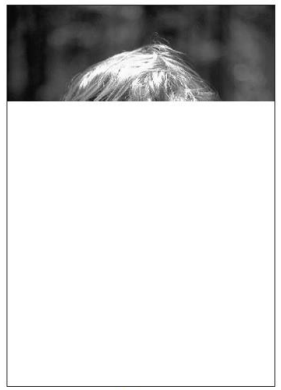
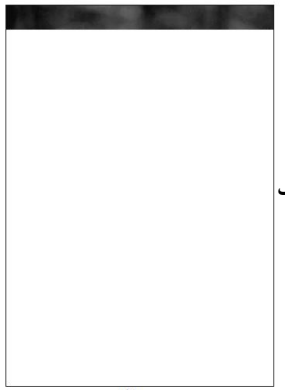
سیگنال ها و سیستم ها
مقدمات

محسن هوشمند
دانشکده تکنولوژی اطلاعات و علم رایانه
دانشگاه تحصیلات تکمیلی در علوم پایه زنجان

نمایش پایگانی تصویر



ارسال ۲۵ درصد
فرمت معمولی



ارسال ۶,۲۵ درصد
فرمت معمولی

ارسال ۲۵ درصد
فرکانس‌های پائین

ارسال ۶,۲۵ درصد
فرکانس‌های پائین

انتقال رادیو و تلویزیون

معرفی

حضور و عمل سیگنال‌ها و سیستم‌ها در طیف وسیعی از رشته‌ها و گرایش‌های دانش و فن

- مخابرات
- هوانوردی و فضانوردی
- طراحی مدار
- زمین‌شناسی
- سیستم‌های تولید و انتقال و توزیع انرژی
- پردازش زبان

دارای ماهیت متفاوت در رشته‌های مختلف

- اما دارای مشخصه‌های مشترک

سیگنال‌ها و سیستم‌ها

سیگنال‌ها

- تابعی از یک یا چند متغیر مستقل
- حامل اطلاعاتی دربارهٔ رفتار و ماهیت پدیده‌ای

سیستم‌ها

- تولید یا اعمال تغییر بر سیگنال

مثال

- ولتاژها و جریان‌ها توابعی از زمان و به مثابهٔ سیگنال – مدار مثالی از سیستم پاسخ‌دهنده به ولتاژها و جریان‌های اعمالی
- خودرو سیستم و پدال گاز سیگنال ورودی و افزایش سرعت موتور پاسخ سیستم
- برنامهٔ تشخیص خودکار نوار قلب به مثابهٔ سیستم- ورودی نوار قلب دیجیتالی
- دوربین ورودی نور از منابع مختلف و دریافتی از اشیاء – خروجی ایجاد تصویر
- بازوی ربات- سیستمی با پاسخ حرکتی به ورودی‌های کنترلی

سیگنال‌ها و سیستم‌ها

اهم کارها در بسیاری از زمینه‌ها

- شناسائی و تحلیل
  - روشن‌سازی چگونگی پاسخ به ورودی‌های مختلف
  - مثال- تحلیل مدار جهت تعیین کمی پاسخ آن به منابع ولتاژ و جریان
  - تعیین ویژگی‌های پاسخ هواپیما به فرمان‌های خلبان و وزش باد
- طراحی
  - طراحی سیستم پردازشگر سیگنال‌ها به روش خاص
  - ترمیم و بهبود سیگنال کیفیت پائین
    - ارتباطات رادیوئی
    - کیفیت تصویر
    - طراحی سیگنال با خواص ویژه
  - استخراج اطلاعات خاص از سیگنال
    - تشخیص ضربان قلب
    - سری‌های زمانی
- اصلاح و کنترل مشخصه‌های سیستم با انتخاب سیگنال ورودی خاص
  - بازخورد

سیگنال‌ها و سیستم‌ها

کاربردهای متنوع و گسترده

همچنین مجموعه‌ای از تأملات، و روش‌های تحلیل، و روش‌شناسی‌های موجود و در حال ایجاد

دارای سده‌های تاریخی از کار و تحقیق

- از زمینه‌های خاص و تعمیم به بزرگتر و بیشتر

زمان

- پیوسته
  - تحلیل مدارهای الکتریکی
- گسسته
  - بورس اوراق بهادار
- منجر به دو چارچوب موازی تحلیل
  - پدیده‌ها و فرایندهای زمان‌پیوسته در مقابل زمان‌گسسته

