

8. Übung der Vorlesung *Spektralanalyse physiologischer Signale*

Wintersemester 2016/2017, Universität Frankfurt am Main

Dozent: PD Axel Hutt (axel.hutt@dwd.de)

abzugeben bis 15. Dezember 2016, auf Papier oder per email

Nicht-stationäre Signale sollten nicht mit Verfahren untersucht werden, die Stationarität annehmen, da dann wichtige Informationen über zeitliche Veränderungen verloren gehen. Zu diesem Zweck ist es sehr nützlich, Verfahren mit einem *gleitenden Zeitfenster* zu verwenden, wie es bei linearen Filtern verwendet wird. Das nicht-stationäre Signal kann dann in dem Zeitfenster zu verschiedenen Zeitpunkten mit stationären Verfahren analysiert werden.

1. **Savitzky-Golay Filter.** Implementieren Sie numerisch einen Savitzky-Golay-Filter für Polynome des Grades m und der Länge N für die Fälle

- $m = 0, N = 2, 5, 10$
- $m = 3, N = 2, 5, 10$

und wenden Sie den Filter auf das Signal mit den transienten Oszillationen an, siehe Internetseite zur Vorlesung für die Signaldaten.

Hinweis: bestimmen Sie erst die Matrix \mathbf{A} , \mathbf{H} und den optimalen Koeffizientenvektor \mathbf{a} . Dann ergibt sich das gefilterte Signalstück zu jedem Zeitpunkt nach dem analytischen Ausdruck aus der Vorlesung. Tip: der Fall $m = 0$ entspricht einem *moving average* des Signals und ist auch ohne die Bestimmung von \mathbf{A} , \mathbf{H} und \mathbf{a} möglich.

2. **Short Time Fourier Transform (STFT).** Implementieren Sie numerisch die STFT in einem Fenster der Länge $N/2, N/10, N/100$. Wie klein darf das Zeitfenster sein, um noch vernünftige Resultate zu erhalten?
3. **Continuous Wavelet Transform (CWT).** Diese Transformation lässt sich leicht mittels des Faltungssatzes (*convolution*) berechnen. Berechnen Sie analytisch die Fourier-Transformierten der Funktionen
 - komplexwertiges Morlet-Wavelet $\Psi(t) = k_1 e^{-t^2} (e^{-i\sigma t} - k_2)$
 - realwertiges Morlet-Wavelet $\Psi(t) = k_1 e^{-\sigma t^2} \cos(5t)$
 - komplexwertiges Gauss-Wavelet $\Psi(t) = k_1 e^{-\sigma t^2 + it}$

mit Konstanten k_n, σ .