

Übung zur musikalischen Akustik
2: Psychoakustik - Tonsysteme

Letzter Abgabetermin: 15.06.2016

Allgemeine Hinweise:

Die Bearbeitung der Aufgaben findet in Gruppen von je drei Studenten 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 - als zip-File per E-Mail: voncoler@tu-berlin.de oder per Gigamove.

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 additiven Synthese, um damit verschiedene Tonsysteme vergleichen zu können. Die Unterscheidbarkeit der Ergebnisse ist anschließend in einem Hörversuch zu untersuchen.

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.

a) Erzeugen Sie dafür je eine Funktion für die

- Pythagoräische Stimmung,
- Mitteltönige Stimmung,
- Gleichstufige Stimmung.

Rückgabewerte dieser Funktionen sind Vektoren mit 128 Werten, welche die entsprechenden Frequenzen enthalten.

b) Geben Sie die verwendete Berechnungsvorschrift für die jeweiligen Tonsysteme an. Hinweise dazu finden Sie in den Vorlesungsfolien.

c) Stellen Sie die Frequenzen aller drei Tonsysteme in sinnvoll formatierten Tabellen dar.

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 enthaltener MIDI-Note Events und die zugehörigen MIDI-Informationen `'MIDIinfo'` ausgibt. Lesen Sie damit die Datei `'Fugue_4-1.mid'` ein, welche sich im Downloadbereich im Ordner `'MIDI'` befindet.

Tabelle 1: Matrix mit Notenwerten (Besipiel)

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

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.

c) Stellen Sie relevante statistische Aspekte des Noteninhaltes dar.

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 minimaler 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 eine Version der ersten 60 Sekunden der Datei `'Fugue_4-1.mid'`.

4 Synthese mit harmonischem Spektrum

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

a) Erzeugen Sie für jedes Tonsystem eine Version der ersten 60 Sekunden der Datei `'Fugue_4-1.mid'` mit der erweiterten Synthese.

5 Hörversuche zur Erkennbarkeit

a) Erzeugen Sie für jedes Tonsystem zwei Versionen der ersten 60 Sekunden der Datei `'Fugue_4-2.mid'`, welche Sie ebenfalls im Ordner MIDI finden, eine mit reinen Tönen und eine mit harmonischem Spektrum.

b) Gestalten Sie einen Hörversuch, in dem Sie die Versuchsperson mit der Datei `'Fugue_4-1'` trainieren. Sie soll dann in den Versionen der Datei `'Fugue_4-2'` das Tonsystem erkennen. Hierbei ist auch zu untersuchen, ob dies für die Synthese mit Obertönen besser gelingt als für die Synthese mit reinen Tönen. Führen Sie den Versuch mit allen Gruppenteilnehmern durch und präsentieren Sie die Ergebnisse.

Zusatzaufgabe

Nutzen Sie das physikalische Modell aus dem ersten Übungstermin und erzeugen Sie damit eine weitere Version mit einem System ihrer Wahl.