



۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
دانشکده مهندسی برق

برنامه ، آموزشی و سرفصل درس های مقطع کارشناسی ارشد

رشته مهندسی برق - گرایش کنترل



دی ماه ۱۳۹۲

## فهرست

۱	برنامه آموزشی مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق - گرایش کنترل
۱	درس‌های جبرانی
۱	درس‌های الزامی
۱	درس‌های انتخابی
۳	درس‌های اختیاری
۳	سمینار کارشناسی ارشد
۳	پروژه کارشناسی ارشد
۳	جمع واحدها
۳	سرفصل درس‌ها
۴	ابزار دقیق پیشرفته
۵	اتوماسیون صنعتی
۶	برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی
۷	بهینه‌سازی محدب
۸	پردازش تکاملی و هوش جمعی
۹	تشخیص و شناسایی خطا
۱۰	دینامیک سیستم‌ها
۱۱	ریاتیک
۱۲	ریات‌های موازی
۱۳	ریاضیات مهندسی پیشرفته
۱۴	سیستم‌ها و کنترل‌کننده‌های مرتبه کسری
۱۵	سیستم‌های ترکیبی
۱۶	سیستم‌های کنترل تطبیقی
۱۷	سیستم‌های کنترل چندمتغیره
۱۸	سیستم‌های کنترل شبکه‌شده
۱۹	شناسایی سیستم‌ها
۲۰	کنترل بهینه
۲۱	کنترل پیش‌بین
۲۲	کنترل دیجیتال
۲۳	کنترل عصبی



۲۴	.....	کنترل غیرخطی
۲۵	.....	کنترل فازی
۲۶	.....	کنترل فرآیندهای اتفاقی
۲۷	.....	کنترل فرآیند پیشرفته
۲۸	.....	کنترل مدرن
۲۹	.....	کنترل مقاوم
۳۰	.....	مدلسازی و شبیه‌سازی
۳۱	.....	معماری سیستم‌ها و طراحی مهندسی
۳۲	.....	مهندسی آنالیز ریسک و عدم قطعیت
۳۳	.....	نامساوی‌های خطی ماتریسی
۳۴	.....	نظریه بازی‌ها
۳۵	.....	نظریه گراف و تحلیل شبکه‌ها



## برنامه آموزشی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی برق - گرایش کنترل

در این گزارش برنامه درسی بازنگری شده مقطع کارشناسی ارشد مهندسی برق - گرایش کنترل ارائه می‌شود. کلیات این برنامه طی جلسات تخصصی در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مورد تصویب قرار گرفته است. در ابتدا به اختصار این برنامه آموزشی توضیح داده شده و سپس جزئیات مربوط به سرفصل دروس در این برنامه به تفصیل بیان می‌گردد.

فارغ التحصیلان مقطع کارشناسی مهندسی برق (الکترونیک، مخابرات، قدرت، کنترل)، مهندسی کامپیوتر، مهندسی پزشکی، مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی و سایر رشته‌های مهندسی و علوم که مطابق با مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مجاز به انتخاب گرایش کنترل هستند، می‌توانند در آزمون ورودی این گرایش شرکت نموده و مشروط بر پذیرفته شدن در آزمون ورودی تحصیلات تکمیلی در مقطع کارشناسی ارشد در این گرایش ادامه تحصیل دهند. گرایش کنترل در دانشگاه‌های کشور گرایشی واحد بوده که با نام گرایش کنترل شناخته می‌شود، اما با توجه به پتانسیل‌های آموزشی و پژوهشی موجود در دانشگاه‌های کشور این گرایش می‌تواند در زمینه‌های مختلف تخصصی قابل گسترش باشد. در این گزارش به عنوان نمونه سه زمینه تخصصی سیستم‌های کنترل، اتوماسیون صنعتی و مهندسی سیستم معرفی می‌شود. برنامه آموزشی مربوط به این سه گرایش به صورت مختصر در جدول ۱ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که برنامه آموزشی تمامی زمینه‌های تخصصی گرایش کنترل در درس‌های جبرانی، الزامی، انتخابی، سمینار و پروژه یکسان بوده و تنها در درس‌های اختیاری متفاوت خواهد بود. بدین ترتیب دانشجویان می‌توانند با توجه به زمینه تخصصی مورد نظر خود واحدهای اختیاری لازم را مرتبط با آن زمینه اخذ نموده و همچنین موضوع سمینار و پروژه پایانی خود را نیز در آن زمینه تخصصی انتخاب نمایند.

