

Sylabus przedmiotu

“Metody matematyczne - Metody analiz widmowych filtracji i prognozowania”

Prowadzący przedmiot: Prof. dr hab. inż. Wiesław Kosek

Wymiar: wykład 20 godzin

Zaliczenie: egzamin ustny

Zakres przedmiotu

Wykład obejmuje przedstawienie podstaw analiz widmowych, filtracji i prognozowania oraz analiz czasowo-częstotliwościowych stosowanych w zagadnieniach geodezyjnych rozwiązujących problemy związane z rotacją Ziemi oraz jej geofizycznym pobudzeniem a także altimetrycznych zmianach poziomu oceanu światowego.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje

Efektem kształcenia jest zrozumienie podstaw analiz szeregów czasowych, w których stosowane są metody filtracji wykorzystujące transformacje z dziedziny czasu do dziedziny częstotliwości i odwrotnie, realizowanych odpowiednio za pomocą ciągłej lub dyskretnej transformaty Fouriera wprost i odwrotnej. Student powinien rozumieć jak zbudowane są filtry, które jako podstawę wykorzystują operację splotu. Powinien rozumieć także w jaki sposób realizować operację splotu poprzez przejście do dziedziny częstotliwości, a następnie z dziedziny częstotliwości do dziedziny czasu. Powinien także wiedzieć jak skrócić czas obliczeń realizacji operacji splotu poprzez zastosowanie wprost i odwrotnej szybkiej transformaty Fouriera.

Wykaz zagadnień

1. Przedstawienie pojęcia dyskretnego szeregu czasowego, jego części deterministycznej i stochastycznej. Wprowadzenie pojęcia szumu białego i kolorowego.
2. Przedstawienie wprost i odwrotnej transformaty Fouriera oraz jej podstawowych własności.
3. Przetawienie operacji splotu funkcji oraz podstawowych własności tej operacji.
4. Przedstawienie pojęć wariancji i autokowariancji szeregu czasowego oraz jego widma mocy, a także relacji pomiędzy nimi.
5. Przedstawienie sposobów określania zależności pomiędzy dwoma szeregami czasowymi poprzez wyznaczenie: współczynnika korelacji, funkcji kross-korelacji, widma mocy wzajemnej, koherencji i semblancji. Przedstawienie zależności pomiędzy wyżej wymienionymi estymatorami.
6. Wprowadzenie do metod filtracji ze szczególnym uwzględnieniem filtrów Butterwortha, Ormsby oraz filtru transformaty Fouriera.

7. Wprowadzenie do procesów autoregresji – średniej ruchomej z dyskusją na temat optymalnego rzędu autoregresji i średniej ruchomej.
8. Przedstawienie metod analiz widmowych ze szczególnym uwzględnieniem metod: Blackmana-Tuckeya, Maximum Entropy Spectral Analysis (MESA - opartej na procesach autoregresji) oraz analizy widmowej opartej na filtrze środkowoprzepustowym transformaty Fouriera.
9. Przedstawienie metod prognozowania szeregów czasowych ze szczególnym uwzględnieniem metod autoregresji i autokowariancyjnej.
10. Przedstawienie metod czasowo-częstotliwościowych wykorzystujących a) transformatę Gabora, b) transformatę falkową, c) harmoniczną transformatę falkową, d) analizę czasowo-częstotliwościową opartą na środkowoprzepustowym filtrze transformaty Fouriera. Zastosowanie tych analiz do szeregów czasowych parametrów orientacji przestrzennej Ziemi.
11. Przedstawienie zależności czasowo częstotliwościowych pomiędzy dwoma szeregami czasowymi wykorzystującymi metody wymienione w punkcie 9. poprzez wyznaczenie czasowo-częstotliwościowej funkcji koherencji oraz semblancji a także przesunięcia czasowego zależnego od częstotliwości.
12. Przedstawienie metody filtracji falkowej opartej na funkcji semblancji do wyznaczania części wspólnych w dwóch szeregach czasowych.
13. Przedstawienie metod wyznaczania zmiennych amplitud i faz w szeregach czasowych ze szczególnym uwzględnieniem następujących metod: a) kombinacji filtru środkowoprzepustowego transformaty Fouriera i demodulacji zespolonej, b) kombinacji filtru środkowoprzepustowego transformaty Fouriera i transformaty Hilberta, c) kombinacji demodulacji zespolonej i filtru dolnoprzepustowego transformaty Fouriera.

Literatura

Benedetto J.J. and Frazier M.W. (1994) Mathematics and Applications, LRC Press, Boca Raton, 221-245.

Box, George; Jenkins, Gwilym (1970). Time Series Analysis: Forecasting and Control. San Francisco: Holden-Day.

Brockwell, Peter J.; Davis, Richard A. (1991). Time Series: Theory and Methods. Springer-Verlag.

Otnes R. K. and L. Enochson, (1972) Digital Time Series Analysis, John Wiley & Sons Inc (1972)