

بسم الله الرحمن الرحيم

شناسایی سیستم و تخمین پارامترهای پرواز

مدرس:
عبدالمجید
خوشنود

فصل چهارم:

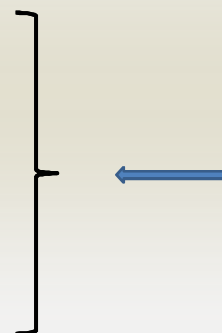
- ساختارهای عمومی مدل در شناسایی
 - مدلسازی نویز و اغتشاش
 - انواع ساختارها

- شناسایی در
حوزه زمان
- شناسایی در
حوزه فرکانس

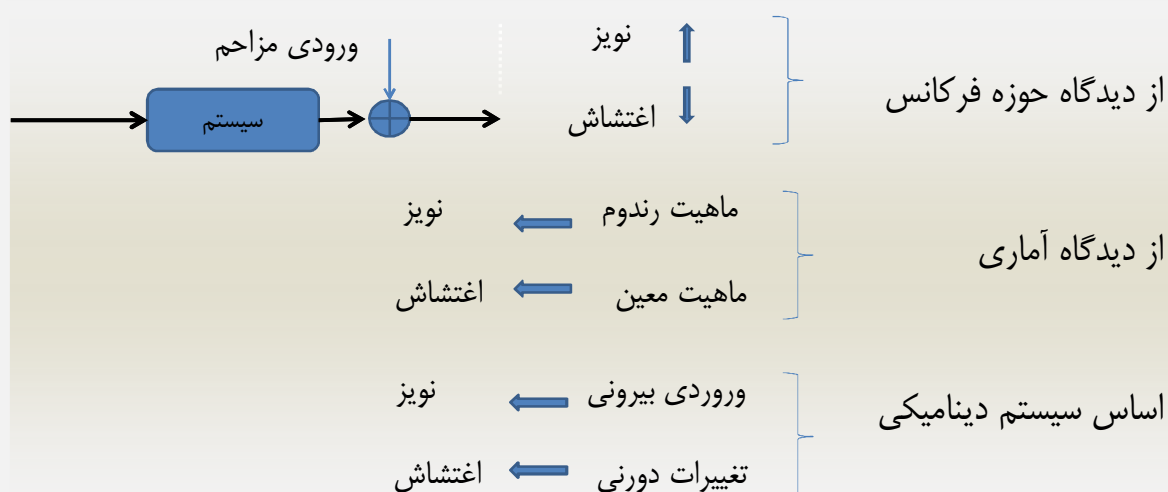
مدلسازی عددی اغتشاش و نویز

معمولا دو واژه اغتشاش و نویز را به ورودی های مزاحم یا تغییرات مزاحم سیستم ها اختصاص می دهند. با این وجود، تعریف دقیق این نوع ورودی ها را بر اساس نوع کاربرد آنها می توان در سه دسته اصلی تقسیم بندی نمود:

- تقسیم بندی بر اساس حوزه فرکانس
- تقسیم بندی بر اساس مفاهیم آماری
- تقسیم بندی بر اساس سیستم دینامیکی



مدلسازی عددی اغتشاش و نویز

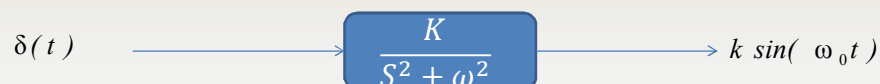
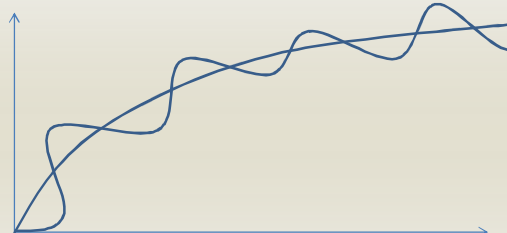


