

Examen 8C080 – 2011 – Biomedische Beeldanalyse

Duur: 1.5 uur

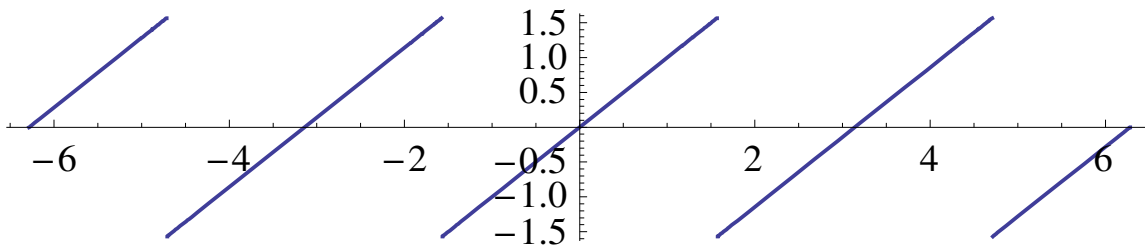
1. Gegeven zijn twee digitale beelden van dezelfde patient, nl. een CT scan (A) en een MRI scan (B) van het hoofd. Ze zijn (in kleine vorm) gegeven als:

3	4	3	1	4
2	3	3	4	3
2	3	1	3	3
1	2	4	1	1
4	3	1	1	1

en

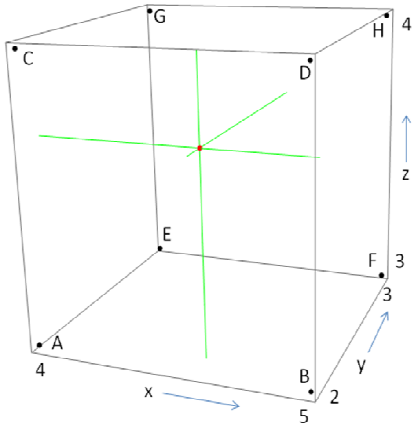
1	3	1	4	1
2	3	3	1	2
4	4	4	4	2
1	4	2	1	4
3	2	3	2	2

- a) Geef de *Joint Probability Density Function* van deze twee beelden weer.
 - b) Geef de generieke formule voor de *Mutual Information* $M(A,B)$ van twee discrete 2D datasets A en B.
2. Van een gegeven periodiek signaal, een electro-cardiogram, is de Fourier reeks bekend. Men berekent vervolgens de grootte van de eerste afgeleide van dit signaal om de tijdstippen waarop het signaal snel verandert te kunnen vinden.
- a) Beschrijf wat er in het Fourier reeks van dit signaal gebeurt met de Fourier coefficient $a[0]$. Leg uit waarom je denkt dat dit zo is.
 - b) Wat gebeurt er met de overige Fourier coëfficiënten ?
3. Gegeven is de periodieke (voor $-\pi \leq x < \pi$) zaagtandfunctie: $f[x_] := \text{Mod}[x - \pi/2, \pi] - \pi/2$.
PS: de functie $\text{Mod}[a, b]$ geeft de modulus aan, de rest die overblijft na a delen door b .



- a) Bereken alle Fourier coëfficiënten van deze functie.
4. Met een geometrische transformatiematrix kan een beeld getransformeerd worden in een ander beeld.
- a) Geef de geometrische transformatiematrix die een 3D beeld in alle richtingen 10% kleiner maakt.
 - b) Bereken de inverse van deze matrix.
 - c) Geef een voorbeeldmatrix (met zelf gekozen getallen) van een 'shear' transformatie in 3D.

5. Lineaire interpolatie in 2D heet ook wel bi-lineaire interpolatie. In 3D heet het tri-lineaire interpolatie. Hieronder is een voxel getekend, met de waarden van de x-, y-, en z-coördinaten langs de resp. assen aangegeven. Het punt linksonderin ligt op $\{x,y,z\} = \{4,2,3\}$. De intensiteiten op de hoekpunten zijn met hoofdletters aangegeven.



- a) Bereken de tri-lineair geïnterpoleerde waarde van de intensiteit op locatie $\{x,y,z\} = \{4.6, 2.1, 3.7\}$.
 b) Bereken de tri-lineair geïnterpoleerde waarde op locatie $\{2.5, 3.5, 4\}$.

6. Een digitaal beeld wordt geconvolueerd met het digitale 2×2 filter $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$.

Het resultaat heet imA.

Het oorspronkelijke digitale beeld wordt ook gefilterd met het digitale 2×2 filter $\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$.

Dit resultaat heet imB.

- a) Beschrijf het effect van elk van deze filters op het beeld, en geef wiskundig aan wat hier gebeurt, liefst in formules.