

طراحی وسائط نقلیه برقی و ترکیبی Hybrid Electric Vehicles Design

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: -

هدف: آشنایی با مبانی و ورش‌های طراحی وسائط نقلیه برقی و ترکیبی

شرح درس:

مسائل زیست محیطی و تاریخچه خودروهای برقی

اصول اولیه طراحی خودرو

موتورهای احتراق داخلی

خودروهای برقی

خودروهای برقی هیبریدی

سیستم محرکه الکتریکی

طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید سری

طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید موازی

طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی هیبرید سری-موازی

طراحی سیستم محرکه خودروهای الکتریکی و هیبرید قابل اتصال به شبکه

باتری‌ها و ذخیره انرژی

اصول بازیافت انرژی توسط ترمز الکتریکی

خودروهای پیل سوختی

لوکوموتیوهای برقی

محاسبات قدرت وسائط نقلیه برقی و ترکیبی

مراجع:

1. C. D. Anderson and J. Anderson, Electric and Hybrid Cars: a History, 2nd ed., McFarland & Company, Inc., Publishers, 2010.
2. M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, Second Edition, CRC Press, 2010.
3. J. Miller, Propulsion systems for Hybrid Vehicles, Institution of Engineering and Technology (IET), 2004.
4. A. Emadi, (ed.) Handbook of Automotive Power Electronics, CRC Press, 2005.
5. I. Hussein, Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals, CRC Press, 2003.
6. C. Mi, M. AbulMasrur, and D. WenzhongGao, Hybrid Electric Vehicles Principles and Applications with Practical Perspectives, Wiley, 2011.
7. J. Larminie, and J. Lowry, Electric Vehicle Technology Explained, 2nd ed., Wiley, 2012.
8. M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles, Fundamentals, Theory, and Design, 2nd ed., CRC Press, 2010.



سیستم‌های ذخیره‌کننده انرژی Energy Storage Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با ابزارها و روش‌های ذخیره‌ساز انرژی در خودروها

شرح درس:

مقدمه‌ای بر سیستم‌های ذخیره‌ساز انرژی در خودروها

سیستم‌های باتری: اسید-سرب، نیکلی، لیتیومی، مروری بر دیگر انواع، روش‌های تخمین وضعیت شارژ، روش‌های وضعیت

سلامت، سیستم مدیریت باتری (BMS)، انواع روش‌های مدل‌سازی، بررسی کاربردی انواع باتری در سیستم‌های ذخیره‌ساز

سیستم‌های ابر خازن: بررسی انواع ابر خازن، برقراری توازن ولتاژ ابر خازن‌ها

سیستم‌های پیل سوختی: مشخصات، فناوری‌های مختلف، روش‌های تامین هیدروژن

بررسی دیگر سیستم‌های ذخیره‌کننده انرژی: سیستم چرخ گردان (Fly Wheel)، سیستم‌های پنوماتیک (Pneumatic)

انواع حالت‌های ترکیبی سیستم‌های ذخیره‌ساز انرژی در بخش رانندگی خودرو

مراجع:

1. T. R. Crompton, Battery Reference Book, 3rd ed., Elsevier, 2000.
2. M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, 2nd ed., CRC Press, 2010.
3. J. Miller, Propulsion Systems for Hybrid Vehicles, IET, 2004.
4. A. Emadi, (ed.) Handbook of Automotive Power Electronics, CRC Press, 2005.
5. P. Corbo, F. Migliardini, and O. Veneri, Hydrogen Fuel Cells for Road Vehicles, Springer, 2011.
6. W. Vielstich, Handbook of Fuel Cells, 6 Volumes Set, Wiley, 2010.



منابع تغذیه و شارژرها Power Supplies and Chargers

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: - همین‌ااز: ماشین‌های الکتریکی ۳، تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

هدف: سیستم‌های عملکرد منابع تغذیه الکتریکی در خودرو

شرح درس:

مقدمه‌ای بر تاریخچه شارژرها در وسایل نقلیه

انواع سیستم‌های تغذیه الکتریکی در خودرو

بررسی رژیم‌های مختلف شارژ باتری

بررسی ساختاری انواع شارژرها و نحوه اتصال الکتریکی آنها به خودروهای برقی

بررسی استانداردهای مربوط به شارژرها و منابع تغذیه در وسایل نقلیه

مروری بر ساختار الکترونیک قدرت در انواع مبدل‌ها و شارژرها

بررسی سیستم‌های مدیریت انرژی و پروتکل‌های مخابره اطلاعات بین خودروها و شارژرها

مراجع:

1. G. Pistoia, Electric and Hybrid Vehicles Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market, Elsevier, 2011.
2. A. Emadi (ed.), Handbook of Automotive Power Electronics, CRC Press, 2005.
3. TR Crompton, Battery Reference Book, 3rd ed., Elsevier, 2000.
4. M. H. Rashid, Power Electronics Handbook: Devices, Circuits, and Applications, 3rd ed., Elsevier, 2010.
5. SAE and IEC Standards.



طراحی و کنترل محرکه‌های رانش Design and Control of Propulsion Drives

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با ساختارهای مختلف، اساس کار و اصول اولیه طراحی کنترل محرکه‌های رانش

شرح درس:

دیدگاه‌های محیطی در مورد خودروها و قطارهای برقی: آلودگی‌های تنفسی و صوتی، مسائل مربوط به انرژی و هزینه تمام شده -
ی آن، گرم شدن زمین

تاریخچه خودروها و قطارهای برقی و هیبرید: انواع نیروهای مقاومتی در مورد خودروها و قطارهای برقی (محرکه و ضدمحرکه) و
محاسبات قدرت خودرو یا قطار و قابلیت شیروی آن

سیستم‌های محرکه الکتریکی: انواع و مزایا و معایب هر کدام در کاربردهای خودروی برقی یا قطار برقی و هیبرید

طراحی سیستم رانش: دیدگاه‌های مختلف در انتخاب قدرت محرکه‌های الکتریکی و مکانیکی (احتراق داخلی)

طراحی سیستم رانش خودروهای هیبرید موازی: دیدگاه‌های مختلف در انتخاب قدرت محرکه‌های الکتریکی و مکانیکی (احتراق
داخلی)

ذخیره‌سازهای انرژی در کاربرد خودروهای برقی و هیبرید

برگشت انرژی در خودروها و قطارهای برقی: کاهش مصرف

بهینه‌سازی طراحی و محرکه‌های رانش با منابع سلول سوختی

مراجع:

1. M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles, Fundamentals, Theory, and Design, 2nd ed., CRC, 2010.
2. R. Hodkinson and J. Fenton, Lightweight Electric/Hybrid Vehicle Design, Butterworth-Heinemann, 2001.
3. I. Husain, Electric and Hybrid Vehicles Design Fundamentals, CRC Press, 2003.
4. J. Larminie, and J. Lowry, Electric Vehicle Technology Explained; 2nd ed., Wiley, 2012.
5. S. Leitman, and B. Brant, Build Your Own Electric Vehicle, 2nd ed., McGraw-Hill, 2009.
6. G. Pistoia, Electric and Hybrid Vehicles, Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market, Elsevier, 2010.
7. A. Fuhs, Hybrid Vehicles and the Future of Personal Transportation, CRC Press, 2009.
8. D. B. Sandalow, Plug-in Electric Vehicles, Brookings Institution Press, 2009.
9. J. M. Miller, Propulsion Systems for Hybrid Vehicles, IET, 2008.



دینامیک حرکت پیشرفته Advanced Vehicle Dynamics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌ساز: -

هم‌ساز: -

شرح درس:

اصول تبدیل انرژی الکترومکانیکی
مدل‌سازی و دینامیک ماشین‌های جریان مستقیم
مدل‌سازی و دینامیک ماشین‌های آسترون
مدل‌سازی و دینامیک ماشین‌های سنکرون
مدل‌سازی و دینامیک ماشین‌های سوئیچ رلوکتانس و BLDC
مقدمه‌ای بر مدل‌سازی، کنترل و دینامیک وسایط نقلیه

مراجع:

1. P. C. Krause, O. Wasynczuk, and Sudhoff, Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, 3rd ed., Wiley, 2013.
2. R. Rajamani, Vehicle Dynamics and Control, 2nd ed., Springer, 2012.
3. E. W. Kyun, Vehicle Dynamics Controller for a Hybrid Electric Vehicle, University of Windsor, 2006.
4. T. D. Gillespie, Fundamentals of Vehicle Dynamics, Society of Automotive Engineers Inc., 2014.
5. H. Andrew, Railway Traction, Elsevier, 1986.
6. R. Krishnan, Switched Reluctance Motor Drives: Modeling, Simulation, Analysis, Design, and Applications, CRC Press, 2001.
7. R. Krishnan, Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives, CRC Press, 2009.
8. R. Esteves Araújo, Induction Motors: Modelling and Control, Intech, 2014.
9. T. A. Lipo, Analysis of Synchronous Machines, 2nd ed., CRC Press, 2012.
10. S. Iwnicki, Handbook of Railway Vehicle Dynamics, CRC Press, 2006.



طراحی و کنترل پیل‌های سوختی Design and Control of Fuel Cells

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با طراحی، کنترل و فناوری‌های پیل‌های سوختی

شرح درس:

مقدمه‌ای بر سیستم‌های پیل سوختی

اصول سیستم‌های پیل سوختی: اصول عملکرد پیل سوختی، منحنی‌های ولتاژ جریانی پیل‌های سوختی، مشخصات سیستم‌های پیل سوختی

بررسی فناوری‌های مختلف پیل سوختی

روش‌های تأمین هیدروژن در سیستم‌های پیل سوختی

روش‌های مدل‌سازی خطی و غیرخطی پیل سوختی

روش‌های کنترل خطی و غیرخطی پیل سوختی

خودروهای پیل سوختی خالص: طراحی و بررسی معایب و مزایا

طراحی خودروهای پیل سوختی ترکیبی و نحوه اتصال سیستم پیل سوختی به سیستم رانشی

مراجع:

1. P. Corbo, F. Migliardini, and O. Veneri, Hydrogen Fuel Cells for Vehicles, Springer, 2011.
2. W. Vielstich, A. Lamm, and H. A. Gasteiger, Handbook of Fuel Cells, 6 Vol. set, Wiley, 2003.
3. J. Larminie, A. Dicks and D. Rand, Fuel Cell Systems Explained, Third edition, Wiley, 2004.
4. M. Ehsani, Y. Gao, and A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, 2nd ed., CRC Press, 2009.
5. J. Miller, Propulsion Systems for Hybrid Vehicles, IET, 2004.
6. A. Emadi (ed), Handbook of Automotive Power Electronics and Motor Drives, CRC Press, 2005.



الکترونیک خودرو و شبکه‌سازی در حمل و نقل Automotive Electronics and Transportation Networking

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترونیک قدرت ۱

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اصول بکارگیری انواع مبدل‌های الکترونیک قدرت و روش‌های کنترلی مدرن در سیستم‌های حرکتی

شرح درس:

مقدمه: انواع سیستم‌های الکتریکی در ساختار خودروهای مرسوم برقی و هایبرید
ساختارها و روش‌های کنترلی مبدل‌های الکترونیک قدرت با قابلیت کاربرد در سامانه‌های برقی و هایبرید
مروری بر سیستم‌های محرکه موتورهای الکتریکی
ساختارهای مختلف الکترونیک قدرت سری-موازی در خودروهای مرسوم برقی و هایبرید
انواع ساختارهای الکترونیک قدرت در خودروهای برقی قابل اتصال به شبکه
زیر ساخت‌های شبکه قدرت در سیستم‌های حمل و نقل

مراجع:

1. Emadi(ed), Handbook of Automotive Power Electronics and Motor Drives, CRC Press, 2005.
2. M. H. Rashid, Power Electronics Handbook: Devices, Circuits, and Applications, 4th ed., Prentice Hall, 2013.
3. X. Bose, Modern Power Electronics and AC Drives, Prentice Hall, 2001.
4. M. Ehsani, Y. Goa, and A. Emadi, Modern Electronic, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, 2nd ed., CRC Press, 2009.
5. I. Hussein, Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals, , 2nd ed., CRC Press, 2010.
6. N. Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications, and Design, 3rd ed., Wiley, 2002.
7. SAE and IEC Standards.



مبدل‌های الکتریکی توان بالا High Power Electric Converters

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: الکترونیک قدرت ۲

هدف: بررسی و حل مشکلات محرکه‌ها و موتورهای الکتریکی توان بالا از طریق طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت با قابلیت کار در شرایط سخت و تنش‌های سنگین توان بدون اثرات مخرب بر کیفیت توان و قادر به جذب بخشی از انرژی بازگشتی در سرازیری‌ها و حالت‌های ترمزی

شرح درس:

آشنایی با انواع ساختارهای مبدل‌های الکتریکی بر پایه الکترونیک قدرت در کاربردهای درایو موتور

بررسی شرایط مبدل‌های الکتریکی با ویژگی توان بالا

ویژگی‌های عناصر نیم‌رسانای توان بالا

طراحی مبدل‌های AC به DC و DC به AC با در نظر گرفتن ملزومات توان

روش‌های مدولاسیون مناسب برای مبدل‌های توان بالا

مباحث تکمیلی

مراجع:

1. D. O. Neacsu, Switching Power Converters, Medium and High Power, 2nd ed., CRC Press, 2013.
2. R. D. Doncker, D. W.J. Pülle and A. Veltman, Advanced Electrical Drives: Analysis, Modeling, Control, Springer, 2011.
3. A. Emadi, Handbook of Automotive Power Electronics and Motor Drives, CRC Press, 2005.
4. I. Boldea and S.A. Nasar, Electric Drives, 2nd ed., CRC Press, 2005.
5. B. K. Boss, Modern Power Electronics and AC Drives, Prentice Hall, 2002.
6. V. C. Valchev and A. V. Bossche, Inductors and Transformers for Power Electronics, CRC Press, 2005.
7. E. Acha, V. Agelidis, O. Anaya and T. J. Miller, Power Electronic Control in Electrical Systems, Newnes, 2002.



بهره‌برداری و مدیریت سامانه‌های برقی حمل و نقل Application and Management of Electric Vehicle Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اجزاء، مدل‌ها، برقراری، بکارگیری و مدیریت سامانه‌های برقی حمل و نقل

شرح درس:

آشنایی با حمل و نقل برقی و ساختار آن‌ها

بررسی سیستم‌های ذخیره‌سازی قابل استفاده در حمل و نقل برقی

تحلیل اثر بارهای کششی بر تقاضا و کیفیت توان سیستم قدرت

مدل‌سازی خودروهای برقی برای تحلیل در شبکه‌های قدرت

اثر بهره‌برداری از خودروهای برقی بر روی تقاضای برق

بررسی روش‌های بهره‌برداری کنترل شده از خودروهای برقی

مشارکت خودروهای برقی در بازار برق

بررسی نهادهای مختلف تجمیع‌کننده خودروهای برقی

برنامه‌ریزی بهینه تجمیع‌کننده خودروهای برقی

موضوعات روز در مدیریت و کنترل حمل و نقل برقی

مراجع:

1. R. G. Valla, and J. A. P. Lopez, Electric Vehicle Integration into Modern Power Networks, Springer, 2012.
2. X. Zhang, and C. Mi, Vehicle Power Management, Modeling, Control and Optimization, Springer, 2011.
3. G. Pistoria, Electric and Hybrid Vehicles, Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market, Elsevier 2010.
4. C. Mi, M. A. Masrur, and D. W. Gao, Hybrid Electrical Vehicles, Principles and Applications with Practical Perspectives, Wiley, 2011.
5. A. Steimel, Electric Traction- Motive Power and Energy Supply: Basics and Practical Experience, Oldenbourg Industrieverlag GmbH, 2007.



مدیریت توان در وسایط نقلیه برقی Power Management in Electrical Vehicles

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: -

هدف: آشنایی با نحوه مدیریت توان در بخش‌های مختلف وسایط نقلیه برقی در جهت افزایش بازده و بهبود الگوی مصرف انرژی

شرح درس:

مقدمه: انرژی و چالش‌های محیط زیستی، مراحل تبدیل انرژی برای مصرف وسایط نقلیه برقی، بازده سوخت و ...
مفاهیم پایه: ساختار خودرو، کارایی، تلفات انرژی و مصرف سوخت، چرخه تقاضای توان در محرکه، تعاریف مدیریت توان در خودروهای متداول و هیرید و ...

مدل‌سازی سیستم محرکه خودرو: موتورهای احتراق داخلی، ماشین‌های الکتریکی، باتری‌ها، ابر خازن‌ها، پیل‌های سوختی، جعبه دنده و ...

تحلیل مدیریت توان: روش‌های تحلیلی تقریبی، مدل خودرو، روش کنترل، پیاده‌سازی استراتژی کنترل در چرخه‌های استاندارد رانندگی، تحلیل کل انرژی موجود در باتری و مصرف سوخت و ...

مدیریت ادوات ذخیره‌ساز انرژی: طراحی و تعیین ظرفیت، متعادل‌سازی سول‌های باتری، مدیریت باتری شامل نمایش مقدار و ظرفیت موجود، ادوات حفاظتی و ایمنی و ...

سایر مباحث: طراحی و بهینه‌سازی در خودروهای ترکیبی، الگوریتم‌های چندمنظوره، مشکلات موجود در مدیریت توان خودرو، اصول برنامه‌ریزی پویا برای مدیریت توان در وسایط حمل و نقل برقی، روش‌های ترمز به همراه قابلیت بازگشت انرژی، وسایط حمل و نقل برقی عمومی، بررسی انواع ساختارهای کششی از قبیل مترو و قطار الکتریکی و ...

