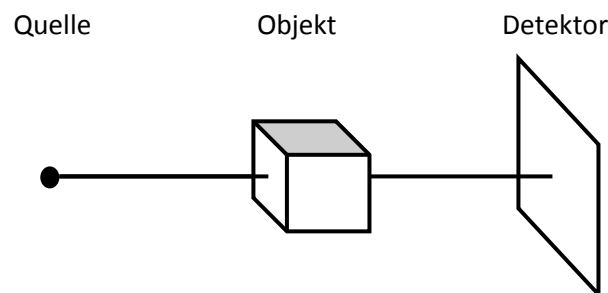


1. Simulieren Sie den Prozess einer Röntgenbildaufnahme. Die Röntgenquelle liegt in dem Punkt $\mathbf{r}_{\text{Quelle}}$ und strahlt in alle Richtungen ab. Das dreidimensionale Objekt μ befindet sich im Zentrum in einem Kubus der Kantenlängen k_x, k_y, k_z und liegt als dreidimensionale Matrix der Dimension $N \times N \times N$ vor. Das Detektorarray ist durch drei Punkte $\mathbf{r}_{D,1}, \mathbf{r}_{D,2}, \mathbf{r}_{D,3}$ in der unteren linken, oberen linken und unteren rechten Ecke bestimmt und besteht aus $M \times M$ Detektorelementen.



In jedem Detektorpixel wird ein Signal aufgenommen, das durch

$$I_{m_1, m_2} = I_0 \exp\left(-\int_0^L \mu(\mathbf{l}) d\mathbf{l}\right) \quad (1)$$

gegeben ist, wobei $\mathbf{l} = \mathbf{r}_{\text{Quelle}} + \mathbf{l}(\mathbf{r}_{m_1, m_2} - \mathbf{r}_{\text{Quelle}})/L$ mit $L = \|\mathbf{r}_{m_1, m_2} - \mathbf{r}_{\text{Quelle}}\|_2$. Betrachtet werden üblicherweise die Linienintegrale

$$S_{m_1, m_2} = -\ln \frac{I_{m_1, m_2}}{I_0} = \int_0^L \mu(\mathbf{l}) d\mathbf{l}. \quad (2)$$

- Schreiben Sie die Funktion

$$\text{interpolation3D}(\text{Objekt}, k_x, k_y, k_z, \mathbf{r}),$$

die das Objekt mittels eines Nearest-Neighbour-Ansatzes an einer beliebigen Position \mathbf{r} interpoliert. Außerhalb des Objektes soll die Funktion den Wert null zurückgeben.

- Schreiben Sie die Funktion

$$\text{berechneLinienIntegral}(\text{Objekt}, k_x, k_y, k_z, \mathbf{r}_{\text{Quelle}}, \mathbf{r}_{\text{Detektorpixel}}),$$

die das Linienintegral (2) für einen bestimmten Detektorpixel berechnet. Nutzen Sie dabei eine Diskretisierung von 512 Punkten und rufen Sie die Funktion `interpolation3D` auf.

- Schreiben Sie die Funktion

$$\text{simuliereRoentgenaufnahme}(\text{Objekt}, k_x, k_y, k_z, \mathbf{r}_{\text{Quelle}}, \mathbf{r}_{D,1}, \mathbf{r}_{D,2}, \mathbf{r}_{D,3}, M),$$

die eine Röntgenaufnahme an allen Detektorpixeln simuliert.

- Laden Sie den Datensatz `CTData.h5` herunter und lesen ihn mit dem Befehl

```
Objekt = hdf5read('CTData.h5', 'CTData')
```

ein. Simulieren Sie eine Röntgenaufnahme für $k_x = 0.28$ m, $k_y = 0.28$ m, $k_z = 0.18$ m, $M = 128$ und

$$\begin{aligned} \mathbf{r}_{\text{Quelle}} &= (-1.2 \quad 0 \quad 0)^T \text{ m,} \\ \mathbf{r}_{\text{D},1} &= (0.8 \quad -0.2 \quad -0.15)^T \text{ m,} \\ \mathbf{r}_{\text{D},2} &= (0.8 \quad -0.2 \quad 0.15)^T \text{ m,} \\ \mathbf{r}_{\text{D},3} &= (0.8 \quad 0.2 \quad -0.15)^T \text{ m} \end{aligned}$$

sowie

$$\begin{aligned} \mathbf{r}_{\text{Quelle}} &= (0 \quad 1.2 \quad 0)^T \text{ m,} \\ \mathbf{r}_{\text{D},1} &= (0.2 \quad -0.8 \quad -0.15)^T \text{ m,} \\ \mathbf{r}_{\text{D},2} &= (0.2 \quad -0.8 \quad 0.15)^T \text{ m,} \\ \mathbf{r}_{\text{D},3} &= (-0.2 \quad -0.8 \quad -0.15)^T \text{ m} \end{aligned}$$

Stellen Sie das Ergebnis als Graustufenbild dar. Die Berechnung dauert ca. eine Minute. Verwenden Sie zum Testen Ihrer Funktionen eine geringere Detektorauflösung.

Hinweise zu Abgabe:

- Die Aufgaben müssen in Zweiergruppen abgegeben werden.
- Erstellen Sie ein PDF des Quellcodes und der erzeugten Abbildungen.
- Erstellen Sie einen Ordner „GruppeXSerieYNachnameVorname“ in den Sie alle Matlab Dateien sowie das PDF kopieren.
- Schicken Sie den Ordner als komprimierte zip-Datei bis zum Abgabetermin an: bildgebung@imt.uni-luebeck.de
- Geben Sie das PDF in gedruckter Form am Abgabetermin nach der Vorlesung ab.

Tipps

- Mit `help` Befehl und `doc` Befehl erhalten Sie eine Dokumentation zu Matlab Befehlen.
- **Hilfreiche Matlab Befehle:** `help`, `doc`, `type`, `figure`, `axis`, `plot`, `semilogy`, `imagesc`, `colorbar`, `linspace`, `zeros`, `ones`, `reshape`, `load`, `save`, `print`, `hold on`, `hold off`.