

Systemtheorie der Sinnesorgane – Übung 4

Allgemeine Hinweise: Denken Sie beim Abspielen von Tönen an die Rampen, um das breite Einschaltpektrum zu minimieren. Lassen Sie die Werte abgespielter Signale nicht außerhalb des Bereichs ± 1 laufen, damit keine Clipping-Effekte das Signal verzerren. *Nützlicher Befehl für die Fensterung:* `tukeywin(window_length, ramp_percentage)`

1 Signaladdition

Addieren Sie zwei sinusförmige Signale mit den Frequenzen $f_1 = 400$ Hz und $f_2 = 404$ Hz. Plotten Sie das Gesamtsignal für Töne derselben Amplituden, und lassen Sie das Audiosignal abspielen. Klingt dieses Signal wie eine Addition zweier Sinustöne (probieren Sie zum Beispiel auch $f_2 = 500$ Hz)? Schreiben Sie die Formel für die Addition zweier Sinustöne so um, dass sie der Wahrnehmung besser entspricht.

2 Amplitudenmoduliertes Signal

Geben Sie zunächst eine allgemeine Formel für ein amplitudenmoduliertes, sinusförmiges Signal an. Berechnen und plotten Sie einen Sinuston der Trägerfrequenz $f_T = 1000$ Hz, welches mit $f_M = 4$ Hz und einem Modulationsgrad $m = 0.5$ moduliert wird. Stellen Sie das einseitige Amplitudenspektrum des Signals dar.

3 Frequenzmoduliertes Signal

Geben Sie jetzt die Formel für ein frequenzmoduliertes, sinusförmiges Signal an. Erzeugen Sie einen mit $f_M = 3$ Hz frequenzmodulierten Sinuston der Trägerfrequenz $f_T = 1000$ Hz und einem Frequenzmodulationshub $\Delta f_T = 30$ Hz. Berechnen und plotten Sie das Langzeitspektrum des Signals, sowie ein Spektrogramm. Generieren Sie hier auch Audiosignale, und hören Sie sich Signale mit verschiedenen Modulationsparametern (f_T , f_M , $2\Delta f_T$) an.

4 Zu höheren Modulationsfrequenzen

Erzeugen Sie jetzt analog zu Aufgabe 2 einen AM-Ton, diesmal mit $f_M = 200$ Hz. Generieren Sie die Audiosignale, und hören Sie sich die Töne an. Was ist bei diesem Ton der Unterschied der Tonqualität im Vergleich zum Fall mit $f_M = 4$ Hz? Wie erklären Sie das, wenn Sie das Innenohr in Betracht ziehen?

5 Frewillige Fleißaufgabe

Erzeugen Sie jetzt zwei Sinustöne der Länge 10 s mit $f_1 = 400$ Hz und $f_2 = f_1 + \Delta f$. Die Effekte sind leichter wahrzunehmen, wenn die Töne zusätzlich amplituden-moduliert sind. Nehmen Sie für beide Töne die Parameter $f_M = 5$ Hz und $m = 1$. Spielen Sie die Töne durch *getrennte* Kanäle von Kopfhörern ab, sodass jeweils an den Ausgängen nur reine Sinustöne liegen. Wie ist der Klang mit $\Delta f = 100$ Hz, und wie mit 0.25 Hz? Wo kommt im letzteren Fall der Höreindruck her? *Hinweis:* Sie können eine $n \times 2$ -Matrix als Eingang für den Befehl `sound()` benutzen.

Viel Erfolg!