سیگنال‌ها و سیستم‌ها- پیوسته در مقابل گسسته

پیوسته در فیزیک و در گذشته مدارهای الکتریکی و مخابرات

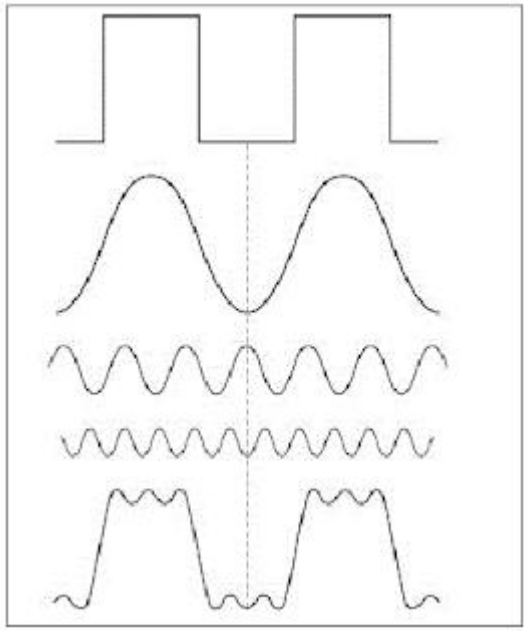
گسسته

- محاسبات عددی، آمار، تحلیل سری‌های زمانی

وابستگی دو چارچوب در چند دهۀ اخیر

- به دلیل نائل آمدن به پیشرفت‌های بزرگ در پیاده‌سازی سیستم‌ها و تولید سیگنال‌ها
  - رایانه‌های سریع دیجیتال
  - مدارهای مجتمع
  - روش‌های ساخت قطعات با تراکم بالا
- امکان نمایش سیگنال پیوسته با نمونه‌های زمانی
  - نمونه‌برداری
  - مثال- دیجیتال کردن ادراکات حسگرها و امکان سیستم کنترل رایانی هواپیما با عملکرد قوی
- بنابراین تدریس موازی دو مبحث مذکور
- تمرکز روی سیستم‌های خطی زمان‌ناوردا (تغییرناپذیر با زمان)
  - اهمیت عملی بالای چنین سیستم‌هائی
  - تحلیل‌پذیر و آشنا به ذهن

حوزه زمان و حوزه بسامد (فرکانس



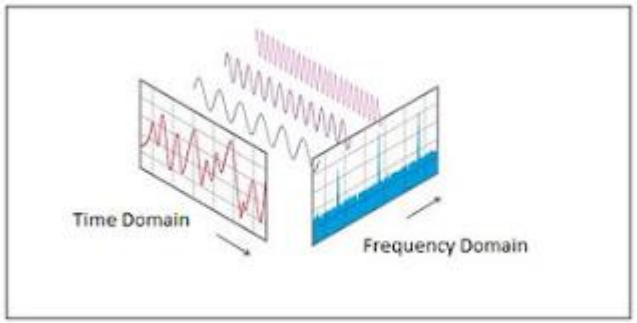
پردازش سیگنال

- سیگنال توصیفی از نحوهٔ چگونگی تغییر پارامتری با استفاده از پارامتر دیگر
  - نمونه صوت یا صدا: تغییر اندازهٔ صدا در طول زمان
  - تغییرات روزانهٔ قیمت سهم

نمایش حوزه زمانی سیگنال

- نمایش نحوهٔ تغییرات سیگنال در بازه خاصی از زمان
- سیگنال متشکل از تعدادی سیگنال‌های سینوسی (امواج سینوسی) با بسامدهای متفاوت
- مثال- اجزای سازندهٔ سیگنال روبرو

حوزه زمان و حوزه بسامد (فرکانس)



نمایش حوزهٔ بسامدی

- تسهیل‌گر استخارج اطلاعات پنهان از سیگنال
  - یافتن بسامدهای حاضر در سیگنال
  - مقدار اندازهٔ هر بسامد
  - در صورت نیاز به بخش خاصی از سیگنال، چه بسامدهائی حذف شود
- نمونه: تبدیل فوریه
  - تجزیه سیگنال به اجزا سازندهٔ بسامدی
  - نوفه
    - هر سیگنال با بسامد بالا در حوزهٔ بسامد
    - دلیل $F = \frac{1}{T}$
    - با کوچکی نوفه حاصل از تغییر زمانی کوچک،آنگاه بسامد بسیار بزرگ
    - حذف مولفه‌های بسامد بالا، منجر به حذف نوفه
    - یادآور پردازش صوت، پردازش تصویر، تحلیل نوار قلب، تحلیل بازار سهام، هر مورد سیگنالی دیگر!
- حوزه زمان و حوزه بسامد- دو روی سکه
  - روش‌های متفاوت ادراک اطلاعات در سیگنال
  - راحتی کار گاهی اوقات در بسامد گاهی اوقات در زمان

