

Základy programovania pre fyzikov

Erik Čižmár

Univerzita P.J. Šafárika

v Košiciach

Mathematics v Origine

- **Interpolate/Extrapolate** - konštrukcia dát na základe známych diskrétnych bodov

$$x_i, y_i \quad i = 0, 1, \dots, n-1$$

- **Linear**

$$x < x_0, y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \times (x - x_0)$$

$$x > x_{n-1}, y = y_{n-1} + \frac{y_{n-1} - y_{n-2}}{x_{n-1} - x_{n-2}} \times (x - x_{n-1})$$

$$x_i < x < x_{i+1}, y = y_i + \frac{(y_{i+1} - y_i)}{(x_{i+1} - x_i)} \times (x - x_i)$$

- **Cubic Spline** – rozdelí dáta na intervaly a preloží kubický polynóm

$$y = Ay_i + By_{i+1} + Cy_i'' + Dy_{i+1}''$$

$$A \equiv \frac{x_{i+1} - x}{x_{i+1} - x_i}, B \equiv 1 - A, C \equiv \frac{1}{6} (A^3 - A) (x_{i+1} - x_i)^2, D \equiv \frac{1}{6} (B^3 - B) (x_{i+1} - x_i)^2$$

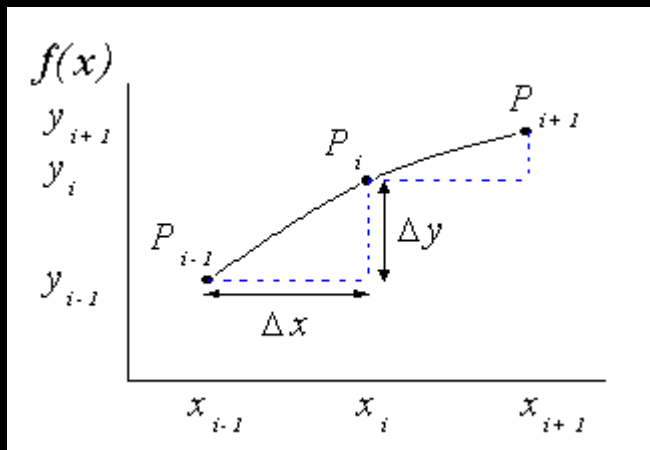
$$\frac{x_i - x_{i-1}}{6} y_{i-1} + \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{3} y_i + \frac{x_{i+1} - x_i}{6} y_{i+1} = \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} - \frac{y_i - y_{i-1}}{x_i - x_{i-1}}$$

- **Cubic B-Spline (Bezierove splajny)** – rozdelí dáta na intervaly a cez každý preloží Bezierov spline

$$x_0 < x < x_{n-1}, y = \sum_{i=1}^{n-4} c_i N_i(x)$$

Mathematics v Origine

- **Normalize** - normalizácia dát
 - ▣ Predeliť: specified value, Max, Min, Mean, Median, SD = standard deviation, Norm, Mode (najčastejšia hodnota), Sum
 - ▣ normalize to [0, 1], Transfer to N(0, 1) = Transform the curve to the standard normal distribution
- **Average multiple curves** – spriemernenie (average) alebo spojenie (concatenate) viacerých kriviek
- **Differentiate** – diferencovanie – priamo alebo pomocou polynomiálnej interpolácie s filtrovaním dát (Savitzky-Golay)



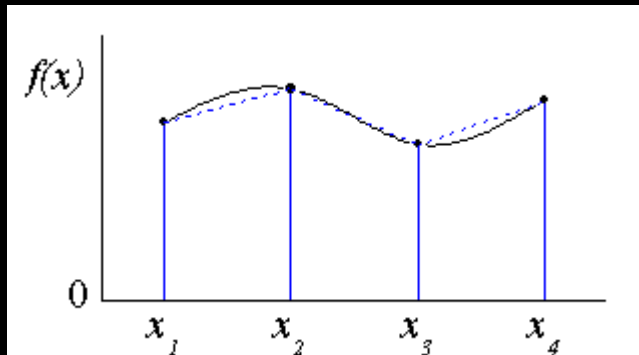
$$f'(x_i) = \frac{1}{2} \left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} + \frac{y_i - y_{i-1}}{x_i - x_{i-1}} \right)$$

$$f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \dots + a_0$$

$$f'(x) = n a_n x^{n-1} + (n-1) a_{n-1} x^{n-2} + \dots + a_1$$

Mathematics v Origine

- Integrate - numerická integrácia lichobežníkovou metódou



$$\int_{x_1}^{x_n} f(x) dx \approx \sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i) \frac{1}{2} [f(x_{i+1}) + f(x_i)]$$

