

Laboratorium przetwarzania sygnałów biologicznych

Ćwiczenie C/3



Temat: Przekształcenia sygnału w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej z zastosowaniem ortogonalnych transformacji falkowych

Cel ćwiczenia: ćwiczenie ma na celu praktyczne przedstawienie przekształceń sygnałów w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej odszumiania i kompresji. Ćwiczenie wykonywane jest w środowisku Matlab 7 z użyciem przybornika "wavelet" (nie wymaga umiejętności programowania).

Zaliczenie ćwiczenia odbywa się na podstawie sprawozdania zawierającego opis przeprowadzonych testów oraz odpowiedzi na pytania zaznaczone w tekście niniejszej instrukcji *czcionką pochylą*.

0. W środowisku Windows uruchom aplikację "Matlab", w linii poleceń Matlaba wpisz: wavemenu i naciśnij <Enter> w kolejnym menu wybierz "Wavelet 1D".

1. Wczytaj plik: [File] → [Load Signal] → sinper8.mat Wykonaj analizę wybierając: Wavelet → db7, Level → 5 (5 poziomów dekompozycji), Display Mode → Full Decomposition a następnie naciskając przycisk *Analyze*. *W których oktavach skupiona jest energia sygnału?* Wybierz *Statistics* i zaznaczając przycisk *Original Signal* wybierz *Show Statistics*. *Ile różnych wartości występuje w sygnale?* Następnie zaznacz *Detail* → *Detail at level 1*, *Reconstructed* i naciśnij *Show Statistics*. W górnej połowie okna wyświetlony jest sygnał powstały z rekonstrukcji komponentów przypadających w oktawie 1 ($fp/4 \dots fp/2$). *Zobacz ile jest współczynników reprezentacji czasowo-częstotliwościowej (Coefficients → Show Statistics)*. Powtórz obserwacje zrekonstruowanego sygnału i współczynników dla oktav 2...5. *Jak wytłumaczyć podobieństwo sygnałów zrekonstruowanych na poziomach 2 i 3, Czy na tej podstawie można dokładnie określić częstotliwość sygnału sinusoidalnego?*

2. Wybierz: *Histograms* i zaznacz: *Original Signal* oraz *Details* → *All* Zaznacz: *Reconstructed*, tak, aby histogram dotyczył sygnału zrekonstruowanego na podstawie współczynników reprezentacji czasowo-częstotliwościowej, a nie samych współczynników. *Czy na podstawie histogramów sygnałów różnicowych d2 i d3 można wnioskować o energii przypadającej do każdej z tych oktav? Co na tej podstawie można powiedzieć o częstotliwości sygnału?*

3. Wybierz *Compress* → *Automatic Thresholding* (poziom odcięcia będzie ustawiony proporcjonalnie w poszczególnych oktavach) Globalny poziom odcięcia ustaw tak, aby zachowana energia była równa 99% energii sygnału oryginalnego. *Jaki odsetek współczynników falkowych jest równy zero. Określ w przybliżeniu spodziewany stopień kompresji sygnału.* Naciskając przycisk *Compress* wykonaj kompresję. *Porównaj i opisz różnice reprezentacji czasowo-częstotliwościowych sygnału oryginalnego i skompresowanego, podobnie porównaj sygnał oryginalny (czerwony) i skompresowany (żółty)*. Powtórz kompresję wybierając tym razem *Manual Thresholding*. Poziom odcięcia należy teraz ustawić ręcznie, niezależnie dla każdej oktawy. Na podstawie analizy histogramów (pkt. 2) wiesz już, że cała energia sygnału jest skupiona w oktavach 2 i 3. Ustaw poziom odcięcia w tych oktavach równy 0, (suwaki maksymalnie w lewo), a w pozostałych oktavach – maksymalny (suwaki w prawo). Przy takich ustawieniach rekonstrukcja

zostanie dokonana tylko na podstawie współczynników falkowych oktaw 2 i 3. Naciskając przycisk **Compress** wykonaj kompresję. *Porównaj i opisz różnice reprezentacji czasowo-częstotliwościowych sygnału oryginalnego i skompresowanego, podobnie porównaj sygnał oryginalny (czerwony) i skompresowany (żółty). Ile wynoszą obecnie energetyczne straty kompresji i odsetek współczynników o wartościach zerowych?*

