



Instrukcja

Analiza Sygnału
w Dziedzinie
Czasu i Częstości
dr Teodor Buchner

POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ FIZYKI

PRACOWNIA FIZYKI UKŁADU KRĄŻENIA CZŁOWIEKA
efizyka.if.pw.edu.pl/twiki/bin/view/ACC/



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



PRZYGOTOWANIE I REALIZACJA SPECJALNOŚCI WSPÓLFINANSOWANE ZE ŚRODKÓW UNII EUROPEJSKIEJ W RAMACH EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU SPOŁECZNEGO

Ćwiczenie 3 Czas i częstość

Wprowadzenie

Patrz Wykład. Ćwiczenie ma na celu porównanie transformaty Fouriera w krótkim oknie czasowym (STFT) i transformat biliniowych - Wigner-Ville i innych transformat z klasy Cohena.

Wykonanie ćwiczenia

Środowiska sugerowane: *Matlab*, *Python*.

Przygotuj skrypt który wykona następujące czynności:

- Wygeneruje sygnał o długości $N = 512$ i częstości próbkowania $f_s = 500\text{Hz}$: świergot liniowy o częstości początkowej $f_1 = 20\text{Hz}$ i końcowej $f_2 = 100\text{Hz}$. Świergot generuje funkcja *chirp* której argumenty to czas (należy go zdefiniować jako wektor - np $tn = (1:N)/fs$), częstość początkowa, czas w którym ma zostać osiągnięta częstość końcowa (czyli N/fs) oraz częstość końcowa. W Pythonie funkcja *chirp* jest dostępna w bibliotece *scipy.signal*.
- Wygeneruje spektrogram - czyli transformatę Fouriera w krótkim oknie.

Matlab Do generacji spektrogramu można użyć metody *spectrogram*. Argumenty funkcji to: sygnał, długość okna (domyślnie Hamminga), długość zachodzenia (overlapping, określa ona czy sąsiednie okna mają zachodzić na siebie), długość okna FFT: *nfft*, częstość próbkowania.

Python Do generacji spektrogramu można użyć metody *spectrogram* dostępnej w bibliotece *scipy.signal*. Argumenty funkcji to: sygnał, częstość próbkowania, typ okna, długość okna, długość zachodzenia.

Standardowa wartość dla parametru overlapping to $nfft/2$. Należy porównać wykresy dla różnych wartości *nfft*: 16, 32, 64, 128 i 256 a także 512 dla sygnału dwukrotnie dłuższego: o długości $N = 1024$ lub czterokrotnie dłuższego $N = 2048$. Omówić uzyskany wynik z punktu widzenia zasady nieoznaczoności Heisenberga (w wersji teoriosygnałowej - patrz wykład).

- Wygeneruje transformatę Wigner-Ville z sygnału. Transformata VW wymaga funkcji analitycznej, dlatego przed transformatą VW trzeba wykonać transformatę Hilberta sygnału. Funkcja zwraca transformatę jako funkcję rzeczywistą dwuwymiarową i dodatkowo wektor czasu i wektor częstości, których można użyć do opisywania osi wykresu. Ponieważ transformata W-V może dawać wartości ujemne, przed wykreśleniem należy wziąć wartość bezwzględną. Należy wyświetlić moduł transformaty oraz logarytm modułu.

Matlab Do transformaty Hilberta służy funkcja *hilbert*. Transformaty z klasy Cohena zaimplementowane są w pliku *cohen.m*. Dodatkowo wykorzystywana jest funkcja dwuwymiarowego spłotu: *conv2.m* (powinna być standardowo w dystrybucji Matlaba) oraz autokorelacji *int_autocorr.m*. Funkcja *cohen* bierze jako argumenty funkcję analityczną, częstość próbkowania oraz argument który określa jaki

kernel (jądro) (por. wykład) ma być użyty. Argument VW daje kernel Wigner-Ville. Do rysowania 3D służy wiele funkcji, najprostsza to $imagesc(t,f,<tu\ Twoja\ funkcja\ 2-D>); axis\ xy;$

Python Do transformaty Hilberta służy funkcja `hilbert` z biblioteki `scipy.signal`. Transformaty z klasy Cohena zaimplementowane są w pliku `cohen.py`. Funkcja `cohen` przyjmuje jako argumenty funkcję analityczną oraz częstotliwość próbkowania. Do rysowania 3D służy wiele funkcji, m.in. `pcolormesh(t,f,<tu\ Twoja\ funkcja\ 2-D>)`

- Natępnie należy wybrać określoną długość okna FFT - na przykład $nfft = 64$, a następnie pokazać obok siebie transformatę logarytmu VW dla sygnału o długości $N = 512$ oraz STFT. W tak przygotowanych warunkach należy:
 - zmienić częstotliwość końcową świergotu do $f_2 = 200Hz$ a następnie $f_2 = 500Hz$ (można także wyświetlić pośrednie: 220,250,270,300,400 itp.). Następnie skomentować wynik (w sprawozdaniu). Skomentować=zrozumieć skąd się wziął.
 - Wyznaczyć widmo dla sumy dwóch świergotów zmieniających się równolegle: jednego który zmienia się od $f_1 = 20$ do $f_2 = 200$ i drugiego który zmienia się od $f'_1 = 2 \cdot f_1$ do $f'_2 = f_2 + f_1$.
 - Wyznaczyć widmo dla sumy dwóch świergotów zmieniających się nierównolegle: jednego który zmienia się od $f_1 = 20$ do $f_2 = 200$ i drugiego który zmienia się od $f'_1 = 2 \cdot f_1$ do $f'_2 = 2 \cdot f_2$.

Wszystkie otrzymane wyniki skomentować.