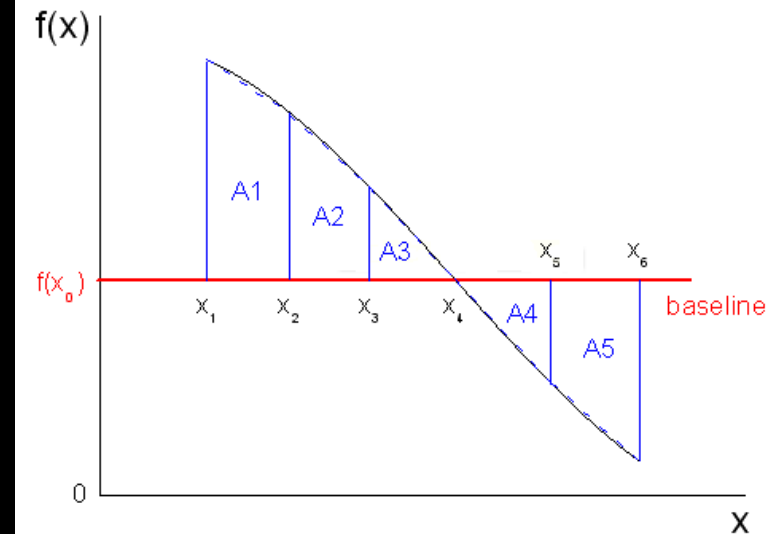
- Matematická plocha pod krivkou

$$\int_{x_1}^{x_n} [f(x) - f(x_0)] dx \approx \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{2} (x_{i+1} - x_i) [(f(x_{i+1}) - f(x_0)) + (f(x_i) - f(x_0))]$$

- Absolútna plocha pod krivkou

$$\int_{x_1}^{x_n} |[f(x) - f(x_0)]| dx \approx \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{2} (x_{i+1} - x_i) |[f(x_{i+1}) - f(x_0)) + (f(x_i) - f(x_0))|$$

- Simple (Curve) Math - operácia násobenia, delenia, sčítania, odčítania a umocnenia stĺpca číslom (Constant) alebo iným stĺpcom (Reference Data)

