

Digitalisierung und Parametrisierung von Audiosignalen

Aufgabe 1

Bitte nehmen Sie eine Audiodatei (Sprache) mit einer Abtastrate von 16 kHz und 16 bit Quantisierung auf. Legen Sie die Datei bitte im RIFF-Format (.wav) ab. Im Folgenden wird auf diese Datei mit der Bezeichnung „Testdatei Sprache“ Bezug genommen.

Aufgabe 2

Bitte implementieren Sie einen Signalgenerator, der eine Sinus-Schwingung mit wählbarer Frequenz, Amplitude und Phase mit einer Abtastrate von 16 kHz erzeugt. Legen Sie die Dateien bitte in einem von Ihnen abspielbaren Audio-Format ab.

Erzeugen Sie zwei Dateien, die jeweils ein Sinussignal mit einer Frequenz von 400 Hz enthalten. Die Dateien sollen aber unterschiedliche Amplituden oder Phasen haben. Im Folgenden wird auf diese Dateien mit der Bezeichnung „Testdatei 400 Hz 1“ bzw. „Testdatei 400 Hz 2“ Bezug genommen. Superponieren Sie die beiden Dateien zu einer Datei mit der Bezeichnung „Testdatei 400 Hz superponiert“.

Erzeugen Sie zwei Dateien, die jeweils ein Sinussignal mit einer Frequenz von 400 Hz enthalten. Die Dateien sollen aber unterschiedliche Amplituden oder Phasen haben. Im Folgenden wird auf diese Dateien mit der Bezeichnung „Testdatei 3 kHz 1“ bzw. „Testdatei 3 kHz 2“ Bezug genommen. Superponieren Sie die beiden Dateien zu einer Datei mit der Bezeichnung „Testdatei 3 kHz superponiert“.

Aufgabe 3

Bitte modifizieren Sie im Header der „Testdatei Sprache“ die Abtastrate auf 8 kHz. Beschreiben Sie den daraus resultierenden Höreindruck.

Aufgabe 4

Erstellen Sie bitte ein Programm mit dessen Hilfe Sie die Signale der Testdateien quantisieren können. Realisieren Sie das Programm bitte so, dass Sie die Genauigkeit der Quantisierung frei wählen können. Beschreiben Sie den Höreindruck bei einer Quantisierung mit 1 bit für die „Testdatei Sprache“. Hinweis: Die manipulierten Zahlenwerte sollen weiterhin mit 2 Byte abgelegt werden. Die Quantisierung resultiert in einer entsprechend reduzierten Anzahl möglicher Zahlenwerte.

Aufgabe 5

Berechnen Sie den SNR (Signal-Rausch-Abstand) zwischen dem 16 bit quantisierten Signal und dem von Ihnen in „Aufgabe 4“ quantisierten Signal der Datei „Testdatei Sprache“. Verwenden Sie zur Berechnung des SNR bitte folgende Formel:

$$SNR = 10 * \log \frac{\sum x[n]^2}{\sum (\tilde{x}[n] - x[n])^2},$$

wobei $x[n]$ den mit 16 bit in Ihrer Datei abgelegten Amplitudenwert und $\tilde{x}[n]$ den von Ihnen quantisierten Amplitudenwert an der Stelle n bezeichnet.

Aufgabe 6

Bitte berechnen Sie für die Testdateien jeweils den Mittelwert, die Varianz und die Standardabweichung der Amplitudenwerte.

Aufgabe 7

Bitte implementieren Sie DFT und inverse DFT. Die zeitliche Auflösung der Fourier-Transformation soll frei wählbar sein. Die zu analysierende Datei soll ebenso frei wählbar sein. Legen Sie die Ergebnisse der DFT bitte in einer Datei ab. Überprüfen Sie insbesondere den SNR zwischen den Signalen, die Sie einer Fourier-Transformation unterziehen und den Signalen, die Sie mit Hilfe der inversen DFT berechnen.

Aufgabe 8

Berechnen Sie aus dem Ergebnis der DFT das Betrags- und das Phasenspektrum des analysierten Signals in Abhängigkeit von den natürlichen Frequenzen. Verwenden Sie zum Test Ihres Programms bitte kurze Signalabschnitte aus Ihren Testdateien.

Aufgabe 9

Bitte interpretieren Sie die Ergebnisse der DFT (sowohl der spektralen Darstellung als auch der komplexen Darstellung) für die Testdateien. Erklären Sie bitte insbesondere die Ergebnisse für die superponierten Testdateien vor dem Hintergrund der Parameter der Ursprungsdateien.