مراجع:

1. X. Zhang and C. Mi, Vehicle Power Management, Modeling, Control and Optimization, Springer, 2011.
2. Assessment of Fuel Economy Technologies for Light-Duty Vehicles, Committee on the Assessment of Technologies for Improving Light-Duty Vehicle Fuel Economy, National Academies Press, Washington, 2011.
3. L. Uzzella and A. Sciarretta, Vehicle Propulsion Systems, Introduction to Modeling and Optimization, 2nd ed., Springer, 2010.
4. A. Emadi, M. Ehsani and J. M. Miller, Vehicular Electric Power Systems, Land, Sea, Air, and Space Vehicles, CRC Press, 2003.
5. R. M. Dell, D. A. J. Rand and P. Cannor, Understanding Batteries, Royal Society of Chemistry, 2001.



کنترل غیرخطی Nonlinear Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: اصول کنترل مدرن

هدف: آشنایی با سیستم‌های غیرخطی و روش‌های خطی‌سازی و کنترل آنها

شرح درس:

مقدمه: آشنایی با انواع توابع غیرخطی و کاربرد آنها در حلقه‌های کنترل

بررسی نقاط تعادل و سیکل‌های حدی: استفاده از تکنیک تبدیل نقطه (Point transformation Technique) جهت تعیین سیکل

حدی، جذب کننده‌ها

بررسی و آنالیز تابع توصیفی، بررسی سیستم‌های آشوبناک

اصول نظریه لیاپانوف، روش خطی کردن معادلات غیرخطی، روش مستقیم لیاپانوف

بررسی نظریه پیشرفته پایداری، بررسی پایداری سیستم‌های خود گردان و غیر خود گردان

اصول طراحی سیستم‌های کنترل غیرخطی

خطی نمودن با فیدبک

روش کنترل توان

مراجع:

1. J. J. Slotine, and W. Li, Applied Nonlinear Control, Prentice- Hall, 1991.
2. M. Vidyasagar, Nonlinear System Analysis, Prentice- Hall, 1993.
3. P. A Cook, Nonlinear dynamical Systems, Prentice- Hall, 1986.



کنترل چند متغیره Multivariable Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همین‌ا‌ز: اصول کنترل مدرن

هدف: تحلیل روش‌های تحلیل و طراحی فرآیندهای چند ورودی - چند خروجی (MIMO)

شرح درس:

مرور: تعاریف و قضایای جبر ماتریس، چند جمله‌ای‌ها، ماریس‌های چند جمله‌ای و تحقق سیستم‌های چند متغیره

طراحی فیدبک تک حلقه: مسئله استاندارد، روابط بنیادی و محدودیت‌های عملکرد

قطب‌ها و صفرهای سیستم‌های چند متغیره: بررسی پایداری، فرم اسمیت مک میلان (SMM)، توصیف کسری ماتریسی (MFD)

تقلیل مرتبه مدل با استفاده از مقادیر منفرد (S.V.D)

پایداری و عملکرد مقاوم سیستم‌های چند متغیره: بهره‌های اصلی، نرم‌های اپراتوری، $\|G\|_2$ و $\|G\|_\infty$

طراحی کنترل گر: بستن تریبی حلقه‌ها، روش آرایه‌های نایکونیست، غلبه قطری

طراحی کنترل گر به روش LQG/LTR و LQG/LQR، فرآیند نا کمینه فاز (NMP)

مراجع:

1. J. M. Maciejowski, Multivariable Control Design, 1989.
2. N. Munro, R. V. Patel, M. V. Systems, Theory and Design, 1982.
3. A. I. G. Vardoulakis, Linear M. V. Control, 1991.



کنترل بهینه Optimal Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: اصول کنترل مدرن

هدف: آشنایی با روش‌های طراحی کنترل بهینه بدون قید، با قید برای سیستم‌های زمان پیوسته و زمان گسته

شرح درس:

کنترل بهینه سیستم‌های زمان پیوسته: حل کنترل بهینه بدون قید با استفاده از حساب تغییرات، تنظیم کننده و تعقیب کننده‌ی LQ
کنترل بهینه سیستم‌های زمان پیوسته با قید: اصل پونترینگن، کنترل با حداقل زمان، کنترل با حداقل تلاش، کنترل با حداقل انرژی و زمان، حل بهینه در حالت‌های تکین

کنترل بهینه سیستم‌های زمان گسته: تنظیم کننده و تعقیب کننده DLQ، گسته‌سازی معادلات سیستم و تابع هزینه

حل عددی کنترل بهینه: روش شدیدترین فرود برای حل TPBVP

کنترل بهینه با برنامه‌ریزی پویا: سیستم‌های زمان گسته و زمان پیوسته، معادله HJB، کنترل با قید

مراجع:

1. F. L. Lewis, Optimal Control, 2nd ed., Wiley, 1996.
2. D. E. Kirk, Optimal Control Theory, Prentice- Hall, 2004.
3. Optimization Toolbox for Use with MATLAB, The Math Work Inc., 2002.
4. Control Systems Toolbox For Use with MATLAB, The Math Work Inc., 2002.



اتوماسیون صنعتی Industrial Automation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با سیستم‌ها، ابزارها و روش‌های اتوماسیون صنعتی

شرح درس:

ساختار سیستم‌های اتوماسیون صنعتی

کنترل متمرکز، ساختارهای سلسله مراتبی اتوماسیون

سیستمهای کنترل توزیع شده (DCS)

سیستمهای اتوماسیون مبتنی بر کامپیوترهای شخصی (PC-Based)

جمع‌آوری داده‌ها (Data Acquisition)

پردازش سیگنالهای ابزار دقیق

سیستم‌های کنترل بلادرنگ (Real-time)

نیازها و الزامات سیستم عامل‌های بلادرنگ در کاربردهای صنعتی

مفاهیم جدید نرم‌افزارهای کاربردی در اتوماسیون صنعتی

شبکه‌های صنعتی فیلدباس و پوروفی باس

واسطه‌های انسان و ماشین (HMI)

فناوری اطلاعات در اتوماسیون صنعتی

مراجع:

1. J. Stenerson, Industrial Automation and Process Control, 2003.
2. R. Filer, and G. Leinonen, Programmable Controllers Using Allen-Bradley SLC 500 and ControlLogic, 2002.
3. S. B. Morriss, Automated Manufacturing Systems, McGraw-Hill, 1995.



ابزار دقیق پیشرفته Advanced Instrumentation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنا نمودن دانشجویان با ساختار سیستم‌های ابزار دقیق - روش‌های جدید اندازه‌گیری و تحولات جدید فناوری در زمینه

ادوات سیستم‌های کنترل

شرح درس:

مقدمه: تحولات سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق

مشخصه‌های ادوات ابزار دقیق

مبدل‌های ثانویه

پردازش سیگنال‌های خطی

فیلترها

پردازش سیگنال‌های غیر خطی

نویز و عملکرد سیستم

مبدل‌های A/D

پردازش سیگنال‌های دیجیتال

اندازه‌گیری تغییر مکان، نیرو، دما، فشار، دبی، سطح

اندازه‌گیری سایر کمیت‌ها

سنورهای نوری

سنورهای هوشمند

استانداردها

مراجع:

1. T. R. Padmanabhan, Industrial Instrumentation Principles and Design, Springer 2000.



شناسایی سیستم System Identification

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با روش‌های بدست آوردن مدل ریاضی یک سیستم با استفاده از اطلاعات ورودی و خروجی سیستم

شرح درس:

مروری بر روش‌های کلاسیک شناسایی سیستم

روش‌های شناسایی سیستم‌های خطی

شناسایی حداقل مربعات و خواص آن

تخمین بهینه و تخمین حداکثر درست‌نمایی

الگوریتم‌های محاسباتی

ارزیابی مدل شناسایی

شناسایی سیستم‌های متغیر با زمان

شناسایی سیستم‌های غیر خطی

روش‌های دیگر شناسایی سیستم‌ها

مراجع:

1. L. Ljung, System Identification: Theory for The User, Prentice- Hall, 1999.
2. J. P. Norton, An Introduction to Identification, Academic Press, 1989.
3. T. Soderstrom and P. Stoica, System Identification, Prentice Hall, 1989.



کنترل زمان حقیقی Real Time Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: -

هدف: آشنایی با اصول سیستم‌های کنترل زمان حقیقی از جنبه‌های سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و طراحی

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم بنیادی، مدل کلی سیستم کنترل رایانه‌ای

واسطه‌گری با محیط، مشخصات سیگنال‌ها

سیستم‌های کنترل رایانه‌ای

نیازمندی‌های محاسباتی رایانه کنترل‌کننده

سیستم‌های عامل بلادرنگ

روش‌های مشخص‌سازی عملیاتی

شبکه‌های پتری

روش‌های مشخص‌سازی توصیفی و اثبات صوری درستی

زمان‌بندی، ساعت‌ها و هماهنگ‌سازی آن‌ها

تحمل خرابی، قابلیت اطمینان

تخمین زمان اجرا

طراحی سیستم‌های بلادرنگ

مراجع:

1. C. Shaw, Real- Time Systems and Software, Wiley, 2001.
2. S. Bennet, Real- Time Computer Control, Prentice- Hall, 1994.
3. J. E. Cooling, Real- Time Software Systems, Pws Pub., 1997.
4. W. A. Halang and K. H. Sacha, Real- Time Systems, World Scientific, 1992.
5. S. T. Ovaska, and P. A. Laplante, Real- Time Systems Design and Analysis, 4th ed., Wiley, IEEE Press, 2011.



سیستم‌های ترکیبی Hybrid Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: اصول کنترل مدرن

هدف: آشنایی با نحوه مدل‌سازی، تحلیل و کنترل سیستم‌های ترکیبی با برهم کنش متغیرهای گسته و متغیرهای پیوسته

شرح درس:

معرفی سیستم‌های ترکیبی: چند مثال، مدل‌سازی، اتوماتون، پاسخ سیستم (لرزش، مسیرهای زانو، ...)، قابلیت دسترسی، وجود و یکنایی پاسخ، نامعینی در مدل‌ها، اتصال بین سیستم‌ها، روش لیاپانوف
سیستم‌های کلید زنی، کنترل هیبرید سیستم‌های کلید زنی
مدل‌های زمان گسسته: اتوماتون، سیستم‌های مناسب تکه‌ای، سیستم‌های دینامیکی منطقی، ارتباط بین مدل‌ها، کنترل پیش بین و کاربرد آن، مثال کنترل سیستم ترکیبی زمان گسته
سیستم‌های مگذار و قابلیت‌ها: رفتار، ترکیب سیستم‌ها، روابط بین سیستم‌ها، رابطه شایستگی، درست آزمایی، سیستم ترکیبی به عنوان سیستم گذار، اتوماتون زمان‌دار، خواص دنباله‌ای، کنترل سیستم‌های گذار (با اهداف دستیابی، ایمنی، و غیره)
تجزید سیستم ترکیبی: امکان پذیری تجزید، گروه‌های شناخته شده از سیستم‌های تجزید پذیر
تقریب سیستم‌های ترکیبی با سیستم‌های مگذار حالت محدود، کنترل هیبرید، نظریه بازی‌ها و سیستم‌های ترکیبی، تشخیص خرابی در سیستم‌های ترکیبی، مطالعه موردی

مراجع:

1. P. Tabuada, Verification, and Control of Hybrid Systems, Springer, 2009.
2. J. Lygeros, S. Sastry, and C. Tomlin, Hybrid Systems: Foundations, Advanced Topics and Applications, To be published, currently available for download: <http://control.ee.ethz.ch/~ifaatic/book.pdf>, 2010.
3. D. Liberzon, Switching in Systems & Control, Birkhauser, 2003.
4. A. Platzer, Logical Analysis of Hybrid Systems: Proving Theorems for Complex Dynamics, Springer, 2010.



سیستم‌های خبره و هوش مصنوعی Artificial Intelligence and Expert Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با اصول و روش‌های حل مسائل ساده و پیچیده، دانش و چگونگی نمایش آن و متدهای کلی استدلال در سیستم‌های خبره

شرح درس:

مقدمه: تعاریف و مفاهیم اولیه، کاربردها

آشنایی با برنامه‌ریزی در زبان LISP: گراف‌ها، توابع قابل تعریف، توابع بازگشتی

روش‌های حل مسائل: جلو سو، پشت سو، درخت و گراف مسائل، نمایش دانش و مسئله قالب، مقایسه و مطابقت، توابع شهودی

روش‌های ضعیف: رامبرد تپه نوردی، جستجوی BFS و DFS، تحلیل الگوریتم‌های جستجو و ...

ارائه دانش با استفاده از منطق مسند: بیان حقایق، افزون توابع و مسندهای قابل محاسبه، اثبات، استنتاج طبیعی

ارائه دانش به کمک سایر منطق‌ها: استدلال‌های غیر یکتا، استدلال‌های آماری و احتمالی، بررسی مسائل انفاقی، شبکه‌های

معنایی (Semantic)، چیدمان‌ها، روش‌های نمایش معلومات

ارائه ساختار دانش

استدلال: احتمالی، احتمالی در دامنه زمان، تصمیم‌گیری ساده، تصمیم‌گیری پیچیده

یادگیری: یادگیری از طریق مشاهدات، دانش در یادگیری، متدهای یادگیری آماری، یادگیری بازتثبیتی

(Reinforcement Learning)

مراجع:

1. S. Russell and P. Norving, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd ed., Prentice Hall, 2009.



سیستم‌های عیب‌یاب و کنترل تحمل‌پذیر خطا Fault Diagnosis Systems and Fault Tolerant Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همین‌ا‌ز: -

هدف: آشنایی با روش‌های کشف و جداسازی خطا در سیستم‌های صنعتی و طراحی کنترل مقاوم در برابر خطا

شرح درس:

آشکارسازی خطا (FD) و جداسازی خطا (FI)

روش‌های عیب‌یابی بر اساس داده: بایش آماری، آنالیز PSA، آنالیز تفکیک کننده فشر

روش‌های عیب‌یابی بر اساس مدل: تخمین پارامترها، روش‌های بر اساس رویتگر

روش‌های عیب‌یابی هوشمند: آنالیز اتفاقی، سیستم‌های خبره، تشخیص الگو

کنترل با تحمل خطا FTC، کنترل ایمن در برابر خطا FSS، روش‌های کنترلی فعال و غیر فعال، سیستم‌های افزونه، سیستم‌های نظارتی سونج کننده، طراحی مجدد کنترلگر بصورت خودکار
بررسی راه حل‌های صنعتی جدید عرضه شده به بازار

مراجع:

1. M. Blanke, M. Kinnaert, and J. Lunze, Diagnosis and Fault-Tolerant Control, 2nd ed., Springer, 2006.
2. M. Mahnud, J. Jiang and Y. Zhang, Active Fault Tolerant Control Systems: Stochastic Analysis and Synthesis, Springer, 2003.
3. L. H. Chiang, E. L. Russell, and R. D. Braatz, Fault Detection and Diagnosis in Industrial Systems, Springer, 2013.



رباتیک Robotics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌یاز: -

هم‌یاز: اصول کنترل مدرن

هدف: آشنایی با اصول مدل‌سازی و کنترل بازوهای مکانیکی به عنوان مهم‌ترین سیستم‌های رباتیک صنعتی و همچنین سینماتیک و دینامیک مستقیم و معکوس بازوهای مکانیکی و طراحی کنترل خطی و غیرخطی ربات‌ها

شرح درس:

مقدمه: معرفی بازوها و سیستم‌های رباتیک، و مقدمات ریاضی برای بررسی دینامیک و کنترل بازوهای مکانیکی

تبدیل‌های ریاضی: تعریف موقعیت، سرعت و جهت‌گیری، ماتریس دوران، ماتریس تبدیل و زوایای اوایلر

سینماتیک مستقیم و معکوس: پارامترهای دناویت هارتبرگ، فضای مفصلی و کارترین، روش هندسی، روش‌های بازگشتی، قضیه پفاایفر، زیرفضاهای سینماتیکی

تحلیل ژاکوبین: سرعت زاویه‌ای، تعیین سرعت مفاصل، روش بازگشتی، تعریف ژاکوبین، تکنیکی، رابطه نیرو و گشتاور

دینامیک: شتاب خطی و زاویه‌ای، روش نیوتن-اوایلر، روش‌های بازگشتی، روش لاگرانژ، روش بازگشتی لاگرانژ

تولید مسیر: روش‌های فضای مفصلی و کارترین، منحنی‌های درجه سه و منحنی‌های سهموی-خطی، روش‌های بهینه زمانی

طراحی کنترل‌کننده خطی: سیستم‌های رسته دو، مدل‌سازی و شناسایی خطی بازوهای مکانیکی با جبهه دنده، طراحی کنترل خطی بر اساس مدل شناسایی شده

طراحی کنترل‌کننده غیرخطی: روش‌های خطی‌سازی با فیدبک، روش گشتاور محاسبه شده، روش‌های چند متغیره بر اساس ژاکوبین

کنترل‌های نیرو، امپدانس و هیبرید: معرفی روش‌های ترکیبی کنترل نیرو و موقعیت به صورت هم‌زمان

مراجع:

1. M. W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley, 2005.
2. J. J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, 3rd ed., Prentice Hall, 2004.
3. L. W. Tsai, Robot Analysis: the Mechanics of Serial and Parallel Manipulators, Wiley, 1999.
4. H. Asada and J. E. Slotine, Robot Analysis and Control, Wiley, 1986.



