0. Grundlagen

Die Fourier-Analyse ist die **Zerlegung eines Zeitsignals in Sinusoiden zunehmender Frequenzen**, sodass durch deren Summierung (=Fourier-Synthese) das Zeitsignal rekonstruiert wäre. Durch die Fourier-Analyse bekommt man ein **Spektrum**, das die Amplituden-Werte der Sinusoiden (in dB) als Funktion der Frequenz enthält.

Die digitale Anwendung der Fourier-Analyse wird an hand einer **FFT** (Fast-Fourier-Transform) durchgeführt.

**fs** die Abtastrate vom Signal in Hz

**N** die Länge von dem digitalen Zeitsignal (auf das der FFT angewandt wird) in Punkten.

0.1 Konvertierung zwischen Punkten und ms

(1) Ein Signal von **N** Punkten hat eine Dauer von **1000 N/fs**ms

z.B. **N** = 256 Punkte, **fs** = 16000 Hz. Dauer, **d**, = 1000 x 256/16000 = 16 ms

(2) Ein Signal von **d** ms enthält (**d fs**)/1000 Punkte.

z.B. **d** = 32 ms, **fs** = 10000 Hz, **N** = 32 × 10000/1000 = 320 Punkte.

0.2 Eigenschaften eines Spektrums

Nach der Anwendung einer FFT hat ein Spektrum folgende Eigenschaften

(3) Höchst sichtbare Frequenz, **fmax** = **fs**/2 Hz.

(4a) Frequenzauflösung **fres** = Abstand zwischen Spektralkomponenten = **fs/N** Hz

daher

(4b) **N** = **fs**/**fres** Punkte

(5) Anzahl der Spektralkomponente **fnum** = (**N**/2) + 1

0.3 Anwendung einer FFT

Um ein FFT anzuwenden, muss **N** festgelegt werden (= die Anzahl der Punkte im digitalen Zeitsignal, auf das die FFT angewandt wird) und **N** von einer Potenz 2 sein (z.B. 64, 128, 256, 512... Punkte).

Die anderen Eigenschaften vom Spektrum werden dann wie oben durch **fs** und **N** festgelegt. zB

**fs** = 10000, **N** = 512 (daher ist übrigens die Fensterdauer 1000 x 512/10000 = 51.2 ms)

**fmax** = 5000 Hz

**fres** = 10000/512 = 19.53125 Hz

**fnum** = (**N**/2) + 1 = 257.

Also 257 dB Werte zu Frequenzen 0 Hz, 19.53125 Hz, 39.06250 Hz, 58.5937 Hz ... 4980.46875 Hz 5000 Hz

Oft wird **N** indirekt über **fres** festgelegt: in dem Fall wird meistens der nächst liegende **N** einer Potenz 2 genommen (und **fres** dann dementsprechend umgesetzt)

z.B. Anwendung von einer Fourier-Analyse **fs** = 16000 Hz, **fres** = 40 Hz.

**N** = 16000/40 = 400 Punkte. (4a)

Der nächst liegende N einer Potenz 2 ist 512 Punkte.

Daher

**fmax** = 8000 Hz (3)

**fres**: 16000/512 = 31.25 Hz (4)

**fnum**: 512/2 + 1 = 257 (5)

0.4 Zusammenfassung

Gegeben **fs** und **N**

**d**: = **1000 N/fs** ms

**fmax** = **fs/2**

**fres** = **fs/N**

**fnum** = **(N/2) + 1**

1. Anwendung in Emu-R

tkassp, Spektrum, Perform-Analysis.

1.1 Parameter

Spektraltyp: DFT

Frequenzauflösung: **fres** siehe 0.3

FFT Länge: **N** (wird durch die Frequenzauflösung berechnet

Fensterlänge: gleicht meistens **N** (abgesehen von 'zero-padding' -

siehe Harrington, 2010 S. 280)

Fensterverschiebung: Wie oft sollen Spektra berechnet werden?

Fensterfunktion: Blackman, um das Sprachsignal vor der DFT-Berechnung mit einem Cosinus-Fenster zu glätten (siehe Harrington, 2010 Kap. 8 für Details)

Erweiterung: Die Extension (diese Extension muss dann in Emu unter Tracks eingetragen werden)