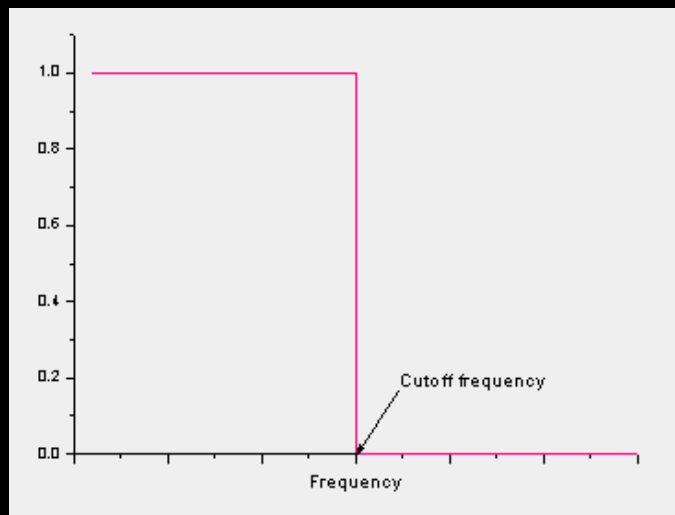


Data Manipulation v Origine

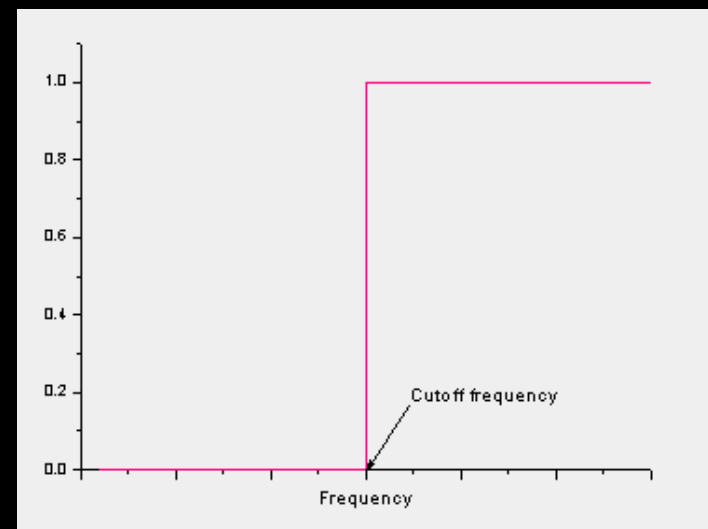
- **Subtract Straight Line** - odpočítanie lineáry od krivky – priamym označením bodov na grafe
- **Subtract Reference Data** - odpočítanie inej dátovej sady
- **Reduce Duplicate X Data**
- **Reduce by Group** – napr. zmenšenie počtu bodov x-krát
- **Reduce to Eveny Spaced X** - – napr. zmenšenie počtu bodov x-krát, ale najprv nagenereuje rovnomerne rozložené hodnoty pomocou interpolácie
- **Vertical Translate, Horizontal Translate** – posunie dáta o konštantnú hodnotu na vertikálnej alebo horizontálnej osi priamo výberom na grafe

Signal Processing v Origine

- **Fourierovská transformácia** – funkciu času je možné vyjadriť ako funkciu frekvencie – vhodné pre analýzu časovo periodických signálov
 - pre diskkrétne hodnoty sa využíva DFT (discrete Fourier transform), konkrétne algoritmus FFT – fast Fourier transform
 - IFFT – inverzná FFT – z frekvenčnej charakteristiky zrekonštruje časovú závislosť signálu
- **FFT Filters** - filtrovanie šumu z dát – po vykonaní FFT sa selektívne vymažú nepotrebné frekvenčné zložky signálu – ponechá sa vybrané frekvenčné pásmo - a vykoná sa IFFT
 - **Low Pass**