کنترل فرآیند پیشرفته Advanced Process Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیاز: -

همنیاز: اصول کنترل مدرن

هدف: آشنایی با چند نمونه از کاربردهای سیستم‌های کنترلی در فرآیندهای صنعتی

شرح درس:

معرفی سیستم‌های فرآیندی: آشنایی با ویژگی‌های چند نمونه فرآیند صنعتی از جمله راکتور CSTR، ستون تقطیر، مدل تسی ایستمن، بانک مدل‌های پیشنهادی در تحقیقات کنترل فرآیند

مباحث پیشرفته در فیدبک رله‌ای: تخمین مدل، طراحی کنترل‌کننده برای سیستم‌های غیرمینیم فاز و سیستم‌های چندمتغیره
جبران‌سازها: تأثیر تأخیر در حلقه کنترل، تخمین تأخیر، کنترل‌کننده Smith، کنترل پیش‌بین Moore، کنترل PIP، معرفی کنترل پیش‌بین GPC و نحوه در نظر گرفتن قیود فرآیند در مسأله GPC

پایش عملکرد: کنترل مینیم واریانس و اندیس هریس، اندیس تعمیم‌یافته هریس، اندیس هریس در سیستم‌های چندمتغیره
ارزیابی حلقه کنترل با معیارهای تولید: مصرف انرژی و کیفیت تولید، بهینه‌سازی زمان حقیقی (RTO) در فرآیندهای غیرخطی، انتخاب بهینه نقطه کار با محدودیت‌های فنی و اقتصادی بر اساس مدل استاتیکی، مسأله کنترل جستجوی نقطه کار بهینه و ملاحظات حفظ پایداری دینامیکی در RTO

سنسور نرم: روش‌های مبتنی بر شناسایی سیستم خطی و غیرخطی، روش‌های آماری مبتنی بر تئوری بیز، طراحی سنسور نرم جهت افزایش زمان نمونه‌برداری، طراحی سنسور نرم به عنوان جایگزین سنسور خراب، ترکیب اطلاعات سنسورهای سریع و کند، مشکلات و راه کارهای کاربرد سنسور نرم در حلقه کنترل

مراجع:

1. W. L. Luyben, Process Modeling Simulation and Control for Chemical Engineers, 2nd ed., McGraw-Hill, 1990.
2. E. F. Camacho and C. B. Alba, Model Predictive Control, 2nd ed., Springer, 2007.
3. A. Ordys, D. Uduchi, and M. A. Johnson, Process Control Performance Assessment: From Theory to Implementation, Springer, 2010.
4. L. Fortuna, S. Graziani, A. Rizzo, Soft Sensors for Monitoring and Control of Industrial Processes, Springer, 2010.



کنترل هوشمند Intelligent Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همینا: -

هدف: آشنایی با روش‌های شناسایی، تخمین و کنترل هوشمند و کاربرد آن در اتوماسیون صنعتی

شرح درس:

شناسایی و کنترل هوشمند با استفاده از منطق فازی: مجموعه‌های فازی، منطق فازی، سیستم‌های فازی، شناسایی فازی و کنترل فرآیندهای دینامیکی غیر خطی، طراحی کنترلرهای فازی PD و PI و PID، بهبود مدل و کنترلر فازی بر اساس الگوریتم‌های آموزشی، کنترل فازی مدل

شناسایی و کنترل هوشمند با استفاده از شبکه‌های عصبی: مروری بر پرسپترون یک لایه و چند لایه، شبکه‌های توابع بنیادی شعاعی، شبکه‌های عصبی فازی، شبکه‌های بازگشتی، پس انتشار خطای گسترش یافته

شناسایی عصبی فرآیندهای دینامیکی غیر خطی مدل NARMAX - کنترل بر اساس مدل پیشگو (APC, NPC, MPC)، کنترل مدل داخلی (IMC)

کاربردهای شناسایی و کنترل عصبی و فازی در اتوماسیون صنعتی، تخمین فرآیندهای غیر خطی صنعتی، کنترل گرهای خود تنظیم

مراجع:

1. Y. Z. Lu, Industrial Intelligent Control, Wiley, 1996.
2. P. M. Mills, A. Y. Zomaya, and M. O. Tade, Neuro Adaptive Process Control, Wiley, 1996.
3. J. R. Jang, C. T. Sun, and E. Mizutani, Neuro- Fuzzy and Soft Computing, Prentice- Hall, 1997.



مکاترونیک Mechatronics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: کنترل خطی

هدف: آشنایی با مبانی نرم افزاری و چالش های سخت افزاری در طراحی و تولید محصولات از طریق بکارگیری هم افزایانه چند حوزه های نظیر مکانیک، الکترونیک، کامپیوتر و کنترل

شرح درس:

مقدمه: ماهیت، تعریف، شیوه طراحی، اجزاء کنترلی، ریز الکترونیک و ریز مکانیک، نانو الکترونیک
مدل سازی سیستم های فیزیکی: الکترومکانیکی، مکانیکی، الکتریکی، ترمودینامیکی، توان سیالی، مواد و ساختارها، MEMS
حسگرها و عملگرها: معرفی، تحلیل حوزه زمان و فرکانس، مشخصه های کارکردی، معرفی انواع حسگرها و عملگرها
سیستم ها و کنترل: نقش کنترل در مکاترونیک، سیگنال ها و سیستم ها، تحلیل فضای حالت، پاسخ پویای سیستم ها، پاسخ مکان ریشه ها، روش های پاسخ فرکانسی، رویتگرهای حالت و فیلتر کالمن، کنترل مقاوم، کنترل تطبیقی و غیرخطی، کنترل هوشمند، کنترل بهینه، کنترل نهفته
رایانه و منطق: مفهوم و طراحی سیستم های منطقی، سیستم های واسط، شبکه های رایانه ای و ارتباطی، تحلیل عیب در سیستم های مکاترونیک، سیستم های دنباله ای همزمان و ناهمزمان، کنترل با ریز رایانه و PLC
نرم افزار: روش های اندازه گیری، مبدل های A/D و D/A، پردازش سیگنال های اندازه گیری، ابزار دقیق مبنی بر رایانه، ثبت داده و گزارش گیری

مراجع:

1. R. H. Bishop, The Mechatronics Handbook, 2nd ed., CRC Press, 2007.
2. R. H. Bishop, Mechatronics: An Introduction, CRC Press, 2005.
3. M. D. Singh, J. G. Joshi, Mechatronics, Prentice Hall, 2006.
4. G. Onwublu, Mechatronics: Principles and Applications, Butter Worth- Heinemann, 2005.



طراحی سیستم‌های اتوماسیون صنعتی Design of Industrial Automation Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: ارائه اصول طراحی یک سیستم اتوماسیون صنعتی، مهندسی، تدارکات و پشتیبانی EPC همراه با ذکر مثال‌های عملی

شرح درس:

مفاهیم پروژه: قابلیت پیش‌بینی، ساختار، جریان و تحویل

تیم مدیریت پروژه: مشتری، طراح، سازنده

مدیریت پروژه: محدوده کار، برآورد، برنامه زمانبندی، گزارش وضعیت

مقیاس‌بندی: دقت، اثرات تفکیک‌پذیری روی دقت، محدوده تجهیز در مقابل مقیاس، کالیبراسیون تجهیز، خطی‌سازی و تبدیل واحد

سیستم کنترل: مبانی، کنترل فرآیند، کنترل کننده منطقی برنامه‌پذیر، شبکه کردن، یکپارچه‌ساز سیستم‌ها، تعیین یک سیستم PLC/HMI

دیاگرام لوله‌کشی و ابزار دقیق P & ID

نقشه آرایش تجهیزات (عمران و مکانیک)، نقشه لوله‌کشی (مکانیک)، مشخصات پمپ و تجهیزات (مکانیک)

یکپارچه‌سازی سیستم کنترل: توسعه مشخصات منطقی کنترل، توسعه مشخصه واسطه عملگر، ایجاد نمودار تک خط شبکه، وظایف سیستم‌های دیگر متصل به سیستم کنترل

بانک اطلاعات پروژه: جدول کنترل سند و اطلاعات و گزارش‌های مرتبط، جدول لیست I/O و تجهیزات و اطلاعات و گزارش‌های مرتبط، مشخصات تجهیزات

طراحی فیزیکی: اتاق کنترل، اتاق پایان بخشی (Termination)، منطقه فرآیند طرح مکان تجهیزات، اطلاعات نصب و راه‌اندازی

تجهیزات، سیم‌کشی تجهیزات و سیستم کنترل

تدارکات: چرخه خرید، طبقه‌بندی مواد، لیست تجهیزات الکتریکی، لیست تجهیزات مکانیکی

کنترل کیفیت - روش‌های بررسی طراحی مجتمع صورت گرفته

پشتیبانی ساخت و اجرا

تمرین طراحی: آشنایی با مدیریت اطلاعات، انواع اطلاعات، سیم‌کشی پایه، سیم‌کشی ایمن، طبقه‌بندی منطقه خطرناک و اثر آن

در طراحی، سیم‌کشی به سیستم کنترل

مراجع:

1. M. D. Whitt, Successful Instrumentation and Control Systems Design, 2nd ed., Instrumentation Systems, 2012.
2. G. W. Cokrell, Practical Project Management: Learning to Manage the Professional, 2nd ed., International Society of Automation, 2012.
3. ANSI/NFPA 496-1998 Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment, National Fire Protection Association [NFPA], 2013.
4. ISA-5-5-1985 Graphic Symbols for Process Displays, The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1986.



5. ANSI/ISA-5.1-1984 R1992 Instrumentation Symbols and Identification, Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1984.
6. ANSI/ISA-5.3-1983 Graphic Symbols for Distributed Control/ Shared Display, The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1983.
7. H. D. Baumann, Control Valve Primer: A User's Guide , The Instrumentation , Systems, and Automation Society, 1998.
8. ISA-75.01-1985 Flow Equations for Sizing Control Valves, The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1985.



کنترل فرآیندهای تصادفی Stochastic Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: فرآیندهای تصادفی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مدل‌ها و کنترل فرآیندهای تصادفی

شرح درس:

مقدمه و تاریخچه

نظریه سیستم

مدل‌های ریاضی فرآیندهای تصادفی

تجزیه و تحلیل سیستم‌های خطی

برآورد در سیستم‌های خطی: ایستا، زمان گسسته پویا، زمان پیوسته پویا

کاربردهای برآورد مدل خطی

برآورد سیستم‌های غیرخطی پویا

کارایی برآورد گرهای سیستم‌های غیرخطی ایستا

برآورد سیستم‌های غیرخطی زمان گسسته پویا

انواع مسائل کنترل اتفاقی

روش‌های کنترل: حلقه باز، حلقه بسته، قضیه جداسازی، دوگان، تطبیقی مدل‌های ناشناخته کرائدار

مراجع:

1. F. Schweppe, Uncertain Dynamic Systems, Prentice- Hall, 1973.
2. J. M. Mendel, Lessons In Digital Estimation Theory, Prentice- Hall, 1987.



کنترل تطبیقی Adaptive Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همین نیاز: -

هدف: آشنایی با روش های کنترل فرآیندهای دارای تغییرات دینامیکی و اغتشاش

شرح درس:

مقدمه

روش های برآورد زمان حقیقی پارامتر

تنظیم کننده های خود کوک (STR)

سیستم های تطبیقی مدل مرجع (MRAS)

طراحی بر اساس پایداری لیپانوف و Passivity

خود کوک سازی (Autotuning)

یادده سازی سیستم های کنترل تطبیقی و نکات کاربردی

مراجع:

1. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive Control, 2nd ed., Dover Pub. 2008.
2. G. C. Goodwin and K. S. Sin, Adaptive Filtering, Prediction and Control, Dover Pub. 2009.
3. I. D. Landau, R. Lozano, and M. M'saad, Adaptive control, 2nd ed., Springer, 2011.



هدایت و ناوبری Guidance and Navigation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همین‌ا: -

هدف: آشنایی با سیستم‌های مسیریابی و روش‌های هدایت اجسام پرنده در فضا و اصول طراحی سیستم خود خلبان

شرح درس:

مقدمه: جایگاه هدایت و ناوبری

دستگاه‌های مختصات، زوایای اوپلر

بردار دوران، کواترنیسن‌ها و قضیه کوریولیس

معادلات دیفرانسیل زوایای اوپلر، بردار دوران و کواترنیسن‌ها

ادوات اندازه‌گیری زیرسکوپ و شتاب سنج

ناوبری در دستگاه مختصات اینرسی و جغرافیایی

ناوبری با دستگاه GPS

روش هدایتی PN

روش الحاقی، قوانین هدایت پیشرفته

هدایت بهینه و هدایت BeamRider

سایر روش‌های هدایتی

مراجع:

1. J. Blacklock, Automatic Control of Aircraft and Missiles, 2nd ed., Wiley, 1991.
2. D. Mclean, Automatic Flight Control Systems, Prentice Hall, 1969.
3. C. T. Leondes, Guidance and Control of Aerospace Vehicles, Literary Licensing, 2013.
4. P. Zarchan, Tactical and Strategic Missile Guidance, 5th ed., American Inst of Aerospace, 2007.



سیستم‌های وقایع گسسته Discrete Event Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با تحلیل، مدل‌سازی و کنترل سیستم‌های وقایع گسسته و کاربرد آن در اتوماسیون و کنترل نظارتی

شرح درس:

ابزار مدل‌سازی سیستم‌های وقایع گسسته: اتوماتا، زبان‌های معمول، شبکه پتری

سکرون کردن، درون نهی، اولویت‌بندی

بلوک‌بندی، Deadlock و ایمنی

کنترل‌پذیری و رویت‌پذیری

فیدبک حالت، فیدبک واقعه

ستز

مدولار بودن سیستم

مواد کاربردی

مراجع:

1. C. Cassandras and S. Lafortone, Introduction to Discrete Event Systems, 2nd ed., Springer, 2009.
2. N. Viswanadham and Y. Narahari, Performance Modeling of Automated Manufacturing Systems, Prentice-Hall, 1992.



کنترل مقاوم Robust Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با روش‌های کنترلی تضمین‌کننده پایداری و کارایی سیستم حلقه بسته با وجود عدم قطعیت‌ها

شرح درس:

نرم سیگنال‌ها و سیستم‌ها

پایداری داخلی، ردگیری مجانبی و کارایی

پایداری مقاوم و کارایی مقاوم

پایداری سازی

محدودیت‌های طراحی

شکل دادن حلقه

طراحی برای پایداری و کارایی مقاوم

نام‌سوی‌های ماتریسی خطی در کنترل مقاوم

آشنایی با H^∞ ، ستز μ و QFT

مراجع:

1. J. C. Doyle, B. A. Francis and A. R. Tannenbaum, Feedback Control Theory, Dover Pub., 2009.
2. K. Zhou and J. C Doyle, Essentials of Robust Control, Prentice- Hall, 1997.
3. S. Boyd, L. EL Ghaoui, and E. Feron, Linear Matrix Inequalities in System and Control Theory, SIAM, 1997.
4. G. E. Dullerud and F. Paganini, A Course in Robust Control Theory: A Convex Approach, Springer, 2010.



کنترل فازی Fuzzy Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با نظریه مجموعه‌ها و سیستم‌های فازی به منظور شناسایی و طراحی کنترل فازی برای سیستم‌های غیرخطی پویا

شرح درس:

نظریه مجموعه‌های فازی: مجموعه‌های فازی، عملگرهای فازی، اصل گسترش

منطق فازی: قواعد فازی، توابع برداشت فازی، استدلال تقریبی

سیستم‌های فازی: اجزای سیستم‌های فازی، مدل‌های ممدانی، سی-او-جی، تی-اس-ک، سوکاموتو

شناسایی فازی: فرآیندهای غیرخطی پویا بر اساس تجربه و یاداده

طراحی کنترلگر فازی: بر اساس تجربه و یاداده‌های ورودی و خروجی فرآیند، PID, PD, PI

بهبود مدل و کنترل فازی: بر اساس الگوریتم‌های آموزشی با سرپرست، پس‌خور حالت با آموزش وارون و آموزش تخصصی،

مدل مرجع، بهینه

طراحی کنترلر فازی: بر اساس مدل ریاضی، با خطی‌سازی فازی

مراجع:

1. L. X. Wang, A Course in Fuzzy Systems and Control. Prentice- Hall, 1996.
2. J. R. Jang, C. T. Sun, and E. Mizutani, Neuro- Fuzzy and Soft Computing, Prentice- Hall, 1997.
3. S. Yurkovich and K M. Passino, Fuzzy Control, Addison- Wesley, 1997.
4. N. Gulley, Fuzzy Logic Toolbox for use with MATLAB, The Math Works Inc., 1996.



کنترل عصبی Neural Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با شبکه‌های عصبی و روش‌های آموزشی به منظور شناسایی سیستم‌های پویای غیرخطی و طراحی کنترل غیرخطی

شرح درس:

شبکه‌های عصبی تطبیقی: سترون یک لایه و چند لایه، شبکه‌های توابع بنیادی شعاعی، شبکه‌های عصبی فازی، آموزش با سرپرست و بدون سرپرست، شبکه‌های بازگشتی، پس انتشار خطای گسترش یافته

شناسایی عصبی فرآیندهای دینامیکی غیرخطی، رویکرد ترکیبی عصبی

کنترل عصبی: آموزش وارون، آموزش تخصصی، مدل مرجع، بهینه، بر اساس مدل پیشگو (MPS, APS, NPC)، تقریب عصبی بهینه‌ساز

کنترل مدل داخلی (IMC)، کنترل با خطی‌سازی عصبی

کنترل عصبی با آموزش تقویتی / تحکیمی (RL)، نقاد تطبیقی، آموزش Q

مراجع:

1. M. Norgaard, O. Ravn and N. K. Poulsen, Neural Network for Modeling and Control of Dynamic Systems, Springer, 2003.
2. S. Haykin, Neural Networks, 2nd ed., Prentice- Hall, 1998.
3. J. R. Jang, C. T. Sun, and E. Mizutani, Neuro- Fuzzy and Soft Computing, Prentice- Hall, 1997.
4. M. Norgaard, Neural Network Based Control System Design Toolkit, DTU, 2001.
5. H. Demuth, Neural Network Toolbox for use with MATLAB: User's Guide, The Math Work Inc., 1992.