مدلسازی عددی اغتشاش و نویز

نمونه هایی از مدلسازی اغتشاشات معین

سیگنال برق شهری

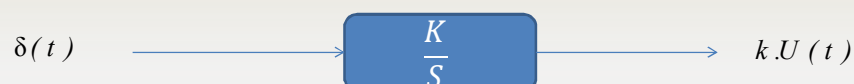
$$y = y_1 + \sin(2t)$$



مدلسازی عددی اغتشاش و نویز

بایاس یا آفست Bias or Offset

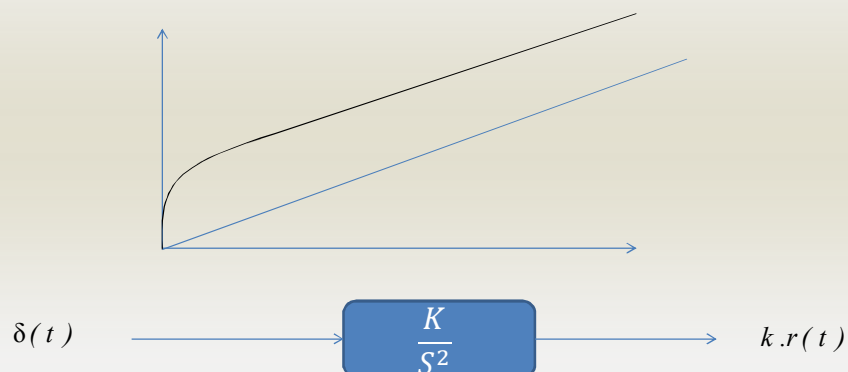
مقدار ثابتی که حاصل ورودی نیست اگر در داده ها دیده شود به آن بایاس یا آفست گفته می شود.



مدلسازی عددی اغتشاش و نویز

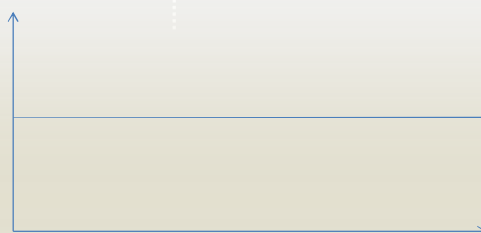
Drift دررفت

مقدار خطا یا اغتشاشی که با یک شیب همراه است اگر در داده ها دیده شود به آن دررفت گفته می شود.



مدلسازی عددی اغتشاش و نویز

Freezing فریز شدن



ساختارهای مدل برای شناسایی

General Model Structure ساختار عمومی

در یک سیستم خطی رابطه بین تابع خروجی و ورودی را میتوان با استفاده از یک تابع تبدیل بیان کرد.

$$y(k) = G(q)u(k) = \frac{\tilde{B}(q)}{\tilde{A}(q)} u(k)$$

برای مدلسازی نویز میتوان، نویز سفید را از هر فیلتر دلخواه عبور داد و نویز دلخواه را تولید کرد.

$$n(k) = H(q)v(k) = \frac{\tilde{C}(q)}{\tilde{D}(q)} v(k)$$

Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

General Model Structure ساختار عمومی

حال با ترکیب روابط قبل میتوان یک مدل خطی را به صورت زیر نوشت:

$$y(k) = G(q)u(k) + H(q)v(k)$$

$$F(q)A(q) = \tilde{A}(q)$$

$$D(q)A(q) = \tilde{D}(q)$$

در صورت امکان تجزیه A, D داریم:

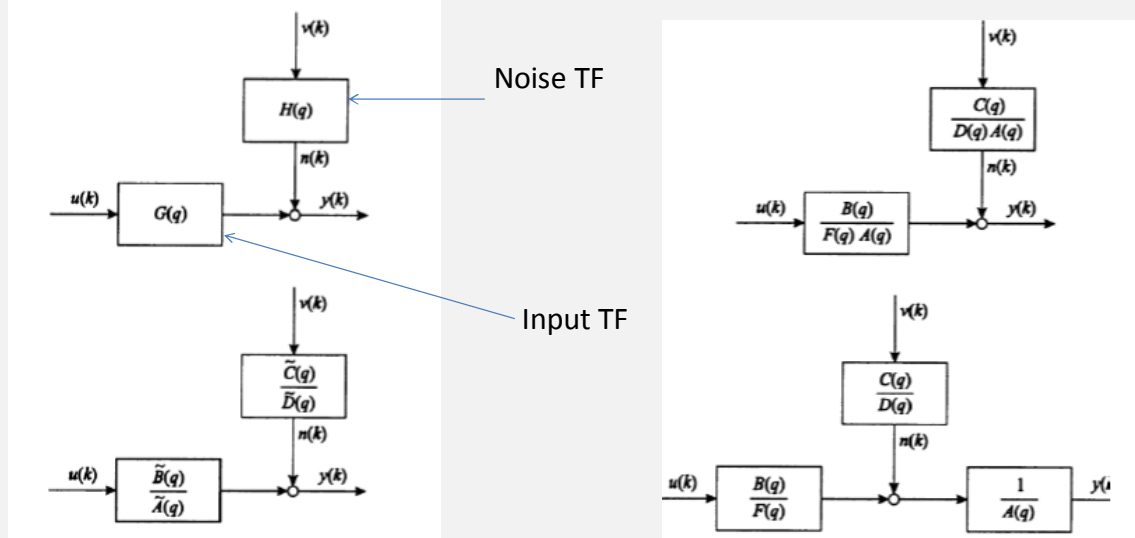
$$y(k) = \frac{B(q)}{F(q)A(q)} u(k) + \frac{C(q)}{D(q)A(q)} v(k)$$

