



# Grundlagen der Multimediatechnik

## Wintersemester 2021/22

### Übungsblatt 7

13. Dezember 2021

**Wichtig:** Bitte kennzeichnen Sie Ihre Abgabe mit Ihrem Namen und dem Namen Ihres Übungspartners.

Laden Sie bitte Ihre Abgabe als PDF-/ZIP-Datei auf der ILIAS-Plattform hoch. Andere Dateiformate sowie Scans von handgeschriebenen Abgaben werden nicht gewertet. Achten Sie darauf, nur kompilierbaren, kommentierten Code abzugeben. Nicht-kompilierbarer Code wird mit **0 Punkten** bewertet!

Alle Abgaben müssen folgender Namenskonvention entsprechen: `gmt_uebungXX_nachname1_nachname2.format`

#### Aufgabe 1: Digitalsignale

[4 Punkte]

1. Erklären Sie den Unterschied zwischen einem digitalen und einem analogen Signal. [1 Punkt]
2. Welche Vor- und Nachteile besitzen digitale Signale gegenüber analogen? Nennen Sie einen Vorteil und einen Nachteil. [1 Punkte]
3. Welche Fehler können bei der Digitalisierung eines Signales entstehen? Erklären Sie kurz am Beispiel einer Sinusfunktion (bitte nur schriftlich erklären). [2 Punkte]

#### Aufgabe 2: Fourier-Transformation

[13 Punkte]

Verwenden Sie das mitgelieferte Notebook `Uebung07.ipynb` für die Bearbeitung dieser Aufgabe. Auf dem letzten Übungsblatt haben Sie gelernt, wie man eine Faltung im Ortsraum durchführt. In dieser Übung wird die Faltung im Frequenzraum behandelt. Hierfür sei folgende Funktion gegeben:

$$f(x) = \sin(x).$$

1. Plotten Sie die gegebene Funktion. [1 Punkt]
2. Die Diskrete Fourier-Transformation ist eine Transformation aus der Fourier-Analyse, die ein zeitdiskretes Signal auf ein diskretes, periodisches Frequenzspektrum abbildet [1]. [6 Punkte]
  - (a) Implementieren Sie die Diskrete Fourier-Transformation (DFT) [2] und wenden Sie diese auf die gegebene Funktion an. Plotten Sie das Ergebnis.
  - (b) Implementieren Sie die inverse Diskrete Fourier-Transformation (iDFT) [3], die ein periodisches Frequenzspektrum rücktransformiert. Wenden Sie diese auf die fouriertransformierte Funktion aus (a) an und plotten Sie hier ebenfalls das Resultat.
3. Im Notebook finden Sie ein verrauschtes Signal der ursprünglichen Sinusfunktion. [6 Punkte]
  - (a) Plotten Sie das verrauschte Signal. Wenden Sie anschließend die Fouriertransformation auf dieses an und plotten Sie das Ergebnis.
  - (b) Führen Sie eine Rauschfilterung durch, indem Sie eine Faltung mit einem Mean-filter mit der Fenstergröße 9 im Frequenzraum durchführen.
  - (c) Aufgrund welcher Eigenschaft kann eine Faltung im Frequenzraum durchgeführt werden?

### Aufgabe 3: Abtasttheorem

[8 Punkte]

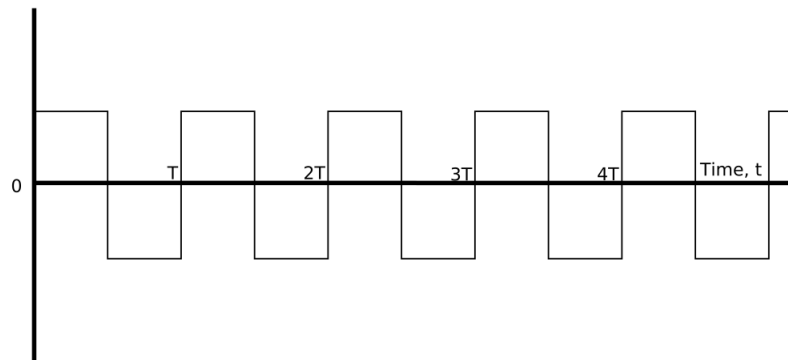
1. Nachfolgend ist vier mal ein periodisches Rechtecksignal mit der Periodendauer  $T_0 = \frac{1}{f_0}$  abgebildet. Führen Sie beginnend mit dem Zeitpunkt  $t = 0$  eine Digitalisierung des Rechtecksignals graphisch durch. Wenden Sie dabei die folgenden Abtastfrequenzen an (eine pro Diagramm):

- (a)  $f_1 = f_0$
- (b)  $f_2 = 1,5 \cdot f_0$
- (c)  $f_3 = 2 \cdot f_0$
- (d)  $f_4 = 5 \cdot f_0$

Zeichnen Sie dazu im Diagramm (Sie finden hierzu auf ILIAS eine PDF) die ungefähren Abtastzeitpunkte auf der Zeitachse ein. Tragen Sie anschließend entsprechende Markierungen auf der Signalfunktion ein. Stellen Sie dann durch Verbinden der Markierungen das digitalisierte Rechtecksignal dar.

Das Ergebnis kann variieren, je nachdem zu welchem Zeitpunkt die Abtastung einsetzt. Setzen Sie den ersten Tastpunkt infinitesimal knapp nach dem Zeitpunkt  $t = 0$ .

Benutzen Sie dünne und farbige Stifte sowie ein Lineal beim Markieren und Zeichnen. Scannen oder fotografieren Sie die Diagramme, und fügen Sie sie als Bilder in Ihrer Abgabedatei ein. [4 Punkte]



- 2. Weshalb besagt das Nyquist-Shannon-Abtasttheorem, dass eine Abtastfrequenz mehr als doppelt so hoch sein muss, wie ein zu abtastendes Signal? Erklären Sie kurz. [1 Punkt]
- 3. Was sind Alias-Effekte? Nennen Sie zwei Ursachen für Alias-Effekte. [2 Punkte]
- 4. Oft ist in der Praxis die Abtastfrequenz limitiert und kann nicht beliebig erhöht werden. Wie können dennoch Alias-Effekte vermindert werden? [1 Punkte]

**Abgabe: Dienstag, 21. Dezember 2021, 08:00 Uhr im ILIAS-System**

### Literatur

- [1] [https://de.wikipedia.org/wiki/Diskrete\\_Fourier-Transformation](https://de.wikipedia.org/wiki/Diskrete_Fourier-Transformation).
- [2] [https://de.wikipedia.org/wiki/Diskrete\\_Fourier-Transformation#Diskrete\\_Fourier-Transformation\\_\(DFT\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Diskrete_Fourier-Transformation#Diskrete_Fourier-Transformation_(DFT)).
- [3] [https://de.wikipedia.org/wiki/Diskrete\\_Fourier-Transformation#Inverse\\_Diskrete\\_Fourier-Transformation\\_\(iDFT\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Diskrete_Fourier-Transformation#Inverse_Diskrete_Fourier-Transformation_(iDFT)).