

**Jelprocesszorok a kommunikációs rendszerekben** c. tantárgy (GEVAU228M)  
előadásának és gyakorlatának ütemterve

<i>Tárgynév:</i>	<b>Jelprocesszorok a kommunikációs rendszerekben</b>		
<i>Rövid név:</i>	JelProc.	<i>Kód</i>	<b>GEVAU228M</b>
<i>Angol név:</i>	Signal Processors in Communication Systems		
<i>Intézet:</i>	Automatizálási és Infokommunikációs Intézet		
<i>Tárgyfelelős:</i>	Dr. Varga Attila Károly egy. docens (e-mail: <a href="mailto:varga.attila@uni-miskolc.hu">varga.attila@uni-miskolc.hu</a> )		
<i>Előtanulmányok:</i>	nincs		
<i>Kredit:</i>	4	<i>Követelmény:</i>	aláírás, kollokvium
<i>Heti óraszámok</i>	<i>Előadás: 2</i>	<i>Gyakorlat: 2</i>	
<i>Oktatási cél:</i>	Kommunikációs rendszerek digitális jelfeldolgozási eljárásaival, jelprocesszorok alkalmazásaival való megismerkedés		
<i>Tárgy tartalom:</i>	<p>A tantárgy célja a digitális jelfeldolgozás elméleti problémáinak, a legfontosabb jelfeldolgozási eljárásoknak a bemutatása, a legfontosabb alkalmazások megvalósításának bemutatása. A megoldási módszerek bemutatásával, a megoldások értelmezésével a műszaki informatikus hallgatóknak elméleti alapokat biztosítani a telekommunikáció, multimédia területén további speciális ismeretek megszerzéséhez.</p> <p>Tematikus leírás: A digitális jelfeldolgozás előnyei, jellemzői, blokkvázlata, alapfogalmak. Mintavételezés, mintavételezett jelek leírása. Mintavételezési törvény. Szűrés, szűrők típusai. FIR és IIR szűrők. Jelek transzformációja a frekvencia tartományba. DFT, FFT, DCT algoritmusok. Jelek kódolása, dekódolása. Jelkódolási eljárások: PCM, DM, DPCM, ADPCM, ADM, APC, SBC. Hang kódolási, dekódolási eljárások: ablakolási módszerek, csatorna, homomorf kódolás, LPC, RELP, KLPC, CELP, VSELP. Video kódok: H261, JPEG, MPEG. Digitális jelprocesszorok felépítése, blokkvázlata, jellemzői. Fix és lebegőpontos architektúrák. Szoftver és hardver fejlesztői környezet. Szoftver szimulátorok, starter kitek, EVM modulok, emulátorok. Grafikus, vizualizációs fejlesztőeszközök. Matlab alapú alkalmazásfejlesztés. FIR, IIR szűrők, jel transzformációk. (FFT, DFT) megvalósítása DSP-vel. Digitális jelprocesszorok fejlődési irányai.</p> <p>Tudás: Az angol nyelvtudása eléri a képzéshez, az angol nyelvű szakirodalom megismeréséhez, a szakszöveg megértéséhez, feldolgozásához, és a szakképzettséggel ellátható szakmai feladatokhoz elvégzéséhez szükséges, valamint a folyamatos szakmai önképzéshez szükséges szintet. Ismeri a műszaki informatikai rendszerek fejlesztéséhez szükséges, széles körben alkalmazható problémamegoldó technikákat. Érti az informatikai alkalmazások fejlesztéséhez szükséges természettudományos és mérnöki módszerek elvét. Az informatikai szakmán belül, a specializációtól függően mélyebb elméleti és gyakorlati ismeretekkel rendelkezik az alábbiak közül egy vagy néhány területen: szoftvertervezés, rendszerszimuláció és -modellezés, kommunikációs hálózatok, mobil- és erőforrás-korlátos</p>		