$$A(q)y(k) = \frac{B(q)}{F(q)} u(k) + \frac{C(q)}{D(q)} v(k)$$

در نهایت

Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی (عمومی)



Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای متداول در شناسایی سیستمهای خطی

Model structures	Model equations
MA	$y(k) = C(q) v(k)$
AR	$y(k) = 1/D(q) v(k)$
ARMA	$y(k) = C(q)/D(q) v(k)$
ARX	$y(k) = B(q)/A(q) u(k) + 1/A(q) v(k)$
ARMAX	$y(k) = B(q)/A(q) u(k) + C(q)/A(q) v(k)$
ARARX	$y(k) = B(q)/A(q) u(k) + 1/D(q)A(q) v(k)$
ARARMAX	$y(k) = B(q)/A(q) u(k) + C(q)/D(q)A(q) v(k)$
OE	$y(k) = B(q)/F(q) u(k) + v(k)$
BJ	$y(k) = B(q)/F(q) u(k) + C(q)/D(q) v(k)$
FIR	$y(k) = B(q) u(k) + v(k)$

Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای متداول در شناسایی سیستمهای خطی

Time series models مدل‌های سری‌های زمانی

در هر علم، به آمار جمع‌آوری شده مربوط به متغیری که قرار است پیش‌بینی شود و در دوره‌های زمانی گذشته موجود است، اصطلاحاً سری زمانی می‌گویند. منظور از یک سری زمانی مجموعه‌ای از داده‌های آماری است که در فواصل زمانی مساوی و منظمی جمع‌آوری شده باشند.

روشهای آماری که اینگونه داده‌های آماری را مورد استفاده قرار میدهد روشهای تحلیل سریهای زمانی نامیده میشود. مانند فروش فصلی یک شرکت طی سه سال گذشته. یک سری زمانی مجموعه مشاهداتی است که بر اساس زمان مرتب شده باشند. مثالهایی از آن در اقتصاد و حتی رشته‌های مهندسی دیده میشود.

Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای متداول در شناسایی سیستمهای خطی

مدل اتو رگرسیو (Auto regressive) AR

در این مدل با توجه به خاصیت سریهای زمانی، ورودی سیستم در این مدل دخالت ندارد و خروجی مدل فقط تابع مقادیر گذشته خودش است. این مدل به صورت زیر بیان میشود:

$$y(k) = \frac{1}{D(q)} v(k)$$

$$y(k) = -d_1 y(k-1) - \dots - d_m y(k-m) + v(k)$$

در مدل بالا $v(k)$ نویز سفید میانگین صفر است و همچنین m مرتبه و dm ضرایب معادله مشخصه سیستم هستند.