### - درس‌های جبرانی

دانشجوی پذیرفته شده در مقطع کارشناسی ارشد گرایش کنترل که دارای مدرک کارشناسی در یکی از گرایش‌های رشته مهندسی برق به جز گرایش کنترل بوده و درس‌هایی نظیر کنترل مدرن و کنترل دیجیتال را نگذرانده، لازم است حداقل شش واحد درس جبرانی را بگذراند. درس جبرانی اصلی، کنترل مدرن به ارزش سه واحد بوده و درس جبرانی سه واحدی دیگر توسط استاد راهنمای دوره به دانشجو پیشنهاد می‌شود. درس جبرانی دوم از میان درس‌های کنترل دیجیتال، کنترل صنعتی، ابزار دقیق، مقدمه‌ای بر مهندسی سیستم و شناخت و از قبیل آن با توجه به سوابق تحصیلی دانشجو و زمینه تخصصی مورد نظر وی انتخاب می‌گردد. اما چنانچه دانشجوی پذیرفته شده دارای مدرک کارشناسی در رشته‌ای به جز مهندسی برق باشد، با توجه به نظر گروه و سوابق تحصیلی دانشجو درس‌های جبرانی تا حداکثر سه درس (معادل نه واحد) می‌تواند افزایش یابد. این درس‌ها توسط استاد راهنمای دوره به دانشجو پیشنهاد می‌شود.

### - درس‌های الزامی

درس‌های الزامی برای کلیه زمینه‌های تخصصی گرایش کنترل دو درس کنترل غیرخطی و کنترل چند متغیره به ارزش شش واحد درسی است.

### - درس‌های انتخابی

دانشجویان بایستی با توجه به زمینه تخصصی انتخابی خود دو درس از مجموع چهار درس کنترل بهینه، شناسایی سیستم‌ها، اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق پیشرفته را اخذ نمایند.



جدول ۱- برنامه آموزشی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی برق- گرایش کنترل در سه زمینه تخصصی سیستم‌های کنترل، اتوماسیون صنعتی و مهندسی سیستم

نام گرایش: کنترل		
درس‌های جبرانی (۶ واحد)		
کنترل مدرن		
یک درس جبرانی دیگر به انتخاب استاد راهنما با توجه به تخصص مورد علاقه دانشجو		
درس‌های الزامی (۶ واحد)		
کنترل غیر خطی		
کنترل چندمتغیره		
درس‌های انتخابی (۶ واحد)		
کنترل بهینه		
شناسایی سیستم‌ها		
دینامیک سیستم‌ها		
اتوماسیون صنعتی		
ابزار دقیق پیشرفته		
درس‌های اختیاری (۱۲ واحد)		
زمینه تخصصی سیستم‌های کنترل	زمینه تخصصی اتوماسیون صنعتی	زمینه تخصصی مهندسی سیستم
بهینه‌سازی محدب	تشخیص و شناسایی خطا	برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی
پردازش تکاملی و هوش جمعی	ریاتیک	بهینه‌سازی محدب
تشخیص و شناسایی خطا	ریات‌های موازی	پردازش تکاملی و هوش جمعی
ریاتیک	ریاضیات مهندسی پیشرفته	تشخیص و شناسایی خطا
ریات‌های موازی	سیستم‌های کنترل از دور	دینامیک سیستم‌ها
ریاضیات مهندسی پیشرفته	سیستم‌های ترکیبی	ریاضیات مهندسی پیشرفته
سیستم‌ها و کنترل کننده‌های مرتبه کسری	سیستم‌های خبره و هوش مصنوعی	تصمیم‌گیری در سیستم‌های با مقیاس بزرگ
سیستم‌های ترکیبی	سیستم‌های کنترل زمان حقیقی	سیستم‌های پیچیده
سیستم‌های کنترل تطبیقی	سیستم‌های کنترل شبکه‌شده	سیستم‌های ترکیبی
سیستم‌های کنترل شبکه‌شده	سیستم‌های وقایع گسسته	سیستم‌های کنترل شبکه‌شده
کنترل پیش‌بین	کنترل پیش‌بین	کنترل عصبی
کنترل عصبی	کنترل فرایند پیشرفته	سیستم‌های فازی
کنترل فازی	کنترل محرکه‌های الکتریکی	کنترل فرایندهای تصادفی
کنترل فرایندهای تصادفی	مدل‌سازی و شبیه‌سازی	کنترل فرایندهای تصادفی
کنترل فرایندهای پیشرفته	مکاترونیک ۱	کنترل فرایندهای پیشرفته
کنترل مقاوم	مهندسی آنالیز ریسک و عدم قطعیت	کنترل مقاوم
نامساوی‌های خطی ماتریسی		نامساوی‌های خطی ماتریسی
نظریه بازی‌ها		نظریه بازی‌ها
هدایت و ناوبری		هدایت و ناوبری