4. Wczytaj plik: [File] → [Load Signal] → whitnois.mat i wykonaj dekompozycję do poziomu 5 z użyciem falki db7. *Czy można powiedzieć, że energia sygnału jest skupiona w jakimś przedziale czasu, lub w jakimś zakresie częstotliwości? Wybierz Compress → Automatic Thresholding. Ustaw globalny poziom odcięcia tak, aby zachowana energia była równa 99% energii sygnału oryginalnego. Jaki odsetek współczynników falkowych jest równy zero. Wykonaj kompresję (Compress) i porównaj sygnał skompresowany z oryginalnym w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej oraz w dziedzinie czasu. Opisz zaobserwowane różnice.*

5. Wczytaj plik: [File] → [Load Signal] → noisbloc.mat i wykonaj analizę z użyciem falki db7 na 10 poziomach dekompozycji – jest to pełna reprezentacja sygnału w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej. Powtórz dekompozycję dla 5 poziomów. Wybierz De_noise (odszumianie), a następnie zaproponowane przez system: sposób progowania (Automatic soft thresholding) sposób ustalania progu (fixed form threshold) oraz strukturę szumu (Unscaled white noise). Uruchom odszumianie przez wciśnięcie przycisku Denoise. Porównaj sygnał oryginalny i odszumiony w dziedzinie czasu oraz w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej. *Opisz zaobserwowane różnice.*

6. Powtórz analizę, tym razem z użyciem falki db3 i analogicznie do pkt. 5 przeprowadź odszumianie. *Czy kształt uskoków sygnału jest teraz lepiej zachowany?*

7. Powtórz analizę z użyciem falki db7 i przeprowadź odszumianie wybierając tym razem progowanie ręczne (Manual Thresholding) ustaw progi w sposób następujący: w oktawach 4 i 5 poziom równy 0, a w oktawach 1, 2 i 3 tak, aby ponad poziomem znalazły się tylko wartości współczynników falkowych, których położenie czasowe odpowiada położeniu uskoków w sygnale oryginalnym (ok. 3.0). Wybierz De_noise i porównaj sygnał oryginalny (czerwony) i odszumiony (żółty) w dziedzinie czasu oraz w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej. *Szczególną uwagę zwróć na uskoki w sygnale odszumionym. Wyjaśnij pochodzenie zafalowań na poziomych fragmentach sygnału odszumionego (np. w połowie czasu trwania).*

8. Powtórz analizy wykonane w pkt. 5 i 7 dla sygnału noisbump.mat *Wskaż źródło zafalowań na poziomych fragmentach sygnału odszumionego (np. w połowie czasu trwania) przy automatycznym doborze progu. Jakie są optymalne wartości progów ustalanych ręcznie w poszczególnych oktawach?*

9. Wykonaj kompresję sygnału noisbump z użyciem falki db7 stosując progowanie automatyczne. Ustaw globalny poziom odcięcia tak, aby zachowana energia była równa 97% energii sygnału oryginalnego. *Jaki odsetek współczynników falkowych jest równy zero? Porównaj sygnał skompresowany z oryginalnym w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej oraz w dziedzinie czasu. Opisz zaobserwowane różnice. Powtórz kompresję dwukrotnie zgadzając się na straty kolejno: 95% i 93% energii sygnału. Przy jakiej wartości progu skompresowany sygnał jest w sposób optymalny pozbawiony szumu i bez zniekształceń? Jaka jest analogia pomiędzy kompresją i odszumianiem? Spróbuj wykonać kompresję z ręcznym ustawianiem progów (Manual Thresholding). Czy udało się uzyskać sygnał mniej zniekształcony i lepiej pozbawiony szumu niż w przypadku kompresji automatycznej?*