

Sisteme de recunoastere a formelor – Lab 3

Transformarea distanta (DT). Potrivirea modelelor folosind DT

1. Obiective

In acest laborator vom studia un algoritm care efectueaza transformarea distanta a unei imagini binare (obiect si fundal). Urmatorul pas este evaluarea unui scor de potrivire a modelului unui obiect cunoscut (de exemplu un contur de pieton) si un obiect necunoscut, pentru a decide daca obiectul necunoscut este sau nu similar cu obiectul model. Cu cat scorul de potrivire este mai mic, cu atata obiectul necunoscut este mai asemanator modelului.

2. Fundamente teoretice

2.1. Transformata distanta

O transformare distanta, cunoscuta si ca harta de distante, sau camp de distante, este o reprezentare a unei imagini digitale. Alegerea termenilor depinde de un punct de vedere, si anume daca imaginea initiala este transformata in alta reprezentare, sau este imbunatatita cu o informatie suplimentara (harta sau camp). Harta ofera fiecarui pixel din imagine informatia privitoare la distanta sa fata de cel mai apropiat pixel obiect (sau obstacol). Cel mai des intalnit tip de pixel obiect este un punct de muchie.

Transformata distanta este un operator care se aplica in mod normal doar imaginilor binare. Rezultatul transformarii este o imagine grayscale, care seamana cu imaginea intrare, dar in care intensitatile punctelor arata distanta fata de cel mai apropiat punct de muchie.

In imaginea urmatoare avem un exemplu de aplicare a transformatei distanta pe o imagine ce contine o forma dreptunghiulara. In imaginea din stanga, pixelii cu valoarea "0" sunt pixeli obiect (puncte de muchie), iar cei cu valoarea "1" puncte de fundal. In imaginea din dreapta, se vede rezultatul aplicarii DT folosind metrica "tabla de sah", unde fiecare valoare codifica distanta fata de un punct de muchie.

0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	0
0	1	2	2	2	1	0
0	1	2	3	2	1	0
0	1	2	2	2	1	0
0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0

Binary Image

Distance transformation

De obicei transformata/harta este denumita pe baza metricei alese. De exemplu, se poate vorbi de transformata distanta Manhattan, daca metrica folosita este distanta Manhattan. Alte metrice sunt:

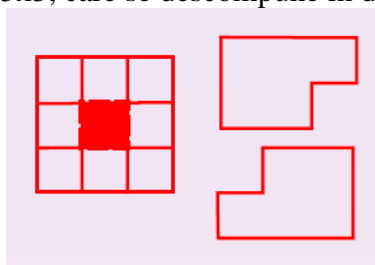
- Distanța Euclidiană;
- Distanța *City block* sau *Manhattan*;
- Distanța “tabla de sah”.

Există mai mulți algoritmi pentru implementarea DT:

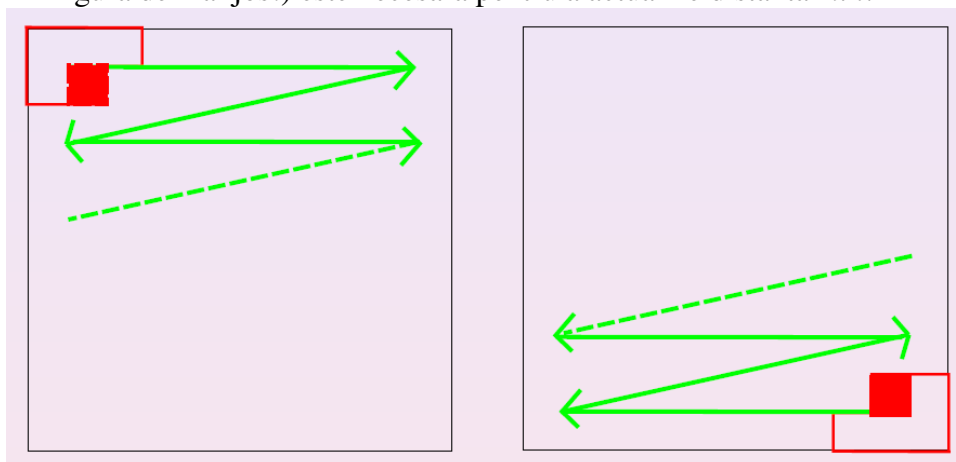
- Chamfer DT;
- Euclidian DT;
- Voronoi diagram DT.

