

Jelek és rendszerek elmélete c. tantárgy (GEVAU220M)
előadásának és gyakorlatának ütemterve

<i>Tárgynév:</i>	Jelek és rendszerek elmélete		
<i>Rövid név:</i>	Jelek.	<i>Kód</i>	GEVAU220M
<i>Angol név:</i>	Signals and Systems		
<i>Intézet:</i>	Automatizálási és Infokommunikációs Intézet		
<i>Tárgyfelelős:</i>	Dr. Czap László egy. docens (e-mail: czap@uni-miskolc.hu)		
<i>Előtanulmányok:</i>	nincs		
<i>Kredit:</i>	5	<i>Követelmény:</i>	kollokvium
<i>Heti óraszámok</i>	<i>Előadás: 2</i>	<i>Gyakorlat: 2</i>	
<i>Oktatási cél:</i>	A diszkrét idejű és a folytonos idejű jelek, lineáris és invariáns rendszerek és hálózatok alaptörvényeinek megfogalmazása, módszerek bemutatása a rendszereket leíró egyenletek megoldására az időtartományban, a frekvencia-tartományban és a komplex frekvenciatartományban, a megoldás értelmezése.		
<i>Tárgy tartalom:</i>	Determinisztikus és sztochasztikus jelek elmélete. Jelek és rendszerek frekvencia- és időtartománybeli leírása. Folytonos és diszkrét idejű rendszerek analízise az idő, a frekvencia és a komplex frekvenciatartományban. Állapotváltozós leírás. Folytonos és diszkrét idejű Fourier transzformáció, DTFT. Laplace és Z transzformáció. Stabilitás vizsgálat. Nemlineáris rendszerek analízise. Véges (FIR) és végtelen impulzusválaszú (IIR) digitális szűrők. Szűrőapproximációk, digitális szűrők tervezése. Rezgésmérés, rezgésjelek elemzése. Cepstrum transzformáció. Mintavételes rendszerek, szabályozás. Lényegkiemelés, a döntésemélet alapjai. Távíró egyenlet.		
<i>Ajánlott Irodalom</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuczmann Miklós: Jelek es rendszerek HEFOP-os SZIE elektronikus jegyzet 2. Fodor György: Jelek, rendszerek és hálózatok I. II. Műegyetemi Kiadó 3. Oppenheim, Willsky: Signals and Systems. ISBN-13: 978-0138147570 4. Nagoor Kani: Signals & Systems. ISBN 9780070151390 5. Tretter: Introduction to Discrete-Time Signal Processing. ISBN 9780471887607 		
<i>Jellemző oktatási módok</i>			
<i>Oktatási nyelv:</i>	magyar		
<i>Előadás:</i>	tábla, számítógép, projektor		
<i>Gyakorlat:</i>	számítógép, projektor		
<i>Évközi feladatok, zárthelyik:</i>	Aktív részvétel a gyakorlatokon.		
<i>Lezárási feltételek:</i>	A Tanulmányi és Vizsgaszabályzat szerint. Az Előadások látogatása, a gyakorlatokon való aktív részvétel. Szóbeli vizsga. A szóbeli vizsga értékeléshez meghatározott határok: 0-40% elégtelen, 41-55% elégséges, 56-70% közepes, 71-85% jó, 86-100% jeles.		

<i>Előadás és gyakorlat ütemterve</i>	
1. alkalom	EA: Diszkrét idejű és a folytonos idejű jelek. Gyak: Folytonos idejű vizsgáló jelek.
2. alkalom	EA: Jelek leírása az időtartományban. Gyak: Diszkrét idejű vizsgáló jelek.
3. alkalom	EA: Lineáris, invariáns, stabil rendszerek. Gyak: Konvolúciós példák.
4. alkalom	EA: AR, MA, ARMA rendszerek. Gyak: Duhamel tétel alkalmazása.
5. alkalom	EA.: Lineáris predikció. Gyak: LPC analízis és szintézis
6. alkalom	EA: Állapotváltozós leírás. Gyak: Jelfolyam ábra.
7. alkalom	EA: FIR és IIR digitális szűrők. Gyak: Referens szűrőtervezés, Butterworth szűrő
8. alkalom	EA: Folytonos idejű Fourier transzformáció. Gyak: Csebisev és inverz Csebisev szűrő
9. alkalom	EA: Diszkrét idejű Fourier transzformáció. Gyak: Elliptikus szűrő
10. alkalom	EA: Folytonos idejű Laplace transzformáció Gyak: Jellegzetes jelek Fourier transzformáltja.
11. alkalom	EA: Diszkrét idejű Laplace (z) transzformáció Gyak: Jellegzetes jelek Laplace transzformáltja.
12. alkalom	EA: Folytonos idejű rendszerek stabilitás vizsgálata Gyak: Routh-Hurwitz kritérium
13. alkalom	EA: Diszkrét idejű rendszerek stabilitás vizsgálata. Gyak: Mihajlov-Leonhard kritérium
14. alkalom	EA: Távíró egyenlet. Gyak: Mintavételes rendszerek

Miskolc, 2019. február 09.