\* تعداد و عناوین درس‌های زمینه تخصصی می‌تواند با توجه به تخصص‌های موجود در هر دانشگاه تغییر یابد. این لیست پیشنهادی بر اساس پتانسیل‌های موجود در دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تهیه شده است.



به صورت متداول پیشنهاد می‌شود که درس‌های کنترل بهینه و شناسایی سیستم‌ها در زمینه‌های تخصصی سیستم‌های کنترل، درس-های شناسایی سیستم‌ها و دینامیک سیستم‌ها در زمینه‌های تخصصی مهندسی سیستم و درس‌های اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق پیشرفته در زمینه تخصصی اتوماسیون صنعتی توسط دانشجویان اخذ گردد. بدیهی است دو درس دیگری که دانشجویان به عنوان درس انتخابی اخذ نموده است با نظر استاد راهنما می‌تواند به عنوان دروس اختیاری اخذ شود.

### درس‌های اختیاری

دانشجویان لازم است چهار درس اختیاری (معادل حداقل دوازده واحد) را با توجه به زمینه تخصصی انتخابی و موافقت استاد راهنما از لیست دروس اختیاری ارائه شده در جدول ۱ اخذ نمایند. علاوه بر درس‌های ذکر شده در این جدول دانشجویان در هر زمینه تخصصی می‌توانند حداکثر یک درس (معادل سه واحد) را با نظر استاد راهنما و تصویب گروه از لیست دروس انتخابی و یا دروس اختیاری سایر زمینه‌های تخصصی و حتی در صورت نیاز از سایر رشته‌ها اخذ نمایند. لازم به ذکر است که بر اساس تخصص‌های موجود در هر دانشگاه لیست درس‌های انتخابی می‌تواند گسترش یافته و تغییر یابد.

### - سمینار کارشناسی ارشد

دانشجویان لازم است درس سمینار کارشناسی ارشد به ارزش دو واحد درسی را قبل از اخذ پروژه کارشناسی ارشد اخذ نمایند. در این درس دانشجویان علاوه بر فراگیری روش‌های متداول تحقیق و روش‌های ارائه کتبی و شفاهی نتایج تحقیق خود، چگونگی تدوین پیشنهاد پروژه را فرا گرفته و در حین گذراندن این درس مراحل مقدماتی تحقیق بر روی پروژه خود را انجام خواهند داد.

### - پروژه کارشناسی ارشد (پایان نامه)

پروژه کارشناسی ارشد دانشجویان به ارزش شش واحد پس از گذراندن موفق درس سمینار و ارائه و تصویب پیشنهاد پروژه دانشجویان در گروه، توسط دانشجو به انجام می‌رسد. موفقیت در این درس منوط به انجام تحقیق مناسب در زمینه انتخابی، ارائه پایان-نامه به صورت کتبی و ارائه شفاهی مراحل انجام پروژه و نتایج آن در جلسه دفاع از پایان نامه می‌باشد.