حوزه زمان و حوزه بسامد (فرکانس)-تبدیل‌های لاپلاس و فوریه

کار چنین دانشمندانی بر مسائل خاص

تبدیل لاپلاس و فوریه

- تبدیل پیوسته (انتگرالی) از توابع پیوسته
- تبدیل لاپلاس
  - نگاشت تابع زمان $f(t)$ به تابعی از متغیرهی مختلط $F(s)$ و $s = a + j\omega$
  - تبدیل مشتق $f'(t) = \frac{df(t)}{dt}$ به $sF(s)$
    - به چه معنا؟
    - تبدیل معادله دیفرانسیل خطی به معادله‌ای جبری
    - بنابراین مناسب جهت حل معادلات دیفرانسیلی خطی
- تبدیل فوریه
  - $a = 0$ و در نتیجه $F(j\omega)$
  - نمایش حوزه بسامد (فرکانس) از تابع $f(t)$
    - البته با شرایطی

حوزه زمان و حوزه بسامد (فرکانس)-تبدیل‌های لاپلاس و فوریه

تفسیر و تحلیلی سیستم در دامنه زمان با معادلات دیفرانسیلی

- مدل ریاضی سیستم
- پیچیدگی و سختی حل معادلات در حوزهٔ زمان
- لاپلاس معرف روش تبدیل به معادلات جبری
- حوزه فرکانس
  - حالت خاصی از دامنهٔ لاپلاس
  - تحلیل تابع با استفاده از بسامدهایش
- امکان ایجاد توابع از مولفه‌های بسامدی
  - پهنای باند نتیجه و حاصل توضیح سیگنال

خواص حوزه زمان	متناوب	نامتناوب	
پیوسته	سری فوریه زمان پیوسته	تبدیل فوریه زمان پیوسته	نامتناوب
گسسته	سری فوریه زمان‌گسسته	تبدیل فوریه زمان‌گسسته	متناوب
	گسسته	پیوسته	**خواص حوزهٔ بسامد**

نوع تبدیل	نوع متغیر مستقل	معادلهٔ سنتز (حوزهٔ زمان)	معادلهٔ آنالیز(حوزهٔ بسامد)
سری فوریه	زمان‌پیوسته	$x(t)=\sum_{k=-\infty}^{+\infty}a_k e^{jk\omega_0 t}=\sum_{k=-\infty}^{+\infty}a_k e^{jk(2\pi/T)t}$	$a_k=\frac{1}{T}\int_T x(t)e^{-jk\omega_0 t}dt=\frac{1}{T}\int_T x(t)e^{-jk(2\pi/T)t}dt$
	زمان‌گسسته	$x[n]=\sum_{k=\langle N\rangle}a_k e^{jk\omega_0 n}=\sum_{k=\langle N\rangle}a_k e^{jk(2\pi/N)n}$	$a_k=\frac{1}{N}\sum_{n=\langle N\rangle}x[n]e^{-jk\omega_0 n}=\sum_{n=\langle N\rangle}x[n]e^{-jk(2\pi/N)n}$
تبدیل فوریه	زمان‌پیوسته	$x(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}X(j\omega)e^{j\omega t}d\omega$	$X(j\omega)=\int_{-\infty}^{+\infty}x(t)e^{-j\omega t}dt$
	زمان‌گسسته	$x[n]=\frac{1}{2\pi}\int_{2\pi}X(e^{j\omega})e^{j\omega n}d\omega$	$X(e^{j\omega})=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}x[n]\,e^{-j\omega n}$
تبدیل لاپلاس	زمان‌پیوسته		$X(s)=\int_{-\infty}^{+\infty}x(t)e^{-st}dt$
تبدیل زی	زمان‌گسسته		$X(z)=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}x[n]\,z^{-n}$

$$x(t+T)=x(t), t\in\mathbb{R}, F=\frac{1}{T}, \omega_0=2\pi F=\frac{2\pi}{T}$$

$$x[n+N]=x[n], \omega_0=\frac{2\pi}{N}$$

مطالبی که عرضه خواهد شد

معرفی
- تعریف سیگنال
  - انواع آن
  - ویژگی‌های سیگنال‌ها
- تعریف سیستم
  - انواع آن
  - ویژگی‌های سیستم‌ها

سیستم‌های خطی زمان‌ناوردا
- تابع تبدیل سیستم خزن (پاسخ ضربه)
- سخزن زمان‌پیوسته
- سخزن زمان‌گسسته
- انواع هم‌بندی سیستم
- خواص

