

Tentamen Beeldverwerking
TI2716-B
Woensdag 28 januari 2015
14.00-17.00

De 2D Gaussische functie

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{\frac{-(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$$

$$e^{-0.5} = 0.61$$

$$e^{-1} = 0.37$$

$$e^{-2} = 0.14$$

$$e^{-2.5} = 0.082$$

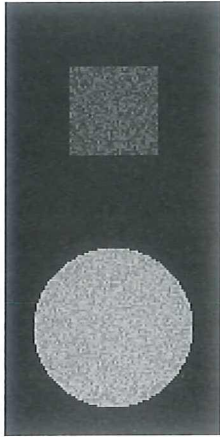
$$e^{-4} = 0.018$$

deze toets bestaat uit 4 opgaven en 8 pagina's

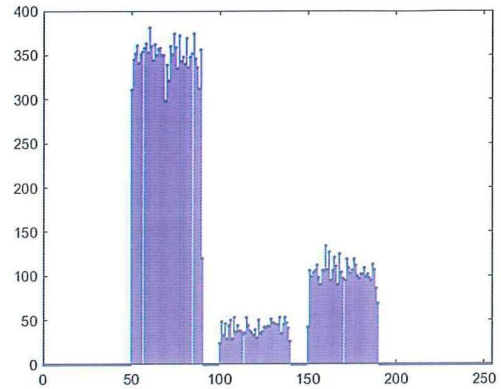
Opgave 1 en 2 zijn vergelijkbaar met opgave 1 en 2 uit de deoltoets. Per opgave telt de hoogste score. Als je al een goede score had, kan je besluiten alleen opgave 3 en 4 te maken (of daar mee te beginnen).

Vraag 1 (20 punten)

Maak op een apart vel!



Figuur 1: Beeld A



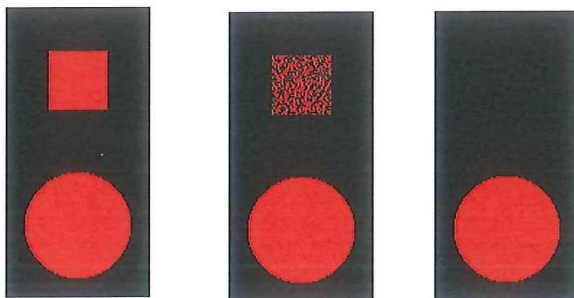
Figuur 2: Histogram beeld A

1

Beeld A in figuur 1 bevat een cirkel en een vierkant t.o.v. een donkere achtergrond. Het histogram van dit beeld is gegeven in figuur 2. Tijdens de opname van beeld A blijkt uniforme ruis te zijn toegevoegd. Beeld A is rechthoekig en de hoogte is 2x de breedte.

Motiveer elk antwoord. Alleen een uitkomst levert geen punten op!

- (2 punten) Geef een schatting van de breedte van beeld A in aantal pixels.
- (3 punten) Geef een schatting van de gemiddelde intensiteitswaarde van het vierkant.
- (3 punten) Is de variantie van de intensiteitswaarde van de pixels in het vierkant groter, gelijk of kleiner dan 100?
- (2 punten) Hoe groot is de kans dat een willekeurig geselecteerde pixel uit beeld A afkomstig was van de cirkel?
- (3 punten) Beeld A wordt met het isodata-drempel algoritme gesegmenteerd. De startwaarde is 98. Bereken de drempelwaarde na 1 iteratie.



- (2 punten) Welke van de drie bovenstaande binaire beelden is het uiteindelijke resultaat van het isodata-drempel algoritme: Links, Midden of Rechts. Motiveer!

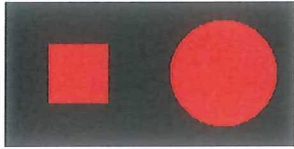
Motiveer elk antwoord. Alleen een uitkomst levert geen punten op!

Beeld A wordt gefilterd met een 1×3 filter: $\begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ Het resultaat is beeld C.

- g) (2 punten) Geef een schatting van de gemiddelde waarde van beeld C.
- h) (3 punten) Geef een schatting van de maximale waarde in beeld C.

Vraag 2 (20 punten)

Maak op een apart vel!



Bovenstaand binair beeld F van 100×50 pixels bevat een vierkant van 21×21 pixels en een cirkel met diameter van 37 pixels. Rood is voorgrond (pixelwaarde 1) en zwart is achtergrond (pixelwaarde 0).