### - جمع واحدها

در مجموع تعداد کل واحدهایی که دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد گرایش کنترل بایستی بگذرانند ۳۲ واحد است که این تعداد شامل ۶ واحد درس‌های الزامی، ۶ واحد درس‌های انتخابی، ۱۲ واحد درس‌های اختیاری، ۲ واحد سمینار و ۶ واحد پروژه می‌باشد. واحدهای جبرانی اضافه بر ۳۲ واحد بوده و در معدل دانشجو محسوب نخواهند شد.

### سرفصل درس‌ها

در این بخش سرفصل درس‌های جبرانی، الزامی، انتخابی و برخی از درس‌های اختیاری ارائه شده در جدول ۱ آورده می‌شود. ترتیب درس‌ها بر اساس فهرست الفبایی آنها در نظر گرفته شده است.



## ابزار دقیق پیشرفته Advanced Instrumentation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: در این درس دانشجویان با ساختار سیستم‌های ابزار دقیق پیشرفته، روش‌های جدید اندازه‌گیری و تحولات جدید فن‌آوری در خصوص به‌کارگیری ادوات ابزار دقیق در سیستم‌های کنترلی آشنا می‌شوند.

شرح درس: مقدمه شامل مبانی سیستم‌های کنترلی، حلقه‌های کنترل فیدبکی و اجزا تشکیل دهنده آنها، روش‌های کنترل فرآیند در سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق، تحولات سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق و مشخصه‌های ادوات ابزار دقیق در آنها. خطا و حساسیت شامل انواع خطا در سیستم‌های ابزار دقیق، دقت و صحت، عوامل ایجاد خطا، تحلیل حساسیت سیستم ابزار دقیق به عوامل بوجود آورنده خطا. معرفی انواع سیستم‌های ابزار دقیق پیشرفته شامل سیستم‌های ابزار دقیق نوری و لیزری، شتاب‌سنج‌های MEMS، ژيروسکوپ‌های لیزری، ادوات اندازه‌گیری مبتنی بر امواج فراصوت، تداخل امواج و اصل داپلر، حسگرهای هوشمند، حسگرهای بدون سیم، شبکه حسگرها، حسگرهای بینایی، حسگرهای گاز و بینی مصنوعی و امثال آن. DCS و FCS. انواع پروتکل‌های سیستم‌های ابزار دقیق در شبکه، شامل HART، Fieldbus، Profibus، Interbus، Modbus و CAN. معرفی نرم افزارهای ارتباط با کاربر در سیستم‌های ابزار دقیق. طراحی حسگر نرم، ترکیب اطلاعات حسگرهای سریع و کند، مشکلات و راه‌کارهای کاربرد حسگر نرم در حلقه کنترل. این درس با انجام یک تحقیق در زمینه روش‌های نوین ابزار دقیق در صنعت کامل می‌شود.

منابع:

- 1) Intelligent Sensing, Instrumentation and Measurements, S. C. Mukhopadhyay, Springer, Berlin, New York, 2013.
- 2) Methods and Instrumentations: Results and Recent Developments, A.S. Marfunin, Springer, Berlin, 1995.
- 3) Fieldbus Technology: Industrial Network Standards for Real-time Distributed Control, N.P. Mahalik, Springer, Berlin, New York, 2003.
- 4) Catching the Process Fieldbus: An Introduction to PROFIBUS for Process Automation, J. Powel and H. Vandelinde, Momentum Press, 2013.



## اتوماسیون صنعتی Industrial Automation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: اتوماسیون اولین و مهمترین موضوعی است که فارغ‌التحصیلان مهندسی کنترل در صنعت با آن مواجه می‌شوند. در این درس با رویکردی علمی مبانی و فناوری‌های به کار رفته در اتوماسیون صنعتی بررسی می‌شوند.