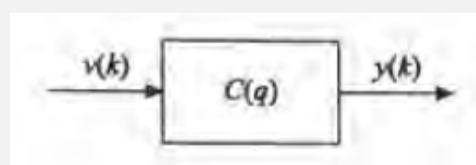
Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای متداول در شناسایی سیستمهای خطی
مدل میانگین متحرک (Moving Average) MA

$$y(k) = C(q)v(k)$$

$$y(k) = v(k) + c_1 v(k-1) + \dots + c_m v(k-m)$$



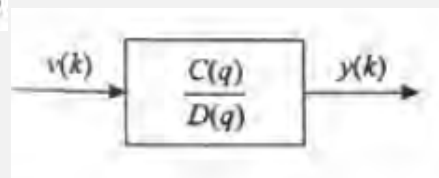
Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای متداول در شناسایی سیستمهای خطی
مدل میانگین متحرک (Auto Regressive Moving Average) ARMA

$$y(k) = \frac{C(q)}{D(q)}v(k)$$

$$y(k) = -d_1 y(k-1) - \dots - d_m y(k-m) + v(k) + c_1 v(k-1) + \dots + c_m v(k-m)$$



Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

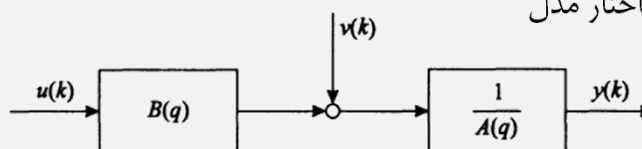
مدلهای متداول در شناسایی سیستمهای خطی
مدلهای با فیدبک خروجی/مدلهای اتورگرسیو با ورودی خارجی
Autoregressive with Exogenous Input (ARX)

ARX مدلی است که برای تخمین مدل‌های خطی دینامیکی به طور گسترده مورد استفاده قرار میگیرند.

این مدل برای استفاده در مدل‌های پیچیده نمیتوان عموماً استفاده کرد ولی این مدل را میتوان با بسیاری از پدیدههای طبیعی تطبیق داد.

ساختار مدل

$$A(q)y(k) = B(q)u(k) + v(k)$$



هر دو روش بر پایه کمترین مربعات

Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای با فیدبک خروجی/مدلهای اتورگرسیو با ورودی خارجی

مدل اتورگرسیو میانگین متحرک با ورودی خارجی

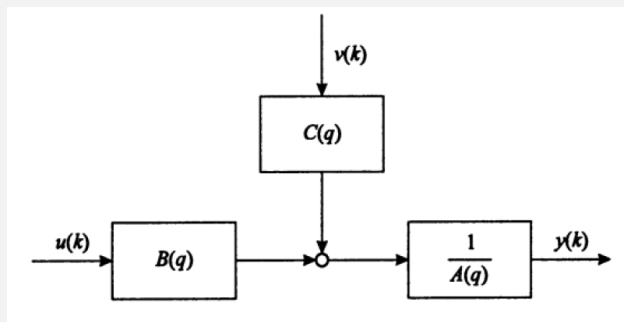
Autoregressive Moving Average with Exogenous Input (ARMAX)

بعد از ARX پرکاربردترین مدل در شناسایی خطی است. برخی از کنترلرها از قبیل حداقل واریانس بر مبنای ARMAX ایجاد شده اند. مدل ARMAX در مقایسه با ARX به علت اینکه دارای یک نویز خارجی است انعطاف بیشتری دارد. همین ویژگی آن باعث شده است که مدل ARMAX در پارامترها غیرخطی باشد و عین حال میتوان آن را به چند مساله خطی تبدیل و با استفاده از تکنیک حداقل مربعات حل کرد.

Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای با فیدبک خروجی/مدلهای اتورگرسیو با ورودی خارجی
 مدل اتورگرسیو میانگین متحرک با ورودی خارجی ARMAX
 مناسب برای روش توسعه یافته کمترین مربعات



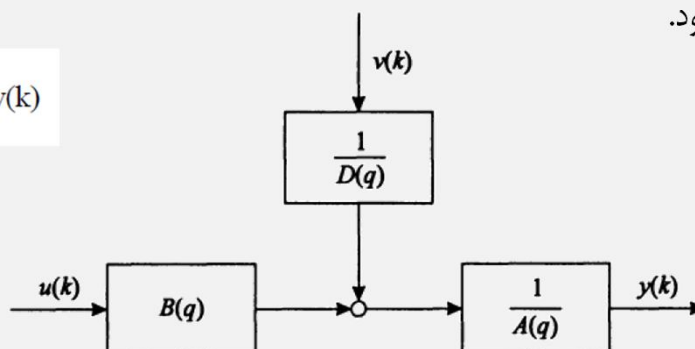
$$A(q)y(k) = B(q)u(k) + C(q)v(k)$$

Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای با فیدبک خروجی/مدلهای اتورگرسیو با ورودی خارجی
 مدل اتورگرسیو اتورگرسیو با ورودی خارجی (ARARX)
 مدل فوق را می توان یک نسخه از مدل ARMAX دانست با این تفاوت که نویز در اینجا
 با یک فیلتر AR ساخته می شود. در حالی که در ARMAX با یک فیلتر MA ساخته می
 شود.

