

1. Aufgabe

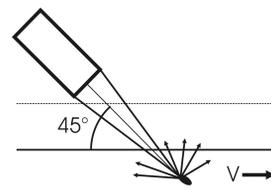
Nehmen Sie an, Sie hätten Werte im Abstand von Δx aufgenommen ($x = j\Delta x$). Für die Weiterverwendung der Daten ist es nötig, eine Verschiebung um den Bruchteil $\delta \in [0, 1]$ des Sampleintervals durchzuführen. Sie verwenden folgenden Algorithmus:

$$y_j = (1 - \delta)f_j + \delta f_{j+1} \quad (1)$$

1. Um welchen Vorgang handelt es sich bei der Anwendung von y_j ?
2. Bestimmen Sie die zugehörige Transferfunktion H_k .
3. Skizzieren Sie $|H_k|^2$ für die Verschiebungen mit $\delta = 0$, $\delta = \frac{1}{4}$ und $\delta = \frac{1}{2}$ zwischen 0 und der Nyquistfrequenz k_{Nyq} . Kommentieren Sie Ihr Ergebnis.

2. Aufgabe

Ein Doppler-Ultraschall-Messgerät soll benutzt werden, um die Fließgeschwindigkeit des Blutes eines Patienten in einer Arterie zu bestimmen. Das emittierende und das empfangende Element wird als Einheit auf der Haut über der zu untersuchenden Arterie unter einem Winkel von 45° angebracht (siehe Abbildung). Die Frequenz der eingebrachte Schallwelle ist 5,0 MHz. Das Doppler-Gerät zeigt als Reaktion eine Frequenzverschiebung von 900 Hz an.



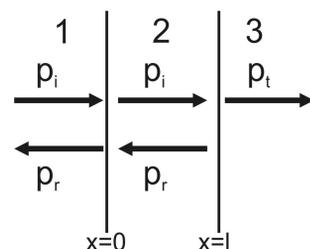
1. Wie groß ist die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in der untersuchten Arterie? Die Schallgeschwindigkeit von Gewebe wird in der Literatur mit $1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ angegeben.
2. Im Normalfall gilt eine Geschwindigkeit von ca. $0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in der untersuchten Arterie als normal. Diskutieren Sie das Ergebnis der hier durchgeführten Untersuchung und welche Folgerungen würden Sie daraus ziehen?
3. Wie groß ist die Frequenzverschiebung bei gleicher Anordnung für die Strömungsgeschwindigkeit von $0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$?

3. Aufgabe

Zwischen Ultraschallgerät und Haut wird in der Regel eine spezielle Übergangsschicht angebracht, um eine möglichst hohe Energietransmission zwischen den Schichten unterschiedlicher Impedanz zu gewährleisten (Impedanz Anpassung). Nehmen Sie an, Sie haben Schallwellen der folgenden Form:

$$p_n = p_{n_i} + p_{n_r} = A_n e^{i(\omega t - kx)} + B_n e^{i(\omega t + kx)} \quad (2)$$

Unter Berücksichtigung der entsprechenden Kontinuitätsbedingungen für Druck p und Partikelgeschwindigkeit $\dot{\eta}$, an den in der Abbildung dargestellten Grenzflächen der Schichten mit Impedanzen Z_1 , Z_2 und Z_3 , zeigen Sie, dass für den Transmissions Koeffizient für Schall bei einer Grenzschichtdicke von $l = \frac{\lambda_2}{4}$ (wobei λ_2 die Wellenlänge des Schalls im Übergangsmedium ist) gilt:



$$T = \frac{Z_1 A_3^2}{Z_3 A_1^2} = 1 \quad (3)$$

4. Aufgabe

Eine Fledermaus fliegt mit $6,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ auf eine Motte zu, während die sich mit $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ auf die Fledermaus zu bewegt. Die Fledermaus emittiert eine Schallwelle mit 51,35 kHz. Welche Frequenz hat die von der Motte reflektierte und anschließend von der Fledermaus empfangene Schallwelle?