

Efecte Focus & Context. Depth-of-Field în Imagini

Cod Proiect : TS2

Dorcu Andrei-Mihail

Stratulat Ștefănel-Constantin

1. Introducere

Odată cu evoluția tehnologică din ultimii ani, tot mai multe instrumente au trecut de la o arhitectură hardware complexă și costisitoare, la o alternativă software, de cele mai multe ori, mult mai complexă, mai performantă și mai accesibilă. Una dintre acestea o reprezintă fotografierea. Înainte, pentru a obține o imagine în care subiectul ieșea în evidență față de restul cadrului, prin blurarea background-ului, era nevoie de un aparat de fotografiat foarte performant care, în plus, nu putea fi îmbunătățit ulterior. Alternativa software din ultimii ani, oferită de producătorii de telefoane, constă într-o camera cu un senzor obișnuit dar cu software foarte performant, capabil să detecteze subiectul și să aplice foarte multe efecte. Marele avantaj este faptul că acest software poate fi îmbunătățit ulterior, putând fi introduse noi funcționalități complexe.

2. Detecția subiectului

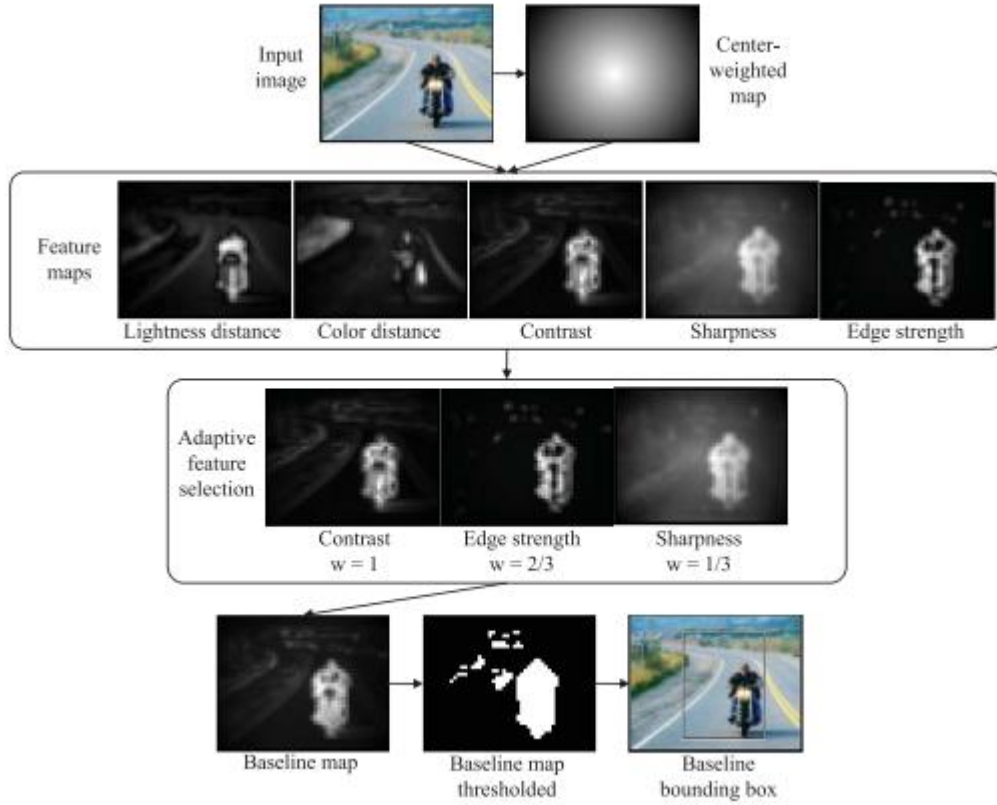
Detecția subiectului se poate face în două principale moduri.

Primul mod, care este folosit și de companiile de smartphone-uri, constă în utilizarea Inteligenței Artificiale, proces foarte complex ce presupune foarte mult calcul matematic și foarte multă putere de procesare.