$$A(q)y(k) = B(q)u(k) + \frac{1}{D(q)} v(k)$$



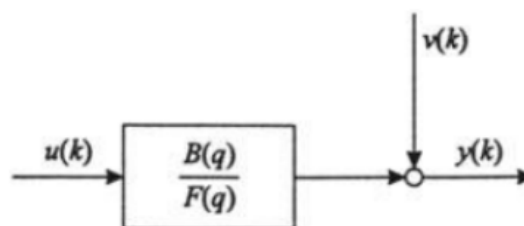
Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدل خطای خروجی OE

پس از مدل های ARX و ARMAX بیشترین کاربرد را دارد.
روش کمترین مربعات بازگشتی

$$y(k) = \frac{B(q)}{F(q)} u(k) + v(k)$$



Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای با فیدبک خروجی

مدل باکس جنکیز BJ

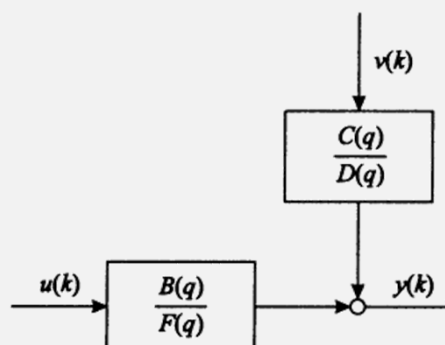
این مدل در مدلسازی نویز دارای درجه آزادی بیشتری است. معادله این مدل به صورت زیر است. برای حل این مدل فقط میبایست از الگوریتم های بهینه سازی غیرخطی استفاده کرد.

$$y(k) = \frac{B(q)}{F(q)} u(k) + \frac{C(q)}{D(q)} v(k)$$

If $D=1 \Rightarrow$ ARMAX

If $C=1 \Rightarrow$ ARARX

If $D=C \Rightarrow$ OE



Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای بدون فیدبک خروجی

Finite Impulse Response (FIR) مدل پاسخ ضربه محدود

مدل FIR ساده ترین خطی است. این مدل یک فیلتر میانگین متحرک ساده است.

$$y(k) = b_1 u(k-1) + b_2 u(k-2) + \dots + b_m u(k-m) + v(k)$$

$$y(k) = B(q)u(k) + v(k)$$

در نتیجه:

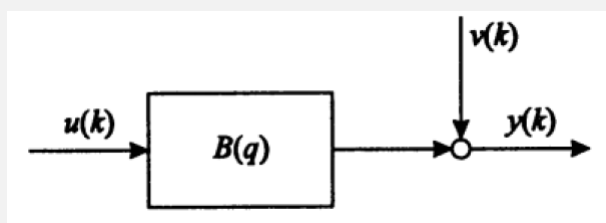
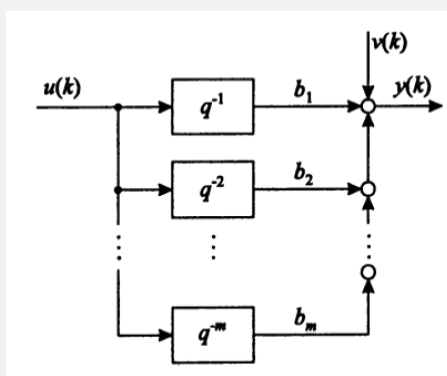
از ویژگی های این مدل پایدار بودن آن و مشخص بودن گام تاخیر آن است.

