

بسمه تعالی

شناسایی سیستم‌ها - گروه مهندسی کنترل / مکترونیک

نیمسال اول ۱۴۰۳-۱۴۰۲

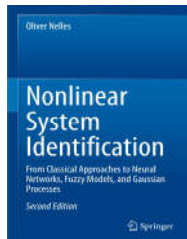
یکشنبه - سه‌شنبه ۱۲ - ۱۰:۳۰

مدرس: مهدی علیاری،

Email: aliyari@kntu.ac.ir

حل تمرین: مهندس مؤذنی، مهندس محمدزاده

مرجع اصلی:



Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks, Fuzzy Models, and Gaussian Processes, O. Nelles, 2020.

سایر مراجع:

1. System Identification: Theory for Users, L. Ljung, 2nd Editions, 1999.
2. System Identification, by T. Soderstrom and Petre Stoica, 1989.
3. System Identification: A Frequency Domain Approach, by R. Pintelon, J. Schoukens, 2001.
4. Recent selected papers.

سرفصل مطالب

❖ مقدمات شناسایی سیستم‌ها:

- مشخصات، کاربردها (پیش‌بینی، شبیه‌سازی، کنترل، تشخیص خطا و...)، خطی یا غیرخطی؟ شناسایی پارامتر یا مدل؟ انتخاب: ورودی، ساختار مدل، پیچیدگی و سادگی، بهنگام - نابهنگام، Black Box, White Box, Gray Box، ملاک‌های ارزیابی.

❖ شناسایی سیستم‌های خطی ایستا

- تخمین خطی پارامترها و روش‌های بهینه‌سازی آن
- روش کمترین مربعات (LS)، تحلیل‌های آماری تخمین و ارزیابی آن، Regularization
- تخمین بدون بایاس، تخمین حداقل واریانس، تخمین BLUE، روش WLS، حد پایین کرامر و رانو
- روش کمترین مربعات بازگشتی (RLS)، فاکتور فراموشی (FRLS)، فاکتور فراموشی چندگانه (MFRLS)، پیچیدگی محاسبات، مشکلات و راهکارها، خطای پیش‌بینی
- تخمین به روش کمینه‌کردن خطای پیش‌بینی
- فیلتر کالمن KF و کاربردهای آن در تخمین پارامترهای خطی، فیلتر کالمن توسعه‌یافته EKF، انتخاب ماتریس کوواریانس نویز، اضافه‌کردن نویز مصنوعی
- تصویر متعامد و مفاهیم آن، رگرسیون‌های پشت‌پشتی (Ridge Regression)، روش کوچک‌ترین مربعات متعامد (OLS) و روش‌های بازگشتی متعامد

