

Semnale și sisteme

Lucrare de laborator nr. 11

CORELATIA BIDIMENSIONALA SI RECUNOASTEREA OBIECTELOR FOLOSIND POTRIVIREA DE SABLOANE

- Corelatia exprima similaritatea dintre doua semnale, de aceea este foarte des utilizata pentru recunoasterea obiectelor in imagini folosind potrivirea de sabloane.
- Metodele de recunoastere a obiectelor folosind potrivirea de sabloane compara regiuni ale imaginilor pentru a determina daca imaginea contine o anumita caracteristica si unde este localizata aceasta. Imaginile sablon sunt adesea utilizate pentru identificarea literelor, numerelor si a altor obiecte mici, simple.
- Procesul de recunoastere a obiectelor deplaseaza imaginea sablon in toate pozitiiile posibile intr-o imagine sursa mai mare si calculeaza o valoare numerica care *indica gradul de asemanare dintre sablon si imagine in acea pozitie*. Recunoasterea obiectelor folosind potrivirea de sabloane prezentata in continuare utilizeaza imagini 2D (imagini cu nuante de gri).
- Ca masura a gradului de asemanare dintre un sablon T si o imagine I , se utilizeaza distanta euclidiană:

$$d_{T,I}^2[x,y] = \sum_{i,j} (T[i,j] - I[x+i,y+j])^2$$

(suma este calculata pentru valorile i, j in regiunea continand caracteristica localizata la coordonatele x, y).

Estimarea pozitiei sablonului in imagine este echivalenta cu alegerea pozitiei sablonului care minimizeaza eroarea patratica (patratul valorilor date de diferenta dintre valoarea pixelilor sablonului si valoarea pixelilor corespunzatori din imagine), $d_{T,I}^2$.

In expresia lui d^2

$$d_{T,I}^2[x,y] = \sum_{i,j} (T^2[i,j] - 2T[i,j]I[x+i,y+j] + I^2[x+i,y+j])$$

termenul $\sum T^2[i,j]$ este constant – depinde doar de imaginea sablon si va fi la fel pentru fiecare pixel din imaginea sursa.

Termenul $\sum I^2[x+i,y+j]$ este suma patratelor valorilor pixelilor din imaginea sursa care se suprapun cu imaginea sablon. Daca aceasta este aproximativ constanta pentru fiecare pixel din imagine, atunci termenul ramas este o masura a asemanarii dintre imagine si sablon. Prin urmare, cea mai buna pozitie poate fi calculata maximizand *intercorelatia* dintre sablon si imagine:

$$c[x,y] = \sum_{i,j} T[i,j]I[x+i,y+j]$$

Daca termenul $\sum I^2[x+i, y+j]$ nu este constant – luminozitatea imaginii poate varia datorita conditiilor de iluminare si de expunere – recunoasterea obiectelor folosind potrivirea de sabloane poate esua. Corelatia normalizata rezolva aceasta problema prin normalizarea matricii imaginii sursa si a imaginii sablon:

$$\gamma[x, y] = \frac{\sum_{i,j} (T[i,j] - \bar{T})(I[x+i, y+j] - \bar{I}_{x,y})}{\sqrt{\sum_{i,j} (T[i,j] - \bar{T})^2 \sum_{i,j} (I[x+i, y+j] - \bar{I}_{x,y})^2}}$$

unde I este imaginea sursa, \bar{T} este media valorilor pixelilor din imaginea sablon, \bar{I} este media valorilor pixelilor imaginii in regiunea unde se suprapune cu sablonul.

In functie de dimensiunea imaginilor, intercorelatia poate fi calculata in domeniul spatial sau in domeniul frecventei.