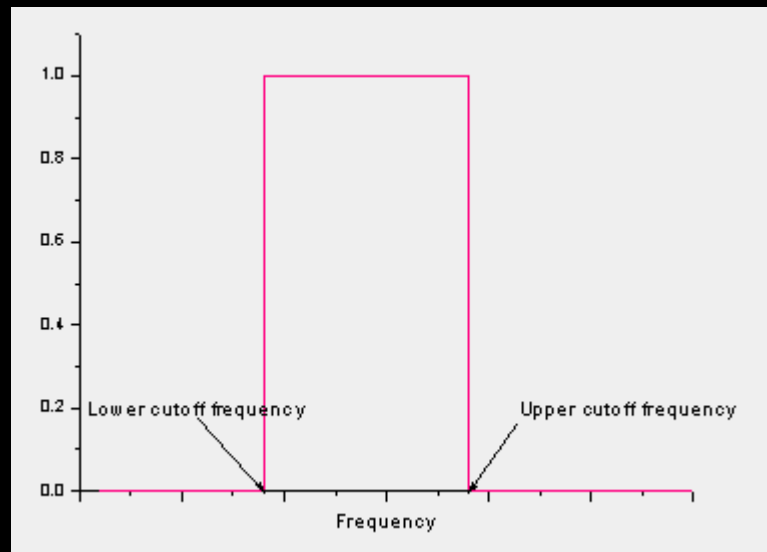


High Pass

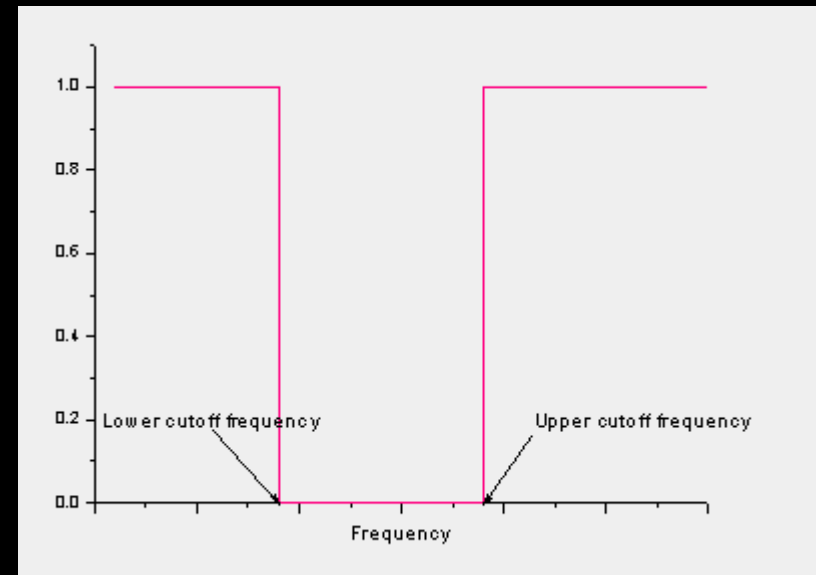


Signal Processing v Origine

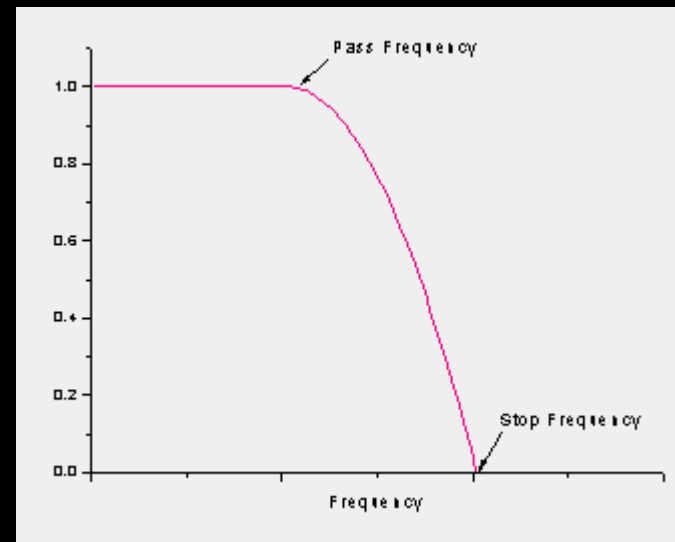
□ Band Pass



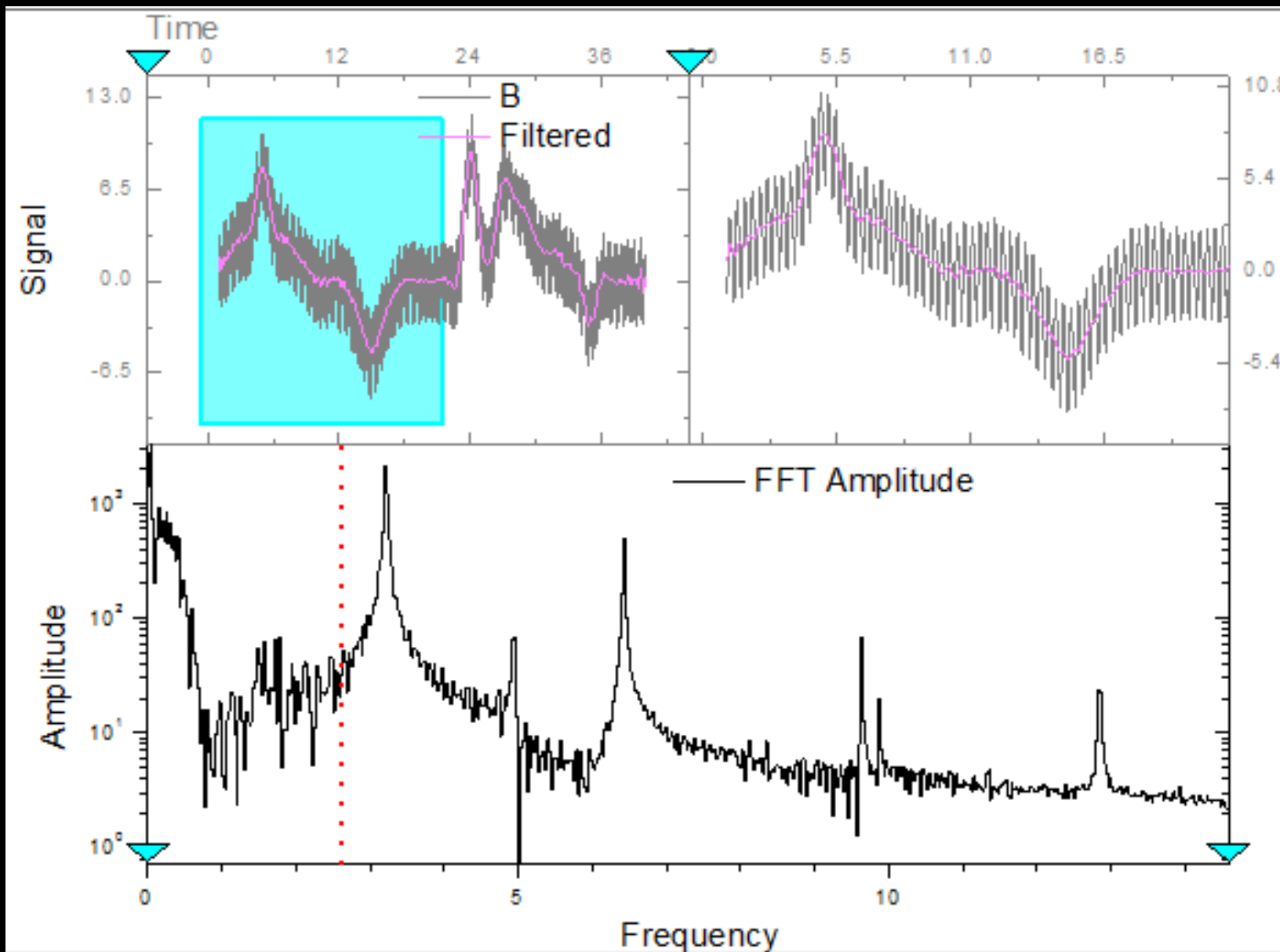
Band Block



□ Low Pass Parabolic



Signal Processing v Origine

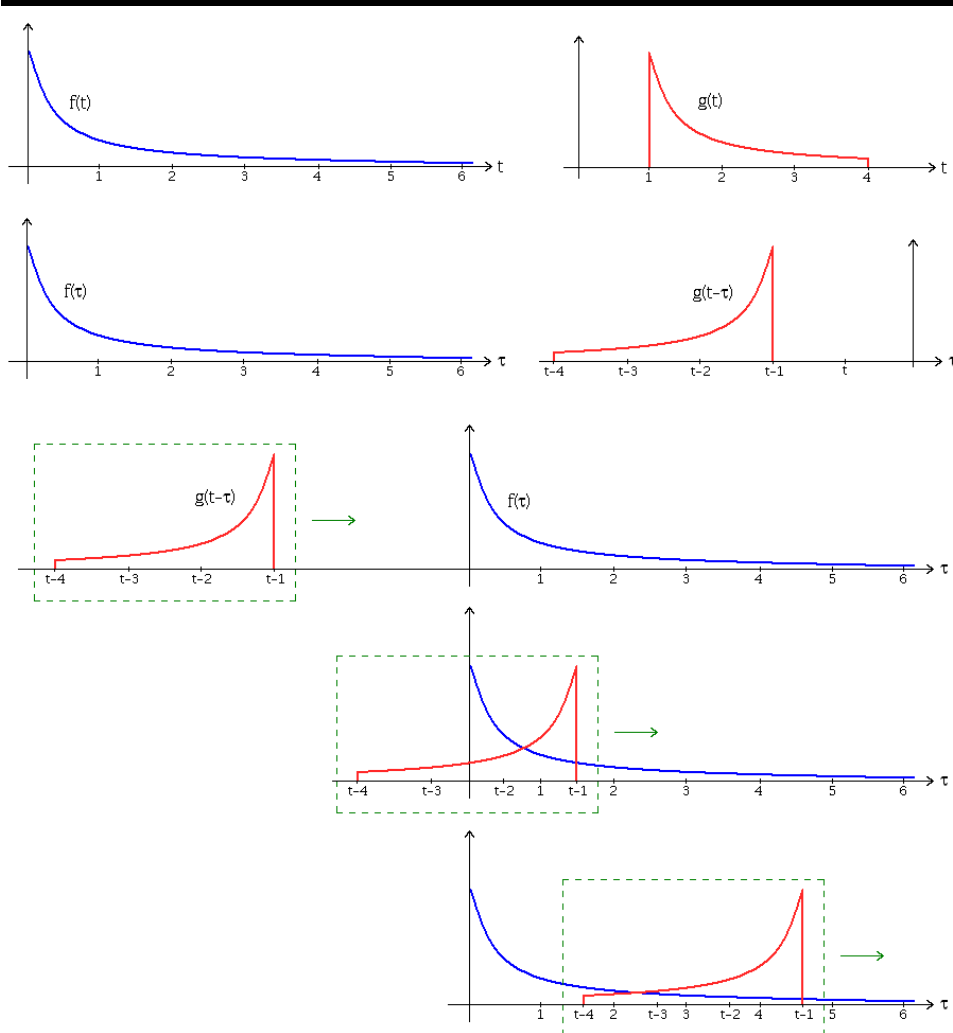


Signal Processing v Origine

- **Smoothing** – vyhladzovanie dát
 - **Adjacent Averaging** - vo vybranom rozsahu (**Points of Window**) okolo daného bodu sa spremerujú hodnoty a priemer sa zamení za danú hodnotu
 - **Savitzky-Golay** - vo vybranom rozsahu okolo daného bodu sa vykoná polynomiálny fit a hodnota v danom bode sa z neho interpoluje