شرح درس: مقدمه شامل نگاهی اجمالی به یک فرایند صنعتی، مروری بر مفهوم اتوماسیون در سیستم‌های کنترل صنعتی، نگاه کلی به ساختار و لایه‌های سیستم اتوماسیون فرایندهای صنعتی، مستندات صنعتی و P&ID، سیستم‌های کنترل گسترده (Distributed Control System - DCS) و لایه‌های سیستم اتوماسیون صنعتی، انواع کنترل در سیستم اتوماسیون و کنترل دسته‌ای (Batch Control)، کنترل گسترده دستگاه (Plant wide Control)، ارزیابی کارایی سیستم اتوماسیون صنعتی. استاندارد مدل‌سازی و طراحی سیستم کنترل. معرفی استاندارد ANSI-ISA S88.01 شامل آشنایی با مدل فیزیکی، فرایندی و کنترلی و ارتباط آنها با یکدیگر، سلسله مراتب سطوح سیستم کنترل فرآیند، طراحی پایه (Basic Engineering) و طراحی جزئیات (Detail Engineering) در سیستم‌های کنترل و اتوماسیون. سیستم‌های کنترل گسترده (DCS) شامل کنترل با کامپیوتر و PLC، DCS، Field Control Systems (FCS)، آشنایی با استاندارد OPC. سیستم‌های انتقال داده در محیط‌های صنعتی (Field Bus) شامل مقدمه‌ای بر شبکه‌های کامپیوتری، معرفی چند شبکه کامپیوتری صنعتی: (Profibus, Foundation Fieldbus, CAN, HART) بلوک‌های توابع کنترلی برای کنترل گسترده بر روی شبکه‌های صنعتی، مروری بر اثرات مخابرات شبکه‌ای بر عملکرد حلقه‌های کنترل و شیوه‌های تحلیل و مقابله با این اثرات. رابط انسان-ماشین (Human-Machine Interface, HMI) شامل آشنایی با یک نرم‌افزار HMI، ملاحظات طراحی HMI صنعتی، بررسی برخی پژوهش‌های انجام یافته در HMI (مانند مدل‌سازی رفتار انسان در حلقه کنترل، اعتماد اپراتور به سیستم کنترل، محدودیت‌های انسان در کنترل فرایند)، معرفی نمونه‌های صنعتی از کاربرد اتوماسیون صنعتی.

منابع:

- 1) Plant wide Process Control, K.T. Erickson and J.L. Hedrick, John Wiley, 1999.
- 2) Practical Industrial Data Networks: Design, Installation and Troubleshooting, S. Mackay, Elsevier, 2004.
- 3) Handbook of Industrial Automation, R. L. Shell and E. L. Hall, Marcel Dekker Inc., New York, 2000.
- 4) Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation and Maintenance, J. Berge, ISA, 2002.
- 5) Human and Nature Minding Automation, S. G. Tzafestas, Springer, 2010.
- 6) Applying S88: Batch Control from a User's Perspective, J. Parshall and L. Lamb, ISA, 1999.





## برنامه ریزی خطی و غیر خطی Linear & Nonlinear Programing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: در این درس توجه اصلی بر تلفیق سازگار مفاهیم و روش‌های حل مسأله و مدل‌سازی آنها در فضای خطی و غیرخطی است.