Al doilea mod este mai accesibil, prin faptul că nu este atât de complex și constă în folosirea Prelucrării de Imagini. Acesta este modul de implementare pe care îl vom folosi noi. Printr-o analiză complexă a operațiilor implementate în prelucrarea de imagini, s-a constatat faptul că anumite operații duc la conturarea subiectului. Aceste operații vor fi implementate și ajustate până la obținerea rezultatului dorit.

P.S Pentru fiecare operație se dorește implementarea operațiilor specificate, însă, vor putea exista și cazuri în care implementarea va fi prea dificilă și pot fi folosite alternative, care vor fi descrise la momentul respective.

Vom considera X imaginea noastră. Împărțim imaginea în blocuri de dimensiune $m \times m$ cu 50% suprapunere între blocurile vecine. (vom lucra cu $m = 8$). Vom considera x ca fiind unul dintre blocurile imaginii și $f_i(x)$ valoare de interes.



2.1 Lightness and color distance

- Este definit ca distanța euclidiană dintre media luminozității subiectului și media luminozității fundalului. Având în vedere că nu se cunoaște delimitarea între background și subiect, prima iterație va avea în vedere calcularea distanței luminoase ca distanța euclidiană în luminozitatea medie a fiecărui bloc și luminozitatea medie a întregii imagini.
- Vom concluda faptul că regiunea cu o luminozitate mai largă decât luminozitatea medie este un bun candidat pentru a fi subiect. (la fel și pentru distanța de culoare)

$$f_1(\mathbf{x}) = |\bar{L}^*(\mathbf{x}) - \bar{L}^*(\mathbf{B})|, \quad (1)$$

$$f_2(\mathbf{x}) = \sqrt{[\bar{a}^*(\mathbf{x}) - \bar{a}^*(\mathbf{B})]^2 + [\bar{b}^*(\mathbf{x}) - \bar{b}^*(\mathbf{B})]^2}, \quad (2)$$

where \bar{L}^* , \bar{a}^* , \bar{b}^* denote the average L^* , a^* , b^* measured in the Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) 1976 (L^* , a^* , b^*) color space (CIELAB). Let R' , G' , B' denote the nonlinear RGB values of the image, the conversion from RGB color space to $L^*a^*b^*$ is implemented by first linearizing the R' , G' , B' values to be proportional to light energy, assuming sRGB color space:

$$A = \begin{cases} A'/12.92, & A' \leq 0.04045 \\ [(A' + 0.055)/1.055]^{2.4}, & A' > 0.04045 \end{cases} \quad (3)$$

where $A = R, G, \text{ or } B$.

The linearized R , G , B values are then converted to the CIE XYZ color space as:

$$X = 0.412453 \times R + 0.357580 \times G + 0.180423 \times B, \quad (4)$$

$$Y = 0.212671 \times R + 0.715160 \times G + 0.072169 \times B, \quad (5)$$

$$Z = 0.019334 \times R + 0.119193 \times G + 0.950227 \times B. \quad (6)$$

Finally the L^* , a^* , b^* values are given by:

$$L^* = 116 \times g(Y/Y_r) - 16, \quad (7)$$

$$a^* = 500 \times [g(X/X_r) - g(Y/Y_r)], \quad (8)$$

$$b^* = 200 \times [g(Y/Y_r) - g(Z/Z_r)], \quad (9)$$

where $X_r = 0.950456$, $Y_r = 1$, $Z_r = 1.088754$ are the CIE XYZ tri-stimulus values of the D65 reference white point; and the function g is given by:

$$g(t) = \begin{cases} t^{1/3}, & t > 0.008856, \\ 7.787 \times t + 16/116, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (10)$$

2.2 Contrast

- Subiectul tinde să fie mai accentuat în contrast decât celelalte regiuni vecine.
- Calculăm contrastul de luminanță rădăcină medie patratică pentru fiecare bloc \mathbf{x} și o regiune cu un contrast ridicat este un bun candidat pentru subiect.

Main subjects tend to be of greater contrast than their surrounding regions. Accordingly, we measure root-mean-square (rms) luminance contrast²⁹ for each block \mathbf{x} . A high contrast region is a possible candidate or part of the main subject.