بهینه‌سازی محدب Convex Optimization

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با نظریه و روش‌های تحلیلی و عددی حل مسئله بهینه‌سازی در سیستم‌های محدب

شرح درس:

مقدمه: بهینه‌سازی ریاضی، روش‌های کمترین مربعات خطا و برنامه‌ریزی خطی، بهینه‌سازی محدب، بهینه‌سازی غیرخطی
مجموعه‌ها و توابع محدب: مجموعه‌های شبه‌خطی و محدب، توابع محدب، خواص کلی توابع محدب، مثال‌های کاربردی، عملیات
حافظ محدبیت، توابع مزدوج محدب، توابع شبه‌محدب، نامعادلات تعمیم‌یافته، ابر صفحه‌های جداساز، مخروط‌های دوگان و
نامعادلات تعمیم‌یافته، محدب بودن و نامعادلات تعمیم‌یافته
بهینه‌سازی محدب: تشریح مسائل بهینه‌سازی و بهینه‌سازی محدب، بهینه‌سازی خطی، بهینه‌سازی مربعی، برنامه‌سازی هندسی،
بهینه‌سازی مقید با نامعادلات تعمیم‌یافته، بهینه‌سازی برداری
دوگانیت: تابع دوگان لاگرانژ، مسائل دوگان لاگرانژ، بیان هندسی دوگانیت، معرفی نقطه زینی، قضایای شرایط بهینگی، تحلیل
اغتشاشات و حساسیت، مسائل کاربردی، سایر قضایای بهینگی مقید با نامعادلات تعمیم‌یافته
کاربردهای بهینه‌سازی محدب: 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 مسئله بهینه‌سازی محدب: شامل روش‌های عددی GDM، SDM، NM، روش‌های عددی بهینه‌سازی مقید با
معادلات غیرخطی شامل روش‌های Newton، ISNM، روش‌های عددی نقطه داخلی، بهینه‌سازی مقید با نامعادلات تعمیم‌یافته،
روش‌های دوگان

مراجع:

1. S. Boyd and L. Vandenberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004.
2. J. M. Borwein and A. S. Lewis, Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples, 2nd ed., Springer, 2006.
3. J. Renegar, A Mathematical View of Interior Point Methods in Convex Optimization, SIAM, 1987.



سیستم‌های ابعاد بزرگ Large Scale Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با سیستم‌های ابعاد بزرگ، مدل‌های سیستم‌های ابعاد بزرگ و کنترل آنها

شرح درس:

مقدمه: تعریف، مثال‌هایی از سیستم‌های ابعاد بزرگ

ارتباط متقابل، عدم تمرکز، سیستم‌های سلسله مراتبی، مدل‌سازی با استفاده از گراف

تحلیل پایداری سیستم‌های بزرگ

سیستم‌های غیر متمرکز، مدل‌های ثابت و جبران‌سازهای غیر متمرکز

تنظیم‌کننده‌های مجدوری غیر متمرکز

سیستم‌هایی با دو مقیاس زمانی، مقیاس زمانی سلسله مراتبی

عملیات سلسله مراتبی

نمایش سیستم با مدل‌های ابعاد محدود، اتوماتا، سیستم‌های هیبرید

مرجع:

1. J. Lunze, Feedback Control of Large Scale Systems, Prentice- Hall, 1992.



کنترل پیش‌بین Predictive Control

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -



هدف: معرفی روش‌ها و الگوریتم‌های کنترل پیش‌بین و تشریح پیاده‌سازی و محدودیت‌های اجرایی

شرح درس:

مقدمه: راهبرد کنترل پیش‌بین، نگاه تاریخی، فناوری‌ها و کاربردهای صنعتی

اجزا و الگوریتم‌های کنترل پیش‌بین: مدل پیش‌بینی، شیوه بهینه‌سازی، قانون کنترل، الگوریتم‌های MPC، فرمول‌بندی فضای حالت

کنترل کننده‌های پیش‌بین تجاری: الگوریتم DMC، الگوریتم MAC، الگوریتم PFC، نمونه‌های عملی

کنترل کننده پیش‌بین تعمیم یافته (GPC): معرفی، فرمول‌بندی در حضور اغتشاش رنگی، روابط حلقه بسته، تأثیر انتخاب چند

جمله‌ای‌های T و P، اغتشاش‌های قابل اندازه‌گیری، پیش‌بینی کننده‌های مختلف، پایداری، کنترل کننده CRHPC

پیاده‌سازی GPC در فرآیندهای صنعتی: مدل‌سازی فرآیندهای صنعتی به روش منحنی واکنش (Reaction Curve)، طراحی در

تأخیر زمانی مضرب صحیح و غیر صحیح، فرآیندهای انتگرالی، مقایسه با GPC استاندارد، تعقیب ورودی شیب، تحلیل پایداری

مقاوم

کنترل پیش‌بین چند متغیره: فرمول‌بندی، استخراج روابط ماتریسی، استخراج روابط فضای حالت، فرمول‌بندی مدل کاتولوشن،

مسئله تأخیر زمانی، صفرهای انتقال در حضور کنترل MPC

کنترل پیش‌بین مقید: معرفی قیود در MPC، بهینه‌سازی، برنامه‌ریزی پویا QP، نمایش در قالب MPC، قیود نرم یک، مدیریت

قیود، اثر قیود در پایداری، کنترل MPC چند هدفه

کنترل پیش‌بین مقاوم: مدل فرآیند و عدم قطعیت‌ها، توابع هدف، قوام در حضور عدم قطعیت‌ها، مدیریت عدم قطعیت‌ها، MPC

مقاوم و نامساوی‌های ماتریس خطی، پیش‌بینی حلقه بسته

کنترل پیش‌بین غیر خطی: مقایسه کنترل پیش‌بین خطی و غیر خطی، مدل‌های غیر خطی، حل مسئله و پیاده‌سازی‌های NMPC،

پایداری کنترل پیش‌بین غیر خطی

کنترل پیش‌بین در سیستم‌های ترکیبی: مدل‌سازی، سیستم‌های MLD، سیستم‌های تکه‌ای پیوسته مستوی (Piecewise Affine)

(Systems)

روش‌های سریع در کنترل پیش‌بین: سیستم‌های تکه‌ای پیوسته مستوی، MPC و برنامه‌ریزی چند پارامتری، پیاده‌سازی تکه‌ای،

سیستم‌های فاقد قطعیت، پیاده‌سازی تقریبی MPC، پیاده‌سازی با ملاحظات زمان تأخیر

معرفی چند کاربرد صنعتی: نیروگاه خورشیدی، فرآیندهای پیلوت، پالایش شکر، آسیاب‌های صنعتی، ربات‌های متحرک

مراجع:

1. E. F. Camacho, and C. Bordons, Model Predictive Control, 2nd ed., Springer, 2007.
2. J. M. Maciejowski, Predictive Control with Constrain, Prentice Hall, 2000.
3. J. A. Rossiter, Model Based Predictive Control: A Practical Approach, CRC Press, 2003.

تشخیص و شناسایی خطا Fault Detection and Identification

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: اصول کنترل مدرن

هدف: آشنایی با روش‌های تشخیص، شناسایی، جداسازی و آشکارسازی خطا در بخش‌های مختلف یک سیستم تحت کنترل شامل عملگر، سیستم و حسگر

شرح درس:

مقدمه: 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، افزونگی سخت افزاری، روش‌های مبتنی بر سیگنال و مدل

روش‌های مبتنی بر سیگنال: 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: تحلیل مولفه اصلی، تحلیل تفکیک فیشر، کمترین مربعات جزئی، معرفی چند ویژگی بر کاربرد در استخراج ویژگی

تشخیص و آشکارسازی خطا بر اساس مدل: شناسایی سیستم و چگونگی بکارگیری آن در تشخیص و شناسایی خطا، روش‌های خطی و غیرخطی بویا و ایستا

روش‌های تقریب پارامتر: کمترین مربعات بازگشتی، پربتی، رویکر، عامل بندی H_2 و H_∞ . تولید و ارزیابی مانده: آستانه-گذاری مانده به صورت ثابت و تطبیقی و روش‌های متداول آن، بررسی اثرات عدم قطعیت، اغتشاش و کنترل‌کننده در روش‌های بیان شده بر اساس مدل

مراجع:

1. S. Theodoridis and K. Koutroumbas, Pattern Recognition, 4th ed., Academic Press, 2008.
2. R. Isermann, Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance, Springer, 2006.
3. J. Chen and R. J. Patton, Robust Model-based Fault Diagnosis for Dynamic Systems, Springer, 1999.
4. S. Simani, Model-based Fault Diagnosis in Dynamic Systems using Identification Techniques, Springer, 2003.
5. S. Ding, Model-based Fault Diagnosis Techniques: Design Schemes, Algorithms, and Tools, 2nd ed., Springer, 2012.



معماری سیستم‌ها و طراحی مهندسی Systems Architecture & Engineering Design

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آموزش اصول و روش‌های معماری سیستم‌ها در مراحل هدف گذاری، تعیین مرزها و شناخت ساختار محیط در شرایط پیچیده برای طراحی مهندسی

شرح درس:

مفاهیم پایه، سیستم، مدل، تفکر سیستمی، پیچیدگی، عدم قطعیت، تنوع، محیط سیستم‌ها، طراحی، فضای طراحی، شبکه سیستم، بهینه‌سازی و نظریه سیستم‌ها درک جامع یک نیازمندی و روش‌های فرمول‌سازی نیازمندی‌ها با توجه به ابعاد و مولفه‌های آن، بررسی روندهای میان مدت و بلند مدت و آنالیز رفتار عناصر موجود در شبکه سیستم، برنامه‌ریزی شطرنجی برای سازماندهی اطلاعات نسبت به زمان، بررسی دیدگاه‌های مربوط به ساختار محیط‌های تولیدی آتی، روش‌های پیکربندی گزینه‌های واقعی در شرایط غیرقطعی و پیچیده، مبانی علوم سیستم‌ها و ساختارهای سلسله مراتبی در اهداف، وظایف، فرآیند و ساختار سیستم‌ها، فرآیندهای سلسله مراتبی در تصمیم‌گیری، روش‌های تصمیم‌گیری مارکوف، روش‌های جستجوی سیات (Cost-to-Go Function) در طراحی سیستم‌ها، فرآیند هدف‌گذاری در طراحی سیستم‌ها، فرآیند حل مسئله، فرآیند مهندسی سیستم‌های محصول محور، فرآیند محور و ساختار محور شامل معماری سیستم، طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌ها، تجزیه و تحلیل ریسک و عدم قطعیت، شناخت منابع ریسک و عدم قطعیت و معیارهای ارزیابی آنها، آنالیز گزینه‌های واقعی، انعطاف‌پذیری و درجه آزادی در طراحی سیستم‌ها، روش‌های مطالعه جریان مالی (Cash Flow) در عملیات سیستم‌ها، مدل نمودن توابع تولید و هزینه در سیستم‌ها، اندازه اقتصادی در طراحی سیستم‌ها، آنالیز شبکه‌های پیچیده و تصمیم‌گیری، بهینه‌سازی شبکه‌ها، دینامیک سیستم‌های باز و مدل نمودن پیچیدگی با روش Dynamo, System StructureFlow Diagram، آشنایی با اصول و فرآیندهای طراحی (محصول، سیستم‌های عملکردی و کنترلی). آشنایی با روش‌های اندازه‌گیری کارایی سیستم‌ها و طراحی به منظور بهبود

مراجع:

1. M. W. Maier, The Art of Systems Architecting, 3rd ed., CRC Press, 2009.
2. K. Ulrich and S. Eppinger, Product Design and Development, 5th ed., McGraw-Hill, 2011.
3. C. W. Kirkwood, System Dynamics Methods: A Quick Introduction, Arizona State University, 1998.
4. R. de Neufville, Applied Systems Analysis: Engineering Planning and Tehchnology Managment, McGraw-Hill, 1990.
5. H. Brian, Graph Theory in Practice: Part I & Part II, American Scientist, 2000.



برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی Linear and Non- Linear Programming

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی دانشجویان با مفاهیم و روش‌های بهینه‌سازی در مسائل خطی و غیرخطی

شرح درس:

مبانی ریاضی

آشنایی با مدل‌سازی

برنامه‌ریزی خطی: ویژگی‌های اساسی، روش سیمپلکس، مفهوم دوگانگی، الگوریتم‌های نقطه درونی (Interior Point)، برنامه‌ریزی

خطی عدد صحیح

برنامه‌ریزی غیرخطی: ویژگی‌های اساسی، روش‌های گرادیان، روش‌های نیوتنی، الگوریتم‌های مبتنی بر مفهوم دوگانگی

روش‌های نوین جستجو

مراجع:

1. D. G. Luenberger and YinYu Ye, Linear and Nonlinear Programming, 3rd ed., Springer, 2008.
2. S. Boyd and L. Vandenberghe, Convex Optimization, Cambridge Univ. Press, 2004.
3. K. Burke and G. Kendall, Search Methodologies, 2nd ed., Springer, 2013.



دینامیک سیستم‌ها System Dynamics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: توسعه یک متدولوژی برای ادراک و حل مسائل پیچیده در مهندسی و مدیریت از طریق افزایش توانایی‌ها و مهارت‌های مدل‌سازی و تحلیل بر پایه روش سیستمی مبتنی بر قانون علیت

شرح درس:

مقدمه: معرفی درس و چارچوب کلی آن شامل دیدگاه‌ها، روش‌ها و کاربردهای حرفه‌ای دینامیک سیستم‌ها

مفاهیم پایه: سیستم، طراحی مدل، بهینه‌سازی، تفکر سیستمی، تئوری سیستم‌ها، الگوی رفتاری رشد، الگوهای رفتاری هدف‌جو، الگوهای رفتاری S شکل، الگوهای رفتاری متابوب، حلقه‌های علی (Causal Loop)، حلقه‌های مثبت، حلقه‌های منفی، حلقه‌های ترکیبی، تأخیر زمانی در حلقه‌ها، دیاگرام جریان (Flow Diagram)

روش‌های تحلیل دینامیک سیستم‌ها: پیکربندی سیستم (System Structure) برای بررسی پدیده‌های دینامیکی، آشنایی با Dynamo و استفاده از آنها در مدل‌های دینامیکی، سیستم حلقه بسته، بازخورد، متغیرهای حالت، متغیرهای نرخ، مدل‌سازی در S.D، معادلات مدل و شبیه‌سازی کامپیوتری برای تصمیم‌گیری مبتنی بر مدل‌های دینامیکی

بررسی دینامیک در یک سیستم خاص: فرآیند مدل‌سازی، تعریف مسأله رفتار مرجع، ساختمان مدل، معادلات مدل، آزمایش مدل، طراحی سیاست و تصمیم با استفاده از مدل

مراجع:

1. G. P. Richardson and A.L. Pugh, Introduction to System Dynamics Modeling with Dynamo, MIT Press 1981.
2. C. W. Kirkwood, System Dynamics Methods: A Quick Introduction, Arizona State University, 1998.
3. M. R. Goodman, Study Notes in System Dynamics, MIT Press, 1989.
4. A. Kossiakoff, W.N. Sweet and S. Seymour, Systems Engineering: Principles and Practice, 2nd ed., Wiley, 2011.
5. J. W. Forrester, Industrial Dynamics, Martino Fine Books, 2013.





نظریه بازی‌ها Game Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: -

هدف: آشنایی با روش‌های تصمیم‌گیری در سیستم‌های چند عاملی و پیشینه‌سازی کارآیی در فضاهای رقابتی از طریق طراحی‌های بهینه

شرح درس:

مفاهیم کلی و مبانی تصمیم‌گیری: سیستم و روش‌های سیستمی در حل مسائل، فرآیند حل مسئله و مدل‌سازی، شبکه یک سیستم، محیط یک سیستم، انواع مدل‌سازی سیستم‌ها، تصمیم‌گیری، مدل‌های تصمیم‌گیری و ارزش اطلاعات در تصمیم‌گیری، تابع ارزش و تابع مطلوبیت، اندازه‌گیری مطلوبیت (یک بعدی و چند بعدی)، تصمیم‌گیری گروهی

مبانی نظری و مدل‌سازی بازی‌ها: آشنایی با شرایط محیطی، مفاهیم و روش‌ها در فرم راهبردی، بازی‌های ماتریسی و پیوسته، راهبردی غلبه، منطق‌گرایی، تعادل نش (وجود و یکتایی، تعادل مخلوط و هم‌پسته)، بازی‌های مدولار و ابرمدولار، بازی‌های نیرومند و انبوه

بازی‌های گسترده با اطلاعات کامل: بازگشت استقرایی، تعادل کامل زیربازی، کاربرد در بازی با معاملات سودمند، راه حل معامله سودمندش

بازی‌های تکراری: بازی با تکرار محدود و نامحدود، راهبردی واکنش برانگیز، نظریه‌های دسته جمعی، تعادل عمومی رقابتی، موقعیت غیر رقابتی

بازی در شرایط کمبود اطلاعات: راهبردی رفتاری و مخلوط، تعادل نش بیزین، کاربرد در حراج، فرمت‌های متفاوت حراج، بازده و اثربخشی دارایی‌های حراج‌های متفاوت

یادگیری در بازی‌ها: یادگیری مایویک، اجرای تخیلی، یادگیری بیزین، راهبردی تحول پایدار، محاسبات تعادل نش در بازهای ماتریسی

طراحی مکانیزم: حراج بهینه، نظریه بازده همسنگ، دیدگاه‌های اجتماعی، نتایج غیر ممکن، اصول آشکارسازی، سازش انگیزشی، مکانیزم‌های VCG، مکانیزم‌ها در شبکه‌سازی، مکانیزم‌های غیر متمرکز

اثر بازی روی شبکه‌ها: تخصیص منابع مبتنی بر مطلوبیت، برون داد منفی و مثبت، مسیریابی خودخواهانه، تعادل نش و واردراپ، مسیریابی بهینه جزئی، قیمت‌گذاری شبکه‌ای، رقابت و درگیری روی عملیات شبکه‌ای

مراجع:

1. E. Rasmusen, Games and Information: An Introduction to Game Theory, 4th ed., Wiley, 2006.
2. E. Mendelson, Introducing Game Theory and Its Applications, CRC Press, 2004.
3. H. S. Biermann and L. Fernandez, Game Theory with Economic Applications, 2nd ed., Prentice Hall, 1997.
4. C. D. Aliprantis and S.K. Chakrabarti, Games & Decision Making, 2nd ed., Oxford University Press, 2010.
5. R. D. Luce and H. Raiffa, Games and Decisions, Dover Pub., 1989.
6. D. Fudenberg and J. Tirole, Game Theory, MIT Press, 1991.
7. N. Nisan, et al, Algorithmic Game Theory, the Cambridge University Press, 2007.
8. M. Drescher, Game of Strategy: Theory and Application, RAND Corporation, 2007.
9. R. Neufville, Applied Systems Analysis: Engineering Planning and Technology Management, McGraw-Hill, 1990.

