

Audiotechnik 2 - Tutorium:  
**Grundfrequenzerkennung**  
**10.01.2013**

## 1 Das Host-Skript

Ziel dieser Aufgaben ist die Simulation einer digitalen Audio Workstation (DAW), zur Erzeugung von Audioeffekten. Hierbei wird die Signalverarbeitung von Funktionen ausgeführt, welchen die Daten des Eingangssignals blockweise von einem Host übergeben werden. Schreiben sie ein *Host-Skript*, welches die Audiodatei *Violin\_2.wav* aus dem Downloadbereich einliest und diese in einer Schleife in Blöcken zur Verarbeitung bereitstellt.

## 2 Grundfrequenzerkennung: Autokorrelation

Ein Weg, um die Grundfrequenz eines Signals im Zeitbereich zu ermitteln, bedient sich der Autokorrelationsfunktion:

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

Die Grundfrequenz des Signals lässt sich aus der Autokorrelationsfunktion dann als erstes signifikantes Maximum  $L_{max}$  nach dem globalen Maximum bei  $\tau = 0$  ermitteln:

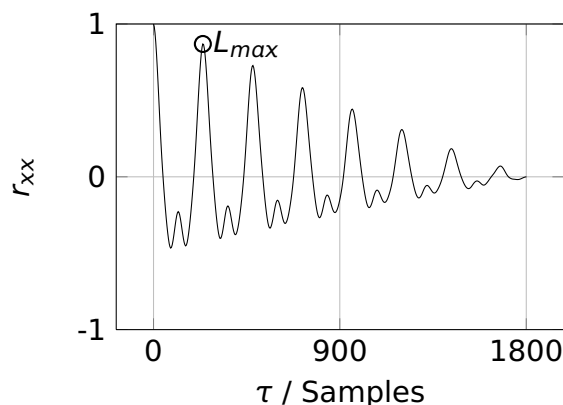


Abbildung 1: Normierte Autokorrelationsfunktion mit Maximum  $L_{max}$

- a)** Schreiben Sie eine Funktion, die mittels Autokorrelation die Grundfrequenz der einzelnen Blöcke ermittelt. Verwenden Sie in ihrer Funktion die Matlab-Funktion `xcorr()` zur Berechnung der Autokorrelationsfunktion und geben Sie die Grundfrequenz in Hertz, sowie als MIDI-Notenwert aus.
- b)** Analysieren sie den Grundfrequenzverlauf der Dateien `Violin_2.wav` und `clarinet.wav` mit einer sinnvollen Blockgröße. Wodurch ist letztere eingeschränkt? Erzeugen Sie Grafiken zum Grundfrequenzverlauf und deuten Sie diese.
- c)** Verbessern Sie die Auflösung der Grundfrequenzerkennung, indem Sie die zu bearbeitenden Blöcke innerhalb Ihrer Funktion um einen sinnvollen Faktor upsamplen. Vergleichen Sie das Ergebnis grafisch mit dem Verlauf aus der vorherigen Aufgabe und erklären Sie, wie durch diesen Schritt die Grundfrequenzerkennung verbessert wird. Nennen sie weitere mögliche Schritte, um die Robustheit der Grundfrequenzerkennung zu erhöhen und implementieren Sie diese gegebenenfalls.

### 3 Grundfrequenzerkennung: Distance-Function

Mehr Robustheit in der Grundfrequenzerkennung, basierend auf demselben Ansatz (Ähnlichkeit eines Signals mit seiner Verzögerung), liefert die *Distance-Function*:

$$d_{xx}(\tau) = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^L x_j - x_{j-\tau} \quad (2)$$

In der *Distance-Function* wird dann nach dem ersten signifikanten Minimum nach dem globalen Minimum bei  $\tau = 0$  gesucht. An dieser Stelle lässt sich die Grundfrequenz berechnen.

- a)** Schreiben Sie eine Funktion, die mittels Distance-Function die Grundfrequenz der einzelnen Blöcke ermittelt. Geben Sie die Grundfrequenz in Hertz, sowie als MIDI-Notenwert aus.
- b)** Analysieren sie den Grundfrequenzverlauf der Dateien `Violin_2.wav` und `clarinet.wav` mit einer sinnvollen Blockgröße. Erzeugen Sie Grafiken zum Grundfrequenzverlauf und deuten Sie diese.
- c)** Verbessern Sie die Auflösung der Grundfrequenzerkennung, indem Sie die zu bearbeitenden Blöcke innerhalb Ihrer Funktion um einen sinnvollen Faktor upsamplen. Nennen sie weitere mögliche Schritte, um die Robustheit der Grundfrequenzerkennung zu erhöhen und implementieren Sie diese gegebenenfalls.<sup>1</sup> Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem der Autokorrelationsmethode.

<sup>1</sup>Siehe: "Cumulative mean normalized difference function"