Motiveer elk antwoord. Alleen een uitkomst levert geen punten op!

- a) (2 punten) Geef een schatting van het aantal voorgrondpixels van beeld T wat ontstaat na de volgende operatie: $T = F - E(F, N4)$
 E staat voor erosie.
- b) (3 punten) Geef een schatting van het aantal voorgrondpixels van beeld X wat ontstaat na de volgende operatie: $X = D(E(F, 18N4), 9N8)$
 E staat voor erosie, D voor dilatie, $2N8 = D(N8, N8)$, $3N8 = D(D(N8, N8), N8)$, etc.
- c) (2 punten) Geef een schatting van het aantal voorgrondpixels van beeld Y wat ontstaat na de volgende operatie: $Y = P(F \& 0, \text{Inv}(F), 1)$
 P staat voor propagatie, Inv voor Inverse van een binair beeld. $\&$ is de AND operatie voor iedere pixel in F .
- d) (3 punten) Geef een sequentie van binaire operaties welke een beeld oplevert met alleen het gehele vierkant.

3x8 bit RGB Beeld U is 19x19 pixels groot. De pixels van beeld U uit kolom 1 t/m 9 (de eerste 9 verticale beeldlijnen) hebben RGB waarden (128,128,128). De pixels van kolom 10 hebben intensiteitswaarde 0 en de pixels van kolom 11 t/m 19 hebben RGB waarden (192,0,192)

Motiveer elk antwoord. Alleen een uitkomst levert geen punten op!

e) (3 punten) Bereken de HSI waarde van de pixels uit kolom 8, kolom 10 en kolom 12.

Alle RGB kanalen van beeld U worden gefilterd met een 5x5 Gaussische filter met $\sigma=1$. Het resultaat is GU.

De coëfficiënten van een 5x5 Gaussisch filter met $\sigma=1$ zijn hieronder gegeven.

0.0034	0.0141	0.0233	0.0141	0.0034
0.0141	0.0586	0.0966	0.0586	0.0141
0.0233	0.0966	0.1592	0.0966	0.0233
0.0141	0.0586	0.0966	0.0586	0.0141
0.0034	0.0141	0.0233	0.0141	0.0034

f) (2 punten) Bereken de intensiteit van GU(4,4)

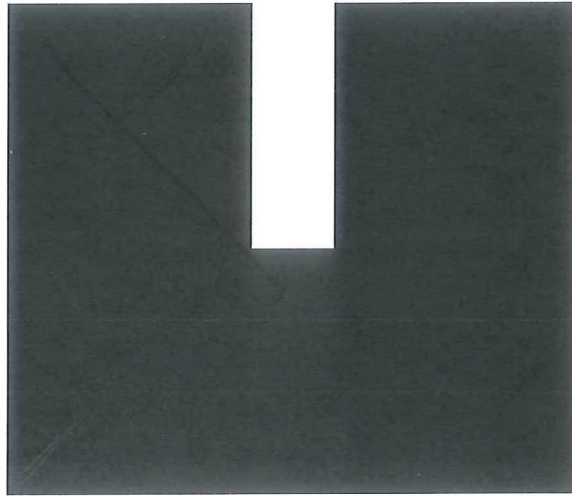
g) (3 punten) Bereken de RGB waarden van GU(10,10)

Het intensiteitskanaal van beeld U worden gefilterd met een 3x3 uniform filter. Het resultaat is UU.

h) (2 punten) Bereken de HSI waarden van de pixels uit kolom 11 van beeld UU.

Vraag 3 (20 punten)

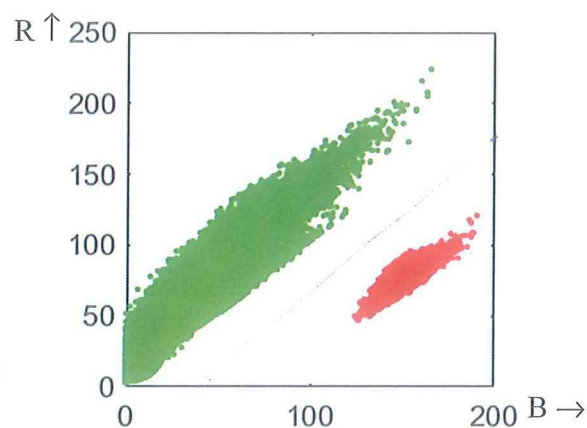
Maak op een apart vel!