مهندسی تحلیل ریسک و عدم قطعیت Risk & Uncertainty Analysis Engineering

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با ماهیت غیر قطعی منابع، ارزیابی و کارکرد ریسک‌ها در محیط‌های مهندسی و مدل‌های تصمیم‌گیری در محیط‌های پر ریسک

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم اساسی محیط‌های پر ریسک

منابع ریسک و قواعد مهندسی سیستم‌ها: تاریخچه تحول مهندسی سیستم‌ها در توسعه روش‌های طراحی، اصول تصمیم‌گیری تحت شرایط ریسک، دسته‌بندی ریسک‌های داخلی و محیطی سیستم‌ها، مفاهیم سیستم‌های پیچیده (Complex) و درهم تنیده (Complicated) و چگونگی کنترل ریسک در سیستم‌های با مقیاس بزرگ

طبیعت سیستم‌های پیچیده و مدیریت غیر منتظره: مثال‌هایی از کارکرد ریسک در حوزه‌های متفاوت علوم، علوم اجتماعی، مهندسی و زیست محیطی

مدل‌سازی ریسک و عدم قطعیت: ریسک و تصمیم‌گیری، مدل‌های تصمیم‌گیری چند مرحله‌ای، ارزش اطلاعات رقابتی، اصول رفتار منطقی، ریسک‌گریزی، مقدمه‌ای بر مطلوبیت، نظریه مطلوبیت چند مشخصه‌ای، مقایسه گزینه‌های ممکن و ارزش زمانی پول، مدل‌سازی ریسک و عدم قطعیت در پروژه‌ها، شبیه‌سازی مونت کارلو

ریسک در طراحی سیستم‌ها: منحنی‌های ریسک و تعیین سناریوهای حادثه، مدل‌سازی وابستگی در طراحی بر اساس قابلیت اطمینان، مدل‌سازی بر اساس انعطاف‌پذیری، مدل‌سازی بر اساس تغییر شکل‌پذیری، مدل‌سازی مدولار بر اساس رفتار کوانتومی

مراجع:

1. R. de Neufville, Applied Systems Analysis, McGraw-Hill, 1990.
2. D. Kurowicka and R. Cooke, Uncertainty Analysis with High Dimensional Dependence Modeling, Wiley, 2006.
3. A. H. Ang and W.H. Tang, Probability Concepts in Engineering Planning and Design, Basic Principles, Vol. 1, Wiley, 1975.
4. R. R. McDaniel and D. Driebe, Uncertainty and Surprise in Complex Systems, Springer, 2005.



نظریه گراف Graph Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: تلفیق پایه‌های ریاضی و روش‌های تحلیلی برای مدل‌سازی شبکه‌ها به منظور طراحی و کنترل سیستم‌ها با کارکرد شبکه‌ای

شرح درس:

مفاهیم اولیه: گراف، زیر گراف، گراف‌های پیوسته و ناپیوسته، مجموعه برش، فضاهاى برداری وابسته به یک گراف
گراف صفحه‌ای (Planar)، گراف ایزومورفیسم، گروه اتومورفیسم‌های یک گراف و کاربرد آن‌ها در شمارش
مدارهای اویلری و هامیلتونی، طیف یک گراف، مسأله رنگ در گراف
نظریه شبکه‌ها، مدل‌های جریان شبکه‌ای، درخت ریشه‌ای، الگوریتم‌های کوتاه‌ترین مسیر، حداقل مسافت و حداکثر
جریان در شبکه، مسأله جریان شبکه با حداقل هزینه، شبکه با پایانه‌های چندگانه، شبکه با چند جریان
تحلیل یک مورد شبکه عملیاتی (Case Review)، شبیه‌سازی شبکه‌ها، کاربرد نظریه گراف در تحلیل شبکه‌ها در
حوزه‌های متفاوت مهندسی

مراجع:

1. J. A. Bondy and U. S.R Murty, Graph Theory, 2nd ed., Springer, 2008.
2. R. Grimaldi, Discrete and Combinatorial Mathematics, 5th ed., Pearson, 2003.
3. D. West, Introduction to Graph Theory, 2nd ed., Pearson, 2000.
4. R. K. Ahuja, T.L. Magnanti and J. B. Orlin, Network Flows, Printice Hall, 1993.



شبکه‌های عصبی Neural Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با خاستگاه، مبانی، مفاهیم، روش‌ها و برخی کاربردهای شبکه‌های عصبی

شرح درس:

انگیزه: یافته‌های بیولوژیک، ساختار سلول‌های عصبی و ساختارهای ارتباطی آن‌ها، پردازش توزیع شده
پایه‌سازی رفتارهای منطقی با مدل‌هایی از یافته‌های بیولوژیک: شبکه‌های مک-لوچ-پیتز، ساختار ترکیبی و تربیتی
یادگیری در شبکه‌های توزیع شده: قانون هب، شبکه‌ی هب (توانایی‌ها و معایب)، تعمیم قانون هب به حالات منطقی
شبکه پرسپترون: ساختار نورون، ساختار شبکه و قانون یادگیری، اثبات همگرایی روش یادگیری پرسپترون
شبکه ADALINE: پیش‌بینی خطی و روش‌های محاسباتی آن (روش ویدراو-وینر-هاف)، تعمیم ساختار محاسباتی توزیع شده،
قانون یادگیری، روش بیشترین شیب، روش گرادینان مزدوج

شبکه MADALINE

انواع یادگیری: با سرپرست، بدون سرپرست، امکان یادگیری بدون سرپرست با تعریف قانون برازش برای یک الگوریتم با
سرپرست، مفهوم رقابت در یادگیری

شبکه کوهونن: LVQ, SOM, شبکه‌های الاستیک، حل مسائل بهینه‌سازی با شبکه‌های الاستیک
مفهوم حافظه: دقت و صحت، مصونیت در قبال نویز، ظرفیت و قابلیت بازیافت، ساختارهای شرکت‌پذیر
شبکه‌های شرکت‌پذیر: با غیر، با خود، انتشار مخالف، ظرفیت و هم‌گویی
مفهوم دور (Iteration): شبکه‌های هاپفیلد گسته، استفاده از همگرایی معادلات دیفرانسیل درجه‌ی اول در یادگیری شبکه،
شبکه‌های هاپفیلد پیوسته، حل مسائل بهینه‌سازی

خوشه‌بندی نمونه‌های جدید: نظریه تشدید و فقی، شبکه‌های ART و انواع آن
تعمیم یادگیری به بیش از یک لایه: پس انتشار خطا، روش‌های گرادینان، گشتاور، لوبنرک مارک
شبکه‌های با ساختار متغیر: همبستگی متوالی، GSOM، گاز
برخی کاربردها

مراجع:

1. L. V. Fausett, Fundamentals of Neural Networks: Architectures, and Applications, Prentice Hall, 1994.
2. D. Graupe, Principles of Artificial Neural Networks, 3rd ed., World Scientific Pub., 2013.
3. S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, 3rd ed., Prentice Hall, 2008.



سیستم‌های فازی Fuzzy Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مفهوم، مجموعه‌ها، منطق و سیستم‌های فازی

شرح درس:

بررسی تاریخی: دوران پیش از تاریخ، دوران تاریخی، ابزارها، روش‌های استدلال، محاسبه و تجمع تاریخی
انتواع: تجرید و بازنمایی آن، تجرید ایجاد مفاهیم، برقراری ارتباط بین مفاهیم انتزاعی
استدلال: بررسی ساختار زبان برای درک فرآیند ذهنی استدلال، انتزاع عملکردهای منطقی، مفاهیم سنجش شباهت و برهم نهی، منطق صوری (توانایی‌ها و کاستی‌ها)، منطق چند وضعیتی
مجموعه‌ها: نظریه مجموعه‌های CRISP، درهم رفتگی مفاهیم، مجموعه‌های فازی مرتبه اول عملگرهای مجموعه‌های فازی، اصل تمامیت منطقی و تمامیت محاسباتی، قضیه دمورگان، مجموعه‌های فازی مرتبه‌های بالاتر
منطق فازی: استدلال تعمیم یافته، استنتاج‌های تعمیم یافته gmt و gmp، رابطه فازی، مفهوم اعتقاد و چگونگی آن، سطوح استنتاج، استنتاج‌های ساده شده (ممدانی، لارسن، زاده)
پایگاه قوانین فازی: فازی‌سازی، روش‌های استنتاج مبتنی بر برهم نهی قوانین و انتشار اعتقاد، قوانین ترکیب برای استنتاج، غیرفازی‌سازی
شکل‌گیری مفاهیم و ابزارها: کلاس‌بندی و خوشه‌بندی، خوشه‌بندی فازی، خوشه‌بندی احتمالاتی و خوشه‌بندی امکانی، درخت‌های تصمیم
اندازه و مفاهیم‌سازی: اندازه فازی بودن، اندازه‌های فازی، انتگرال‌های فازی، برهم نهی دانش در سیستم‌های تجمعی، غیر فازی‌سازی
روش‌های کنترل فازی: تحلیل و کاستی‌ها، مکاشفه‌ای، قطعی (بررسی منطقی، مدل‌سازی)، خود سازمان‌ده، وقتی
مدل‌سازی تعاملات انسانی: تشخیص - قضاوت - تصمیم - عمل، پایگاه معرفت، حس قضاوت صحیح - تجربه - محدودیت‌ها، استنتاج قصد
مدل‌سازی فازی: روش تاکاگی - سوگنو، روش سوگنو - یاسوکاوا، روش ALM
محاسبات فازی: اعداد فازی و انواع آن، عدم قطعیت و تصادفی بودن، مفهوم فاصله، کانولوشن اعداد فازی، چهار عمل اصلی و خواص آن، فاکتوریل - سری و اعداد فازی
ریزدانگی دانش: افزایش دقت، خواص نرم‌های S و T در این حیطه
مقایسه نظریه‌های استنتاج: تئوری احتمال، تئوری امکان، تئوری دمپستر - شافر
پیاده‌سازی سیستم‌های فازی: روش‌های تورو فازی (ANFIS)، روش‌های سخت‌افزاری، پیاده‌سازی فازی‌ساز و غیر فازی‌ساز (سطح ترازیستور، بر پایه پردازنده)
مثال‌های کاربردی: پردازش تصویر، پردازش صوت، فیلتر کردن، زمان‌بندی، تخصیص منابع، مسیریابی، یادگیری، کنترل، عواطف

و ...



1. G. J. Klir, B. Youn, Fuzzy set and Fuzzy logic: Theory and application, Prentice Hall, 1995.
2. R. R. Yager, H. T. Nguyen, and R. M. Tong, Fuzzy Sets and Applications, Wiley, 1987.
3. H. J. Zimmerman, Fuzzy Set Theory and its Applications, 4th ed., Springer, 2001.
4. J. Yan, M. Ryan, and J. Power, Using Fuzzy Logic, Prentice Hall, 1994.
5. A. Kaufman and M. M. Gupta, Introduction To Fuzzy Arithmetic, Van Nostrand Reinhold, 1991.
6. H. T. Nguyen and N. R. Prasad, Fuzzy Modeling and Control, CRC Press, 1999.
7. G. Shafer, A Mathematical Theory of Evidence, Princeton University Press, 1976.



مدل سازی و شبیه سازی Modeling and Simulation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: اصول کنترل مدرن

پیش نیاز: -

هدف: آشنایی با روش های نظام مند ساخت مدل های ریاضی در سیستم های دینامیکی بر اساس قوانین فیزیکی حاکم و اندازه گیری ها و ابزارهای شبیه سازی مربوطه

شرح درس:

مقدمه ای بر مدل سازی و شبیه سازی: تعاریف و انواع، کاربرد در مهندسی کنترل و سایر زمینه های مهندسی
اصول پایه مدل سازی فیزیکی: سیستم های الکتریکی / مکانیکی / هیدرولیکی، یک روش ابتدایی مدل سازی سیستم های چندحوزه- ای، میکاترونیکی، اعتبارسنجی مدل سازی، ساده سازی مدل
مدل سازی و شبیه سازی شیء: تعاریف مقدماتی، مدل سازی بر اساس دیاگرام بلوکی، حلقه جبری و مشکلات آن، ساخت کتابخانه مدل، مدل سازی بر اساس معادلات، مدل سازی سلسله مراتبی و غیر سلسله مراتبی، بکارگیری Modelica
مدل سازی و شبیه سازی باند سیم: تعاریف اجزای بکاررفته، منابع، انواع باندها، اتصالات سری و موازی، علیت، تقابل علیت، استخراج معادلات فضای حالت، آشنایی با 20sim. معادلات دیفرانسیل معمولی، جبری و پاره ای، ارتباط با مدل سازی
شبیه سازی بر اساس مدل سازی فیزیکی: روش های حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی، جبری و پاره ای، سیستم های گسسته، شبیه سازی در Matlab و جعبه ابزارهای شبیه سازی آن در حوزه های الکترونیک / مکانیک / هیدرولیک
آشنایی با نرم افزارهای شبیه ساز متداول
مدل سازی بر اساس داده، شناسایی پارامتریک بر اساس مدل های خطی و غیر خطی به صورت جعبه خاکستری، تخمین پارامترها، شناسایی غیرپارامتریک، تحلیل گذرا، تحلیل وابستگی و تحلیل طیف و فوریه
شناسایی بر اساس جعبه سیاه مدل های دینامیکی و استاتیکی، آشنایی با جعبه ابزارهای شناسایی خطی در MATLAB و مقدماتی از شناسایی غیرخطی

مراجع:

1. L. Ljung and T. Glad, Modellbygge och Simulering, Studentlitteratur, 2004.
2. L. Ljung and T. Glad, Modeling of Dynamic Systems, Prentice- Hall, 1994.
3. F. L. Severance, System Modeling and Simulation: An introduction, Wiley, 2001.
4. D. C. Karnopp, D.L. Margolis, and R.C. Rosenberg, System Dynamics: Modeling and Simulation, and Control of Mechatronic Systems, 5th ed., Wiley, 2012.
5. O. Nelles, Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models, Springer, 2001.



سیستم‌های پیچیده Complex Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: معرفی مبانی نظری پیچیدگی مانند ریاضیات، محاسبات و نظریه اطلاعات و آشنایی با تکنیک‌های مدل‌سازی و دینامیک غیر خطی سیستم‌ها و شرح برخی از مدل‌های شناخته شده سیستم‌های پیچیده

شرح درس:

مقدمه: تعریف سیستم‌های پیچیده، مدل، سیستم‌های دینامیکی، نمونه‌هایی از سیستم‌های پیچیده مانند شبکه‌های عصبی، جریان ترافیک، بازارهای مالی و جوامع بشری

مفاهیم اساسی نظریه اطلاعات، پیچیدگی محاسباتی، پیچیدگی کولموگوروف
سیستم‌های دینامیکی گسسته: نقشه‌های تکرار شونده، مدار، نقاط ثابت و تناوبی، تجزیه و تحلیل گرافیکی، صفحه فاز، دوشاخگی، نظریه آشوب

فرکتال

شبکه‌های پیچیده: گراف، شبکه‌های تصادفی، خوشه‌بندی

شبکه‌های بولی، شبکه کافمن و مدل‌های جهش ژنتیکی و تکامل

مدل هاب فیلد

نظریه بازی‌ها و کاربردها

مراجع:

1. Y. Bar-Yam, Dynamics of Complex Systems, Westview Press, 1997.
2. N. Boccarda, Modeling Complex Systems, 2nd ed., Springer, 2010.
3. R. Rojas and J. Feldman, Neural Networks: A Systematic Introduction, Springer, 1996.
4. R. Devaney, An Introduction to Chaotic Dynamical Systems, 2nd ed., Westview, 2003.
5. G. W. Flake, The Computational Beauty of Nature: Computer Exploration of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation, A Bradford Book, 2000.
6. P. Morris, Introduction to Game Theory, Springer, 1994.
7. S. Wolfram, A New Kind of Science, Wolfram Media, 2002.
8. C. Gros, Complex and Adaptive Dynamical Systems, Springer, 2008.
9. J. H. Miller and S. E. Page, Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life, Princeton University Press, 2007.



الکترومغناطیس پیشرفته Advanced Electromagnetics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: شرح دقیق بسیاری از قضایای بنیادی الکترومغناطیس، روش‌های تولید حل‌های معادلات ماکسول و حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس، موجبری و پراکندگی در دستگاه‌های مختصات مختلف

شرح درس:

قضایای بنیادی الکترومغناطیس: یکتایی، تقابل، اصل هم‌ارزی، القاء

توابع موج صفحه‌ای برای حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس در دستگاه مختصات راستگوشه

توابع موج استوانه‌ای برای حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس در دستگاه مختصات استوانه‌ای

توابع موج کروی برای حل مسائل کانونیک الکترومغناطیس در دستگاه مختصات کروی

مراجع:

1. R. F. Harrington, Time- Harmonic Electromagnetic Fields, McGraw- Hill, 1961.
2. R. E. Collin, Field Theory of Guided Waves, IEEE Press, 1991.
3. C. A. Balanis, Advanced Engineering Electromagnetics, Wiley, 2012.



ریاضیات مهندسی پیشرفته
Advanced Engineering Mathematics



تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیاز: -

همنیاز: -

هدف: ایجاد دانش قوی و روش‌های فیزیکی در مباحث ریاضیات تحلیلی و کاربردی در زمینه‌های مهندسی

شرح درس: بر اساس گرایش دانشجویان توسط کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده از مباحث زیر تعیین می‌شود.

