

## Zpracování signálů - korelace - Matlab

### 1. Korelace – periodický signál.

Vygenerujte signál obdélníkovitého průběhu o kmitočtu 300 Hz a délce 100 milisekund. Zvolte vzorkovací kmitočet 8000 Hz. Pomocí funkce `xcorr` v Matlabu vypočtete a nakreslete jejich autokorelační funkci.

### 2. Korelace – periodický signál - 2.

Vygenerujte signál sinusového průběhu o kmitočtu 200 Hz a délce 100 milisekund.

Zvolte vzorkovací kmitočet 4000 Hz. Pomocí funkce `xcorr` v Matlabu vypočtete a nakreslete jeho autokorelační funkci. Vypočtete a nakreslete i vzájemnou korelační funkci.

### 3. Vypočtete a nakreslete vzájemnou korelační funkci pro signály dle bodu 1. a 2.

### 4. Jednotlivé satelity GNSS systémů GPS i Galileo vysílají na stejném kmitočtu. K rozlišení jejich signálu se používá tzv. kódový multiplex. Každý satelit má přiřazen jedinečný kód (binární posloupnost). Přijímač pak má generátor stejných kódů a shoda generátoru přijímače a kódu ze satelitu se zjišťuje pomocí korelační funkce. K detekci satelitu přijímač musí zkoušet známé kódy a fáze generátoru, až nalezne maximum korelační funkce.

Vygenerujte signály (posloupnosti) odpovídající dvěma pseudonáhodným kódům GNSS Galileo L1B. Použijte jen část kódu v délce 1023 bitů. Pomocí funkce `xcorr` v Matlabu vypočtete a nakreslete jejich autokorelační funkce. Vypočtete a nakreslete i vzájemné korelační funkce. Výsledek nakreslete jako dva obrázky pro každou posloupnost, na každém obrázku bude pět grafů korelačních funkcí příslušné posloupnosti s ostatními i se sebou.

### 5. Vysvětlete (trojúhelníkovitý) průběh korelační funkce.

PRIMARY CODES FOR THE L1-B SIGNAL COMPONENT

L1B Code No 1

```
'F5D710130573541B9DBD4FD9E9B20A0D59D144C54BC7935539D2E75810FB51E494093A0A19DD79C70C5A98E5657AA578097777'
'E86BCC4651CC72F2F974DC766E07AEA3D0B557EF42FF57E6A58E805358CE9257669133B18F80FDBDFB38C5524C7FB1DE079842'
'482990DF58F72321D9201F8979EAB159B2679C9E95AA6D53456C0DF75C2B4316D1E2309216882854253A1FA60CA2C94ECE013E'
'2A8C943341E7D9E5A8464B3AD407E0AE465C3E3DD1BE60A8C3D50F831536401E776BE02A6042FC4A27AF653F0CFC4D4D013F11'
'5310788D68CAEAD3ECCCC5330587EB3C22A1459FC8E6FCCE9CDE849A5205E70C6D66D125814D698DD0EEBFEEAE52CC65C5C84EE'
'DF207379000E169D318426516AC5D1C31F2E18A65E07AE6E33FDD724B13098B3A444688389EFBBB5EEAB588742BB083B679D42'
'FB26FF77919EAB21DE0389D9997498F967AE05AF0F4C7E177416E18C4D5E6987ED3590690AD127D872F14A8F4903A12329732A'
'9768F82F295BEE391879293E3A97D51435A7F03ED7FBE275F102A83202DC3DE94AF4C712E9D006D182693E9632933E6EB77388'
'0CF147B922E74539E4582F79E39723B4C80E42EDCE4C08A8D02221BAE6D17734817D5B531C0D3C1AE723911F3FFF6AAC02E97F'
'EA69E376AF4761E6451CA61FDB2F9187642EFC6D3A09AAB680770C1593EEDD4FF4293BFFD6DD2C3367E85B14A654C834B66994'
'21A'
```

L1B Code No 2

```
'96B856A629F581D1344FEF597835FE60434625D077ECF0D95FBE1155EA0431979E5AFF544AF591A332FDAEF98AB1EDD847A73F'
'3AF15AAEE7E9A05C9D82C59EC325EF4CF264B8ADF2A8E8BA459354CB4B415CC50BF239ADBC31B3A9C87B0843CF3B9E6D646BA4'
'3F866276B053826F3A2334CC5E2EFB9F8F195B382E75EEA63F58A06B3F82A3B5C77C1800FD9498F803E524435B321210BB8469'
'0BED0BBBE16D363B3A90656A73720E27008852FB7DACC8284411B177728D9527C560859084A395A6F11A96AD9DB6B43E00642B'
'000ED12BFD967868EAB1108552CD4FC89FBC408ACE7678C381EC91DD000319124EB5D5EF52C4CAC9AADEE2FA045C16CE492D7F'
'43743CA77924C78696FCBF2F9F7F36D8E623752200C6FCBBD71ABBB6877F3C5D6E6740AB0389458A6B66440858B2D383244E85'
'3646FE2714211DEA9E6196252815BB704A20BFE556AC474F8998944E0CABBBE21A6400B87BFDCF937D12B2821D59298AF4AD37'
'8F0F42BD8C41693B8D993CF37C8B478F3BB5D33AD2A9FA24AD7B8FA895FDBC04964192F7BA3FF74E0E3A435B5DFE042E3115CA'
'CF29624C0645E9C917534A2EBC1F5665E4E1B1BC56208DBC8A27CCB6474D5D0E20CA4072C960E5ACE41BDA3770DF3B681F2B3'
'18F6F8E1CB17C2857350FB6009AED665E13B2780D79217F73FAC7A8A48048DB0FB8A8A5007CDDC9A7B2DA8257C99F1CB605A18'
'204'
```

Korelační funkce je definována vztahem

$$R_{xy}(m) = E\{x_{n+m}y_n^*\} = E\{x_ny_{n-m}^*\}$$

operátor  $E\{\}$  je operátor střední hodnoty, prakticky je n omezené na segment konečné délky z jedné realizace (náhodného) procesu. Prakticky (Matlabem) počítaná korelační funkce je pouze odhadem skutečné korelační funkce.

Signal Processing Toolbox : funkce **xcorr** -  
(vzájemná) korelační funkce

Syntaxe:

`c = xcorr(x,y)`  
`c = xcorr(x)`  
`c = xcorr(x,y,'option')`  
`c = xcorr(x,'option')`  
`c = xcorr(x,y,maxlags)`  
`c = xcorr(x,maxlags)`  
`c = xcorr(x,y,maxlags,'option')`  
`c = xcorr(x,maxlags,'option')`  
`[c,lags] = xcorr(...)`

$$\hat{R}_{xy}(m) = \begin{cases} \sum_{n=0}^{N-m-1} x_{n+m} y_n^* & m \geq 0 \\ \hat{R}_{yx}^*(-m) & m < 0 \end{cases}$$

Výsledkem je posloupnost délky  $2*N-1$ , je-li délka posloupností  $x$  a  $y$  rovna  $N$ . Nejsou-li stejně dlouhé, kratší je doplněna nulami na délku delší.

Volby (options):

'biased': upravený odhad - respektuje délku posloupnosti

$$R_{xy, biased}(m) = \frac{1}{N} R_{xy}(m)$$

'unbiased': upravený odhad - respektuje délku posloupnosti  $N-|m|$

$$R_{xy, unbiased}(m) = \frac{1}{N-|m|} R_{xy}(m)$$

'coeff': normalizuje výslednou posloupnost na  $=1$  pro  $m=0$

'none', korelace bez úprav (výchozí stav)