

Prof. Dr. Stefan Weinzierl

## 13. Aufgabenblatt

### 1. IIR-Filter

- 1.1 Laden Sie in Matlab eine Audiodatei mit Sampling-Frequenz von  $f_s = 44100$  Hz. Erzeugen sie mit der Funktion *fir1* die Koeffizienten eines FIR Tiefpass Filters 20. Ordnung mit Grenzfrequenz von 2000 Hz und filtern Sie damit das signal. Im Folgenden erzeugen Sie ein IIR Butterworth Filter 4. Ordnung mit der gleichen  $-3\text{dB}$  Frequenz und filtern sie wieder das Signal. Was merken Sie von Unterschieden zwischen den zwei Versionen?
- 1.2 Welche sind vier Grundformen von analogen Filtern, die sich besonders gut als digitale IIR Filter implementieren lassen?
- 1.3 Listen Sie Vorteile und Nachteile von FIR und IIR Filtern auf.

### 2. IIR-Filterentwurf mit der Impulsinvarianzmethode

- 2.1 Beschreiben Sie die Impulsinvarianzmethode für IIR-Filterentwurf in Schritten.
- 2.2 Von der folgenden Laplace Übertragungsfunktion ausgehend:

$$H(s) = \frac{16250}{s^2 + 250s + 16250}$$

berechnen Sie die Koeffizienten eines digitalen IIR-Filters zweiter Ordnung. Die Abtastrate beträgt 44100 Hz.

- 2.3 Plotten Sie das Filter in Matlab mithilfe der Funktion *fvtool(b,a)* und *freqz(b,a)* und diskutieren Sie Vor- und Nachteile dieses Filters in dieser Implementation.
- 2.4 Benutzen Sie die erzeugten Koeffizienten um eine Audiodatei zu filtern (z. B. diese aus Aufgabe 1). Können Sie auditiv das Verhalten des Filters voraussagen, mit Bezug auf die davor erzeugten Grafiken? Was passiert wenn man für das Filter eine kleinere Abtastrate benutzt?

### 3. Entwurf von IIR-Filter mit der bilinearen Transformation

3.1 Beschreiben Sie die bilineare Transformationsmethode für IIR-Filterentwurf in Schritten.

3.2 Mit der folgenden Übertragungsfunktion im s-Bereich

$$H(s) = \frac{1741563.32}{s^2 + 13821.54s + 1741563.32}$$

berechnen Sie die Filterkoeffizienten mittels der bilinearen Transformation. Die Abtastrate beträgt jetzt 5000 Hz.

3.3 Vergleichen Sie die Koeffizienten mit denen aus Aufgabenteil 2.2. Plotten Sie das Filter in Matlab mithilfe der Funktionen *fvtool(b,a)* und *freqz(b,a)* und vergleichen Sie die Verläufe und Grafiken mit denen aus Aufgabenteil 2.3. Was merken Sie für die zwei Filter?

3.4 Benutzen Sie die erzeugten Koeffizienten um eine Audiodatei zu filtern (z. B. diese aus Aufgabe 1). Können Sie auditiv das Verhalten des Filters voraussagen, mit Bezug auf die davor erzeugten Grafiken?

Literatur:

[1] [http://en.wikipedia.org/wiki/Elliptic\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Elliptic_filter), Zugriff 31.01.2012

[2] Richard G. Lyons. *Understanding Digital Signal Processing*. Prentice Hall, 1996.

[3] A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, J. R. Buck: *Zeitdiskrete Signalverarbeitung*, 2., überarbeitete Aufl., Pearson, 2004