Let $f_3(\mathbf{x})$ denote the rms luminance contrast of block \mathbf{x} . In order to compute $f_3(\mathbf{x})$, we first convert the image \mathbf{X} into grayscale image \mathbf{X}_g :

$$\mathbf{X}_g = 0.299 \times \mathbf{X}_1 + 0.587 \times \mathbf{X}_2 + 0.114 \times \mathbf{X}_3, \quad (11)$$

where $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3$ denote R, G, B layers of \mathbf{X} , respectively.

Let \mathbf{x}_g denote the corresponding block of \mathbf{x} in \mathbf{X}_g . Let $\mathbf{l}(\mathbf{x}) = (b + k\mathbf{x}_g)^{\gamma}$ denote the luminance-valued block, with $b = 0.7297$, $k = 0.037644$, and $\gamma = 2.2$ assuming sRGB display conditions. The quantity $f_3(\mathbf{x})$ is then computed via:

$$f_3(\mathbf{x}) = \begin{cases} \sigma_{\mathbf{l}(\mathbf{x})} / \mu_{\mathbf{l}(\mathbf{x})}, & \mu_{\mathbf{l}(\mathbf{x})} > 0, \\ 0, & \mu_{\mathbf{l}(\mathbf{x})} = 0, \end{cases} \quad (12)$$

where $\sigma_{\mathbf{l}(\mathbf{x})}$ and $\mu_{\mathbf{l}(\mathbf{x})}$ denote the standard deviation and the mean of $\mathbf{l}(\mathbf{x})$, respectively.

2.3 Local Sharpness

- Subiectul unei imagini este foarte rar blurat. De cele mai multe ori este în focus sau este mai propunțat (sharp)
- Vom descrie un algoritm pentru generarea unei tabele de sharpness, care va indica nivelul de sharpness a fiecărui bloc din imagine.

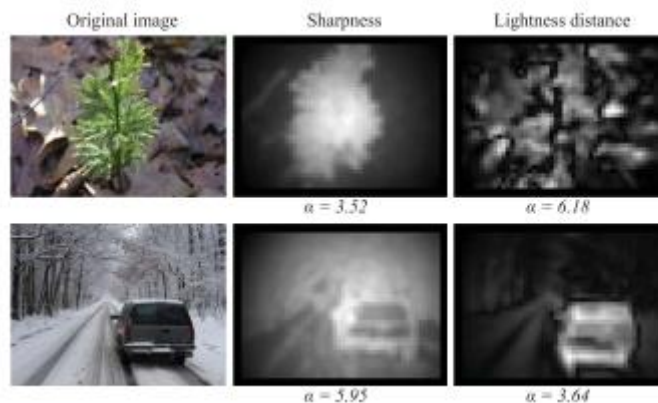
1. Convert the input image \mathbf{X} to grayscale image \mathbf{X}_g via Eq. (11).
2. Divide \mathbf{X}_g into blocks of size 32×32 with 75% pixels overlap. Let \mathbf{x}_i denote one block.
3. Measure the slope of power spectrum for block \mathbf{x}_i , denoted as Δ . Let $S_1(\mathbf{x}_i) = 1 - 1/[1 + e^{-3(\Delta-2)}]$; $S_1(\mathbf{x}_i)$ represents the sharpness measure based on the slope of power spectrum of block \mathbf{x}_i .
4. From all the $S_1(\mathbf{x}_i)$, we form the sharpness measure based on the slope of power spectrum $S_1(\mathbf{X})$ for the whole image. We call $S_1(\mathbf{X})$ the spectral sharpness map.
5. Divide \mathbf{X}_g into blocks of size 8×8 with no overlap. Let \mathbf{x}_i denote one block.
6. Let $S_2(\mathbf{x}_i)$ denote the sharpness measure based on local total variation of block \mathbf{x}_i , computed via: $S_2(\mathbf{x}_i) = \max_{\xi \in \mathbf{x}_i} v(\xi)$, where ξ is a 2×2 sub-block of \mathbf{x}_i and $v(\xi) = \sum_{i,j} |\xi_i - \xi_j|$, where ξ_i, ξ_j are pixels in ξ .

7. From all the $S_2(\mathbf{x}_i)$, we form the sharpness measure based on local total variation $S_2(\mathbf{X})$ for the whole image. We call $S_2(\mathbf{X})$ the spatial sharpness map.
8. The final sharpness map $S(\mathbf{X})$ is computed as: $S(\mathbf{X}) = S_1(\mathbf{X})^{1/2} S_2(\mathbf{X})^{1/2}$.