سری‌های فوریه سیگنال‌های زمان‌گسسته و زمان‌پیوسته
- سری فوریه پیوسته متناوب
- سری فوریه گسسته متناوب

تبدیل‌های فوریه
- تبدیل فوریه سیگنال‌های پیوسته
- تبدیل فوریه سیگنال‌های گسسته

[تبدیل لاپلاس و تبدیل زِد (زی) (یا؟)]

[مخابرات]

مراجع و منابع

[اپنهایم] ا. و. اپنهایم، ا. س. ویلسکی، ح. نواب، «سیگنال‌ها و سیستم‌ها،» پ. جبه‌دار مارالانی، ب. زنج، انتشارات دانشگاه طهران، چ ۸، ۱۳۹۲.

[زیمر]

[اپنهایم] ا. و. اپنهایم، ر. د. شافر، «پردازش سیگنال گسسته در زمان،»،ویرایش سوم، م دیانی، انتشارات نص، چ ۴، ۱۳۹۵.

اینترنت و مقالات

Digital filters [7]–[10]: sophisticated filter banks [7] were designed to recognize QRS complexes in which they analyzed the positions and magnitudes of sharp waves and used a special digital band-pass filter to reduce the false detection of ECG signals in the MIT-BIH database [11]. The difference operation method (DOM) [8] scheme including two stages was proposed: the first stage was to find the point R by applying the difference equation operation to an ECG signal, then the second stage looked for the points Q and S based on the point R to find the QRS complex. The work [9] used some special digital filters to detect and classify ECG signal in time or frequency domain. Slope- and peak-sensitive band-pass filters were employed for the detection [10]. The morphological smoothing further improved its performance.

Wavelet transform (WT) [12]–[16]: the transform yields a time-scale representation similar to the time-frequency representation of the short-time Fourier transform (STFT) [12], while the WT uses a set of analyzing functions that allows a variable time and frequency resolution for different frequency bands [13]. By the multiscale feature of WT, the QRS complex can be distinguished from high P or T waves, noise, and baseline drift. The dyadic discrete WT (DWT) was usually implemented using a dyadic filter bank where the filter coefficients were directly derived from the wavelet function [14]. The WT based on the adaptive threshold [15] and WT based on multi-lead ECG [16] were evaluated on the QT database [17].

Adaptive matched filters [18]–[22]: a two-stage successive cancellation algorithm that sequentially separates

Bayesian Real-Time QRS Complex Detector for Healthcare System

ارزیابی

تمرین‌ها

- کتبی
- عملی

امتحان

- خلق دانش
- کپی‌پیست (گرفتن‌گذاشتن) اعلام منابع هر تمرین

اعلانات

حل تمرین درس:

نحوه ارسال تمرین‌ها، پروژه‌ها، دیگر موارد

- ا-نامه عنوان ایمیل:sos.iasbs@gmail.com
- عنوان: «سیگنال و سیستم- تمرین سری اول»
  - فایل متنی: قالب پی‌دی‌اف
  - نام فایل: SoS-T#-Afshar-Mahmoud_Sotode-Morteza.pdf
  - نام فایل: SoS-P#-Afshar-Mahmoud_Sotode-Morteza.pdf

  - دیگر فایل‌ها
  - نام فایل: SoS-Afshar-Mahmoud_Sotode-Morteza.zip

یادآوری ریاضی

یادآوری ریاضی-توابع مختلط- فاز و اندازه

$$z = x + jy = re^{j\theta}, r = \sqrt{x^2 + y^2}, \theta = \arctan\frac{y}{x}$$

$$|z| = r, \measuredangle z = \theta$$

$$z = re^{j\theta} = r[\cos\theta + j\sin\theta] = x + jy, x = r\cos\theta, y = r\sin\theta$$

$$z_3 = z_1 + z_2 = (x_1 + x_2) + j(y_1 + y_2)$$

$$z_3 = z_1 - z_2 = (x_1 - x_2) + j(y_1 - y_2)$$

$$z_3 = z_1 z_2 = (x_1 x_2 - y_1 y_2) + j(x_1 y_2 + x_2 y_1) = r_1 r_2 e^{j(\theta_1 + \theta_2)}$$

$$z_3 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{(x_1 x_2 - y_1 y_2) + j(x_1 y_2 - x_2 y_1)}{x_2^2 + y_2^2} = \frac{r_1}{r_2} e^{j(\theta_1 - \theta_2)}$$

