

# 1. Bewertetes Aufgabenblatt

Gesamtpunktzahl: 20 Punkte

In diesem Aufgabenblatt geht es um die Themenbereiche *Signale und Systeme*, *Systemeigenschaften*, *Blockschaltbilder* und *Faltung*. Zur Bearbeitung sind gegeben:

- Eine Sprachdatei (Sprache.wav) mit einer Abtastrate von 44.1 kHz und einer Dauer von 4 Sekunden.
- Eine Musikdatei (Musik.wav) mit einer Abtastrate von 44.1 kHz und einer Dauer von 4 Sekunden.
- Eine Impulsantwort (Impulsantwort.wav) mit einer Abtastrate von 44.1 kHz und einer Dauer von 2 Sekunden.

Für die folgenden Aufgabenteile erstellen Sie bitte MATLAB Skripte, bzw. Funktionen.

## 1

Importieren Sie die gegebenen Dateien in Matlab und speichern Sie sowohl Signale, als auch Abtastraten im Workspace. Reduzieren Sie gegebenenfalls mehrkanalige Signale auf einen (den ersten) Kanal. Plotten Sie die Signale in separaten Fenstern und achten Sie auf korrekte Achsenskalierung und -beschriftung. Spielen Sie die eingelesenen Signale mit korrekter Abtastrate ab. **(2 Punkte)**

## 2

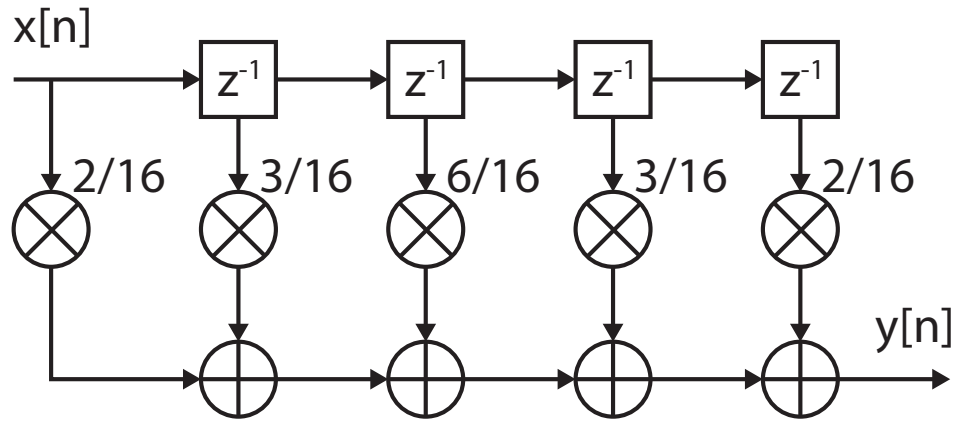
Erstellen Sie vier Sinussignale mit einer Abtastrate von  $F_s_{\text{sin}} = 16$  kHz, einer Dauer von 2 Sekunden und den Frequenzen 1 kHz, 3 kHz, 4 kHz und 15 kHz. Die Amplitude soll bei 0.5 liegen. Plotten Sie jeweils die erste Millisekunde der Signale in getrennten Plots in einem gemeinsamen Fenster untereinander und vergleichen Sie sie. Was sind die jeweiligen Grundperioden  $N$  der Signale (in Samples)? Spielen Sie die Signale mit Matlab ab und vergleichen Sie die gehörten Frequenzen. Welcher Effekt tritt hier bei dem 15 kHz Signal auf? **(3 Punkte)**

## 3

Gegeben sei folgendes Blockschaltbild eines Systems.

Leiten Sie aus dem Blockschaltbild die Differenzgleichung des Systems ab. Wie lauten die Systemeigenschaften (Linearität, Zeitinvarianz, Rekursivität, Kausalität, Speicherfreiheit)? Implementieren Sie die Differenzgleichung in MATLAB mithilfe einer Schleife (ohne `conv()`) und wenden Sie sie auf das Sprach- und das Musiksignal, sowie die drei ersten Sinussignale an. Achten Sie auf die korrekte Länge der Eingabe- und Ausgabevektoren (Stichwort: Initialisierung). Messen und speichern Sie die Zeit, die die einzelnen Filterungen brauchen. Wir werden in den nächsten Aufgaben darauf zurückkommen.

Plotten Sie Folgendes:



- Für das Sprechersignal zwei Plots in einem Fenster von Sample 4950 bis 5000, einmal vom Eingangssignal und einmal vom Ausgangssignal
- Das gleiche für das Musiksignal
- Für die Sinussignale die erste Millisekunde vom Eingangs- und Ausgangssignal, ebenfalls in zwei Plots in einem gemeinsamen Fenster.

