

Audio Content Analysis
**Autokorrelationsfunktion und
Grundfrequenzverlauf**

Abgabetermin: 13.05.2016

Allgemeine Hinweise:

Die Bearbeitung der Aufgaben findet in Gruppen von je zwei oder drei Studenten statt. Abzugeben sind die Matlab Skripte mit Namen und Matrikelnummern aller Teilnehmer per E-Mail an:

flohrrer@zplane.de.

Hinweise zum Matlab-Code:

- Stellen Sie die Ausführbarkeit der Skripte sicher.
 - Die Skripte sind mit Kommentaren zu versehen, sodass jeder Schritt nachvollziehbar ist.
 - Achten Sie bei eventuellen Plots auf korrekte Achsenbeschriftungen.
-

1 Grundfrequenz durch Autokorrelationsfunktion

Eine Möglichkeit, die Grundfrequenz eines periodischen Signals x im Zeitbereich zu ermitteln, bietet die Autokorrelationsfunktion (AKF):

$$r_{xx}[\tau] = \sum_{j=1}^{L-\tau} x_j x_{j-\tau} \quad (1)$$

Hierbei bezeichnet L die Länge des Vektors x in Samples und τ die Verschiebung. Die diskrete AKF dieser Form hat ihr globales Maximum bei $\tau = 0$. Aus der AKF lässt sich die Grundfrequenz des Signals aus dem Wert τ des ersten signifikanten Maximums nach dem globalen Maximum ermitteln.

Schreiben Sie eine Funktion `get_f0()`, die als Argumente einen Signalvektor x sowie dessen Samplerate f_s erhält und die Grundfrequenz f_0 des Signals zurückgibt. Innerhalb dieser Funktion soll dafür zunächst die Autokorrelationsfunktion r_{xx} des Vektors x mittels `xcorr()` berechnet werden. Da die Autokorrelationsfunktion symmetrisch ist, wird sie für weitere Berechnungen auf den Bereich von $0 \leq \tau \leq L$ begrenzt, dargestellt in **??**. Ermitteln Sie den ersten Nulldurchgang der einseitigen Funktion r_{xx} und finden Sie rechtsseitig davon das neue 'globale' Maximum an der Stelle τ_{MAX} . Unter Verwendung des Wertes τ_{MAX} und der Samplerate f_s kann nun die entsprechende Grundfrequenz f_0 berechnet werden.

Prüfen Sie in der Funktion `get_f0()` außerdem, ob der resultierende Wert für f_0 sich innerhalb eines sinnvollen Wertebereichs für die Grundfrequenz musikalischer Signale befindet. Sollte dies nicht der Fall sein, wird der Wert 0 zurückgegeben.

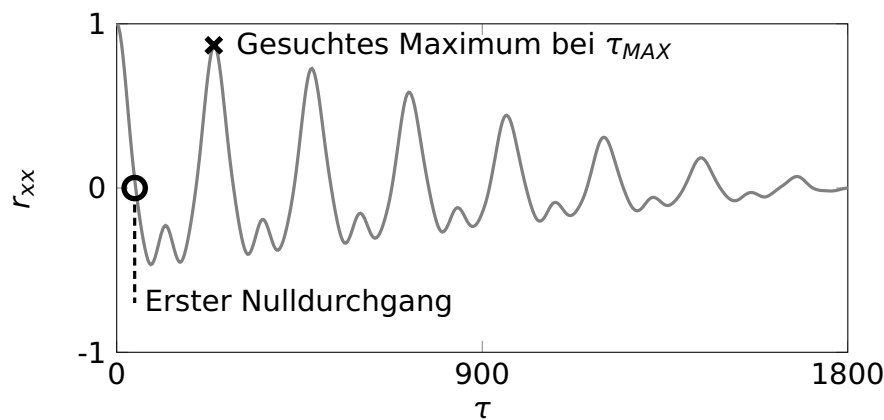


Abbildung 1: Einseitige normierte Autokorrelationsfunktion eines periodischen Signals mit erstem Nulldurchgang und signifikantem Maximum zur Grundfrequenzerkennung

2 Grundfrequenzverlauf

Schreiben Sie eine Funktion `blockwise_f0()`, welche als Argumente einen Signalvektor, dessen Samplerate, sowie die Analyseparameter Hop-Size und Frame-Size erhält und den Grundfrequenzverlauf des Signals zurückgibt. Hierfür kann die Funktion `blockwise_RMS()` aus dem ersten Aufgabenblatt angepasst werden, indem innerhalb der Schleife nun die Grundfrequenz anstelle des RMS für jeden Block berechnet wird.

Schreiben Sie ein Skript `aufgabe2_main.m`, welches die Datei `Violin_2.wav`¹ einliest und zur Analyse an `blockwise_f0()` übergibt. Wählen Sie sinnvolle Werte für die Parameter Hop-Size und Frame-Size und stellen Sie den resultierenden Grundfrequenzverlauf des Signals grafisch dar.

3 Überprüfung der Funktionalität

Implementieren Sie ein Testverfahren, um die Korrektheit Ihrer Funktion `blockwise_f0()` zu überprüfen. Erzeugen Sie zu diesem Zweck Testsignale, für welche Ihnen der korrekte Verlauf der Grundfrequenz bekannt ist und evaluieren Sie die Ergebnisse.

4 Freiwillige Zusatzaufgabe

Um die Genauigkeit der Grundfrequenzerkennung zu erhöhen, kann innerhalb der Funktion `get_f0()` Upsampling vor der Ermittlung des Wertes τ_{MAX} eingesetzt werden. Wählen Sie einen sinnvollen Faktor für das Upsampling und plotten Sie den Grundfrequenzverlauf für die Fälle mit und ohne Upsampling in einer gemeinsamen Grafik, um die Verbesserung erkennbar zu machen.

¹Der Link zum Download wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.