Scroll to take a tour

ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای بدون فیدبک خروجی

Finite Impulse Response (FIR) مدل پاسخ ضربه محدود



Scroll to take a tour

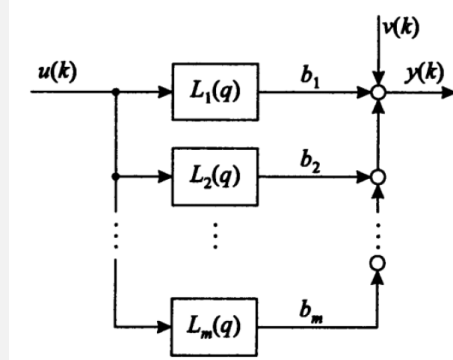
ساختارهای مدل برای شناسایی

مدلهای بدون فیدبک خروجی

توابع پایه متعامد (OBF) Orthonormal Basis Functions

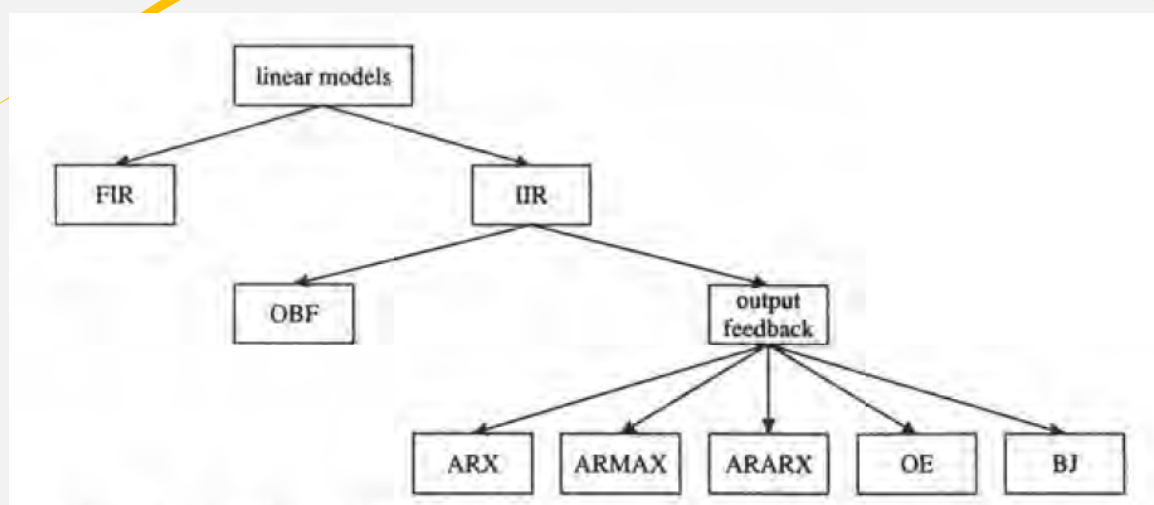
حالت کلی تر مدل FIR مدل OBF است. $L(q)$ ها خود چند جمله ای هستند.