Vergleichen Sie die Ausgangs- mit den Eingangssignalen und beschreiben Sie in eigenen Worten die Wirkung des Systems (Form und Periode der Ausgangssignale). Hören Sie sich die Ausgangssignale an und ergänzen Sie Ihre Beobachtungen um den Höreindruck.

Was für eine Filterung wird durch das System vorgenommen (aus dem Höreindruck)? **(5 Punkte)**

#### 4

Leiten Sie aus der Differenzgleichung die Impulsantwort des Systems ab und speichern Sie diese als Vektor im Workspace. Filtern Sie nun wieder die Musik- und Sprachdatei, sowie die ersten drei Sinussignale einmal mithilfe der MATLAB-Funktion `filter()` und einmal mit der Funktion `conv()` und messen und speichern Sie die Zeit für beide Vorgänge. Vergleichen Sie nun die verschiedenen Berechnungszeiten (inklusive aus Aufgabe 3). Welche Art der Filterung ist am schnellsten und woran kann das liegen?

Plotten Sie auch hier die Ein- und Ausgangssignale wie in Aufgabe 3 und hören Sie sie sich an. Diskutieren Sie eventuelle Unterschiede und plotten Sie hierzu auch die Differenz der Ausgangssignale der verschiedenen Berechnungsarten. **(3 Punkte)**

#### 5

Erstellen Sie eine Linearkombination des ersten und dritten Sinussignals und speichern Sie das Ergebnis in einem neuen Vektor `sin_lin`. Erzeugen Sie ausserdem eine um 2 ms verzögerte Version dieses Signals, indem sie vor das Signal entsprechend Nullen anhängen und speichern Sie es in einem Vektor `sin_lin_delay`. Filtern Sie nun beide eben erstellten Signale mit `conv()` und der Impulsantwort aus Aufgabe 4 und vergleichen Sie die Ergebnisse; ziehen Sie hierzu auch die Ergebnisse des `conv()`-Befehls aus der vorherigen Aufgabe hinzu (also die beiden einzelnen Sinussignale für sich genommen und gefaltet).

Lassen sich so die Systemeigenschaften testen? **(3 Punkte)**

## 6

Schreiben Sie ein Skript oder eine Funktion, die eine diskrete Faltung zweier Signale beliebiger Länge ausführt. Dafür müssen Sie die entsprechenden Matlab Vektoren initialisieren, Die Eingangssignale einlesen und die Faltung mithilfe einer Schleife implementieren. Testen Sie Ihr Programm, indem Sie mit ihm das Sprach- und das Musiksignal mit der gegebenen Impulsantwort und mit der aus Aufgabe 4 erhaltenen Impulsantwort falten und mit dem Ergebnis der Faltung mit der MATLAB-eigenen `conv()`-Funktion vergleichen. **(3 Punkte)**

## 7

Gegeben Seien die beiden Systeme, die durch die Impulsantworten

$$h_1[n] = [0.25, 0.25, 0.25, 0.25] \text{ für } n = 0 \dots 3$$

$$h_2[n] = [0.2, 0.6, 0.2] \text{ für } n = 0 \dots 2$$

charakterisiert sind. Überprüfen sie ob die Kettenschaltung beider Systeme wirklich das gleiche Ergebnis liefert, wie

$$h_3 = h_1 * h_2.$$

Also die Faltung der beiden Impulsantworten. **(1 Punkt)**

## 8 Form der Abgabe

Abgabetermin ist **Donnerstag, der 6. Dezember 2013**. Die Abgabe umfasst:

- den geschriebenen Matlab-Code (.m-Dateien),
- alle generierten Grafiken,
- eine PDF-Datei mit einer kurzen Diskussion der Ergebnisse, sowie den Namen der Autoren mit Matrikelnummer,

verpackt in einer ZIP-Datei mit den Namen der Gruppenmitglieder (z.B.: Name1\_Name2.zip). Die Abgabe erfolgt per email an die Adresse `vitali.rotteker AT campus.tu-berlin.de`. Hilfreiche Funktionen zur Durchführung dieses Aufgabenblatts sind: `audioread()` bzw. `wavread()`, `plot()`, `subplot()`, `axis()`, `sound()`, `soundsc()`, `sin()`, `tic`, `toc`, `length()`, `size()`, `zeros`, `max()`, `abs()`, `filter()`, `conv()`, `flipud()`, `fliplr()`, `circshift()`.