



Cyfrowe przetwarzanie sygnałów i obrazów

Laboratorium

Przetwarzanie i analiza sygnału EKG

Jacek Cichosz
Katedra Systemów i Sieci Komputerowych
Politechnika Wrocławska

Wrocław

Platforma testowa

Platforma testowa

Ćwiczenie 1. Napisz skrypt w Pythonie/Matlabie umożliwiający wczytywanie i wizualizację badanych sygnałów. Program powinien umożliwiać obserwowanie wycinka sygnału dla zadanego przedziału czasowego, skalowanie osi wykresów i ich opis oraz zapis dowolnego wycinka sygnału do pliku o podanej nazwie.

Sygnały EKG mają format plików tekstowych, w których wiersze odpowiadają kolejnym próbkom, a kolumny kanałom pomiarowym (odprowadzeniom EKG). W niektórych plikach pierwsza kolumna zawiera momenty czasu, a druga zawiera wartości próbek sygnału EKG. W takim przypadku pierwsza kolumna służy do skalowania osi czasu.

Kolejne ćwiczenia będą polegały na stopniowym rozbudowywaniu platformy testowej o nowe funkcjonalności. Sprawozdanie powinno obejmować wszystkie ćwiczenia z przetwarzania sygnałów EKG. Do sprawozdania należy dołączyć kod. Przy okazji tworzenia sprawozdania warto rozważyć nauczanie się i wykorzystanie notatnika jupyter [2]. Można też przygotować raport w tradycyjny sposób.



Plan ćwiczeń laboratoryjnych

- Platforma testowa
- Testowe sygnały EKG
- Analiza okresowych sygnałów w dziedzinie częstotliwości
- Analiza sygnału EKG w dziedzinie częstotliwości
- Filtracja sygnału EKG

Jacek Cichosz

Sygnały EKG

Cyfrowe przetwarzanie sygnałów i obrazów

Sygnały EKG

Pliki zawierające sygnały testowe EKG

1. ekg1.txt – 12 kolumn odpowiada odprowadzeniom, $f_s = 1000$ Hz
2. ekg100.txt – 1 kolumna, $f_s = 360$ Hz
3. ekg_noise.txt – 1 kolumna: czas, 2 kolumna: wartości amplitud EKG, $f_s = 360$ Hz

Uwagi

- Wiersze plików odpowiadają próbkom sygnału w kolejnych momentach
- Kolumny odpowiadają różnym sygnałom, np. pomiarom z odprowadzeń EKG
- Dane w plikach można traktować jako tablice prostokątne
- f_s - częstotliwość próbkowania

Analiza sygnałów okresowych w dziedzinie częstotliwości

Ćwiczenie 2. Celem ćwiczenia jest praktyczne wypróbowanie funkcji `numpy.fft` i `numpy.ifft` do wyznaczania prostej i odwrotnej transformaty Fouriera [1, 3].

1. Wygeneruj ciąg próbek odpowiadający fali sinusoidalnej o częstotliwości 50 Hz i długości 65536.
2. Wyznacz dyskretną transformatę Fouriera tego sygnału i przedstaw jego widmo amplitudowe na wykresie w zakresie częstotliwości $[0, f_s/2]$, gdzie f_s oznacza częstotliwość próbkowania.
3. Wygeneruj ciąg próbek mieszaniny dwóch fal sinusoidalnych (tzn. ich kombinacji liniowej) o częstotliwościach 50 i 60 Hz. Wykonaj zadanie z punktu 2 dla tego sygnału.
4. Powtórz eksperymenty dla różnych czasów trwania sygnałów, tzn. dla różnych częstotliwości próbkowania.
5. Wyznacz odwrotne transformaty Fouriera ciągów wyznaczonych w zadaniu 2 i porównaj z ciągami oryginalnymi.

Filtracja sygnału EKG

Ćwiczenie 4. Celem ćwiczenia jest praktyczne wypróbowanie działania filtrów w celu wyeliminowania niepożądanych zakłóceń z sygnału EKG. Proszę wybrać rodzaj filtra do eksperymentowania, np. Butterwortha lub Czebyszewa. Do filtracji wykorzystać gotowe funkcje z biblioteki `scipy.signal` [7]. Biblioteka posiada również funkcje wspomagające projektowanie filtrów, które można zastosować.

1. Wczytaj sygnał `ekg_noise.txt` i zauważ zakłócenia nałożone na sygnał. Wykreślić częstotliwościową charakterystykę amplitudową sygnału.
2. Zbadaj filtr dolnoprzepustowy o częstotliwości granicznej 60 Hz w celu redukcji zakłóceń pochodzących z sieci zasilającej. Wyznacz parametry filtra, wykreśl jego charakterystykę (zależność tłumienia od częstotliwości), przebieg sygnału po filtracji oraz jego widmo. Można też wyznaczyć różnicę między sygnałem przed i po filtracji i widmo tej różnicy.
3. Zastosuj następnie, do sygnału otrzymanego w punkcie 2, filtr górnoprzepustowy o częstotliwości granicznej 5 Hz w celu eliminacji pływania linii izoelektrycznej. Sporządź wykresy sygnałów jak w punkcie 2.

Zauważ, że wykonując polecenia 2 i 3 dostaliśmy szeregowe połączenie filtrów odpowiednio dolno- i górnoprzepustowego, co jest równoważne zastosowaniu filtra pasmowoprzepustowego o paśmie przepustowym $[5, 60]$ Hz.

Analiza sygnału EKG w dziedzinie częstotliwości

Ćwiczenie 3. Celem ćwiczenia jest obserwacja widma sygnału EKG.

1. Wczytać sygnał `ecg100.txt` i ocenić go wizualnie na wykresie
2. Wyznaczyć jego dyskretną transformatę Fouriera i przedstawić widmo amplitudowe sygnału w funkcji częstotliwości w zakresie $[0, f_s/2]$, gdzie f_s oznacza częstotliwość próbkowania.
3. Wyznaczyć odwrotną dyskretną transformatę Fouriera ciągu wyznaczonego w punkcie 2 i porównać otrzymany ciąg próbek z pierwotnym sygnałem `ecg100` (można wyznaczyć różnicę sygnałów).

Bibliografia

- [1] Dyskretna transformacja Fouriera. <https://docs.scipy.org/doc/numpy/reference/routines.fft.html>, 2020.
- [2] W. Myszka. Jupyter. <https://kmim.wm.pwr.edu.pl/myszka/dydaktyka/metody-numeryczne/dodatki/jupyter/>, 2020.
- [3] W. Myszka. Szybka transformata Fouriera. <https://nbviewer.jupyter.org/urls/temisto.immt.pwr.wroc.pl/~myszka/Jupyter/FFT.ipynb>, 2020.
- [4] Numpy Tutorial. <http://cs231n.github.io/python-numpy-tutorial/>, 2020.
- [5] Samouczek Pythona. <https://www.learnpython.org/pl/>, 2020.
- [6] Scipy Lecture Notes. <https://scipy-lectures.org/>, 2020.
- [7] `scipy.signal`. <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/signal.html>, 2020.
- [8] The Python Tutorial. <https://docs.python.org/3/tutorial/>, 2020.