$$y(k) = b_1 q^{-1} u(k) + b_2 q^{-2} u(k) + \dots + b_m q^{-m} u(k) + v(k)$$



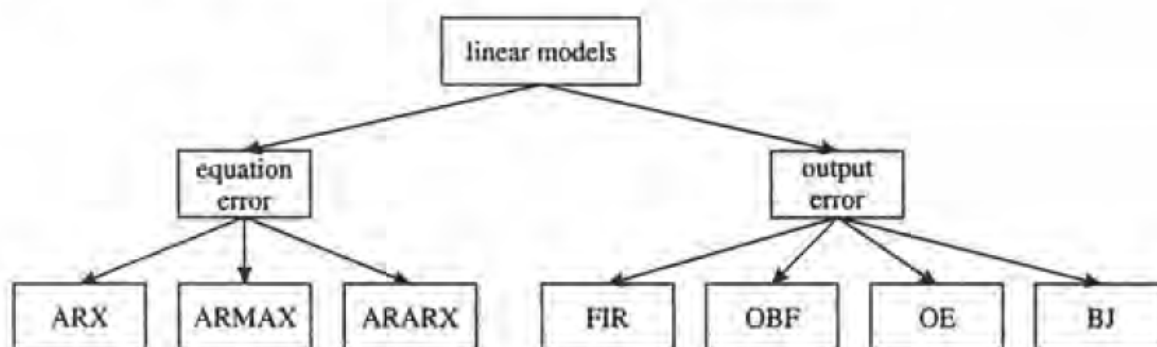
Scroll to take a tour

تقسیم بندی های مختلف مدل ها



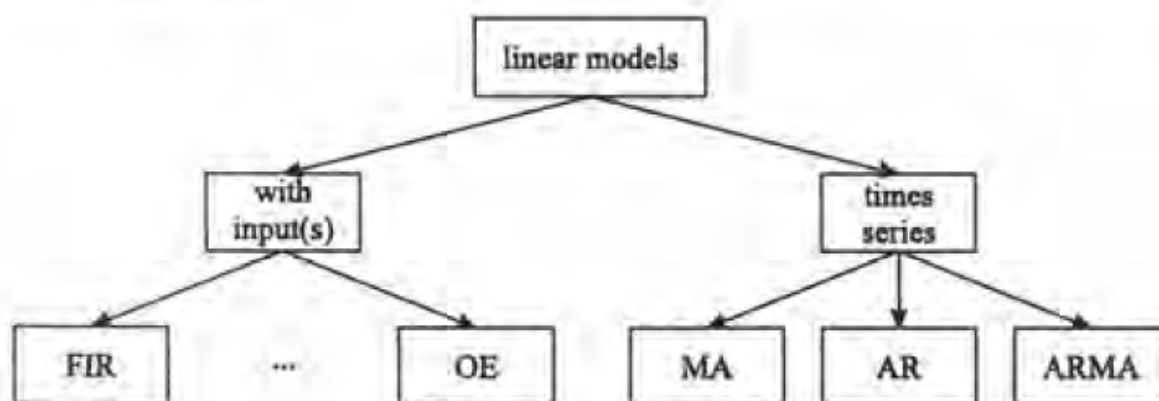
Scroll to take a tour

تقسیم بندی های مختلف مدل ها



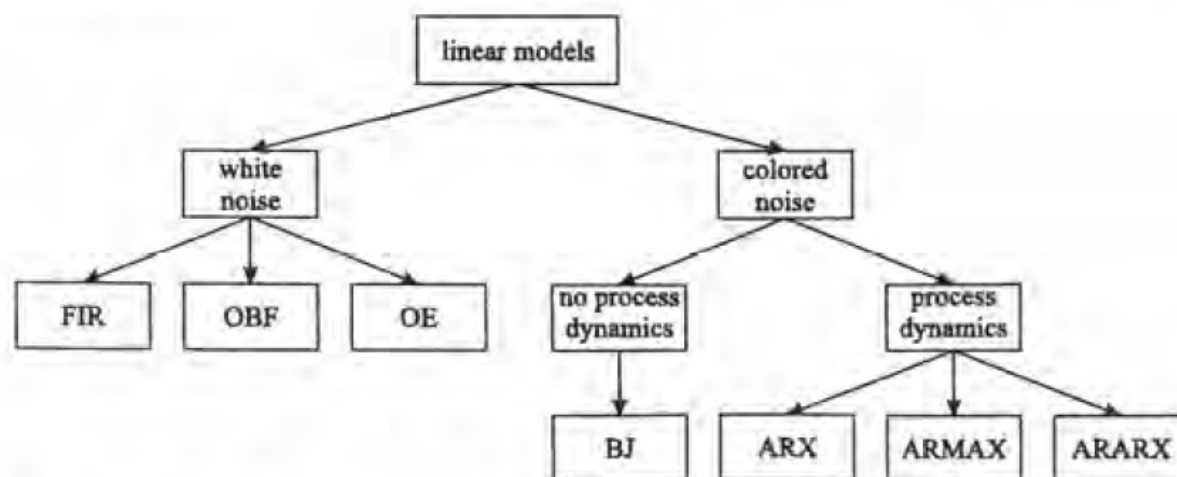
Scroll to take a tour

تقسیم بندی های مختلف مدل ها



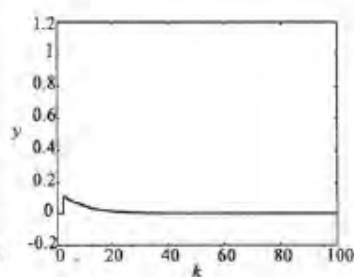
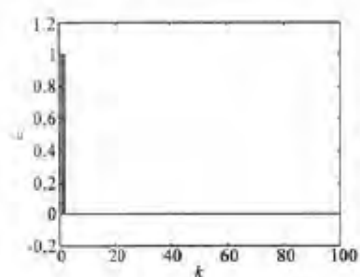
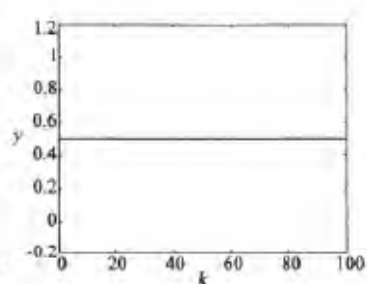
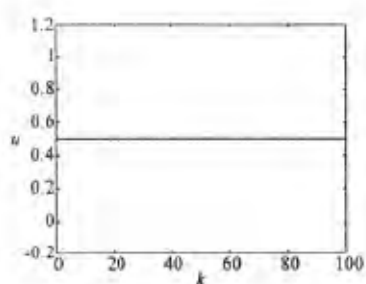
Scroll to take a tour

تقسیم بندی های مختلف مدل ها

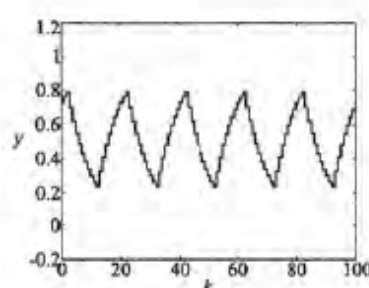
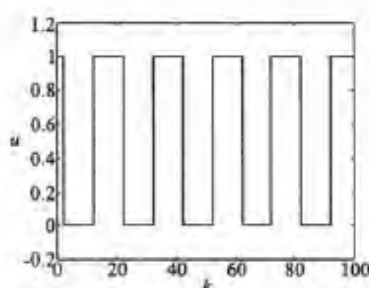
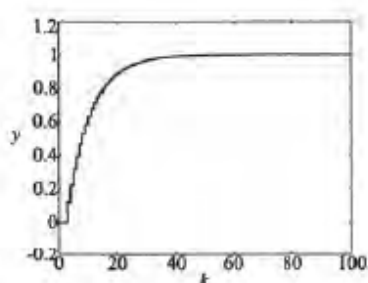
