

3. Übung zur Medizinphysik II

WS 2015/16

Ausgabe: 2.11.2015

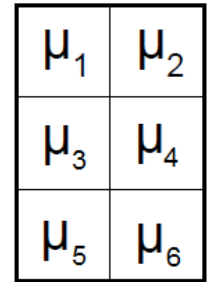
Abgabe: 9.11.2015, 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Iterative Rekonstruktion (4 Punkte)

Die in der Abbildung gezeigten Testkörper werden mit einem punktförmigen Röntgenstrahl durchstrahlt und sollen mittels iterativer Rekonstruktion analysiert werden. Das erste Objekt besteht aus sechs kleinen Würfeln mit Kantenlänge d_1 sowie aus verschiedenen unbekanntem Materialien mit den Absorptionskoeffizienten $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5$ und μ_6 . Das zweite Objekt, bei dem bereits vier transmittierte Intensitäten gemessenen wurden, besteht aus vier kleinen Würfeln mit Kantenlänge $d_2 = 2,5 \text{ cm}$ mit μ_1, μ_2, μ_3 und μ_4 .

Objekt 1



a) Überlegen Sie wie viele gemessenen Intensitäten mindestens für die iterative Rekonstruktion des Objekts notwendig sind, wenn mit einem punktförmigen Strahl gemessen wird. Zeichnen Sie den Strahlenverlauf für jede zu messende Projektion in die Abbildung ein.

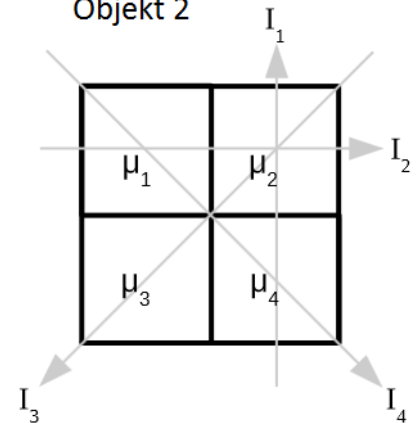
b) Stellen Sie für ihre Messplanung die Matrix A auf, für die gilt:

$$\vec{Y} = A \vec{\mu} \quad \text{mit} \quad Y_i = \ln(I_0/I_i)$$

c) Bestimmen Sie die Absorptionskoeffizient des zweiten Objekts aus den gemessenen Intensitäten I_i ($i=1, \dots, 4$) und ordnen Sie diese den im Körper vorkommenden Materialien mit $\mu_{Knochen} = (0.38 - 1.70) \text{ cm}^{-1}$, $\mu_{Weichteil} = (0.15 - 0.23) \text{ cm}^{-1}$, $\mu_{Luft} = 0.001 \text{ cm}^{-1}$ zu. Die Intensität des Röntgenstrahls beträgt $I_0 = 6 \text{ W/m}^2$.

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3,63 \\ 0,09 \\ 1,46 \\ 0,03 \end{pmatrix} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Objekt 2

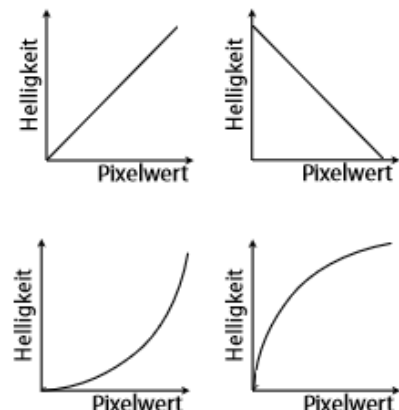


Aufgabe 2: Schwarz-Weiß (2 Punkte)

Die bei einer Röntgenuntersuchung transmittierte Intensität wird in Graustufen dargestellt. Die Skalierung der Graustufen kann je nach Intention gewählt werden.

- Wie hängt der Absorptionskoeffizient eines Objekts mit dem Pixelwert zusammen (qualitativ)?
- Erklären Sie die Art der in der Abbildung dargestellten Skalierung wie folgt:

"Mit steigendem Absorptionskoeffizienten nimmt der Grauwert ab/zu. Der Kontrast ist für hohe/niedrige Absorptionskoeffizienten höher/geringer/gleich"



- c) Welche Möglichkeit gibt es weiterhin, um zum Beispiel eine bessere Auflösung von Gewebestrukturen ähnlicher Absorptionskoeffizienten zu erhalten?
- d) Zeichnen Sie einen Skalierungsverlauf, der sich für die Darstellung eines Objekts mit großen Absorptionskoeffizienten eignet, in ein Diagramm (Pixelwert gegen Helligkeit).

Aufgabe 3: Nyquist-Shannon-Abtasttheorem (3 Punkte)

Das Nyquist-Shannon-Abtasttheorem

$$k_t > 2 \cdot k_N$$

besagt, dass die Abtastfrequenz mehr als doppelt so groß sein muss, als die höchste Frequenz des Signals.

- a) Gegeben sei eine Abtastrate von 40kHz. Skizzieren Sie Sinussignale mit einer Frequenz von 10 kHz und 30 kHz und zeichnen Sie die Abtastintervalle ein.
- b) Wie lautet der eintretende Effekt, wenn das Signal zu hohe Frequenzen beinhaltet und was bedeutet dies für eine mögliche Rekonstruktion?
- c) Eine analoge Tonspur soll digitalisiert werden. Hierzu steht Ihnen ein Gerät mit einer Abtastrate von 45kHz zur Verfügung. Wie können Sie garantieren, dass beim Sampling alles funktioniert?
- d) Inwiefern ist dieser Effekt auch für die Bildgebung mit Röntgenstrahlung relevant? Informieren Sie sich dafür zunächst über mögliche Filtermethoden und das *Fourier Slice Theorem*.