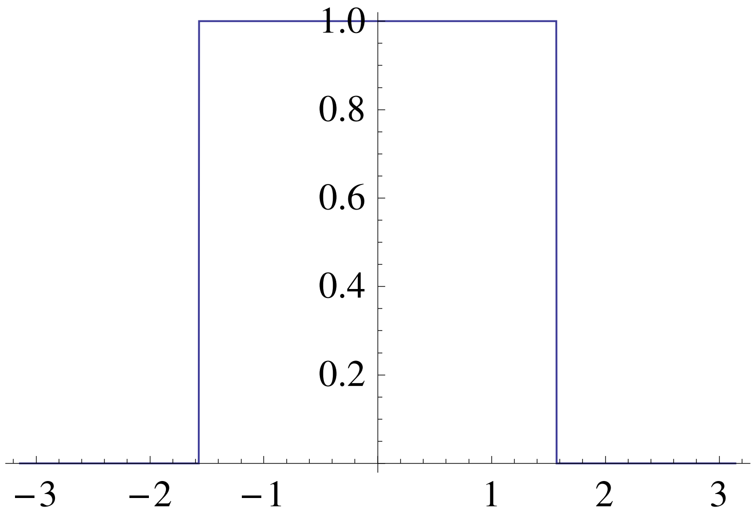
Voorbeeld Examen 8C080 – Biomedische Beeldanalyse

1. Lineaire interpolatie in 2D heet ook wel bi-lineaire interpolatie. Noem de intensiteit van de pixels:$a_{x,y}$. Dus de waarde van het pixel op locatie {x=2, y=3} is $a_{2,3}$.

Bereken de bi-lininair geïnterpoleerde waarde van de intensiteit op locatie {2.3, 4.7}.

Antwoord:
In de x-richting hebben we 70% van de waarde van de waarde bij {x=2,y=4} en {x=2, Y=5} en 30% van de waarde bij {x=3,y=4} en {x=3,y=4}. En in de y-richting hebben we 30% van de waarde bij y=4 en 30% van de waarde bij y=5: 0.3 (0.7 $a_{2,4}$ + 0.3 $a_{3,4}$) + 0.7 (0.7 $a_{2,5}$ + 0.3 $a_{3,5}$).

2. Bereken de Fourier coefficienten van de volgende periodieke functie ($-\pi < x < \pi$):
   a. de blokfunctie: `f[x_]:= If[-π/2 ≤ x ≤ π/2 ,1 ,0]`



Antwoord:

We passen de definities toe:

$$a_0 = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi/2}^{\pi/2} 1\, dx$$

a_0=1/2

$$a_n = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \mathrm{Cos}[n\, x]\, dx$$

Antwoord: a_n = (2 Sin[(n π)/2])/(n π)

$$b_1 = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \mathrm{Sin}[1\, x]\, dx$$

Antwoord: b_1 = 0.

Check: Het is een symmetrische functie, dus we hebben alleen cosinus termen.

3. a. Geef twee voorbeelden van klinisch relevante beeldregistratie van een functionele beeldmodaliteit op een anatomische beeldmodaliteit.

   Antwoord: PET-CT, SPECT-CT, PET-MRI, etc.
   Of fMRI (functionele MRI) op MRI, MRS (MR spectroscopie) op MRI etc.

   b. Geef tevens aan welk algoritme je zou voorstellen om deze modaliteiten precies te registeren (matchen). En waarom je deze kiest.

   Antwoord: PET-CT en PET-MRI met mutual information als 'cost function'.
   Omdat het verschillende modaliteiten zijn werkt deze het beste.

4. Wat stelt de waarde van Fourier coefficient a[0] voor?

Antwoord: dit is het gemiddelde van de intensiteiten in het beeld, ofwel de DC-component. Het is 'frequentie nul'.

5. Geef de formule voor de genormaliseerde correlatiecoefficient als gelijkheidsmaat voor de registratie van 2 twee-dimensionale beelden.

Antwoord:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(A(i)-\overline{A}\right)\left(B(i)-\overline{B}'\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\left(A(i)-\overline{A}\right)^2 \sum_{i=1}^{N}\left(B'(i)-\overline{B}\right)^2}} \quad \forall\, i \in A \cap B'$$

De beelden heten A en B', en Ā is het gemiddelde van het beeld.

6. Geef een praktijkvoorbeeld voor 1D signalen, én voor een 2D beeld, van:
   - hoog-doorlaat filteren
   - band filteren
   - laag-doorlaat filteren
   Dus 6 antwoorden!

Antwoord:

Voor 1D:
a. Onderdrukken van de bass tonen in muziek met een equalizer, toonregeling
b. Selectief uitfilteren van 50 Hz 'brom' in bijv. een EEG signaal
c. Ruisreductie (ruis vormt vaak de hoge frequenties) in bijv. een ECG of EMG
Voor 2D:
d. Achtergrond egalisatie bij MRI (de lokale verschillen in helderheid van grote gebieden vormen trage spatiële frequenties)
e. Weghalen van een specifieke frequentie in een beeld, bijv. een sinusvormig artefact (Moiré patroon, zie bijv. http://images.google.nl/images?q=moiree) in een beeld
f. Weghalen van bijv. hoogfrequente dither artefacten in een beeld

7. Wat is het convolutie theorema? Waarom is dit handig?
   Geef een uitgebreide toelichting.

Het convolutie theorema zegt dat een convolutie in het spatiele domein een vermenigvuldiging in het Fourier domein is. Een concolutie integraal van een filter en een beeld kan dus eenvoudig worden uitgerekend door de Fourier getransformeerden van kernel en beeld met elkaar te vermenigvuldigen, en de inverse Fourier transformatie op het resultaat toe te passen. Dit levert het gefilterde beeld op.