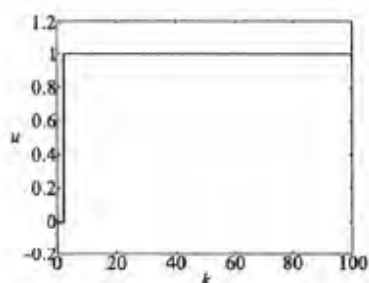


Scroll to take a tour

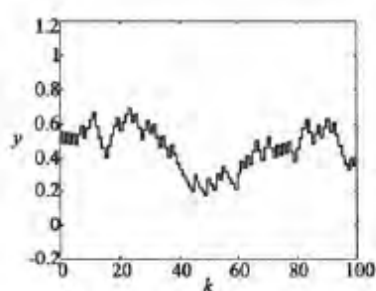
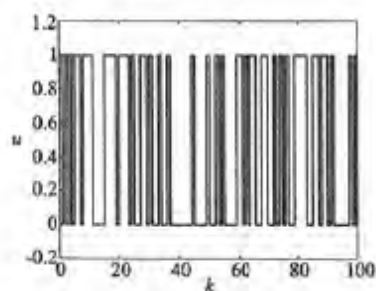
گريزي بر تاثير انتخاب ورودی در پاسخ سیستم های ديناميکی



گزیزی بر تاثیر انتخاب ورودی در پاسخ سیستم های دینامیکی



گزیزی بر تاثیر انتخاب ورودی در پاسخ سیستم های دینامیکی



Input signal	b_1	a_1	K	T [s]
Constant	0.2620	-0.7392	1.0048	3.3098
Impulse	0.0976	-0.8570	0.6826	6.4800
Step	0.1220	-0.8780	0.9998	7.6879
Rectangular	0.1170	-0.8834	1.0033	8.0671
PRBS	0.1201	-0.8796	0.9980	7.7964
True process	0.1175	-0.8825	1	8



پاسخ به سوالات

عبدالمجید خوشنود

khoshnood@kntu.ac.ir
<http://wp.kntu.ac.ir/khoshnood>

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