Corelatia poate fi exprimata in termeni de convolutie dupa cum urmeaza. Mai intai, scriem corelatia sub forma:

$$I \otimes T = \sum_{(i,j)} I_{i',j'} T_{i'-x, j'-y}$$

unde $i' = i + x$ si $j' = j + y$. Convolutia este definita ca fiind:

$$I * T = \sum_{(i,j)} I_{i',j'} T_{x-i', y-j'}$$

Pentru a implementa recunoasterea sabloanelor in domeniul frecventei, trebuie exprimata ecuatie corelatiei in termeni ai ecuatiei convolutiei. Acest lucru poate fi realizat considerand

$$I \otimes T = I * T' = \sum_{(i,j)} I_{i',j'} T'_{x-i', y-j'}$$

unde $T' = T_{-i, -j}$. Prin urmare, corelatia este echivalenta convolutiei atunci cand sablonul este schimbat conform ecuatiei $T' = T_{-i, -j}$. Aceasta ecuatie inverseaza axele de coordonate si corespunde unei reflexii verticale si orizontale.

In domeniul frecventei, convolutia corespunde inmultirii. Prin urmare, ecuatiea anterioara poate fi implementata prin: $I * T' = F^{-1}(F(I)F(T'))$, unde F reprezinta transformata Fourier.

Exemplu 1

Pas 1. Incarcati imaginea sursa si imaginea sablon

```
im = imread('peppers.png'); template = imread('onion.png');
% transformati imaginile in imagini cu nuante de gri daca este necesar
if (ndims(im) == 3)
    im = rgb2gray(im);
end
if (ndims(template) == 3)
    template = rgb2gray(template);
end
figure; imshow(im), title('Image'), figure, imshow(template), title('Template')
```

Pas 2: Calculati corelatia normalizata si cautati coordonatele punctului maxim.

```
c = normxcorr2(template, im);
figure, surf(c), shading flat
```

Pas 3: Gasiti deplasarea dintre imagini.

```
[max_c, imax] = max(c(:));
[ypeak, xpeak] = ind2sub(size(c), imax(1));
corr_offset = [(xpeak - size(template,2))
               (ypeak - size(template,1))];
xoffset = corr_offset(1); yoffset = corr_offset(2);
```

Pas 4: Verificati daca imaginea sablon se regaseste intr-o regiune a imaginii sursa.

```
xbegin = round(xoffset + 1);
xend = round(xoffset + size(template,2));
ybegin = round(yoffset + 1);
yend = round(yoffset + size(template,1));
```

Pas 5: Construiti o imagine sablon de dimensiunea imaginii sursa.

```
recovered_template = uint8(zeros(size(im)));
recovered_template(ybegin:yend, xbegin:xend) = template;
figure, imshow(recovered_template)
```

Pas 6: Suprapuneti transparent imaginea sablon peste imaginea sursa.

```
[m, n] = size(im); mask = ones(m, n);
i = find(recovered_template == 0);
mask(i) = .5;
figure, imshow(im), title('Template overlayed on original image')
hold on
h = imshow(recovered_template);
set(h, 'AlphaData', mask);
```


Exemplu 2

```
bw = imread('text.png'); % incarcare imagine
a = bw(32:45,88:98); % creare sablon prin decuparea unei portiuni din imagine
figure, imshow(bw), figure, imshow(a)

% calculul corelatiei utilizand FFT
C = real(ifft2(fft2(bw) .* fft2(rot90(a,2),256,256)));
figure, imshow(C,[])

% determinarea pozitiilor sablonului in imagine
thresh = max(C(:))*90/100;
D = (C > thresh);
% extinderea regiunilor gasite pentru o mai buna vizualizare
se = strel('disk',5); E = imdilate(D,se);
figure, imshow(E)
```

Exercitii

3. Utilizati un utilitar (precum Paint) pentru a crea o imagine neagra cu text alb in care litera 'a' sa apara de mai multe ori si salvati imaginea cu denumirea 'text2.png'.

Incarcati imaginea creata anterior 'text2.png'. Utilizati functia *imcrop* pentru a selecta litera 'a' din imagine si salvati regiunea selectata cu numele 'a.png'

- Modificati secventa de cod prezentata in Exemplul 1 astfel incat imaginea sablon sa se suprapuna transparent peste imaginea sursa in fiecare pozitie unde s-a gasit sablonul. Testati utilizand imaginea sablon 'a.png' si imaginea sursa 'text2.png'.
- Modificati secventa de cod prezentata in Exemplul 2 pentru a determina coordonatele regiunilor in care sablonul se suprapune cu imaginea sursa. Testati utilizand imaginea sablon 'a.png' si imaginea sursa 'text2.png'.