Dr. Trohák Attila
intézetigazgató, egyetemi docens

Dr. Czap László
egyetemi docens, tárgyjegyző

MINTA VIZSGAKÉRDÉSEK MEGOLDÁSAL

1. Fourier sor

A Fourier sor adja meg, hogy a periodikus jel milyen harmonikus összetevők összegeként írható fel. A Fourier sor többféle formában adható meg.

a., Ha a szinuszos és koszinuszos tagokat külön együtthatók képviselik:

$$f(t) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k \cos(k\omega_0 t) + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sin(k\omega_0 t), \text{ ahol } \omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi/T$$

Kihasználva a harmonikus függvények ortogonális tulajdonságát, meghatározhatók a Fourier együtthatók:

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t) dt$$

$$a_k = \frac{2}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t) \cos(k\omega_0 t) dt$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t) \sin(k\omega_0 t) dt$$

Mivel ez a felbontás külön tünteti fel a szinuszos és koszinuszos összetevőket, ahhoz, hogy egy bizonyos frekvencián meghatározzuk a komponensek súlyát, mindkét (a_k és b_k) együtthatót meg kell vizsgálni.

b., A $k\omega_0$ körfrekvenciájú szinuszos és koszinuszos összetevők összevonhatók egyetlen, megfelelő fázisú harmonikus jellé.

$$f(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(k\omega_0 t + \phi_k)$$

Ebben az írásmódban a komponenseket amplitúdójukkal és fázisukkal jellemezzük. A Fourier sor szinuszos-koszinuszos és abszolút értékű és külön fázistényező felírása egyenértékű. Egyes jelek esetében (pl. beszédjel) a fázis jelentősége elmarad az amplitúdó fontossága mögött. Ezeknek a Fourier transzformáltja könnyebben kiértékelhető az abszolútérték-fázisos formában. A trigonometrikus azonosságok felhasználásával a kétféle írásmód együtthatói egymásba átszámíthatók. Ez egyben megadja az abszolút értékű és külön fázistényező felírás együtthatói előállításának módját is, hiszen ezek közvetlenül nem származtathatók a jelből:

$$A_0 = a_0 \quad A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2} \quad \phi_k = -\arctg \frac{b_k}{a_k}$$

c., Az előbbi kifejezések előnyeit egyesíti a Fourier sor komplex írásmódja, hiszen egyetlen integrállal megkaphatjuk a komplex együtthatót és tetszés szerint vizsgálhatjuk abszolút értékét, fázisát, valós vagy képzetes részét.

$$f(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \overline{C}_k e^{jk\omega_0 t}$$

$$\overline{C}_k = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t) e^{-jk\omega_0 t} dt$$

A Fourier sor komplex formája bevezeti a negatív frekvenciát, fizikai értelme azonban csak a pozitív frekvenciájú párjával együtt van. Az együtthatók nem függetlenek, a \overline{C}_{-k} együttható a \overline{C}_k komplex konjugáltja. A komplex együtthatók valós része páros függvény, képzetes része páratlan. A Fourier sorban szereplő konjugált párok összevonhatók:

$$\overline{C}_k e^{jk\omega_0 t} + \overline{C}_{-k} e^{-jk\omega_0 t} = \overline{C}_k [\cos(k\omega_0 t) + j \sin(k\omega_0 t)] + \overline{C}_{-k} [\cos(k\omega_0 t) - j \sin(k\omega_0 t)] = 2 \operatorname{Re} \overline{C}_k \cos(k\omega_0 t) - 2 \operatorname{Im} \overline{C}_k \sin(k\omega_0 t)$$

2. Lineáris predikció

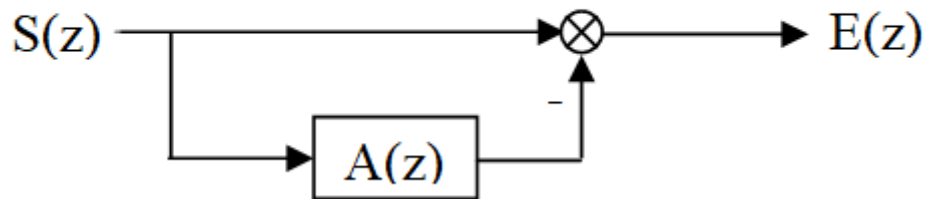
Egy mintasorozat következő mintáját megkíséreljük a megelőző minták lineáris kombinációjával megbecsülni. A megfelelő együtthatók megtalálását az teszi lehetővé, hogy a becslés helyességét az eddigi mintákon ellenőrizhetjük. A hangképző szervek modellezése révén az eljárás fizikai háttérrel is rendelkezik.

A következő minta becslése: $\tilde{s}(n) = \sum_{i=1}^p a(i)s(n - i)$

A becslés hibája: $e(n) = s(n) - \tilde{s}(n) = s(n) - \sum_{i=1}^p a(i)s(n - i)$,

A rendezett számsorok műveleteit a z-transzformálttal jelölve:

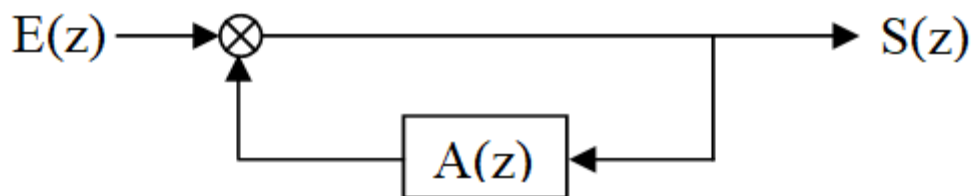
$$E(z) = S(z) - S(z)A(z).$$



A lineáris predikció analízis modellje

Ez az egyenlet írja le a lineáris predikció analízis modelljét. Ha átrendezzük az egyenletet, a lineáris predikció szintézis modelljéhez jutunk, amely lehetővé teszi az együtthatók ismeretében a hibajelből a jel visszanyerését.

$$S(z) = E(z) + S(z)A(z).$$



A lineáris predikció szintézis modellje