	<p>alkalmazások, számítógépes grafika és képfeldolgozás, kritikus és beágyazott rendszerek, médiainformatika, IT-biztonság, párhuzamos rendszerek, intelligens rendszerek, számításméletek, adatbázisok.</p> <p>Képesség: Képes törvényszerűségeket, összefüggéseket feltárni és megérteni. A megszerzett tudást képes alkalmazni és a gyakorlatban hasznosítani. A specializációjának megfelelő területen elemzési, tervezési és megvalósítási készséggel rendelkezik. Képes helytálló szakmai bírálatot vagy véleményt megfogalmazni informatikai és mérnöki területeken. Az információtechnológia eszközeit és formális módszereit készség szinten használja. Képes szakmai kooperációra az alkalmazói környezet szakértőivel.</p> <p>Attitűd: Szakmailag magas szinten, tervezetten és a minőségi szempontokat figyelembe véve hajtja végre fejlesztési feladatait, a létrejövő rendszerek hibamentességéről meggyőződik. Nyitott és elkötelezett az önművelésre, önfejlesztésre, az egyéni tudás, ismeret elmélyítésére, bővítésére a természettudományok, a mérnöki és informatikai tudományok területén. Reálisan és elfogulatlanul értékeli munkatársai és saját szakmai teljesítményét. Munkája során vizsgálja a kutatási, fejlesztési és innovációs célok kitűzésének lehetőségét és törekszik azok megvalósítására.</p> <p>Autonómia és felelősség: Felelősséget érez a határidők betartására és betartatására. Alkalmos csoportban, egy-egy részterület szakértőjeként dolgozni, valamint csoportot felelősséggel irányítani. Szakmai kompetenciái alapján egyaránt alkalmas működéskritikus és érzékeny információkat tartalmazó rendszerek fejlesztésére és üzemeltetésére.</p>
<p><i>Kötelező irodalom:</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Ádám Tihamér, Kane Amadou, Monica Borda, Serfőző Péter, Varga Attila: Jelprocesszorok és infokommunikációs alkalmazásaik. 2005, Miskolc.</i></li> <li>2. <i>Steven W. Smith, Ph.D.: The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing <a href="http://www.dspguide.com/">http://www.dspguide.com/</a></i></li> <li>3. <i>Chaparro, Luis F. Signals and systems using MATLAB, <a href="http://userspages.uob.edu.bh/mangoud/mohab/Courses_files/ssbook_204.pdf">http://userspages.uob.edu.bh/mangoud/mohab/Courses_files/ssbook_204.pdf</a></i></li> </ol>
<p><i>Ajánlott irodalom:</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Alan Gatherer. The Application of Programmable Dsp's in Mobile Communications. John Wiley &amp; Sons, 2002</i></li> <li>2. <i>Chassaing, Rudolph: DSP Applications using C and the TMS320C6x DSP John Wiley &amp; sons, Inc 2002. ISBN: 0-471-20754-3.</i></li> </ol>
<p><i>Jellemző oktatási módok:</i></p>	
<p><i>Oktatási nyelv:</i></p>	<p>magyar</p>
<p><i>Előadás:</i></p>	<p>tábla, számítógép, projektor</p>
<p><i>Gyakorlat:</i></p>	<p>számítógép, projektor</p>
<p><i>Évközi feladatok, zárthelyik:</i></p>	<p>1 db felévközi ZH, laboratóriumi mérések</p>
<p><i>Lezárási feltételek:</i></p>	<p>Aláírás: 1 db felévközi ZH teljesítése + laboratóriumi mérések elvégzése.  ZH értékelése: 0-39% -elégtelen, 40-55 % -elégséges, 56-70 % közepes, 71-85 % - jó, 86 %-tól - jeles.  A tárgy lezárásának módja kollokvium (írásbeli vizsga). Beugró teszt 60% teljesítése esetén, szóbeli vizsga. Vizsga értékelése: 0-39% -elégtelen, 40-55 % -elégséges, 56-70 % közepes, 71-85 % - jó, 86 %-tól - jeles</p>