یادآوری ریاضی-معادلات مثلثی

- $e^{jx} = \cos x + j \sin x$
- $e^{(\alpha+jx)} = e^{\alpha}(\cos x + j \sin x)$
- $\cos x = \frac{e^{jx}+e^{-jx}}{۲}$
- $\sin x = \frac{e^{jx}-e^{-jx}}{۲j}$
- $\sin x = \cos\left(x - \frac{\pi}{۲}\right)$
- $\cos x = \sin\left(x + \frac{\pi}{۲}\right)$
- $\sin -x = -\sin x$
- $\cos -x = \cos x$
- $\cos^{۲} x + \sin^{۲} x = ۱$
- $\cos^{۲} x - \sin^{۲} x = \cos ۲x$
- $۲ \sin x \cos x = \sin ۲x$
- $\cos^{۲} x = \frac{۱}{۲}(۱ + \cos ۲x)$
- $\sin^{۲} x = \frac{۱}{۲}(۱ - \cos ۲x)$
- $\cos x \cos y = \frac{۱}{۲}[\cos(x + y) + \cos(x - y)]$
- $\sin x \sin y = \frac{۱}{۲}[\cos(x - y) + \cos(x + y)]$
- $\sin x \cos y = \frac{۱}{۲}[\sin(x - y) + \sin(x + y)]$
- $\cos(x \pm y) = \cos x \cos y \mp \sin x \sin y$
- $\sin(x \pm y) = \sin x \cos y \pm \cos x \sin y$
- $\cos x + \cos y = ۲ \cos\frac{x+y}{۲} \cos\frac{x-y}{۲}$
- $\cos x - \cos y = -۲ \sin\frac{x+y}{۲} \sin\frac{x-y}{۲}$
- $\sin x \pm \sin y = ۲ \sin\frac{x \pm y}{۲} \cos\frac{x \mp y}{۲}$
- $a \cos x + b \sin x = r \sin(x + \phi) = r \cos(x - \psi), r = \sqrt{a^{۲} + b^{۲}}, \sin\phi = \frac{a}{r}, \cos\phi = \frac{b}{r}, \sin\psi = \frac{b}{r}, \cos\psi = \frac{a}{r},$
- $\frac{d}{dx} \arcsin x = \frac{۱}{\sqrt{۱-x^{۲}}}$
- $\frac{d}{dx} \arccos x = -\frac{۱}{\sqrt{۱-x^{۲}}}$
- $\frac{d}{dx} \arctan x = \frac{۱}{۱+x^{۲}}$
- $\frac{d}{dx} \operatorname{arccot} x = -\frac{۱}{۱+x^{۲}}$

یادآوری ریاضی- معادلات هذلولوی

- $\sinh x = \frac{e^x - e^{-x}}{۲}$
- $\cosh x = \frac{e^x + e^{-x}}{۲}$
- $\tanh x = \frac{\sinh x}{\cosh x} = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$
- $\coth x = \frac{\cosh x}{\sinh x} = \frac{e^x + e^{-x}}{e^x - e^{-x}}$
- $\cosh^{۲} x - \sinh^{۲} x = ۱$
- $\cosh x + \sinh x = e^x$
- $\cosh x - \sinh x = e^{-x}$

یادآوری ریاضی- سری‌ها

$$\sum_{n=M}^{N-1} x^n = \frac{x^M - x^N}{1-x}, M < N, x \neq 1$$

$$\sum_{n=0}^{N-1} x^n = \begin{cases} \frac{1-x^N}{1-x}, x \neq 1 \\ N, \quad x = 1 \end{cases}$$

$$\sum_{n=0}^{N-1} e^{\alpha n} = \frac{1-e^{\alpha N}}{1-e^{\alpha}}, x \neq 1$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} x^n = \frac{1}{1-x}, |x| < 1$$

$$\sum_{n=M}^{\infty} x^n = \frac{x^M}{1-x}, |x| < 1$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} nx^n = \frac{x}{(1-x)^2}, |x| < 1$$

یادآوری ریاضی- بسط تیلور

$$\sin x = x - \frac{x^{۳}}{۳!} + \frac{x^{۵}}{۵!} - \cdots + (-۱)^{n} \frac{x^{۲n+۱}}{(۲n+۱)!} + \cdots$$

$$\cos x = ۱ - \frac{x^{۲}}{۲!} + \frac{x^{۴}}{۴!} - \cdots + (-۱)^{n} \frac{x^{۲n}}{(۲n)!} + \cdots$$

$$e^{x} = ۱ + x + \frac{x^{۲}}{۲!} + \frac{x^{۳}}{۳!} + \cdots + \frac{x^{n}}{n!} + \cdots$$