آنالیز مختلط: توابع تحلیلی، سری‌های توانی لوران و تیلور، قضیه مانده‌ها، فرمول انتگرال کوشی و کاربردهای آن، نقاط تکین و طبقه‌بندی آن‌ها، اصل آرگومان، قضیه روزه و عدد پیچش منحنی، توابع چند مقدار، سطوح ریمانی، روش‌های محاسبه انتگرال‌های ناسره، قضیه ادامه تحلیلی و اصل انعکاس شوارتز

حساب تغییرات: روش ریلی- ریتز، اکستریم توابع چند متغیره، کاربرد حساب تغییرات در حل عددی معادلات دیفرانسیل، مسائل اشتورم- لیوویل، مسائل مقادیر مرزی

توابع تعمیم یافته (نظریه توزیع): تابع دلتای دیراک، توابع گرین در یک، دو، یا سه بعد، حوزه طیفی، توابع دایادی گرین، مدل- سازی منابع الکترومغناطیسی در دستگاه‌های مختصات مختلف

تکانت هم دیس: کاربرد در تعیین توابع گرین و خطوط انتقال، تبدیل شوارتز کریستوفل، حل مسائل دیریکه و نیومان با توابع مختلط، عبارت تغییراتی (Variational) برای امپدانس مشخصه خطوط انتقال، نظریه پتانسیل، توابع گرین برای عملگرهای ریاضی فیزیک

معادلات انتگرالی: معادلات فرد هولم و ولترا، کرنل جدایی پذیر، نظریه هیلبرت- اشمیت، تکنیک وینر- هوف (Wiener- Hopf)، معادلات انتگرالی تکین

تبدیل‌های انتگرالی و کاربردها: روش تبدیل فوریه، روش تبدیل لاپلاس، روش تبدیل فوریه- بسل، تبدیل هیلبرت، روش وینر- هوف (Wiener- Hopf) در معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی و معادلات انتگرالی

فضاهای خطی: عملگرها، معادلات عملگری (ماتریسی، انتگرالی، دیفرانسیلی)، حل تقریبی معادلات عملگری، توابع خاص، مباحث ویژه

مراجع:

1. H. T. Weber, G. Arfken, Mathematical Methods for Physicists, 7th ed., Academic Press, 2012.
2. D. G. Dudley, Mathematical Foundations for EM Theory, IEEE Press, 1994.
3. I. Stakgold and M. Holst, Green's Functions and Boundary Value Problems, 3rd ed., Wiley, Inc., 2011.
4. M. Masujima, Applied Mathematical Methods in Theoretical Physics, 2nd ed., Wiley, Weinheim, 2009.
5. S. I. Hayek, Advanced Mathematics in Science and Engineering, Marcel Dekker, 2001.
6. J. W. Dettman, Mathematical Methods in Physics and Engineering, Dover Pub., 1988.
7. R. E. Collin, Field Theory of Guided Waves, IEEE Press, 1991.
8. F. B. Hilebrand, Methods of Applied Mathematics, 2nd ed., Prentice- Hall, 1965.
9. B. Davies, Integral Transforms and Their Applications, 3rd ed., Springer, 2002.
10. I. M. Gelfand, and S. V. Fomin, Calculus of Variations, Prentice- Hall, 1963.
11. J. W. Brown and R. V. Churchill, Complex Variables and Applications, 8th ed., McGraw- Hill, 2008.
12. G. W. Hanson, and A. B. Yakovlev, Operator Theory for Electromagnetics- An Introduction, Springer, 2002.
13. D. C. Lay, Linear Algebra & Its Applications, 4th ed., pearson, 2011.
14. M. D. Greenberg, Foundation of Applied Mathematics, Dover Pub., 2013.
15. M. Kopchenova, Computational Mathematics, Mir Pub., 1975.

ریزموج ۲ Microwaves II

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همین‌ا‌ز: ریزموج ۱ (و آنتن)

هدف: معرفی انواع موجبرهای مسطح و روش‌های تعیین مشخصات و بکارگیری در تحقق فیلترها و همچنین موجبرهای مسطح تزویج شده و چگونگی بکارگیری آنها در تزویج کننده‌های جهتی

شرح درس:

تحلیل انواع موجبرهای مسطح ریزموج

موجبرهای مسطح و تزویج شده و تزویج کننده‌های جهتی

فیلترهای مسطح ریزموج

مقدمه‌ای بر روش‌های اندازه‌گیری ریزموج

مراجع:

1. D. M. Pozar, Microwave Engineering, 4th ed., Wiley, 2012.
2. R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, McGraw Hill, 1992.
3. R. K. Hoffman, Handbook of Microwave Integrated Circuits, Artech House, 1985.



آنتن ۲ Antennas 2

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همین‌ا‌ز: ریزموج ۱ (و آنتن)

هدف: ایجاد دانش و روش‌های قوی برای تحلیل و طراحی آنتن‌های پیشرفته و آرایه‌ها

شرح درس:

یادآوری پارامترهای آنتن: الگوی تابشی، بردار تابش، بردار طول مؤثر، میدان‌های نزدیک و دور، قطبی‌شدگی، ...
مرور قضایا: هم پاسخی، هم ارزی، دوگانگی، القا (Induction)، حل معادلات ماکسول، نمایش میدان، نمایش استراتون-چو، شرط تابش سامرفلد، تقریب راه دور

آنتن‌های سیمی: معادلات انتگرالی هلم و پوکلینگتون، معادله انتگرالی با هر دو پتانسیل (MPIE)، روش گشتاور (MOM)، توابع پایه، توابع وزنی، امپدانس ورودی آنتن‌های استوانه‌ای، روش وردشی (Variational) برای z_m ، روش EMF، تقریب سیم نازک، تکنیکی در مسائل تابش، امپدانس خودی و متقابل، آنتن حلقه‌ای، آنتن مارپیچی، آنتن دو مخروطی، آنتن‌های خود مکمل، آنتن‌های دوره‌ای لگاریتمی (LPDA)، آنتن‌های پهن باند

آرایه‌ها: آرایه‌های خطی و صفحه‌ای، تحلیل آرایه‌ای، طراحی آرایه‌ای، طراحی تیلور، مسئله نیم فضای سامرفلد
آنتن‌های روزنه‌ای: تابش از روزنه‌ها در صفحه زمین، آنتن‌های شیپوری، مرز قاز، تابش از موجبرهای شیاردار، آنتن‌های بازتابی، آنتن‌های سهمی گونه، تغذیه کاسگرین و گریگوریان، آنتن‌های ریز نواری (Microstrip)، روش‌های نور هندسی و نور فیزیکی، آنتن‌های عدسی (لنز)، آنتن‌های مخابرات بی‌سیم
مباحث ویژه: آنتن‌های فرکانالی، آنتن‌های وقتی (Adaptive)، آنتن‌ها برای کاربردهای خاص

مراجع:

1. C. A. Balanis, Antenna Theory and Design, 3rd ed., Wiley, 2005.
2. R. S. Elliott, Antenna Theory and Design, 2nd ed., Prentice-Hall, 1981.
3. R. E. Collin and F. J. Zucker, (eds): Antenna Theory, McGraw-Hill, 1969.
4. W. L. Stutzman and G. A. Thiele, Antenna Theory and Design, 2nd ed., Wiley, 1998.
5. R. E. Collin, Antennas and Wave Propagation, Wiley, 1985.



روش‌های عددی در الکترومغناطیس Numerical Techniques in Electromagnetics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همین‌ااز: میدان و امواج

هدف: آشنایی با میدان‌های الکترومغناطیسی متغیر با زمان و پدیده‌ای مرتبط، مطالعه اثر تأخیر در مدارها و سیستم‌های الکترومغناطیسی و پدیده‌های انعکاس و شکست

شرح درس:

روش‌های تفاضل محدود (FD): فرمول‌های تفاضل محدود مختلف و پیاده‌سازی آنها برای حل معادلات دیفرانسیل مشتقات جزئی سهمی، هذلولوی و بیضوی، دقت و پایداری حل‌های تفاضل محدود (روش قون‌نیومن)، پیاده‌سازی روش تفاضل محدود در حل مسائل عملی: ساختارهای موجبری، مسائل پراکندگی، روش تفاضل محدود حوزه زمان FDTD، شرایط مرزی جاذب و PML، روش‌های انتگرال‌گیری عددی

روش‌های وردشی: فرم‌های ضعیف، فانکشنال معادل، روش ریلی-ریتر، روش‌های باقیمانده‌های رزون‌دار
روش‌های ممتاور (MoM): زمینه‌های ریاضی، کاربرد در حل مسائل الکترو استاتیک، اعمال به معادلات انتگرالی (IE)، میدان‌های متغیر با زمان: آنتن‌های سیمی، ...

روش‌های اجزاء محدود (FEM): معرفی اصول کلی، کاربرد در حل مسائل الکترو استاتیک و ...

روش‌های حوزه طیف برای بیان‌های توابع گرین: سری تصاویر حقیقی، حل مودال، سری تصاویر مختلط، روش پرونی
روش‌های تسریع همگرایی سری‌ها: تبدیل پواسن، تبدیل کامر، تبدیلیشکس، روش بسط به توابع نمایی

مراجع:

1. M. N. O. Sadiku, Numerical Techniques in Electromagnetics, CRC Press, 2nd ed., 2000.
2. J. N. Reddy, An Introduction to Finite Element Method, McGraw Hill, 3rd ed., 2006.
3. R. F. Harrington, Field Computation by Moment Methods, IEEE Press, 1993.
4. T. Itoh, Numerical Techniques for Microwave and Millimeter Wave Passive Structures, Wiley, 1989.
5. A. Elsherbeni, and V. Demir, The FDTD Method for Electromagnetics with MATLAB Simulations, Sci Tech Pub Inc., 2009.
6. A. Taflov, Computational Electrodynamics, The FDTD Method, Artech House, 2nd ed., 2000.
7. D. S. Jones, Methods in Electromagnetic Wave Propagation, IEEE Press, 1995.



مدارهای فعال ریز موج Active Microwave Circuits

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همین‌ا‌ز: ریز موج ۱ (و آنتن)

هدف: معرفی روش‌های مختلف تحلیل و طراحی مدارهای فعال

شرح درس:

پارامترهای پراکندگی و پارامترهای پراکندگی تعمیم یافته

نویز در مدارهای دو دروازه

تحلیل و طراحی انواع تقویت کننده‌های سیگنال کوچک ریز موج

تحلیل و طراحی انواع تقویت کننده‌های توان ریز موج

تحلیل و طراحی نوسان‌سازهای ریز موج

تحلیل و طراحی میکسرهای ریز موج

مراجع:

1. G. Gonzalez, Microwave Transistor Analysis and Design, 2nd ed., Pearson Education, 1996.
2. G. D. Vendelin, A. M. Pavio, and U. L. Rohde, Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques, 2nd ed., Wiley, 2005.
3. S. A. Maas, Nonlinear Microwave and RF Circuits, 2nd ed., Artech House, 2003.
4. D. M. Pozar, Microwave Engineering, 4th ed., Wiley, 2012.
5. R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, McGraw Hill, 1992.



سازگاری الکترومغناطیسی Electromagnetic Compatibility (EMC)

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: -

هدف: ایجاد دانش و پایه‌ای قوی برای شناخت و طراحی سیستم‌های الکترونیکی و مخابراتی سازگار از نظر الکترومغناطیسی

شرح درس:

مقدمه: سازوکار تابش، تعریف عناصر مداری، KVL و KCL از دیدگاه میدان، خطوط انتقال، تحلیل حالت گذرا در خطوط، پاسخ پله، تأخیر در خطوط، اثر پوستی در خطوط انتقال، برگشت سنجی در حوزه زمان (TDR)، Signal Integrity، طیف الکترومغناطیسی: طیف سیگنال، شکل موج دودنقه‌ای، زمان فراز و فرود، تأثیر نرخ تکرار و Duty Cycle، سیگنال‌های غیر متناوب

محدودیت قوانین کیرشوف: مدارهای تزویج شده، رفتار غیر ایده‌آلی اجزای مدار، امپدانس داخلی در فرکانس‌های کم و زیاد، اندوکتانس خودی و متقابل دو مدار، مقاومت تابشی یک مدار تخت، مواد فرومغناطیس، افزاره‌های الکترومکانیکی و قوس‌زنی کلیدها

آنتن‌های و سازوکار تابش: دو قطبی هرتر، میدان ناحیه دور و نزدیک، تابش از یک حلقه، آنتن‌های پهن باند، آنتن‌های روزنه‌ای، گیرندگی / فرستندگی

الزامات EMC: گسیل تابش، افزاره‌های دیجیتال طبقه A و B، جریان مدهای مشترک و تفاضلی، کاوشگرهای (Probes) جریان مصنویت تابشی: کابل‌های حفاظ شده، گسیل هدایتی و حساسیت، صافی‌های منابع تغذیه، مصنویت رسانشی تحلیل شبه‌های: طیف سنج‌ها، کابل‌بندی، تزویج خازنی و سلفی، تزویج تابشی، تداخل صحت، حفاظ‌سازی در مقابل تابش امواج الکترومغناطیسی، ضریب تأثیر حفاظ‌سازی (SE)، بازتابش و عبور از رساناها، روزه‌ها و تأثیر آنها طراحی سیستم برای EMC: صفحات مدار چاپی، مدارهای منطقی، منابع نویز داخلی، تابش تخلیه الکترواستاتیکی: شکست عایق‌ها، ایجاد بار استاتیکی، مدل‌های بدن انسان، تخلیه استاتیکی

مراجع:

1. C. R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, 2nd ed., Wiley, 2006.
2. D. L. Sengupta, V. V. Liepa, Applied Electromagnetics and Electromagnetic Compatibility, Wiley, 2005.
3. T. Williams, EMC for Product Designers, 4th ed., Newnes, 2007.



پراکندگی امواج Scattering of Waves

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترومغناطیس پیشرفته

همنیاز: -

هدف: آشنایی با روش‌های تحلیلی محاسبه پراکندگی از اجسام ساده و محیط‌های تصادفی و کاربردهای آن‌ها

شرح درس:

توابع گرین دایمادی محیط‌های چند لایه

شرط مرزی تعمیم یافته (Ewald-Oseen Extinction Theorem/ Extended Boundary Condition)

پراکندگی از صفحات متناوب (تئوری فلوکه)

پراکندگی از صفحات ناهموار (روش انحراف جزئی و روش‌های نور هندسی و فیزیکی)

تقریب بورن (Born)

تقریب پراکندگی همدوس (Coherent Single Scattering Theory)

آشنایی با رادار دهانه ترکیبی

مراجع:

1. J. A. Kong, Electromagnetic Wave Theory, EMW, 2000.
2. L. Tsang, Scattering of Electromagnetic Waves, Wiley, 2001.
3. A. Ishimaru, Wave Propagation and Scattering in Random Media, Wiley, 1999.



دایادهای گرین در الکترومغناطیس Dyadic Green Functions in EM Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترومغناطیس پیشرفته

همنیاز: -

هدف: ایجاد دانشی قوی در نظریه و مسائل مختلف الکترومغناطیس و آنتن‌ها به شکل دایادی

شرح درس:

یادآوری قضایا و روابط الکترومغناطیس: تحلیل دایادی، تبدیل فوریه و هنکل، توابع عددی گرین در یک، دو، و سه بعد، روش‌های متعارف و روش رله-ریس

توابع دایادی گرین: معادلات ماکسول به شکل دایادی، دایاد گرین فضای آزاد، گروه‌بندی توابع دایادی گرین، هم پاسخی، دایاد گرین برای مساله نیم فضا

موجبرهای مستطیلی: توابع موج‌برداری مستطیلی، روش‌های G_m ، G_e و G_A ، موجبرها با دو عایق، موجبر با صفحات موازی، تکنی G_e ، تکنی در ناحیه منبع

موجبرها و ساختارهای استوانه‌ای: توابع موج‌برداری استوانه‌ای، بسط توابع گرین بر حسب توابع ویژه، استوانه رسانا، استوانه عایقی و با پوشش، عبارات مجانبی، گوه رسانا و نیم صفحه، تابش از دو قطبی الکتریکی و مغناطیسی در حضور نیم صفحه

موجبرها و ساختارهای کروی: کره و مخروط رسانا، کره رسانا و عایق، حفره کروی

محیط تخت لایه‌بندی شده: دایادهای گرین برای محیط چند لایه، هم پاسخی در محیط‌های چند لایه

محیط‌های ناهمگن: توابع موج‌برداری برای محیط‌های چند لایه، توابع موج‌برداری برای محیط‌های چند لایه کروی، لنزهای کروی ناهمگن

مباحث ویژه: مباحث ویژه در موضوع‌های روز مرتبط با توابع دایادی گرین

مراجع:

1. C. T. Tai; Dyadic Green Functions in Electromagnetic Theory, 2nd ed., IEEE Press, 1994.
2. R. E. Collin; Field Theory of Guided Waves, 2nd ed., Wiley- IEEE Press, 1990.
3. C. T. Tai, Generalized Vector and Dyadic Analysis, Oxford University Press, 1996.
4. J. A. Kong, Electromagnetic Wave Theory, EMW Pub., 2000.
5. A. Ishimaru, Electromagnetic Wave Propagation, Radiations, and Scattering, Prentice Hall, 1990.