شوخ درس: مفاهیم عمومی در مبحث بهینه‌سازی سیستم‌ها، زمینه‌ها و روش حل مسأله شامل مختصری در تاریخچه بهینه‌سازی سیستم‌ها، تعریف فضاها، مفاهیم عمومی در بهینه‌سازی سیستم‌ها، مبانی علمی تصمیم‌گیری سیستماتیک. برنامه ریزی خطی Linear Programing شامل مبانی برنامه‌ریزی خطی، انواع مدل‌های برنامه‌ریزی خطی، بررسی رفتار متغیرها در یک مدل برنامه‌ریزی خطی و روابط بین متغیرها، فرموله نمودن چندین مسأله در زمینه‌های مختلف سیستم‌ها با مقیاس بزرگ (تولید، بازاریابی، حمل و نقل و ...). همچنین سیستم‌های فیزیکی، بررسی قوت‌ها و محدودیت‌های برنامه‌ریزی خطی، روش‌های حل مدل‌های خطی شامل مباحث پیشرفته در روش سیمپلکس Simplex، مسأله مزدوج (Duality)، روش Dual Simplex، روش تجدیدنظر شده (Revised Simplex Method)، تجزیه و تحلیل بهترین جواب (Post Optimality Analysis)، تجزیه و تحلیل حساسیت (Sensitivity Analysis)، روش کوتاهترین مسیر (Shortest Rout)، روش حداقل مسافت (Minimal Spanning Tree)، آشنایی با مبانی شبکه‌ها (Networks). برنامه‌ریزی غیرخطی Nonlinear Programing شامل نمونه‌هایی از کاربرد برنامه‌ریزی غیرخطی، بررسی فضاها، غیرخطی و نمایش هندسی آنها، سیستم‌های غیرخطی و انواع متفاوت الگوریتم‌های برنامه‌ریزی غیرخطی، برنامه‌ریزی غیرخطی در شرایط نامحدود، برنامه‌ریزی غیرخطی با توابع درجه دو، برنامه‌ریزی غیرخطی با توابع Concave، Non- و Separable، روش‌های Newton و Bisection، بررسی رفتار سیستم‌های واقعی در مقیاس بزرگ (Large Scale) با روابط غیرخطی. حل چند مسأله نمونه.

منابع:

- 1) Principals of systems, J. W. Forrester, MIT Press, USA, 1967.
- 2) Introductions to Operation Research, H. Lieberman, McGraw-Hill, USA, 2005.
- 3) Applied System Analysis: Engineering Planning & Technology Management, R. de Neufuille, MIT Press, USA, 1990.
- 4) An Introduction to Management Science: Quantitative Approaches to Decision Making, D. R. Anderson, D. J. Sweeney and T. A. Williams, West Publishing Company, 1994.
- 5) Introduction to System Dynamics Modeling with Dynamo, G.P. Richardson and A.L. Puch, MIT Press, 1981.



## بهینه‌سازی محدب Convex Optimization

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: در این درس با نظریه بهینه‌سازی در سیستم‌های محدب و روشهای تحلیلی و عددی حل این گونه سیستم‌ها آشنا خواهیم شد. این درس پایه ریاضی لازم برای روش‌های بهینه‌سازی که در کاربردهای مختلف گرایش کنترل و سیستم به کار می‌رود، را بنا می‌نماید.

شوح دوس: مقدمه شامل بهینه‌سازی ریاضی، روش‌های کمترین مربعات خطا و برنامه‌ریزی خطی، بهینه‌سازی محدب، بهینه‌سازی غیرخطی، مجموعه‌ها و توابع محدب شامل مجموعه‌های شبه‌خطی و محدب، توابع محدب، خواص کلی توابع محدب، مثال‌های کاربردی، عملیات حافظ محدبیت، توابع مزدوج محدب، توابع شبه محدب، نامعادلات تعمیم‌یافته، ابر صفحه‌های جدا ساز، مخروط‌های دوگان و نامعادلات تعمیم یافته، محدب بودن و نامعادلات تعمیم یافته. بهینه‌سازی محدب شامل تشریح مسائل بهینه‌سازی و بهینه‌سازی محدب، بهینه‌سازی خطی، بهینه‌سازی مربعی، برنامه‌سازی هندسی، بهینه‌سازی مقید با نامعادلات تعمیم یافته، بهینه‌سازی برداری. دوگانگی شامل تابع دوگان لاگرانژ، مسائل دوگان لاگرانژ، بیان هندسی دوگانگی، معرفی نقطه زینی، قضایای شرایط بهینگی، تحلیل اغتشاشات و حساسیت، مسائل کاربردی، سایر قضایای بهینگی مقید با نامعادلات تعمیم یافته. کاربردهای بهینه‌سازی محدب شامل معرفی برخی مسائل بهینه‌سازی محدب، مسائل بهینه‌سازی محدب شدنی، تخمین و فیلترسازی - تخمین پارامتریک و غیر پارامتریک، مسائل بهینه‌سازی هندسی - تصویرسازی بر روی یک مجموعه، فاصله دو مجموعه، فاصله اقلیدسی و زاویه، ابر بیضی‌گون‌ها، دسته‌بندی و مکان‌یابی. الگوریتم‌های حل مسأله بهینه‌سازی محدب شامل روش‌های عددی GDM، SDM، NM، روش‌های عددی بهینه‌سازی مقید با معادلات غیرخطی شامل روش‌های Newton، JSNM، روش‌های عددی نقطه داخلی، بهینه‌سازی مقید با نامعادلات تعمیم یافته، روش‌های دوگان. این درس با انجام چند پروژه توسط دانشجویان در طول کلاس کامل می‌شود.