Vom prezenta transformata distanta Chamfer, care este simpla si foarte rapida, necesitand doar doua parcurgeri ale imaginii binare. O vedere de ansamblu a algoritmului este:

- Se alege o masca 3x3, care se descompune in doua parti:



- O dubla parcurgere (prima data sus-jos, stanga-dreapta, a doua oara jos-sus, dreapta-stanga) a imaginii (cu jumatatile corespunzatoare ale mastii, vezi figura de mai jos!) este necesara pentru a actualize distanta *min*:



In timpul parcurgerii imaginii sursa (direct si invers), urmatoarea actualizare se face pe imaginea DT:

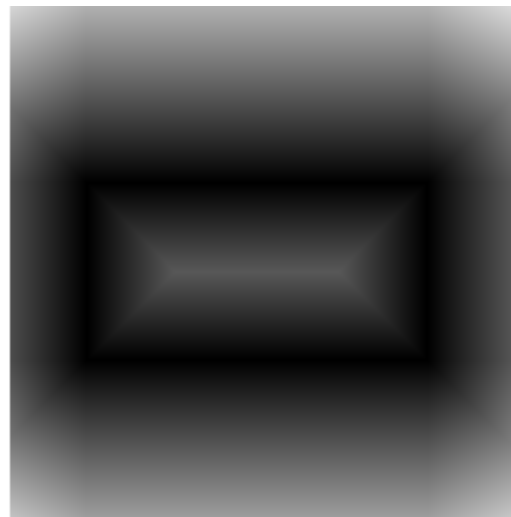
$$DT(i,j) = \min_{(k,l) \in Mask} (DT(i+k, j+l) + weight(k,l))$$

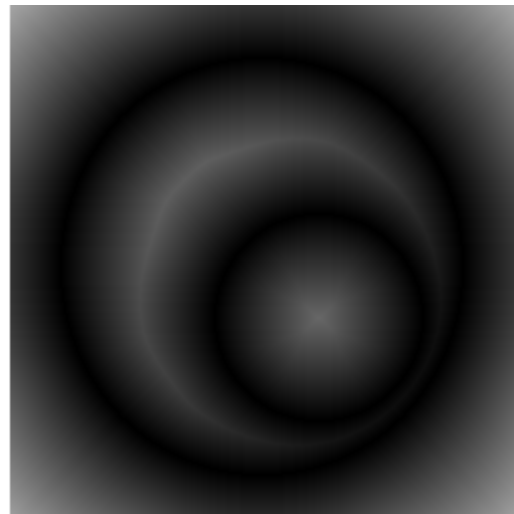
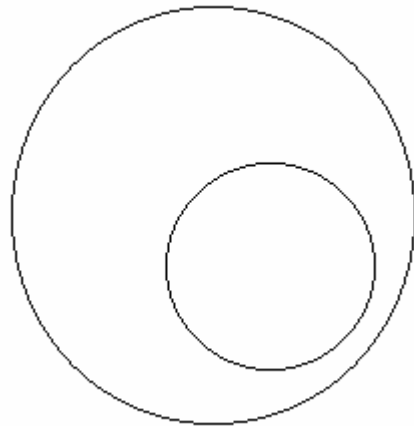
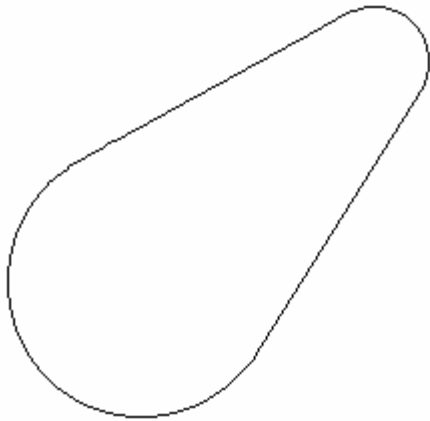
- Inicializarea imaginii DT se face in felul urmatoar:

$$DT(i,j) = 0 \quad \text{if } (i,j) \in Object$$
$$DT(i,j) = +\infty \quad \text{if } (i,j) \notin Object$$