❖ شناسایی سیستم‌های دینامیک خطی

- انتخاب سیگنال ورودی تحریک به حد کافی غنی برای شناسایی دینامیکی
- مدل‌های شناسایی سیستم‌های دینامیکی خطی با فیدبک و بدون فیدبک و مدل‌های سری زمانی
 - FIR, ARX, ARMAX, OE, BJ, PEM
 - AR, MA, ARMA
- تخمین پارامترها در مدل ARX، مسئله Consistency، Instrumental Variables
- کمینه‌کردن خطای پیش‌بینی به‌عنوان هدف بهینه‌سازی
- تخمین پارامترها در مدل ARMAX، بهینه‌سازی غیرخطی یا تکراری، روش‌های ELS و GLS
- روش‌های تکراری بازگشتی برای تخمین پارامترها
 - RELS, RGLS, RIV, RPEM
- تقسیم داده‌ها به Training، Test و Validation.
- شناسایی حلقه بسته
- شناسایی سیستم‌های چند ورودی - چند خروجی، شناسایی سیستم‌ها در فضای حالت
- ❖ شناسایی سیستم‌های غیرخطی ایستا
 - حرکت از شناسایی خطی به غیرخطی، دلایل و مشکلات
 - مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی پارامترهای غیرخطی
 - بهینه‌سازهای محلی: بر اساس گرادینان و آزاد از گرادینان
 - روش‌های بهینه‌سازی متکی بر گرادینان،
 - بهینه‌سازهای مطلق، روش‌های بر اساس جمعیت، روش‌های بهینه‌سازی تکاملی
 - بهینه‌سازهای چندهدفه و به‌کارگیری آنها در شناسایی
 - تقریب‌گرهای عمومی، مدل‌های غیرخطی بر اساس توابع پایه، آموزش پارامترها، دسته‌بندی حضور پارامترها در خروجی، انتخاب روش آموزش مناسب
 - شبکه‌های عصبی، فلسفه نرون، مقدمه‌ای بر Neuro Science، شبکه‌های MLP و RBF و کاربرد آنها در شناسایی، شبکه‌های عصبی دینامیکی و شبکه‌های یادگیری عمیق
 - یادگیری پارامترها در شبکه‌های عصبی، آموزش ساختار و انتخاب ساختار بهینه، نحوه انتخاب مناسب وزن-های اولیه، Drift پارامترها، زمان قطع آموزش
 - مروری بر مفاهیم فازی، مدل‌های فازی، کاربرد در شناسایی، مدل‌های محلی خطی (LLM) و شناسایی پارامتر، روش‌های Incremental، خوشه‌بندی داده‌ها و کاربردهای آن در تعیین ساختار، مدل‌های عصبی - فازی و تکامل آن‌ها
- ❖ شناسایی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی
 - مدل‌های ورودی - خروجی غیرخطی، NARX، NARMAX، NOE، Hammerstein و Wiener
 - شناسایی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی به کمک شبکه‌های عصبی و چگونگی کاربرد آن در کنترل‌گرهای تطبیقی، ژاکوبین سیستم
 - شناسایی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی به کمک مدل‌های فازی و عصبی - فازی و چگونگی کاربرد آن در کنترل‌گرهای تطبیقی، ژاکوبین سیستم
 - تعبیرپذیری در شناسایی و میزان کاربرد آن در فهم عملکرد سیستم
 - تخمین پارامترها در سیستم‌های دینامیکی خطی و غیرخطی
- ❖ شناسایی سیستم به کمک ترکیبی از مدل‌های خطی و غیرخطی
- ❖ بررسی بعضی کاربردهای شناسایی سیستم در سیستم‌های واقعی
- ❖ کاهش ابعاد به کمک روش PCA

تمرین‌ها:

هم‌زمان با معرفی بخش‌های مختلف درس چندین سری تمرین در طول ترم داده خواهد شد. قسمتی از این تمرینات به فرم پروژه‌های کوچک (*mini project*) کامپیوتری، قابل انجام با نرم‌افزار *MATLAB* خواهد بود. هدف آشنایی بیشتر با الگوریتم‌های شناسایی، ساختارهای متفاوت شناسایی و کاربردهای گوناگون آن، است.

پروژه نهایی:

مهم‌ترین قسمت درس و خروجی نهایی آن پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه کاربرد شناسایی سیستم‌ها است. پروژه به صورت تک‌نفره و یا حداکثر دونفره تعریف و انجام می‌شود. محدودیتی در انتخاب موضوع پروژه وجود ندارد، به‌غیراز آنکه حتماً باید از روش‌ها و موضوعات مطرح شده در درس استفاده شود و سعی کنید از موضوعات جدید و نو بهره بگیرید. تعریف پروژه خود را حتماً با من هماهنگ کنید و آن را به صورت یک پیشنهاد پروژه در یک برگ A4 در سه قسمت: ۱- عنوان پروژه ۲- شرح مختصر و نوآوری مدنظر شما ۳- کارهای انجام شده در این زمینه (حداقل ۴ مرجع اصلی خود را ذکر کنید). موضوع پروژه خود را هر چه سریع‌تر انتخاب نموده و به من *e-mail* بزنید تا دچار کمبود وقت نشوید. (حداکثر زمان تحویل پروژه ۲ هفته بعد از امتحان پایان ترم است)

امتحان میان‌ترم و پایان ترم:

امتحان میان‌ترم و پایان ترم به دو بخش تقسیم می‌شود. بخش اول به مباحث تئوری و نظری درس مربوط می‌شود و بخش دوم به صورت شبیه‌سازی با کامپیوتر برگزار می‌شود.

شیوه تحویل تمرین‌ها:

تکالیف و پروژه‌های خود از طریق سامانه *COURSES* ارسال نمایید.

شیوه ارزیابی:

تمرینات:	۴۰٪
امتحان میان‌ترم و پایان ترم:	۳۰٪ + ۲۵٪
پروژه نهایی:	۱۰٪
مجموع:	۱۰۵٪!

مراجعه به استاد جهت رفع اشکال درسی: روزهای سه‌شنبه، ساعت ۱۶ الی ۱۸ با هماهنگی قبلی.