منابع:

- 1) Convex Optimization, S. Boyd and L. Vandenberghe, Cambridge University Press, 2004.
- 2) Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples, J. M. Borwein and A. S. Lewis, Springer, New York, 2006.
- 3) A mathematical View of Interior Point Methods in Convex Optimization, J. Renegar, SIAM, Mathematical Programming Society, Philadelphia, 2001.



## پردازش تکاملی و هوش جمعی

### Evolutionary Processing and Swarm Intelligence

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف در این درس دانشجویان با انواع روش‌های بهینه‌سازی سراسری با اهداف تک هدفه و چند هدفه آشنا شده و این روش‌ها را با روش‌های بهینه‌سازی محلی مقایسه خواهند نمود. در این راستا الگوریتم ژنتیک و کوانتم ژنتیک ارائه می‌شود. در ادامه به الگوریتم‌های هوش جمعی که بر اساس رفتار موجودات زنده طراحی شده‌اند پرداخته می‌شود و در نهایت به انواع استراتژی‌های چند هدفه با مفهوم غلبه‌کنندگی و نخبه‌گرایی پرداخته می‌شود.

شرح درس: مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی هوشمند در مقایسه با بهینه‌سازی کلاسیک. الگوریتم ژنتیک شامل الگوریتم پایه پیوسته و گسسته، جمعیت اولیه، تابع شایستگی، عملگرهای برش، جهش و گزینش، فرآیند تولید نسل، پارامترهای کنترلی، مشتقات الگوریتم ژنتیک، الگوریتم ژنتیک Niching، بررسی قیود، الگوریتم ژنتیک در محیط‌های پویا. برنامه نویسی ژنتیک و تکاملی شامل نمایش درختی الگوریتم، برنامه نویسی ژنتیک Building Block، عملگرهای برنامه نویسی تکاملی، پارامترهای استراتژیک، انواع برنامه نویسی تکاملی، برنامه نویسی تکاملی ترکیبی با الگوریتم بهینه‌سازی گروهی ذرات، برنامه نویسی تکاملی در محیط‌های پویا. استراتژی‌های تکاملی شامل الگوریتم، پارامترهای استراتژیک و خودتنظیمی، عملگرها و سایر استراتژی‌های تکاملی. تکامل تفاضلی شامل الگوریتم پایه، DE/x/y/z، سایر استراتژی‌های ترکیبی، تکامل تفاضلی در مسائل گسسته، الگوریتم تکامل تفاضلی با بری، تکامل تفاضلی در محیط‌های پویا. الگوریتم فرهنگی شامل معرفی فرهنگ و فرهنگ مصنوعی، الگوریتم پایه، فضای باور، الگوریتم فرهنگی فازی، الگوریتم فرهنگی در محیط‌های پویا و الگوریتم‌های تکاملی موازی. معرفی برخی از روش‌های دیگر در هوش گروهی محاسباتی (مانند الگوریتم بهینه‌سازی گروهی ذرات، الگوریتم مورچگان، طراحی الگوریتم‌های هوش گروهی شامل الگوریتم بهینه‌سازی زنبورها، الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی، الگوریتم کرم شب‌تاب، الگوریتم ایمنی مصنوعی، الگوریتم فاخته، الگوریتم جستجوی هارمونیک، الگوریتم بهینه‌سازی عقاب، الگوریتم بهینه‌سازی گروهی گریه‌ها). بهینه‌سازی چند هدفه شامل الگوریتم گروهی ذرات، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم برنامه‌نویسی ژنتیک، الگوریتم استراتژی تکاملی، الگوریتم تکاملی تفاضلی، الگوریتم فرهنگی، الگوریتم زنبورها و الگوریتم مورچگان در حالت چند هدفه.