<i>Előadás és gyakorlat ütemterve:</i>	
1. alkalom	EA: A digitális jelfeldolgozás előnyei, jellemzői, blokkvázlata, alapfogalmak Gyak: Jelfeldolgozás MATLAB toolbox ismertetése 1.
2. alkalom	EA: Lineáris diszkrét időinvariáns rendszerek és jellemzőik 1. Gyak: Jelfeldolgozás MATLAB toolbox ismertetése 2.
3. alkalom	EA: Lineáris diszkrét időinvariáns rendszerek és jellemzőik 2. Gyak: Jelfeldolgozás MATLAB toolbox ismertetése 3.
4. alkalom	EA: Jelek transzformációja a frekvencia tartományba. DFT, FFT, DCT algoritmusok 1. Gyak: Jelfeldolgozás MATLAB toolbox ismertetése 4.
5. alkalom	EA.: Jelek transzformációja a frekvencia tartományba. DFT, FFT, DCT algoritmusok 2. Gyak: FIR,IIR szűrők tervezése 1.
6. alkalom	EA: Szűrés, szűrők típusai. FIR és IIR szűrők Gyak: FIR,IIR szűrők tervezése 2.
7. alkalom	EA: Digitális szűrők méretezése és megvalósítása 1. Gyak: FIR,IIR szűrők tervezése 3.
8. alkalom	EA: Digitális szűrők méretezése és megvalósítása 2. Gyak: FIR,IIR szűrők tervezése 4.
9. alkalom	EA: Digitális jelprocesszorok felépítése, blokkvázlata, jellemzői 1. Gyak: Önálló feladatmegoldás MATLAB programmal – szűrőtervezés 1.
10. alkalom	EA.: Digitális jelprocesszorok felépítése, blokkvázlata, jellemzői 2. Gyak: Önálló feladatmegoldás MATLAB programmal – szűrőtervezés 2.
11. alkalom	EA: Fix és lebegőpontos architektúrák 1. Gyak: Önálló feladatmegoldás MATLAB programmal – szűrőtervezés 3.
12. alkalom	EA: Fix és lebegőpontos architektúrák 2. Gyak: Önálló feladatmegoldás MATLAB programmal – Fourier transzformáció
13. alkalom	EA: Zárthelyi Dolgozat Gyak: Jelfeldolgozás DSP DSK-val
14. alkalom	EA: Pótzárthelyi Dolgozat Gyak: Feladatleadás, laborjegyzőkönyvek pótlása

Miskolc, 2019. február 11.

Dr. Trohák Attila  
intézetigazgató, egyetemi docens

Dr. Varga Attila Károly  
egyetemi docens, tárgyjegyző

# MINTA FÉLÉVKÖZI ZÁRTHELYI ÉS VIZSGAZÁRTHELYI DOLGOZAT

## Jelprocesszorok a kommunikációs rendszerekbe (GEVAU228M) c. tantárgyból

### 1.) Jellemezze a determinisztikus jeleket!

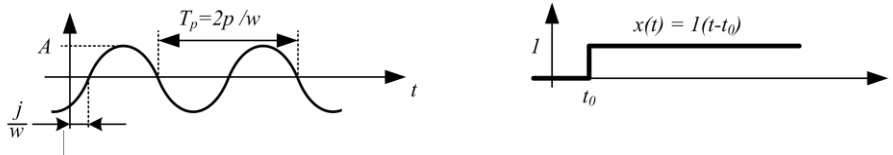
A jelfeldolgozó rendszerek be és kimeneti jelei lehetnek determinisztikus, vagy sztochasztikus jelek. *Determinisztikus* a jel, ha az értékét bármely időpillanatban pontosan ismerjük, és megfelelően hosszú múltbeli szakaszuk ismeretében a jövőbeli értékei is meghatározhatók. Determinisztikus jel a következő:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi).$$

Vannak determinisztikus jelek, amelyek szakaszosan definiálhatók, determinisztikus összetevőkre bonthatók, vagy grafikonnal adhatók meg. Ilyen például az alábbi jel:

$$x(t) = \begin{cases} 0 & \text{ha } t < 0 \\ 1(t-t_0) & \text{ha } t > 0 \end{cases}$$

Jelfeldolgozó rendszerekben a determinisztikus jelek mérőjelek.



### 2.) Adja meg az autokorrelációs függvényt!

Egy jel két időpontban felvett értékének várható kapcsolatát a jel autokorrelációs függvényével jellemezhetjük. A függvény definíciója:

$$R(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t) x(t - \tau) dt$$

A képletben  $\tau$  a  $t$ -től független időjellelű változó.  $R(\tau)$  jellemzője, hogy páros függvény, amely a  $\tau=0$  helyen a jel  $P$  átlagteljesítményével egyenlő. Fennállnak a következő összefüggések is:

$$R(0) \geq |R(\tau)| \text{ és } \lim_{\tau \rightarrow 0} R(\tau) = x_d^2$$

### 3.) Adja meg a stacionárius folyamatok momentumait!

Markov folyamatok esetén az egydimenziós eloszlás elsőrendű átlaga, a folyamat várható értéke:

$$\bar{x} = \overline{\xi(t)} = \int_{-\infty}^{\infty} x w(x) dx .$$

Egydimenziós eloszlás másodrendű átlaga, a teljesítményátlag:

