

Erstellung eines einfachen Beat Detection Algorithmus

In der Vorlesung wurde darauf eingegangen, was Beat Tracking Algorithmen beabsichtigen und unterschiedliche Ansätze und Funktionsweisen erläutert. Im Tutorium geht es darum, eine vereinfachte Version eines Beat-Tracking Algorithmus zu implementieren, nämlich die Erstellung eines Beat Histogramms für einen Musikausschnitt wie in Tzanetakis, 2001. Das allgemeine Blockschaltbild sieht man in Abbildung 1.

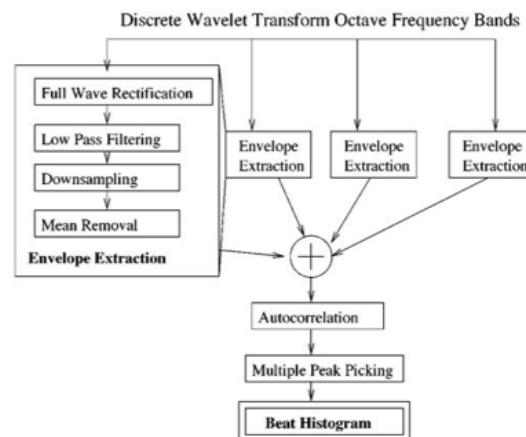


Abbildung 1: Beat Histogram nach Tzanetakis et al., 2001

Für die Zwecke des Tutoriums werden wir die Unterteilung des Signals in Frequenzbänder mittels DWT und die zugehörigen Operationen weglassen. Anstattdessen wird das ganze Signalspektrum berücksichtigt. Für die Testsignale die hier verwendet werden ist dies jedoch nicht von zentraler Bedeutung. Da es um eine eher didaktische und nicht kommerzielle Anwendung geht, wird auch der Peak-Picking Schritt nicht durchgeführt - somit können die nicht relevante Peaks im Ergebnis auch betrachtet werden.

a) Erstellen Sie eine Funktion, die ein Signal einliest und seinen Envelope berechnet. Dazu muss das Signal erst auf eine Abtastrate von 22050 Hz und eine Länge von 10 Sekunden gebracht werden. Danach sollen folgende Operationen durchgeführt werden:

- Full-Wave Rectification: Negative Werte werden positiv gemacht
- Tiefpassfilterung mit Hilfe eines 10-Tap-Moving Average FIR-Filters
- Downsampling: Der Envelope sollte auf eine Länge von ca. 2048 Samples reduziert werden, ohne dass seine Form verloren geht
- Mean Removal: Normalisierung (max Amplitude = 1) und Zentrierung des Signals um die 0.

Als Eingang sollte einfach der Name des Audiosignals dienen. Das Zwischenergebnis ist der Envelope des zu betrachtenden Signals (soll von der Funktion als Plot ausgegeben werden).

Führen Sie anschließend eine Berechnung der normierten Autokorrelationsfunktion (MATLAB: `xcorr`, 'biased') durch. Behalten Sie aus dem Ergebnis nur den nicht-redundanten Teil. Schliesslich müssen das Originalsignal und die Ergebnisse (Envelope und Beat Histogram) geplottet werden. Für die Zeitsignale (Musiksignal und sein Envelope) soll ein entsprechender Zeitvektor, für das Beat-Histogram ein BPM-Vektor im Bereich von 40 bis 240 BPM erstellt werden. Achten Sie darauf, welcher Teil der Autokorrelationsfunktion welcher Periodizität in BPM entspricht.

Benutzen Sie die erstellte Funktion, um das Beat Histogram für drei unterschiedliche Signale (z. B. Klassik, Elektro, Schlagzeug) zu erstellen. Vergleichen Sie die Ergebnisse mit Hinblick auf die ermittelten Periodizitäten und die allgemeine Form des Beat Histograms. Überprüfen Sie das erkannte Tempo, indem Sie sich die Signale anhören.

b) Man kann jetzt versuchen, die Form des Envelopes und des daraus ermittelten Beat Histograms zu verbessern. Dazu werden wir mit den Parametern zweier Schritte experimentieren:

- Um den Envelope (und die AKF) weniger 'zackig' zu machen - also unwichtige Peaks zu vermeiden - könnte man eine gröbere Tiefpassfilterung unternehmen. Ändern Sie dazu die Anzahl der Taps des MA-FIR-Filters auf 100 und 1000 und diskutieren Sie die Ergebnisse. Probieren Sie anschließend eine IIR-Filterung mit einem Butterworth-Filter 4. Ordnung und einer Grenzfrequenz von 10 Hz und beachten Sie sich die Unterschiede.
- Um die ganzzahligen Vielfachen der Grundperiodizität zu beseitigen (was aber nicht immer zu dem gewünschten Ergebnis beiträgt), kann man die Methode von Tolonen und Karjalainen benutzen, die sie im Kontext des Pitch-Trackings entworfen haben - die Enhanced Autocorrelation Function. Dazu müssen folgende Schritte stattfinden:
 - Nur positive Werte behalten
 - AKF um Faktor 2 resampeln (und separat speichern)
 - Die upgesamplte Version der AKF von der originalen Version der AKF subtrahieren (den entsprechenden Teil davon)
 - Wieder nur die positiven Werte behalten

Erweitern Sie dann die Funktion von **a)**, sodass Envelope, Beat Histogram mit einfacher AKF und mit 'enhanced' AKF in einer Figure untereinander gezeigt werden und vergleichen Sie die Darstellungen hinsichtlich ihrer Aussagekraft bezüglich der zu erkennenden Signalperiodizitäten.