منابع:

- 1) Computational Intelligence, A. P. Engelbrecht, Second Edition, Wiley Publication, 2008.
- 2) Swarm Intelligence: Introduction and Applications, C. Blum and D. Merkle, Springer, 2008.
- 3) Introduction to Genetic Algorithms, S. Sivanandam and S. Deepa, Springer, 2008.
- 4) Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence, J. H. Holland, MIT Press, 1992.
- 5) Optimization through Evolution and Recombination: Self Organizing Systems, H. Bremermann, Spartan Books, 1962.
- 6) Introduction to Genetic Algorithms, S.N.Deepa, Springer, Berlin-Heidelberg, 2008.



## تشخیص و شناسایی خطا Fault Detection and Identification

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: کنترل مدرن

هدف: در این درس دانشجویان با روش‌های تشخیص، شناسایی، جداسازی و آشکارسازی خطا در بخش‌های مختلف یک سیستم تحت کنترل شامل عملگر، سیستم و حسگر آشنا می‌شوند.

شرح درس: مقدمه شامل تعاریف اولیه، شناسایی اصول تشخیص و شناسایی خطا، خطای حسگر/ عملگر/ سیستم، اهداف خطایابی، اغتشاش و عدم قطعیت، تشخیص خطای مقاوم، معرفی انواع روش‌های تشخیص و شناسایی خطا، افزودنی سخت افزاری، روش‌های مبتنی بر سیگنال و مدل. روش‌های مبتنی بر سیگنال شامل معرفی شناخت الگوی خطا، مسائل دسته‌بندی خطا و خوشه‌یابی، برخورد آماری با مسائل دسته‌بندی و خوشه‌یابی، روش‌های آماری، دسته‌بندی بیزی، تخمین تابع چگالی احتمال به روش‌های پارامتری و غیرپارامتری، دسته‌بندی خطا بر اساس روشهای طبقه‌بندی خطی، دسته‌بندی خطا بر اساس روشهای طبقه‌بندی غیرخطی همانند شبکه‌های عصبی. تحلیل کاهش بعد و انتخاب ویژگی شامل تحلیل مولفه اصلی، تحلیل تفکیک فشر، کمترین مربعات جزئی، معرفی چند ویژگی پر کاربرد در استخراج ویژگی. تشخیص و آشکارسازی خطا بر اساس مدل شامل شناسایی سیستم و چگونگی بکارگیری آن در تشخیص و شناسایی خطا، روش‌های خطی و غیرخطی دینامیکی و استاتیکی. روش‌های تقریب پارامتر، کمترین مربعات بازگشتی، روش پربنی، روش روبینگر، روش عامل بندی  $H_2$  و  $H_\infty$ . تولید و ارزیابی مانده شامل آستانه‌گذاری مانده به صورت ثابت و تطبیقی و روش‌های متداول آن، بررسی اثرات عدم قطعیت، اغتشاش و کنترل‌کننده در روش‌های بیان شده بر اساس مدل. این درس با انجام چند پروژه توسط دانشجویان کامل می‌شود.

منابع:

- 1) Pattern Recognition, S. Theodoridis and K. Koutroumbas, Fourth Edition, Academic Press, 2009.
- 2) Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance, R. Isermann, Springer, 2006.
- 3) Robust Model-based Fault Diagnosis for Dynamic Systems, J. Chen and R. J. Patton, Kluwer, 1999.
- 4) Model-based Fault Diagnosis in Dynamic Systems using Identification Techniques, S. Simani, C. Fantuzzi and R. J. Patton, Springer, 2003.
- 5) Model-based Fault Diagnosis Techniques Design Schemes, Algorithms, and Tools Model-based Fault Diagnosis Techniques, Steven X. Ding, Springer, 2008.