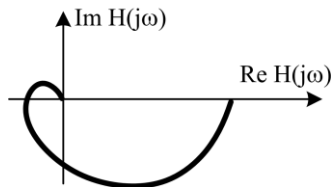
$$\overline{x^2} = \overline{\xi^2(t)} = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 w(x) dx .$$

A folyamat szórása:

$$D = \sqrt{\overline{(\xi - \bar{x})^2}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{v \text{ eff } i} .$$

#### 4.) Ábrázolja az amplitúdó-fázis függvényt!

Az  $H(j\omega) = \text{Re } H(j\omega) + j \text{Im } H(j\omega)$  amplitúdó – fázis függvény ábrázolható a komplex számsíkon.



#### 5.) Adj meg az egységugrás z transzformáltját!

Az  $\varepsilon[n]$  egységugrás diszkrét alakjának z transzformáltját a definíciós képletbe helyettesítve egyszerűen fel tudjuk írni. A kifejezés mértani sor, melynek összegképlete alapján felírható a transzformációs egyenlet:

$$Z\{\varepsilon[n]\} = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon[n] z^{-k} = \sum_{k=0}^{\infty} (z^{-1})^k = \frac{z}{z-1} .$$

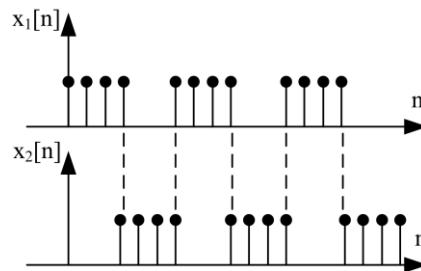
A mértani sor konvergens, ha  $|z^{-1}| < 1$ , azaz  $|z| > 1$ . A gyakorlatban elhagyjuk a z változóra vonatkozó feltételt, és az eredményt a  $z=1$  szinguláris pont kivételével az egész z síkon érvényes.

#### 6.) Mit nevezünk kereszt korrelációnak?

Legyen két  $N$  hosszúságú mintavételezett jelsorozat,  $x_1[n]$  és  $x_2[n]$ . A keresztkorreláció a két jelsorozat között a következőképpen számítható:

$$r_{12}(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_1[n] x_2[n+k] .$$

A képletben az  $x_2[n]$  jel  $k$  ütemmel balra eltolva szerepel. A végrehajtáshoz az  $x_2$  jelet el kell tolni balra  $k$  ütemmel, a megfelelő értékpárokat össze kell szorozni, majd a szorzatokat összegezni kell. Erre azért van szükség, mert két jel lehet teljesen korrelált, de egymáshoz viszonyítva ellenfázisú. Az alábbi ábrán ilyen jeleket látunk. A korreláció értéke zérus, ha  $k=0$ .



Fontos szem előtt tartani, hogy a korrelációs együttható kiszámításához adatblokkokat használunk, ezért a kiszámított együttható pontossága a blokkmérettől függ. A számításhoz használt adatok véges hossza másik problémát is okoz. Amint az  $x_2$  jel a balra léptetés miatt eléri a jel végét, az átlapolás megszűnik. Vagyis  $k$  növelésével a szorzatok száma csökken, így az  $r_{12}$  együttható értéke is csökken. A jelenséget végthatásnak nevezik és a 2.66. ábra szemlélteti. A végthatás kiküszöbölésére a kiszámított értékeket korrigálják. A módosított érték a következő lesz:

$$r_{12}(k)_{\text{korrigált}} = r_{12}(k) + \frac{k}{N} r_{12}(0).$$

$r_{12}$  nagysága függ a jelek abszolút értékétől. Ha hasonlósági mérőszámhoz akarunk jutni, az együtthatót normalizálni kell:

$$\rho_{12}(k) = \frac{r_{12}(k)}{\frac{1}{N} \left[ \sum_{n=0}^{N-1} x_1^2[n] \sum_{n=0}^{N-1} x_2^2[n] \right]^{\frac{1}{2}}}$$

A  $\rho_{12}(k)$  érték neve keresztkorrelációs együttható.

