

**PODSTAWY I ALGORYTMY  
PRZETWARZANIA SYGNAŁÓW  
- LABORATORIUM -**

**IŁOCZYN SKALARNY, SPLOT,  
FUNKCJA KORELACJI**

- Marzec 2005 -

**Cel ćwiczenia:** przedstawienie operacji splotu, funkcji autokorelacji i korelacji wzajemnej.

## Ćwiczenie:

Dla potrzeb ćwiczenia zostały stworzone m-pliki (skrypty i funkcje): **ilskal.m**, **convdemo.m**, **convdef.m**, **corel.m** i **convcor.m**.

### 1. Iloczyn skalarny

Przeanalizować skrypt **ilskal.m**. Skrypt realizuje iloczyn skalarny dwóch sygnałów – sinusoidy i cosinusoidy na 2 sposoby. Zwrócić uwagę na czas wykonywania operacji w pętli i przy wykorzystaniu mnożenia macierzowego Octave'a.

Jaką informację niesie iloczyn skalarny sygnałów? Modyfikując powyższy skrypt sprawdzić ortogonalność dwóch innych sygnałów.

### 2. Splot

Splotem dwóch funkcji  $x(t)$  i  $y(t)$  nazywamy funkcję  $s(t)$  zdefiniowaną w następujący sposób:

$$s(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau)y(t-\tau)d\tau = \int_{-\infty}^{+\infty} y(\tau)x(t-\tau)d\tau ,$$
$$s(t) = x(t) * y(t) = y(t) * x(t) .$$

Odpowiednio dla sygnałów dyskretnych możemy zapisać:

$$s(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)y(n-k) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} y(k)x(n-k)$$
$$s(n) = x(n) * y(n) = y(n) * x(n)$$

Skrypt **convdemo.m** ukazuje ilustrację graficzną splotu dwóch sygnałów (impulsów prostokątnych).

Wyznaczyć graficznie splot dwóch sygnałów zaproponowanych przez prowadzącego. Jaka jest długość szeregu będącego wynikiem splatania dwóch ciągów i dlaczego?

Skrypt **convdef.m** realizuje splot sygnału składającego się z dwóch sinusoid o częstotliwości 2 i 6 Hz z sygnałem sinusoidy o częstotliwości 2 Hz tłumionej eksponencjalnie.

Wykonać operacje splatania różnych sygnałów wskazanych przez prowadzącego.

Jaki związek zachodzi między splotem sygnałów w dziedzinie czasu, widmem wyniku splotu i widmami splatanych sygnałów? Co z tego wynika?

### 3. Korelacja

Korelacją dwóch sygnałów  $x(t)$  i  $y(t)$  o ograniczonej energii nazywamy funkcję  $R_{xy}(\tau)$  zdefiniowaną w następujący sposób:

$$R_{xy}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)y^*(t-\tau)dt ,$$

zaś autokorelacją sygnału  $x(t)$  funkcję:

$$R_{xx}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)x^*(t-\tau)dt .$$

Odpowiednio dla sygnałów dyskretnych możemy zapisać:

$$R_{xy}(k) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)y^*(n-k)$$

$$R_{xx}(k) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)x^*(n-k)$$

Skrypt **core1.m** umożliwia wyznaczenie funkcji korelacji sygnału sinusoidalnego i zaszumionego sygnału sinusoidalnego.

Wykonać obliczenia funkcji korelacji sygnałów wskazanych przez prowadzącego. Jaki wpływ na funkcję korelacji ma szum biały? W jaki sposób można wykorzystać funkcję korelacji? Jaka jest relacja między funkcją korelacji a iloczynem skalarnym sygnałów. Zmodyfikować powyższy skrypt w celu wyznaczenia funkcji autokorelacji dla sygnałów zadanych przez prowadzącego (sinus, szum itp.).

#### 4. Relacja między funkcją korelacji a splotem

Skrypt **convcor.m** ukazuje funkcję korelacji i splotu dla sygnałów sinusoidalnego i eksponencjalnie tłumionego sygnału sinusoidalnego lub sygnału  $\sin(x)/x$ .

Jaka relacja występuje między funkcją korelacji a splotem? Jak powyższe funkcje odnoszą się do iloczynu skalarnego? Przedstawić przykłady sygnałów dla których funkcje korelacji i splotu dają ten sam wynik.