- Atentie:
 - o Deplasamentul (0,0) cu ponderea 0 apartine mastii
 - o Cand se aplica DT pe o imagine binara cu 8 biti/pixel, cand valoarea 0 codifica obiectul si 255 fundalul, si vrem sa obtinem o imagine DT de 8 biti/pixel, valoarea $+\infty$ din algorithm va fi substituita cu 255.
 - o Daca dorim sa obtinem o imagine DT unde fiecare pixel aproximeaza distanta Euclidiana la cel mai apropiat obiect, atunci ponderea $weight(k,l)$ trebuie sa aiba valoarea:
 - w_{HV} daca directia (k,l) este orizontala sau verticala fata de originea mastii.
 - w_D daca directia (k,l) este diagonala fata de originea mastii
 - relatia dintre w_{HV} si w_D trebuie sa fie $w_D \approx w_{HV} \cdot \sqrt{2}$
 - e.g.: o alegere buna este $(w_{HV}, w_D) = (5, 7)$ deoarece $7 \approx 5 \cdot \sqrt{2}$

Exemple de imagini DT obtinute cu metoda Chamfer, cu valorile $(w_{HV}, w_D) = (2,3)$. In stanga e imaginea originala, in dreapta imaginea DT.





2.2. Potrivirea de modele folosind DT

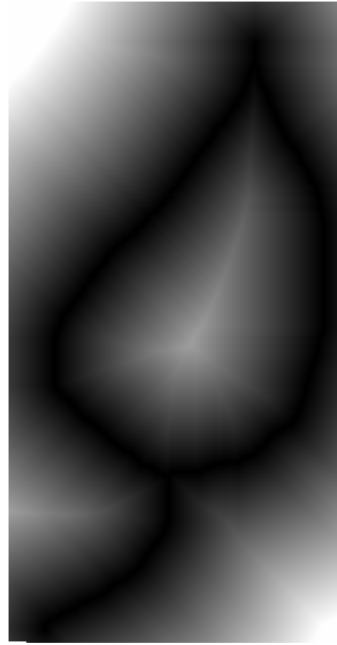
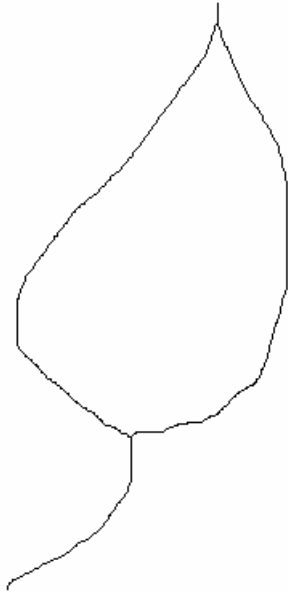
Dorim sa calculam un scor de potrivire intre un model de obiect cunoscut, si un obiect necunoscut. Consideram ca ambele obiecte au aceeasi dimensiune.

Pasii pentru calcularea scorului sunt:

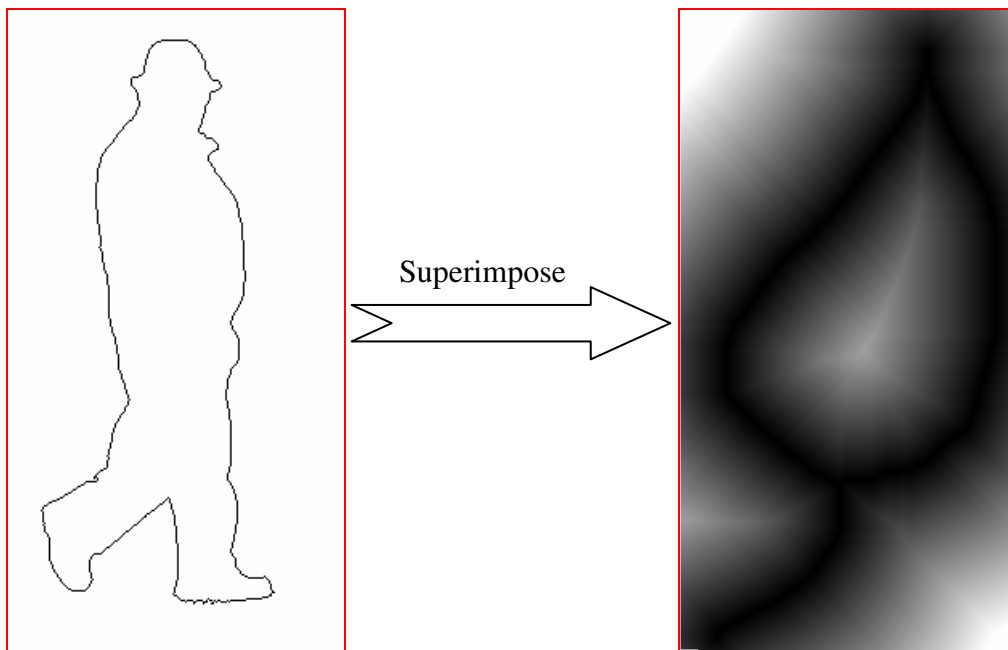
- Calcularea imaginii DT pentru obiectul cunoscut.
- Suprapunerea obiectului model peste imaginea DT calculate anterior.
- Scorul de potrivire este o medie a tuturor valorilor pixelilor din imaginea DT care se afla sub punctele obiectului model.

