

Laborübung 3: Systemidentifikation und Aliasing

Lernziele:

- Identifikation unbekannter digitaler Systeme mittels digitaler Stoßantwort
- Identifikation physikalischer Systeme mittels analoger Stoßantwort
- Resonanzeffekte
- Aliasing

Benötigte Datei:

- unknownFilter.p: Unbekanntes digitales System. In der Datei befindet sich die Funktion *unknownFilter*. Als Parameter muss ein Signalvektor übergeben werden. Zurückgegeben wird bereits das Ergebnis der Faltung aus Eingangssignal mit der Stoßantwort $h(n)$ des unbekannten Systems.

Benötigtes Equipment:

- Headset
- Weinglas
- Lautsprecher

Quellen: Nutzen Sie die MATLAB-Dokumentation (bspw. `doc smooth`) und herkömmliche weitere Online-Ressourcen.

Nützliche MATLAB-Funktionen: `audioread`, `audiowrite`, `soundsc`, `fft`, `abs`, `audiorecorder`, `recordblocking`, `play`, `conv`

Testat: Die Codeabnahme und Vorführung erfolgen am Rechner.

Vorbereitung:

Schauen Sie sich Ihren Code aus der Laborübung 2 nochmal gut an. Teile, wie die FFT können Sie daraus kopieren.

Aufgabe 1: Identifikation eines unbekannten digitalen Systems

In der Datei `unknownFilter.p` befindet sich eine Funktion mit einem unbekannten System. Dieses soll mittels Berechnung der Stoßantwort $h(n)$ analysiert werden.

- a) Erzeugen Sie einen Vektor mit einem digitalen Stoß.
- b) Übergeben Sie den Stoß-Vektor an die Funktion `unknownFilter` und speichern Sie den zurückgegebenen Vektor in einer Variable hn .
- c) Plotten Sie hn in Abhängigkeit der Zeit unter Annahme, dass $f_s = 20 \text{ kHz}$ ist. Hierzu wird ein entsprechender Zeitvektor benötigt.
- d) Berechnen Sie aus hn den Frequenzgang $H(f)$ und plotten Sie den Amplitudengang in Abhängigkeit der Frequenz. Um was für ein System handelt es sich?
- e) Erzeugen Sie für die Dauer von jeweils 10 ms drei Sinussignale mit $f_1 = 1000 \text{ Hz}$, $f_2 = 4000 \text{ Hz}$ und $f_3 = 5000 \text{ Hz}$.
- f) Wenden Sie das zuvor unbekannte System hn mittels Faltung auf die drei Sinussignale an.
- g) Plotten Sie jeweils das ungefilterte und das gefilterte Signal in einen gemeinsamen Plot. Vernachlässigen Sie hierbei gerne die Zeitabhängigkeit, da die Vektoren aufgrund der Faltung unterschiedliche Längen haben. Entsprechen die Ausgangssignale Ihren Erwartungen?

Aufgabe 2: Physikalische Systemidentifikation

In dieser Aufgabe wird der Frequenzgang eines Weinglases gemessen. Hierzu wird mittels eines Kugelschreibers ein Impuls auf das Weinglas gegeben und die Impulsantwort akustisch gemessen:

- a) Legen Sie das Headset direkt neben das Weinglas
- b) Führen Sie eine 10-sekündige Audioaufnahme des Anstoßens durch. Setzen Sie hierfür die Abtastfrequenz auf $f_s = 48 \text{ kHz}$, die Auflösung auf 16 Bit und nutzen Sie 1 Kanal (siehe Doku von `audiorecorder`).
- c) Speichern Sie das aufgenommene Signal in einer Datei und plotten Sie es in Abhängigkeit der Zeit.
- d) Berechnen Sie aus der Stoßantwort den Frequenzgang des Systems und plotten Sie den Amplitudengang. Was fällt auf? Welche Frequenz ist dominant?
- e) Geben Sie diese Frequenz mit einem Lautsprecher direkt neben dem Glas aus und beobachten Sie, was beim Ausschalten des Signals passiert.
- f) Reduzieren Sie die Abtastrate des aufgenommenen Signals indem Sie bspw. mittels `x(2:2:end) = []`; jeden zweiten Wert im Vektor entfernen. Geben Sie unter Berücksichtigung der neu entstandenen Abtastfrequenz das Signal über das Headset aus. Wie stark können Sie die Abtastfrequenz reduzieren, bis Sie Störungen durch Aliasing hören?