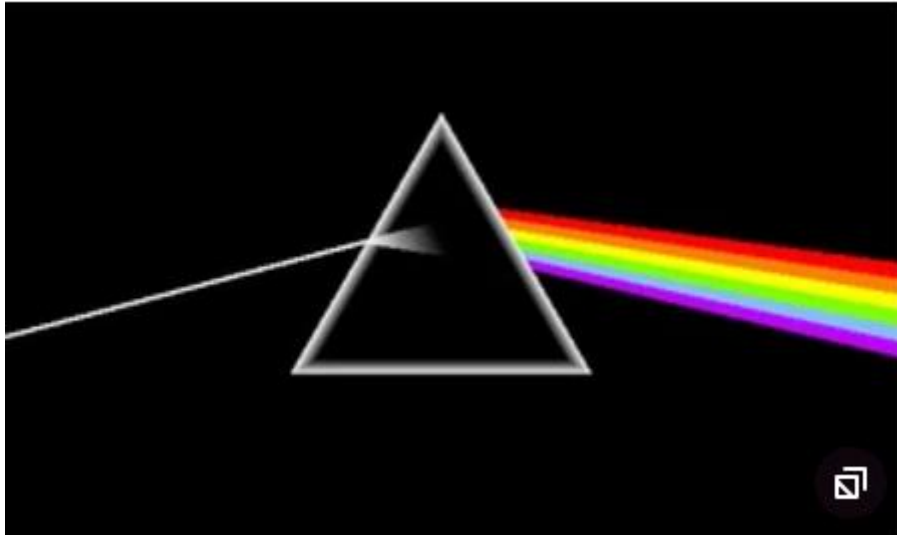


Figura Nr. 7: *Exemplu de disperie a luminii.*

3. Devierea Standard

Devierea standard reprezintă rădăcina pătrată a varianței și oferă o interpretare intuitivă a variației pixelilor. O valoare mare indică o regiune cu textură complexă.

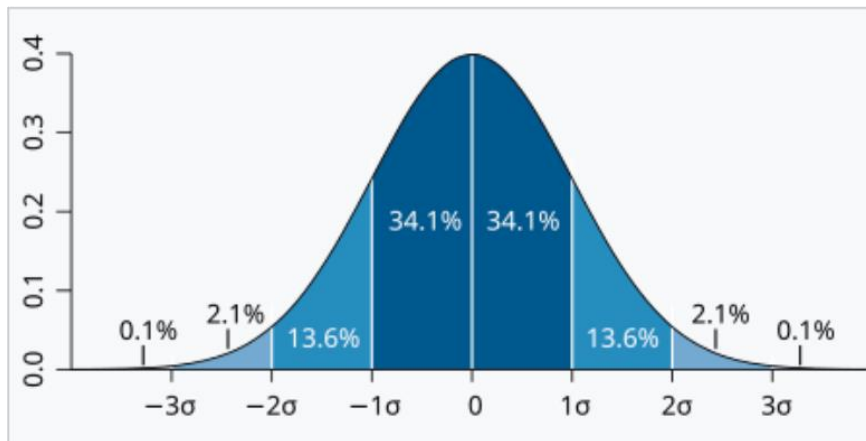


Figura Nr. 8: *Ilustrarea devierii standard aplicate unui set de valori pixel.*

4. Asimetria

Asimetria reflectă distribuția valorilor pixelilor în raport cu mediana. O regiune cu asimetrie pozitivă conține mai multe valori mari, iar una cu asimetrie negativă conține mai multe valori mici.

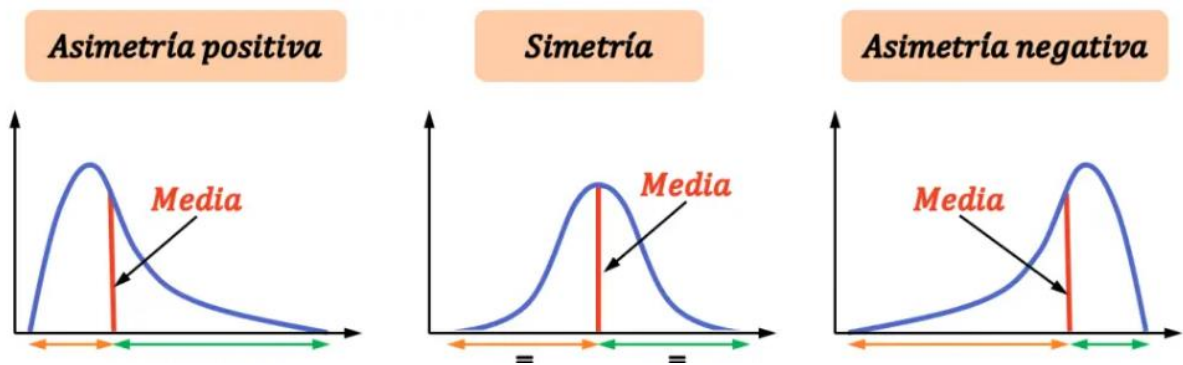


Figura Nr. 9: Exemplu de distribuție a pixelilor cu asimetrie pozitivă și negativă.

5. Kurtosis-ul

Kurtosis-ul măsoară concentrarea valorilor pixelilor în jurul mediei. O regiune cu kurtosis mare are o distribuție cu vârf pronunțat, iar una cu kurtosis mic are o distribuție mai aplatizată.

