

Übung zur musikalischen Akustik 2: Psychoakustik - Tonsysteme

Letzter Abgabetermin: 06.06.2016

Allgemeine Hinweise:

Die Bearbeitung der Aufgaben findet in Gruppen von je drei Student*innen statt. Achten Sie bei allen Abbildungen auf korrekte Achsenbeschriftungen. Abzugeben sind die Matlab Skripte, sowie eine schriftliche Ausarbeitung, in der sämtliche Abbildungen und Ergebnisse enthalten sind - über das ISIS-System der TU Berlin.

Kontakt: voncoler@tu-berlin.de

Hinweise zum Matlab-Code:

- Stellen Sie die Ausführbarkeit der Skripte sicher.
- Die Skripte sind mit Kommentaren zu versehen, sodass jeder Schritt nachvollziehbar ist.
- Erstellen Sie Funktionen, wo dies sinnvoll ist.

Ziel dieser Übung ist die Vertonung von MIDI-Files mit einer einfachen Synthese, um damit verschiedene Tonsysteme vergleichen zu können.

1 Berechnung der Tonsysteme

Um die Synthese in verschiedenen Tonsystemen zu realisieren, sollen zunächst Tabellen berechnet werden, die jeder MIDI-Note eine Frequenz in Herz zuweisen [1]–[3].

a) Erzeugen Sie dafür je eine Funktion für die

- Pythagoräische Stimmung¹
- Gleichstufige Stimmung²

Referenzwert für die Berechnung ist jeweils das C. Rückgabewerte dieser Funktionen sind Vektoren mit 128 Werten, welche die entsprechenden Frequenzen enthalten.

b) Geben Sie die verwendete Berechnungsvorschrift für die jeweiligen Tonsysteme an.

c) Stellen Sie die Frequenzen und Frequenzverhältnisse der Tonsysteme für je eine Oktave dar und diskutieren Sie relevante Merkmale.

2 Einlesen der MIDI-Files

Zur Verarbeitung von MIDI-Dateien laden Sie die Datei `MATLAB/matlabMIDItools.zip` aus dem Downloadbereich herunter und binden Sie deren Inhalt in Matlab ein.

a) Nutzen Sie die Funktion `'midird3()'`, welche den Namen einer MIDI-Datei als Argument erhält und ein Array `'MIDItracks'` aller darin enthaltenen MIDI-Note Events und die zugehörigen MIDI-Informationen `'MIDIinfo'` ausgibt. Lesen Sie damit die Dateien `'BWV_846.mid'` und `'BWV_858.mid'` ein, welche sich im Downloadbereich befinden.

¹Berechnung über Quintschichtung.

²Berechnung über Frequenzverhältnis.

b) Die MIDI-Informationen müssen zunächst vorbereitet werden, um in der Synthese leichter verwendet zu werden. Erzeugen sie eine Funktion `'createNotes()'`, mit der sie die Zellen aus `'MIDItracks'` entpacken und alle Noten in eine Matrix-Struktur (siehe Tab. 1) bringen. Diese Funktion erhält außerdem einen Vektor mit Frequenzen für die jeweiligen MIDI-Werte, um verschiedene Tonsysteme zu verwenden.

Tabelle 1: Matrix mit Notenwerten (Beispiel)

Notenbeginn(sec.)	Notenende(sec.)	Notenfrequenz (Hz.)	Anschlagstärke (0...127)
0.1	0.7	440	64
...

c) Stellen Sie relevante statistische Aspekte des Noteninhaltes dar und gehen sie auf die Tonart des Stückes ein.

3 Synthese mit reinen Tönen

a) Erzeugen sie eine Funktion, der sie die Matrix mit den Notenwerten übergeben und welche eine Synthese der Partitur generiert, die als Wave-File gespeichert wird. Als Klangmaterial sind stationäre, reine Sinustöne zu verwenden. Verwenden sie eine Sampling-Rate von 44.1 kHz.

b) Generieren Sie eine temporäre Hüllkurve, welche jeden Ton mit einer Einschwing- und Abklingzeit versieht, sodass es nicht zu störenden Artefakten durch die Fensterung im Zeitbereich kommt. Stellen Sie die Hüllkurve dar und geben Sie die Formel an.

c) Erzeugen Sie für jedes Tonsystem je eine Version der Dateien `'BWV_846.mid'` und `'BWV_858.mid'`. Dokumentieren Sie den Höreindruck im Vergleich der Versionen.

4 Synthese mit Obertönen

Erweitern Sie die Synthese um 19 zusätzliche Teiltöne, die sie addieren. Die Amplitude des j_{ten} Teiltönes ergibt sich zu $a_j = \frac{1}{j}$.

a) Erzeugen Sie für jedes Tonsystem je eine Version der Dateien `'BWV_846.mid'` und `'BWV_858.mid'` mit der erweiterten Synthese. Dokumentieren Sie den Höreindruck. Gehen Sie auf Unterschiede zwischen den Versionen und zu den vorherigen Versionen ein.

Freiwillige Zusatzaufgabe

Verwenden Sie das Karplus-Strong Modell, um das MIDI-File damit zu vertonen.

Literatur

- [1] D. A. Steck, *Musical Temperament*, 2015. Adresse: <http://atomoptics-nas.uoregon.edu/~dsteck/teaching/temperament/temperament.pdf>.
- [2] M. Schechter, "Tempered scales and continued fractions", *The American Mathematical Monthly*, Bd. 87, Nr. 1, S. 40–42, 1980.
- [3] R. W. Hall und K. Josic, "The mathematics of musical instruments", *The American Mathematical Monthly*, Bd. 108, Nr. 4, S. 347, 2001.