Exemplu: Consideram ca obiectul necunoscut este o frunza (contur), si obiectul model este un pieton (contur):

- Calculam imaginea DT a frunzei:



- Suprapunem pietonul peste imaginea DT a frunzei; calculam scorul de potrivire ca media valorii tuturor pixelilor din imaginea DT a frunzei care cad sub pixelii conturului pietonului.

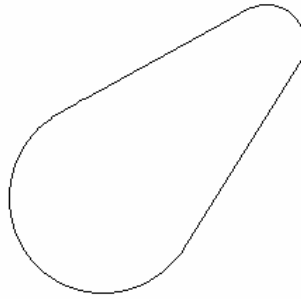


3. Exercitii

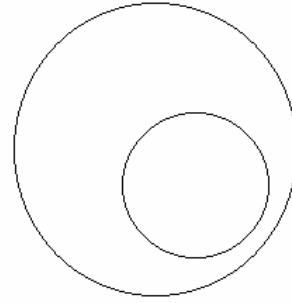
3.1. Implementati algoritmul DT Chamfer, prezentat in lucrare. Calculati imagini DT din imaginile sursa (8 bits/pixel, 0=pixel obiect, 255=pixel fundal): *contour1.bmp*, *contour2.bmp*, *contour3.bmp*.



contour1.bmp



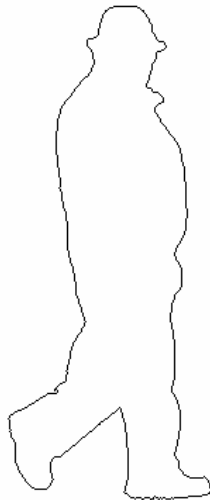
contour2.bmp



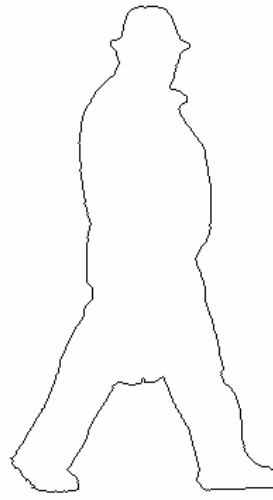
contour3.bmp

3.2. Avand obiectul model (*template.bmp* – contur pieton) si calculand imaginile DT ale obiectelor necunoscute (*unknown_object1.bmp* – contur pieton, *unknown_object2.bmp* – contur frunza) evaluate scorul de potrivire dintre model si fiecare din aceste obiecte “necunoscute”. Gasiti obiectul care este cel mai apropiat de model. Toate imaginile sursa (imagini contur) au 8 bits/pixel, 0=pixel obiect, 255=pixel fundal.

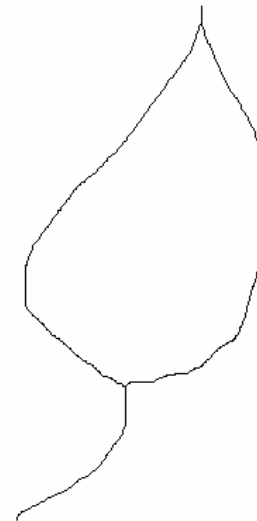
Nota: Cand se face potrivirea modelului, in DIBLook, este mai usor ca punctele obiectului model sa fie stocate intr-un fisier, inainte de potrivirea modelului. Scorul de potrivire se poate calcula astfel: se incarca imaginea obiectului necunoscut, se calculeaza DT pe imaginea incarcata, se incarca punctele modelului din fisierul unde au fost stocate anterior, si apoi se calculeaza scorul.



template.bmp



unknown_object1.bmp



unknown_object2.bmp

4. Bibliografie

[1] Wikipedia The Free Encyclopedia – *Distance Transform*,
http://en.wikipedia.org/wiki/Distance_transform

[2] D. Coeurjolly – *Distance Transform*, University Claude Bernard Lyon
http://www.cb.uu.se/~tc18/subfields/distance_skeletons/DistanceTransform.pdf

[3] Compendium of Computer Vision – *Distance Transform*,
<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/distance.htm>