 - **Percentile**
 - **FFT Low Pass**
 - Calculate the mean of the first 1% data points and the mean of the last 1% data points.
 - Construct a straight line through these two points and subtract the input data by this line.
 - Perform FFT on the dataset acquired in last step.
 - Apply filtering with the low-pass parabolic filter.
 - Perform IFFT on the filtered spectrum.
 - Add the baseline to the dataset acquired in last step.

Signal Processing v Origine

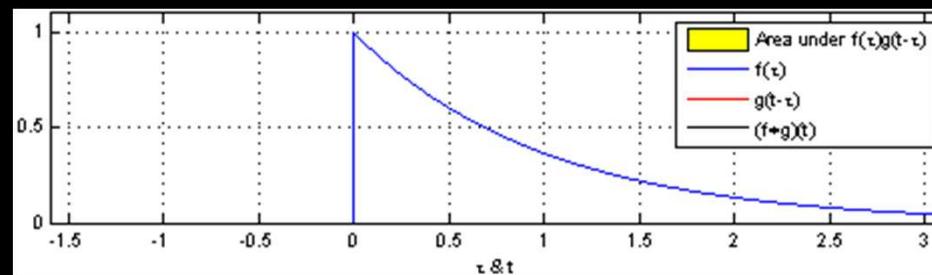
- **Convolution, Deconvolution** - integrál, ktorý predstavuje veľkosť prekryvu jednej funkcie ak je posúvaná cez inú funkciu



$$(f * g)(t) \stackrel{\text{def}}{=} \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) g(t - \tau) d\tau$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} f(t - \tau) g(\tau) d\tau.$$

napr. odozva RC obvodu na
obľžníkový signál



Signal Processing v Origine

- **Correlation** – matematický vzťah medzi dvoma náhodnými premennými alebo signálmi – identifikácia súvisu medzi dvoma zdanlivo nezávislými dejmi.

- Dva identické signály – autokorelácia
 - napr. Náhodné čísla, v ktorých je ukrytá sínusová závislosť - vyhľadávanie periodicity v zdanlivo náhodných údajoch

- Lineárna – signály predstavujúce impulzy
- Cirkulárna – periodicky sa opakujúce signály