جنگ الکترونیک Electronic Warfare

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینا ز: مخابرات دیجیتال

هدف: آشنایی با مفهوم، ابزارها و سیستم‌ها در جنگ الکترونیک

شرح درس:

مقدمه‌ای بر جنگ الکترونیک (EW): تعریف جنگ الکترونیک، تقسیم‌بندی متعارف، تقسیم‌بندی امروزی - جایگاه، ساختار سیستم‌های دفاعی، سیستم‌های موشکی، سیستم‌های رادار، آرایه فازی سیستم‌های پشتیبانی جنگ الکترونیک (ES): مقدمه، آنتن، گیرنده‌های ES، گیرنده کریستال ویدئو، گیرنده IFM، گیرنده TRF، گیرنده سوپرهتروداین، گیرنده کانالیزه، گیرنده فشرده‌ساز، گیرنده صوتی نوری، گیرنده دیجیتال، جستجو، محاسبات POI، پردازش‌های ES، اندازه‌گیری پارامترها، Deinter Leaving، اندازه‌گیری مشخصات مرور آنتن، شناسایی تهدید، روش‌های اندازه‌گیری زاویه ورود، آنتن جهتی، Wattsin & Watt، مقایسه دامنه، تداخل سنجی، اندازه‌گیری بر مبنای داپلر، اندازه‌گیری بر مبنای زمان، روش‌های محل‌یابی گسیل گر، صحت محل‌یابی، TDOA، FDOA

سیستم‌های حمله الکترونیکی on-board و محافظت الکترونیکی (EP) در مقابل آن‌ها: انواع مأموریت‌ها در حمله الکترونیکی (EA)، اختلال، معادلات اختلال، نویز نقطه‌ای و نویز رگ‌باری، ملاحظات عملی تولید اختلال، Look through، EP در مقابل تکنیک‌های نویز، CFAR، ULSA، SLB، Strobming، TOJ، SLC، پوشاندن گلبرگ جانبی، بهره زیاد آنتن (پهنای پرتو کم)، آنتن‌های چند پرتوی، AFS، چابکی فرکانسی، جلوگیری از اشباع گیرنده، STC، Burn through، پردازش همدوس و پردازش داپلر، فشرده‌سازی پالس، دروازه گذاری، رادارهای متعدد، TV یا لیزر، رادار LPI، اختلال با استفاده از CW باند باریک قوی، EP در مقابل اختلال CW، گیرنده FTC، PWD، اختلال با استفاده از نویز یا CW جاروب شده و نویز ضربه‌ای، EP در مقابل نویز یا CW جاروب شده و نویز ضربه‌ای، برد پویایی بالا، Hard Limiter، Dicke Fix، نویز گیت شده یا نویز زیرک، EP در مقابل نویز گیت شده، اختلال فریب، ملاحظات عملی تولید اختلال فریب، VCD، DDS، DRFM، معادلات اختلال فریب، اختلال فریب علیه رادار جستجو (تولید اهداف دروغین)، تکنیک‌های EP در مقابل اهداف دروغین، اختلال فریب علیه رادار ردگیری، RGPO، تکنیک‌های EP در مقابل RGPI، ARGPO، RGPO، تکنیک‌های EP در مقابل RGPI، مدر دوگان، فریب سرعت یا VGPO، EP در مقابل VGPO، AVGPO، فریب AGC یا شمارش وارون و روش‌های مقابله، روش‌های فریب زاویه، تکنیک بهره وارون و روش مقابله، اختلال قطبش وارون و روش مقابله، اختلال کتاره و روش مقابله، اختلال باند تصویر و روش مقابله، اختلال زاویه‌ای ناهمدوس، اختلال شکل دهی، اختلال چشمک زنی، اختلال زاویه‌ای همدوس، اختلال چشم وارون، پس زدن از زمین

سیستم‌های حمله الکترونیکی و محافظت الکترونیکی در مقابل آن‌ها: چف، مشخصات و انواع آنها، تکنیک‌های مقابله با چف، دام (decoy) و انواع آن، تکنیک‌های مقابله با دام

مراجع:

1. D. C. Schieher, Electronic Warfare in the Information Age, Artech House, 1999.
2. D. L. Adamy, EW101: A First Course in Electronic Warfare, Artech House, 2001.
3. F. Neri, Introduction to Electronic Defense Systems. 2nd ed., Artech House, 2001.



سنجش از دور Remote Sensing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترومغناطیس پیشرفته

همنیاز: -

هدف: آشنایی با رادار تصویربرداری پلاریمتری و کاربردهای آن

شرح درس:

قطبش موج

ماتریس پراکندگی

پاسخ / امضاء قطبش (Polarization Signature)

مدل پراکندگی برای هدف‌های نقطه‌ای (Point Targets) و گسترش (Distributed Targets)

رادار دهانه ترکیبی

مراجع:

1. J. A. Richard, Remote Sensing with Imaging Radar (Signals and Communication Technology), Springer, 2009.
2. F. T. Ulaby and C. Elachi, Radar Polarimetry for Geoscience Applications, Artech House, 1990.
3. M. Soumekh, Synthetic Aperture Radar Signal Processing with MATLAB Algorithms, Wiley, 1999.



فناوری تراهرتز Terahertz Technology

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: ریزموج ۱

هدف: آشنایی با خصوصیات و رفتار فرکانسی منحصر بفرد، انواع روش‌های تولید و آشکارسازی، خصوصیات انتشاری، همچنین برهم‌کنش ماده و موج در باند تراهرتز

شرح درس:

معرفی: توصیف، کاربردهای اصلی

مولدهای تراهرتز: تکنیک‌های اپتیکی، تکنیک‌های الکترونیکی

آشکارسازهای تراهرتز: برپایه تکنیک‌های اپتیکی، برپایه تکنیک‌های الکترونیکی

برهم‌کنش موج تراهرتز و ماده: جذب امواج، اثرات تشدید

مدل‌های حاکم بر تابع دی الکتریک

عناصر غیر فعال: آنتن، موجبر، فیلتر، ...

تکنیک‌های اندازه‌گیری: طیف‌سنجی در حوزه زمان و فرکانس

کاربردها: طیف‌سنجی، تصویربرداری، حسگرهای بیولوژی، ...

مراجع:

1. Y. S. Lee, Principles of Terahertz, Science and Technology, Springer, 2009.
2. E. Brundermann, H.W. Hubers, and M. F Kimmitt, Terahertz Techniques, Springer, 2012.
3. K. Sakai, Terahertz Optoelectronics, Springer, 2005.
4. X.-C. Zhang and J. Xu, Introduction to THz Wave Photonics, Springer, 2010.
5. D. L. Woolard, W. R. Lothrop, and M. S. Shur (eds), Terahertz Sensing Technology, Volume 1 & 2, World Scientific, 2003.



آنتن آرایه‌ای ریزنواری Microstrip Array Antenna

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: آنتن ۲

هدف: آشنایی با طراحی و تحلیل آنتن آرایه و آرایه فازی ریزنواری خطی و صفحه‌ای

شرح درس:

یادآوری آرایه خطی و صفحه‌ای و روش‌های سنتز (Synthesis) آرایه

یادآوری معادلات خطوط و آنتن ریزنواری

طراحی آرایه آنتن ریزنواری مستطیلی تغذیه شده بصورت سازمانی، سری و گوشه

اثرات خطوط انتقال و امواج سطحی در تشعشع آنتن

بررسی قطبش متعامد و سطح گلببرک کناری

آرایه فازی خطی و صفحه‌ای آنتن ریزنواری مستطیلی شامل پهن شدگی پرتو، تزویج متقابل و انحراف پرتو

دیگرام grating lobe

امپدانس و الگوی عنصر فعال و رابطه بین این دو بر حسب پارامترهای پراکندگی

مفهوم مد فلوکه و تحلیل مد فلوکه آرایه بی نهایت

دیگرام دایره‌های مد فلوکه در چیدمان مستطیلی و مثلثی

اثر کوری روبش (Scan blindness) و دیگرام دایره امواج سطحی

روش تحلیل حوزه طیفی و طراحی آرایه فازی آنتن ریزنواری مستطیلی تا محدود و محدود

شبه‌ساز موجبری

تغییر دهنده‌های فاز

آرایه با چندپرتو، شبکه‌های شکل‌دهی پرتو (BFN)، ماتریس باتلر، ماتریس بلاس، لنز راتمن و شبکه‌های دیجیتال شکل‌دهی پرتو

طراحی آرایه انعکاسی آنتن ریزنواری

مراجع:

1. R. C. Hansen, Phased Array Antennas, Wiley, 2001.
2. H. J. Wisser, Array and Phased Array Antenna Basics, Wiley, 2005.
3. R. Mailloux, Phased Array Antenna Handbook, 2nd ed, Artech House, 2005.
4. A. K. Bhattacharyya, Phased Array Antennas, Wiley, 2006.
5. D. M. Pozar and D. H. Schaubert, Microstrip Antennas, The Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays, 1995.
6. J.R. James and P.S. Hall, Hand book of Microstrip Antennas, Peter Peregrinus, 1989.
7. R. B. Waterhouse, Microstrip Patch Antennas a Designer's Guide, Springer, 2010.
8. J. Huang and J. A. Encinar, Reflectarray Antennas, IEEE press, 2008.



روش‌های مجانبی در الکترومغناطیس Asymptotic Techniques in Electromagnetics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترومغناطیس پیشرفته

همنیاز: -

هدف: آشنایی با روش فاز مانا و مسیر بیشترین شیب برای تحلیل مسائل الکترومغناطیسی شامل انتگرال توابع نوسانی

شرح درس:

امواج در محیط‌های چند لایه

نمایش طیفی منابع

روش فاز مانا (Stationary Phase) و مسیر بیشترین شیب (Steepest Descent Path)

گشتاور دوقطبی بالای نیم فضا

روش WKB

تئوری نور فیزیکی و هندسی

حل دقیق و مجانبی پراکندگی از گوه

مراجع:

1. W. C. Chew, Waves and Fields in Inhomogeneous Media, Wiley-IEEE press, 1999.
2. D. A. McNamara, C. W. I. Pistotius, and J. A. G. Malherbe, Introduction to the Uniform Geometrical Theory of Diffraction, Artech House, 1990.
3. P. Y. Ufimtsev, Fundamentals of the Physical Theory of Diffraction, 2nd ed., Wiley-IEEE press, 2014.



فرا مواد Metamaterials

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیاز: -

همتیاز: ریزموج ۱

هدف: آشنایی با کاربرد فرا مواد در طراحی افزارها و سیستم‌های ریزموج

شرح درس:

مقدمه: تعریف فرا ماده، انواع مختلف فرا ماده، مدل‌های لرنتر و درود برای تحلیل فرا مواد
مفاهیم بنیادی فرا ماده: انتشار امواج، قانون علیت و شرط برقراری، پراکندگی امواج از یک اسلب، ضریب شکست منفی، جبران-
سازی فاز، لتهای مسطح با استفاده از فرا مواد، ضریب شکست صفر
طراحی و تحلیل فرا مواد: تحقق با گذردهی منفی، تحقق با نفوذپذیری منفی، مدل مداری انواع مختلف فرا مواد
استخراج مشخصات الکترومغناطیس فرا مواد: روش عددی، روش اندازه‌گیری فضای آزاد، روش موجبری، روش اندازه‌گیری
استریب لاین
کاربردها: تحقق موجبرها و نوسان‌کننده‌های کسر طول موج، کاربرد فرا ماده در آنتن‌ها، سنسورهای حساس میدان نزدیک،
نامرئی‌سازی
فرا مواد پیشرفته: فرا ماده نوری، تحقق فرا مواد در باند تراهرتز، فرا مواد فعال

مراجع:

1. N. Engheta and R. W. Ziolkowski, Electromagnetic Metamaterials: Physics and Engineering Explorations, Wiley, 2006.
2. T. Cui, D. Smith, and R. Liu, Metamaterials: Theory, Design, and Applications, 2nd ed., Springer, 2010.
3. Recent Papers in the Area.



آنتن‌های مدار چاپی Printed Circuit Antennas

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همین‌از: آنتن ۲

پیشین‌از: -

هدف: آشنایی، تحلیل و طراحی انواع آنتن‌های مدار چاپی

شرح درس:

مقدمه‌ای بر آنتن‌های مدار چاپی

تحلیل آنتن قطعه ریزنواری مستطیلی تغذیه شده با کابل هم محور یا خط میکرواستریپ توسط روش مدل خط انتقال

تحلیل آنتن قطعه ریزنواری مستطیلی و دایروی توسط روش مدل محفظه

بررسی تشعشع از مدل‌های مختلف

روش‌های مختلف تغذیه: کابل هم محور، پروب L، پروب خازنی، خط ریزنوار، درون نهاد (Inset Fed)، تزویج نزدیک

(Proximity Coupled)، تزویج روزنه

روش‌های افزایش پهنای باند آنتن ریزنواری

امواج سطحی (ایجاد شده در سطح دی الکتریک زمین شده) و اثرات آن در آنتن ریزنواری

معرفی فرامواد -DGS-EBG- سطوح امیدانس بالا و کاربردهای آن (حذف امواج سطحی، افزایش بهره، ...)

آنتن‌های مدار چاپی مختلف: روزنه، موجبر هم صفحه، ناک قطبی

آنتن‌های مدار چاپی فراباند (UWB): اهمیت آنتن‌های UWB، اصول طراحی آنتن جهت پوشش UWB، تاخیر گروهی،

ضریب باز تولید (Fidelity Factor)

روش‌های ایجاد باند اضافه یا حذف باند

روش‌های ایجاد قطبی شدگی دو گانه و دایروی در آنتن‌های مدار چاپی

آنتن‌های مدار چاپی با قابلیت باز پیکربندی (فرکانس، باند، قطبی شدگی، پرتو)

آرایه آنتن مدار چاپی

مراجع:

1. D. M. Pozar and D. H. Schaubert, Microstrip Antennas, the Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays, 1995.
2. J. R. James and P. S. Hall, Handbook of Microstrip Antennas, Peter Peregrinus, 1989.
3. R. B. Waterhouse, Microstrip Patch Antennas a Designer's Guide, Springer, 2010.
4. G. Kumar and K. P. Ray, Broadband Microstrip Antennas, Artech House, 2003.
5. P. Bhartia, K.V.S. Rao and R. S. Tomar, Millimeter-Wave Microstrip and Printed Circuit Antennas, Artech House, 1991.



فوتونیک Photonics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: مکانیک کوانتومی

همینااز: -

هدف: آشنایی با فناوری تولید و بهره‌برداری از نور شامل انتشار نور، انتقال، تقویت و آشکارسازی توسط اجرای نوری، لیزر و دیگر منابع نوری، فیبر نوری

شرح درس:

مقدمه

نظریه اشعه‌ای نور، موجی نور، الکترومغناطیسی نور و کوانتومی نور

پلاریزاسیون نور و پذیرفتاری غیر خطی

مشدهای نوری و آینه‌های مسطح و کروی

اثر متقابل تابش و سیستم‌های اتمی

نوسان لیزری، سیستم‌های لیزری خاص، و معادلات نرخ حامل و فوتون

روشن‌های ایجاد پالس لیزر

اثرات الکترو اپتیک و ادوات الکترو اپتیک

آکوستو اپتیک

اپتیک غیر خطی و ادوات مربوطه

مخاطرات فیبر نوری

منابع و تقویت کننده‌های نوری نیمه‌هادی

آشکارسازهای نوری

موجبرهای نوری

مدها و پاشش در فیبرهای نوری

مراجع:

1. C. C. Davis, Lasers and Electro- Optics: Fundamentals and Engineering, Cambridge University Press, 1996.
2. J. T. Verdeyen, Laser Electronics, 3rd ed., Prentice Hall, 1995.
3. Haus, Waves and Fieds in Optoelectronics, Prentice Hall, 1983.
4. E. Hecht, Optics, 4th ed., Addison Wesley, 2001.
5. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2007.
6. B. E. A. Saleh and M. C. Teich, Fundamentals Of Photonics, 2nd ed., Wiley, 2007.
7. Keigo Lizuka, Elements of Photonics Vol. II, Wiley, 2002.
8. Jia- Ming Liu, Photonics, Cambridge University Press, 2005.



فیبر نوری Optical Fibers

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیاز: -

همنیاز: میدان و امواج

هدف: ارائه مفاهیم پایه در خصوص ساختار انواع فیبرهای نوری، انتشار سیگنال‌های نوری از طریق موجبر فیبر نوری و آشنایی با کاربرد فیبر نوری در صنعت

شرح درس:

مقدمه: مروری بر امواج الکترومغناطیس

نور خطی: استخراج نور خطی از معادله موج، شرایط مرزی نور خطی، اصل فرما Fermat، طریقه بیان‌ها میلتنی، قضیه لویله Liouville's، معادله پرتو Eikonal، معادله‌ی مسیر پرتو

موجبر لایه‌ای دی الکتریک: معادله مشخصه‌ی مدهای TE و TM، حل معادله مشخصه با روش ترمیمی، تحلیل موجبر لایه‌ای به کمک اپتیک هندسی

فیبر نوری با ضریب شکست پله‌ای و تدریجی

تلفات و روش‌های مختلف ساخت فیبر: تلفات ذاتی و غیر ذاتی فیبر، عوامل محدود کننده‌ی عرض باند فیبر نوری، تولید پیش‌سازه با تلفات کم با روش‌های (OVD, VAD, MCVD)، کشش پیش‌سازه، تولید فیبر با شیشه‌های ترکیبی با روش دو بوتۀ Doublecrucible

اندازه‌گیری مشخصات فیبر: نمایه ضریب شکست پیش‌سازه و فیبر، تلفات فیبر و پاشندگی، طول موج قطع مود دوم، تست کشش فیبر، کابل کردن فیبر

انواع فیبر (DSF, NZDSF, DFF, LEAF,) و کاربردهای مخابراتی، نظامی و پزشکی آن، حسگرهای فیبر نوری

مراجع:

1. A. E. H. Cherin, An Introduction to Optical Fibers, 3rd ed., McGraw-Hill, 1987
2. J. Crisp, Introduction to Fiber Optics, 2nd ed., Newnes, 2001
3. J. C. Palais, Fiber Optic Communications, 5th edition, Prentice Hall, 2005.
4. A. K. Ghatak & K. Thyagarajan, Introduction to Fiber Optics, Cambridge University Press, 1998.
5. J. A. Buck, Fundamentals of Optical Fibers, Wiley, 2004.
6. K. Okamoto, Fundamentals of Optical Waveguides, Academic Press, 2000.
7. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2007.
8. B. E. A. Saleh and M. C. Teich, Fundamentals Of Photonics, 2nd ed., Wiley, 2007.
9. Keigo Lizuka, Elements of Photonics Vol. II, Wiley, 2002.
10. Jia- Ming Liu, Photonics, Cambridge University Press, 2005.