Bovenstaand object A heeft een omhullende rechthoek van 7 pixels breed en 6 pixels hoog. Elke pixel is 1x1 cm en het centrum van een pixel ligt in het midden. Zwarte pixels hebben de waarde 1 (voorground), witte pixels de waarde 0 (achtergrond).

Motiveer elk antwoord. Alleen een uitkomst levert geen punten op!

- (4 punten) Bereken de centrale momenten μ_{00} , μ_{10} en μ_{20} van het object A.
- (3 punten) Geef de kleinste (minst aantal hoeken) polygoonbenadering van object A waarbij de maximale afstand van de contour van object A niet groter is dan $\sqrt{2}$ cm. Geef aan hoe je tot deze benadering bent gekomen.
- (3 punten) Geef de 8-directionele translatie- en rotatie-invariante chaincode van de contour gegeven door $A\text{-Erosie}(A, N4)$.



Van bovenstaande foto van een poes op een blauwe bank worden twee stukjes geselecteerd. Een van de bank en een van de poes. Van (R,B) waarden van de pixels uit deze stukjes wordt een scatterplot gemaakt.

Motiveer elk antwoord. Alleen een uitkomst levert geen punten op!

- d. (3 punten) Welke punten in de scatterplot behoren bij de blauwe bank?

De gemiddelde B-waarde van de groene punten in de scatterplot is 35, de gemiddelde R-waarde van de groene punten in de scatterplot is 66.

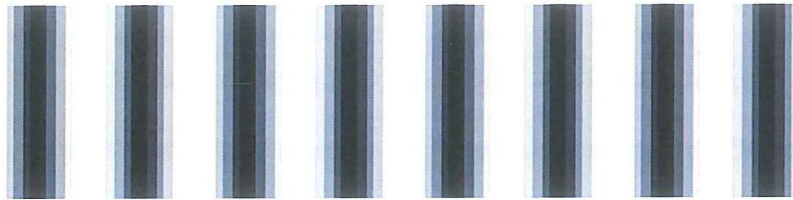
- e. (4 punten) Bereken de Minimal Distance Classifier" functie $f(B,R)$ op basis van de scatterplot, die de blauwe bank scheidt van de poes.
- f. (3 punten) Geef een "Classifier" functie $f(B,R)$ die de bank optimaal scheidt van de poes op basis van de gegevens uit de scatterplot.

Vraag 4 (20 punten)**Maak op een apart vel!****Motiveer elk antwoord. Alleen een uitkomst levert geen punten op!**

Gegeven een vierkante CCD sensor van 1 cm^2 . De CCD bevat 200×200 pixels.

- a) (4 punten) Wat is de maximale spatiële frequentie in de horizontale richting die op deze CCD gemeten kan worden, uitgedrukt in aantal/meter?

De (8 bit) CCD sensor zit in een camera waarvan de lens een brandpuntsafstand heeft van 1 mm. Op een muur staat een perfect sinusvormig grijswaardepatroon (zie figuur S). Met de camera wordt een grijswaardeopname gemaakt van het sinusvormig patroon op de muur op 2 meter afstand. De afstand tussen de maximale grijswaarden op de muur is 2 meter. De horizontale as (x-richting) van de opname loopt evenwijdig aan de muur. De gemiddelde grijswaarde van de opname is 128.



Figuur S: Perfect sinusvormig patroon op de muur

- b) (4 punten) Hoeveel maxima zijn te zien op een horizontale lijn in de opname?

Van de opname wordt het discrete Fourierspectrum berekend en weergegeven in een beeld van 200×200 pixels.

- c) (4 punten) Schets de absolute waarde van dit 200×200 Fourierspectrum en geef de relevante afstanden aan.
d) (4 punten) Hoeveel optellingen en vermenigvuldigingen zijn nodig om dit Fourierspectrum uit te rekenen met behulp van de FFT?

Een grijswaardebeeld Q is 100×100 pixels groot. Alle pixelwaarden in het beeld zijn gelijk aan 0 behalve de pixels op de positie (20,20). Deze heeft een grijswaarde 100.

Beeld Q wordt geconvolueerd met een Gaussisch eerste afgeleide filter ($\sigma=5$) in de y-richting. Het geconvolueerde beeld noemen we beeld Q1.

- e) (4 punten) Bereken de 'City Block' afstand (in aantal pixels) tussen het minimale grijswaarde en maximale grijswaarde in het geconvolueerde beeld Q1.