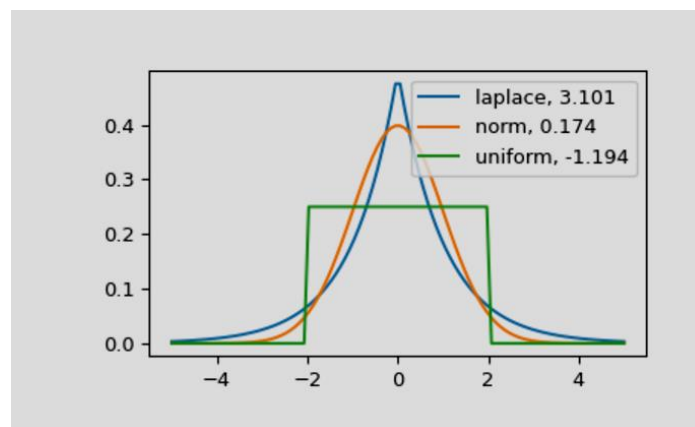


Figura Nr. 10: Reprezentare grafică a distribuțiilor cu kurtosis mare și mic.

6. Minimul și Maximul

Acestea reprezintă valorile extreme din regiune și sunt utile pentru a identifica variațiile locale ale intensității.

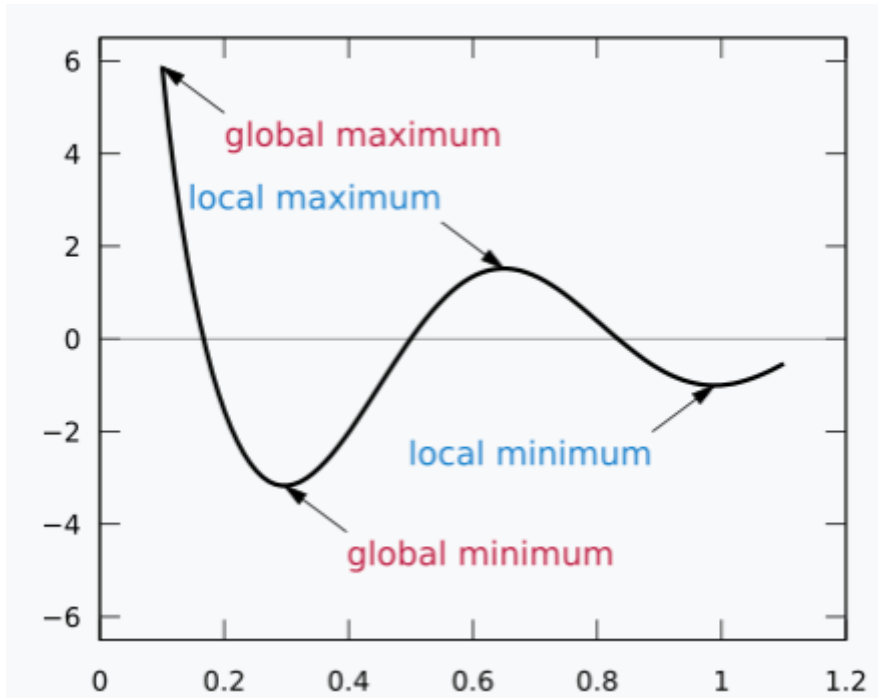


Figura Nr. 11: Vizualizare a minimului și maximului intensității pixelilor într-o regiune.

7. Entropia

Entropia măsoară gradul de dezordine sau aleatoriu din regiune. Este utilă pentru analiza regiunilor complexe, cum ar fi texturile naturale sau modelele neregulate.

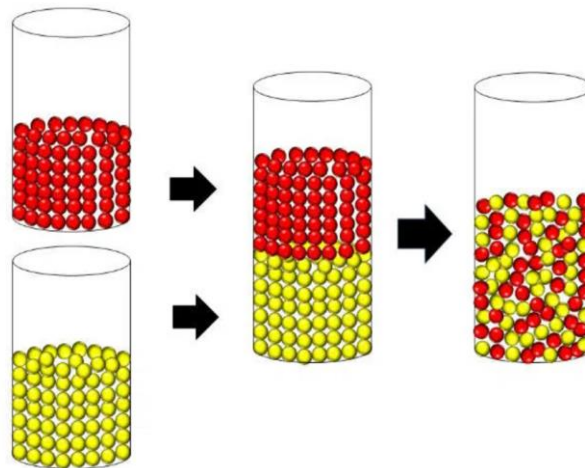


Figura Nr. 12: Exemplu de entropie în analiza texturii unei imagini.

3.3 Aplicații

- **Clasificarea texturilor:** Valorile statistice sunt folosite pentru a identifica tipuri de texturi, cum ar fi suprafețele netede, rugoase sau granulare.
- **Segmentarea imaginilor:** Ajută la delimitarea regiunilor pe baza variației intensităților.
- **Analiza medicală:** Permite detectarea anomaliilor în imagini radiologice sau tomografii prin compararea texturilor normale și patologice.
- **Recunoașterea obiectelor:** Statisticile ajută la diferențierea obiectelor cu caracteristici similare, dar texturi diferite.

Bibliografie

[1] Castleman, K. R.: Digital Image Processing, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1996

[2] Cocquerez, J. P., Philipp, S. (coord.): Analyse d'images: filtrage et segmentation, Masson, Paris, 1995

[3]. Sursă web: https://en.wikipedia.org/wiki/Sobel_operator

[5]. Sursă web: <https://ro.scribd.com/doc/277827888/Tehnici-de-Detectie-Contur>

[6] Sursă web: <https://ro.wikipedia.org/wiki/Laplacian>