From the sharpness map $S(\mathbf{X})$, we compute the sharpness of block \mathbf{x} , denoted as $f_4(\mathbf{x})$, via averaging values of the sharpness map in each block:

$$f_4(\mathbf{x}) = \mu_{S(\mathbf{x})} = \frac{1}{m^2} \sum_j s_j, \quad (13)$$

where $S(\mathbf{x})$ is the corresponding block of \mathbf{x} in $S(\mathbf{X})$ and s_j is a pixel of $S(\mathbf{x})$.



2.4 Edge Strength

- O regiune care conține mai mulți pixeli de margine pot fi un bun candidat pentru subiectul principal.

Let $f_5(\mathbf{x})$ denote the edge strength of block \mathbf{x} . Let $\tilde{E}(\mathbf{X})$ denote the binary edge map computed by running the Roberts edge detector⁴¹ on \mathbf{X} [since we want to detect only strong edges, Roberts edge detector is a reasonable choice.]: The feature $f_5(\mathbf{x})$ is then given by:

$$f_5(\mathbf{x}) = \mu_{E(\mathbf{x})} = \frac{1}{m^2} \sum_j e_j, \quad (14)$$

where $E(\mathbf{x})$ is the corresponding block of \mathbf{x} in $E(\mathbf{X})$ and e_j is a pixel of $E(\mathbf{x})$. Basically, the edge strength feature is computed via averaging values of the edge map in each block.

Pentru fiecare dintre aceste operații, vor aplica ulterior proceduri de normalizare și accentuare.

3. Blurarea

După determinarea subiectului imaginii, ne vom accentua pe crearea efectului de blur în spatele subiectului. Efectul de blur va fi implementat prin aplicarea operației de convoluție folosind anumite filtre, dintre care amintim :

- Filtrul medie aritmetică

$$g(x, y) = \frac{1}{mn} \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b f(x+s, y+t)$$

Pentru $m = n = 3 \Rightarrow$ masca:

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

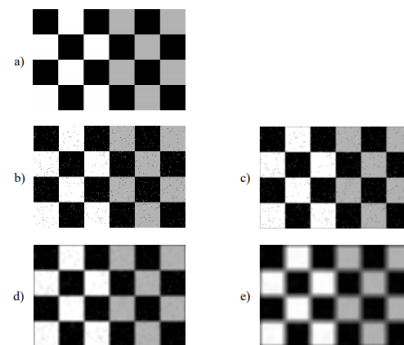
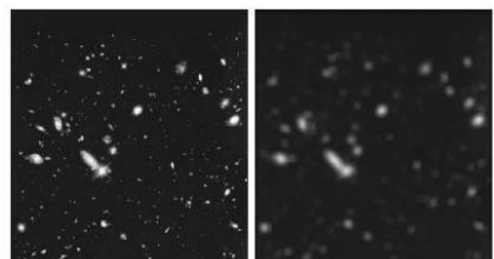


Fig. 2 a) imaginea initiala; b) zgomot sare și piper; c) filtru medie 3x3; d) filtru medie 7x7; e) filtru medie 15x15; d) și e) \Rightarrow efectul de estompare (blurring)

- Filtrul Gaussian

$$g(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b f(x+s, y+t) e^{-\frac{s^2+t^2}{2\sigma^2}}$$

$$\frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



4. Modalitate de lucru

- Documentarea a fost făcută de ambii membrii ai echipei
- Faza de implementare
 - Andrei : aplicarea celor 5 operații pentru detectarea subiectului
 - Ștefan : aplicarea procedurilor de normalizare și accentuare a subiectului și aplicarea efectului de netezire
- Faza de testare : fiecare membru al echipei va testa modul în care acționează operațiile implementate asupra rezultatului intermediar/final și va realiza modificările necesare.

Rezultat dorit



Documentarea și implementarea sunt realizare, având la bază următorul articol.

<https://pdfs.semanticscholar.org/4af6/86dfabf7457a1e10111e270175402b39d574.pdf>