

Matlab Aufgabe Nr. 1:
Quantisierung und Dither

Abgabetermin: 05.12.2013, 08:00 Uhr

Allgemeine Hinweise:

Die Bearbeitung der Aufgaben findet in Gruppen von je 2-3 Studenten statt. Abzugeben sind die Matlab Skripte, sowie eine schriftliche Ausarbeitung, in der sämtliche Abbildungen und Ergebnisse enthalten sind - als zip-File per E-Mail: RickPlescher@mailbox.tu-berlin.de. Achten Sie bei Abbildungen auf korrekte Achsenbeschriftungen und begründen Sie die Wahl relevanter Parameter.

Hinweise zum Matlab-Code:

- Stellen Sie die Ausführbarkeit der Skripte sicher.
- Die Skripte sind mit Kommentaren zu versehen, so dass jeder Schritt nachvollziehbar ist.
- Erstellen Sie Funktionen, wo dies sinnvoll ist.

1 Quantisierung

a) Erzeugen Sie ein voll ausgesteuertes¹ Sinussignal $s[n]$ der Frequenz $f = 440\text{Hz}$, mit einer Abtastrate von $f_s = 44.1\text{kHz}$ und einer Länge von 1s .

b) Erzeugen Sie eine mid-tread Quantisierungskennlinie, die den gesamten Wertebereich mit $n = 4$ Bit unterteilt. Geben Sie mit Herleitung die Quantisierungsschrittweite Δ und die Anzahl der Quantisierungsschritte an. Stellen Sie die Quantisierungskennlinie (*Abszisse = Eingangswerte, Ordinate = quantisierte Ausgangswerte*) grafisch dar.

c) Quantisieren Sie das Signal $s[n]$ und erzeugen Sie das wertdiskrete Signal $s_q[n]$. Visualisieren Sie den Quantisierungsfehler $e[n] = s_q[n] - s[n]$ im Zeitbereich über eine Periode sowie im Frequenzbereich. Berechnen Sie mit der Matlab-Funktion **hist()** außerdem die Dichtefunktion des Quantisierungsfehlers und stellen Sie diese dar.

d) Berechnen Sie die Leistung des Eingangssignals und des quantisierten Signals und bestimmen Sie den SNR von $s_q[n]$. Vergleichen Sie den berechneten Wert mit dem theoretischen SNR für diesen Fall.

¹Matlab Audio Signale werden im Bereich $-1\dots 1$ dargestellt.

2 Erzeugung von Dither Signalen

a) Erzeugen Sie die Dichtefunktion PDF_{rect} (Amplitude = $-\frac{\Delta}{2} \dots \frac{\Delta}{2}$), sowie die Verteilungsfunktion CDF_{rect} eines rechteckverteilten Dithersignals. Erzeugen Sie durch Faltung daraus die Dichtefunktion PDF_{tri} (Amplitude = $-\Delta \dots \Delta$) und Verteilungsfunktion CDF_{tri} eines dreieckverteilten Dithersignals. Wählen Sie hier eine sinnvolle Abtastrate der Funktionen und begründen Sie die Wahl ihrer Parameter.

b) Nutzen Sie die im vorherigen Aufgabenteil erarbeiteten Signaleigenschaften um die Dithersignale $d_{rect}[n]$ und $d_{tri}[n]$ mit der Länge des Signals $s[n]$ zu generieren. Im Rechteck-Fall genügt hier eine Skalierung der Matlab-Funktion **rand()**. Für den Dreieck-Dither erzeugen Sie zwei unabhängige gleichverteilte Zahlenfolgen und addieren diese.

c) Ermitteln Sie die Signalenergie der Dithersignale im Zeitbereich und vergleichen Sie die Ergebnisse mit den theoretischen Werten.

d) Berechnen Sie für die Signale $d_{rect}[n]$ und $d_{tri}[n]$ die Dichtefunktionen $pdf_{rect,tri}$ und Verteilungsfunktionen $cdf_{rect,tri}$. Verwenden sie hierfür die Funktion **hist()** und **cumsum()**. Vergleichen Sie die Ergebnisse mit den zuvor definierten Dichtefunktionen und Verteilungsfunktionen paarweise in Grafiken. Erklären Sie eventuelle Abweichungen.

3 Quantisierung mit Dither

a) Erzeugen Sie die Signale $s_{q-rect}[n]$ und $s_{q-tri}[n]$, indem Sie die Signale

$$\begin{aligned} s_{rect}[n] &= s[n] + d_{rect}[n] \\ s_{tri}[n] &= s[n] + d_{tri}[n] \end{aligned}$$

mit der zuvor berechneten Kennlinie quantisieren. Berechnen Sie für beide Fälle den SNR und vergleichen Sie diesen mit den theoretischen Werten.

b) Speichern Sie die Signale $s[n]$, $s_q[n]$, $s_{q-rect}[n]$ und $s_{q-tri}[n]$ mit der Matlab Funktion **wavwrite()** als wav-Dateien². Laden Sie mit der Funktion **wavread()** die Sprachdatei "SprecherDeutschNachhallfrei.wav" aus dem Downloadbereich der Veranstaltung und quantisieren Sie diese ohne und mit Dither (rect,tri). Evaluieren Sie die Ergebnisse nach Gehör und beschreiben Sie, auf welche Weise das Dithersignal die Quantisierung theoretisch beeinflusst.

c) Stellen Sie Abbildungen der Leistungsdichtespektren von $s[n]$, $s_q[n]$, $s_{q-rect}[n]$ und $s_{q-tri}[n]$ her und erläutern Sie diese.

²Für die Abspeicherung der wav-Files soll eine Auflösung von 16 Bits verwendet werden.