سیستم‌های مخابرات نوری Optical Communication systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همین‌ا‌ز: ریزموج ۱ (و آنتن)

هدف: ارائه اصول پایه جهت آشنایی و استفاده از فناوری فیبر نوری در سیستم‌های مخابراتی مدرن و مباحث لینک‌ها و شبکه‌های نوری مرتبط

شرح درس:

بررسی سیستم‌های مخابراتی: انواع سیستم‌های مخابراتی، سیستم‌های مخابراتی نوری WDM/DWDM
فیبر نوری: بررسی موجی و هندسی فیبرهای نوری ضریب پله ایو تدریجی و تک مودی، روش‌های تهیه فیبر نوری و کابل کردن آنها

منابع نور: دیود نورگسیل (LED)، دیود لیزری (LD)، ساختارهای همگون تکی (Homo structure)، ساختار ناهمگون دوتایی (Hetro structure)، لیزر نوری تک مد DBR/DFB، و لیزر نیمه‌هادی تک مد با طول موج قابل تنظیم
مدولاتورهای نوری: الکترومغناطیسی، مایخ-زندر

تقویت کننده‌های نوری: نیمه‌هادی، رامان و فیبری ناخالص شده با عناصر نادر خاکی (Erbium)
تحریک و اتصال فیبره: تلفات و راندمان کوپلاژ نور منابع نیم‌رسانا به فیبرهای با ضریب شکست پله‌ای و تدریجی، انواع اتصالات دو فیبر، تلفات و راندمان کوپلاژ فیبر به فیبر ناشی از اتصال ناهم‌راستا یا تفاوت فیبرها
آشکارسازهای نوری: آشکارسازهای PN، PIN، و APD نوری، عرض باند و سرعت پاسخ دهی آشکارسازهای نوری، مشخصات گیرنده‌های آنالوگ و دیجیتال نوری، رابطه BER و S/N در گیرنده‌های نوری، حساسیت گیرنده
طراحی یک پیوندهی نوری (Optical Link): طراحی پیوندهی نوری در حالت غلبه‌ی تلفات، بودجه قدرت پیوندهی، طراحی پیوندهی نوری در حالت غلبه‌ی پاشندگی، بودجه زمان صعود پیوندهی

آشنایی با سیستم‌های مخابرات نوری: مروری کوتاه بر سیستم‌های PDH، SDH، Sonet، WDM، DWDM، CWDM

مراجع:

1. G. Keiser, Optical Fiber Communications, 3rd ed., McGraw Hill, 2000.
2. M. Cvijetic and I.B. Djordjevic, Advanced Optical Communication Systems and Networks, Artech House, 2012.
3. J. M. Senior, Optical Fiber Communications, 2nd ed., Prentice Hall, 1992.
4. G. P. Agrawal, Fiber Optics Communication Systems, 2nd ed., Wiley, 2002.
5. I. Kaminow, T. Li, and A. E. Willner, Optical fiber telecommunications: component and subsystems, 5th ed., Academic Press, 2008.
6. G. P. Agrawal, Lightwave Technology: Components and devices, Wiley, 2004.



لیزر Laser

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: معرفی اصول اساسی ایجاد نور لیزر آشنایی انواع مختلف لیزرها و کاربردهای آن

شرح درس:

مفاهیم ابتدایی (فرآیند جذب و گسیل نور در محیط لیزر و مدهای نوری، خواص نور لیزر)، تأثیر متقابل نور و ماده، پمپ کردن نور، تشدید کننده‌های نوری، (Optical Resonators) نظریه کوانتومی سیستم اتمی، رفتار موج پیوسته گذرای لیزر انواع لیزرها، مشخصات نور لیزر، انتشار پالس‌های لیزری در محیط‌های مختلف (تقویت، تبدیل فرکانس و تراکم پالس) مدولاسیون الکترو اپتیکی، الکترو جذبی و استو اپتیکی کاربردهای لیزر

مراجع:

1. J. T. Verdeyen, Laser Electronics, 3rd ed, PrenticeHall, 1995.
2. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2006.
3. J. Wilson and J. F. B. Hawkes, Lasers: Principles and Application, Prentice Hall, 1987.
4. B. E. A. Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, 2nd ed., Wiley, 2007.
5. L. A. Coldren, S. W. Corzine, M. L. Mashanovitch, Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits, 2nd ed., Wiley, 2012.



نور فوریه Fourier Optics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همینااز: -

هدف: آشنایی با سیستم‌های نوری برای پردازش سیگنال‌های زمانی و تصاویر. تحلیل فوریه در یک و دو بعد جهت درک رفتار

سیستم‌های نوری

شرح درس:

تحلیل سیستم‌های خطی دو بعدی، تبدیل فوریه دو بعدی، پاسخ فرکانسی سیستم‌های دو بعدی، نمونه‌برداری دو بعدی

مروری بر تئوری اسکالر پخش نور

تقریب‌های فرنل و فراتهافر در پخش نور

عدسی‌ها، استفاده از عدسی در گرفتن فوریه، استفاده از عدسی در تشکیل تصویر

تحلیل سیستم‌های تشکیل تصویر در میدان فرکانس، سیستم تصویری منجم، سیستم تصویری نامنجم، اثر Aberration در پاسخ

فرکانسی سیستم تصویری، اثر Speckle در سیستم‌های تصویری منجم

پردازش اطلاعات و فیلتر کردن، مروری بر خواص فیلم عکاسی، فیلتر منطبق، فیلتر Vander Lugt، شناسایی حروف، معرفی

تصویربرداری با روش رادار روزه ساختگی (SAR)

بازسازی جبهه موج (هولوگرافی)، معرفی هولوگراف‌های اولیه، اثرات فیلم عکاسی در هولوگرافی، معرفی انواع هولوگرافی، موارد

استفاده هولوگرافی، Interferometry

مراجع:

1. J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, 3rd ed., Roberts and Company Publishers, 2004.
2. E. G. Steward, Fourier Optics, an Introduction, 2nd ed., Dover Publications, 2011.
3. F. T. S. Yu, Optical Information Processing, Krieger Pub Co, 1990.
4. G. Fowles, Introduction to Modern Optics, 2nd ed., Dover, 1989.
5. G. O. Reynolds, J. P. De Velis, G. B. Parrent, The New Physical Optics Notebook: Tutorials in Fourier Optics, American Inst. of Physics, 2000.



نور غیر خطی Nonlinear Optics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: مکانیک کوانتومی

همینا: -

هدف: درک کلی از منشاء و اهمیت اثرات غیر خطی نوری، آشنایی با اصول نور غیر خطی جهت طراحی و شبیه‌سازی ادوات سیستم‌های ارتباطی فیبر نوری

شرح درس:

تأثیر پذیری نوری غیر خطی، اثرهای الکترواپتیک و مگنتوایپتیک
یکسوسازی نوری و منطایس‌سازی با میدان‌های نوری، مبدل‌های طول موج
تولید مجموع دو فرکانس، تولید هارمونیک‌ها، تولید تفاضل دو فرکانس، تقویت و نوسان‌ساز پارامتریک (OPO)
پراکندگی رامان، جذب دو فوتونی، اسپکتروسکوپی نور غیر خطی، ترکیب چهار موجی و اسپکتروسکوپی ترکیب چهار موجی،
اسپکتروسکوپی چند فوتونی
نور غیر خطی سطحی، نور غیر خطی در موجبرهای نوری، آثار نور غیر خطی در پلاسما
بررسی آثار غیر خطی تولید و انتشار پالس‌های فوق باریک (فمتو ثانیه‌ای)

مراجع:

1. Y.R. Shen, The principles of Nonlinear Optics, Wiley Interscience, 1984.
2. G.C. Baldwin, An Introduction to Nonlinear Optics, Springer, 2013.
3. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2006.
4. G. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, 5th ed., Academic Press, 2012.
5. R. W. Boyd, Nonlinear Optics, 3rd ed., Academic Press, 2008.



ریز موج فوتونیک Microwave Photonics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینا ز: ریز موج ۱

هدف: آشنایی با فن آوری ریز موج فوتونیک به عنوان ترکیب منجم از مهندسی ریز موج و فوتونیک

شرح درس:

اجزای اصلی: منابع نوری و لیزر، مدولاتورهای نوری، آشکارسازهای نوری

مشخصه اجزای ریز موج فوتونیک

تجزیه و تحلیل و طراحی لینک فیبر نوری

شیوه و اهمیت کلیدزنی نوری مدارات ریز موج

کنترل نوری نوسان سازهای ریز موج

نوسان سازهای الکترونیک نوری

گیرنده های ریز موج محدوده پویایی بسیار بالا بر اساس نور

روش جدیدی برای پیاده سازی خطی گیرنده ریز موج با محدوده پویایی فوق العاده بالا با استفاده از تکنیک های نوری

ادغام یکپارچه ریز موج و اپتیک بر روی یک لایه نیم رسانا: مدارات مجتمع ریز موج فوتونیک

مراجع:

1. S. Iezekiel, Microwave Photonics – Devices and Applications, Wiley, 2009.
2. R. N. Simons, R. F. Leonard (Foreward), Optical Control of Microwave Devices, Artech House, 1990.
3. C.H. Lee, (editor), Microwave Photonics, 2nd ed., CRC Press, 2013.
4. A. Vilcot, B. Cabon, J. Chazelas, Microwave Photonics: from components to applications and systems, Springer, 2013.



نور کوانتومی Quantum Optics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیاز: -

همینااز: مکانیک کوانتومی

هدف: توصیف علم نور و اثر متقابل آن با ماده با استفاده از مکانیک کوانتومی

شرح درس:

مروزی بر کوانتوم مکانیک: فضای هیلبرت، اپراتورها، حالت ها، تکامل زمان

اپتیک خطی کلاسیک: معادلات ماکسول، اتم لورنتس، تئوری کلاسیک جذب، قطبش پیچیده و شاخص انکسار

اتم دو سطح و میدان الکتریکی کلاسیک، راه حل های Rabi، مقایسه به اتم لورنتس

اتم های چند سطح، تزویج Raman در سیستم های ۳ سطح

فرمول بندی ماتریس چگالی، معادلات نرخ جمعیت، معادلات نوری Bloch

چندی سازی میدان در Coulomb gauge: نوسانات خلاء، چگالی حالت های شمار، انسجام، فشرده، بسته های موج، Beam

splitter کوانتومی

تعامل اتم و میدان در تقریب دو قطبی: مدل Jaynes-Cummings حالت های Dressed، تئوری Weisskopf-Wigner

نظریه کوانتومی Photodetection

نظریه اتلاف در مکانیک کوانتومی

مراجع:

1. M. O. Scully and M. S. Zubairy, Quantum Optics, Cambridge University Press, 1997.
2. C. Gerry and P. Knight, Introductory Quantum Optics, Cambridge University Press, 2004.
3. W. P. Schleich, Quantum Optics in Phase Space, Wiley, 2001.
4. V. Vedral, Modern Foundation of Quantum Optics, World Scientific Pub l. Shing Co, 2005.
5. L. Mandel and E. Wolf, Optical Coherence and Quantum Optics, Cambridge University Press, 1995.
6. D. F. Walls and G. J. Milburn, Quantum Optics, 2nd ed., Springer, 2008.



مکانیک کوانتومی Quantum Mechanics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همیناژ: -

هدف: آشنایی با مفاهیم اصلی مکانیک کوانتومی، تکنیک‌ها، و ارائه مثال‌های ساده

شرح درس:

مقدمه: لزوم بکارگیری مکانیک کوانتومی بجای فیزیک کلاسیک، مکانیک نیوتونی و الکترومغناطیس کلاسیکی، طول موج دوپروی ذره، معادله شرودینگر، انرژی حالت‌های ویژه، نماد دیراک، تابش جسم سیاه، جنبه‌های موجی ذرات، اندازه حرکت

فوتون و پراکندگی کامپتون، ریاضیات مرتبط

اصول موضوعه‌های اساسی مکانیک کوانتومی

عملگرها و حالت‌های ویژه

نوسان گر هارمونیک

حرکت زاویه‌ای در مکانیک کوانتومی

سیستم‌های دو سطحی

ذرات در میدان‌های پتانسیل متقارن کروی و اتم هیدروژن

نظریه اختلال مستقل و وابسته به زمان

فرمیون‌ها و بوزون‌ها

کاربردهای مکانیک کوانتومی

برهمکنش تابش الکترومغناطیسی با سیستم‌های اتمی

جذب و پاشندگی تابش در سیستم‌های اتمی

نوسان لیزر

آمار کوانتومی

نظریه نواری الکترون‌ها در بلورها

مراجع:

1. A. F. J. Levi, Applied Quantum Mechanics, 2nd ed., Cambridge university Press, 2012.
2. J. J. Napolitano, J. J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, 2nd ed., Addison Wesley, 2010.
3. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2006.
4. R. Shankar, Principles of Quantum Mechanics, 2nd ed., Plenum Press, 2008.
5. C. Cohen- Tannoudji, B. Diu and F. Laloë, Quantum Mechanics, Vol. 1 & 2, Wiley, 1992.



فیبر نوری غیرخطی Nonlinear Fiber Optics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: نور غیرخطی

هدف: ارائه مبانی و اثرات غیرخطی در فیبرهای نوری

شرح درس:

مقدمه: مروری بر فیبر نوری

انتشار پالس در فیبر نوری: انتشار انواع پالس‌های نوری از قبیل گاوسی و سکانت هایپر بولیک، اثر پاشندگی در پهن شدن پالس، اثر پاشندگی مرتبه‌ی سوم، مدیریت پاشندگی مدولاسیون خود فازی: معادله غیرخطی شرودینگر، پهن شدن طیف بر اثر SPM، اثر GVD روی پالس، اثرات غیرخطی مرتبه‌ی بالاتر

سالیئون‌های نوری: اصول و انتشار پالس‌های سالیئون با مرتبه‌های مختلف، انواع سالیئون، اثرات مرتبه بالاتر

اثرات قطبش: دو شکستی غیرخطی، سیر تغییر قطبش، ناپایداری مدولاسیونی دو شکستی و سالیئون

مدولاسیون فاز متقابل: تزویج غیرخطی ناشی از XPM، معادله‌ی NLSE تزویج شده، ناپایداری مدولاسیونی ناشی از XPM، سالیئون‌های زوج، کاربردهای XPM

پراکندگی تحریک شده‌ی رامان: اصول و قدرت آستانه، SRS شبه پیوسته، تقویت کننده و لیزر فیبری رامان، SRS با پالس‌های تاد، سالیئون‌های رامان، لیزر سالیئون رامان، اثر اختلاط چهار موج

پراکندگی تحریک شده‌ی بریلوین: اصول و قدرت آستانه، SBS شبه پیوسته، ناپایداری مدولاسیونی، لیزر پالسی و پیوسته فیبری بریلوین، کاربرد SBS

اثرات پارامتریک: اختلاط چهار موج، تئوری FWM، روش‌های تطبیق فاز، بهره و باند تقویت کننده پارامتریک، کاربردهای FWM، تولید هارمونیک دوم

مراجع:

1. G. P. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, 5th ed., Academic Press, 2012.
2. G. P. Agrawal, Application of Nonlinear Fiber Optics, Academic Press, 2001.
3. Y. R. Shen, The Principles of Nonlinear Optics, Wiley, 1984.
4. G. C. Baldwin, An Introduction to Nonlinear Optics, Springer, 2013.
5. A. Yariv, Quantum Electronics, 3rd ed., Wiley, 1989.



مدولاسیون نوری Optical Modulation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

همینکاز: الکترونیک نوری

هدف: اصول انواع مدولاسیون های نوری شامل الکترواپتیکی، الکترومغناطیسی، اکوستواپتیکی و مگنتواپتیکی

شرح درس:

انتشار امواج الکترومغناطیسی در بلورهای birefringent، وسایل birefringent

تداخل امواج الکترومغناطیسی و هولوگرافی

اثر الکترواپتیکی، مدولاسیون الکترواپتیکی: مدولاسیون دامنه، مدولاسیون قطبش، مدولاسیون فاز، دیگر مدولاسیون های نوری

اثرات الکترومغناطیسی، مدولاتورهای مبتنی بر اثرات الکترومغناطیسی، اثر کوآتومی اشتراک (QCSE)، اثر Franz-Keldish
تحلیل تفرق شبکه، اثر فوتوریفراکتیو، مدولاسیون فوتوریفراکتیو، اثر استوایتیکی، مدولاسیون استوایتیکی، مدولاسیون مگنتوایتیکی

مراجع:

1. A. Yariv and P. Yeh, Optical Waves in Crystals, Wiley, 2002.
2. A. Yariv, Introduction to Optical Electronics, 4th ed., Oxford University Press, 1990.
3. M. Cvijetic and I. B. Djordjevic, Advanced Optical Communication Systems and Networks, Artech House, 2013.
4. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th ed., Oxford University Press, 2006.
5. R. W. Boyd, Nonlinear Optics, 3rd ed., Academic Press, 2008.



پردازشگرهای نوری Optical Processors

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: پردازش نوری اطلاعات

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اجزاء و ساختارهای پردازش نوری آنالوگ و دیجیتال

شرح درس:

محاسبات اصلی رایانه‌های نوری: جمع، تفریق و ضرب

اجزای رایانه‌های نوری: حافظه‌های نوری، آرایه‌های منطقی، وسایل ورودی و خروجی اطلاعات، اتصالات

پردازشگرهای آنالوگ: پردازشگرهای تبدیل فوریه، همبسته گیرها، فیلترهای فضایی، پردازشگرهای تصویری، پردازشگرهای غیر خطی

پردازشگرهای دیجیتال: سیستم‌های اعداد، روش‌های محاسبات عددی، ساختمان‌ها و فناوری رایانه‌های نوری

پردازشگرهای دو رگه

رایانه‌های عصبی نوری

مراجع:

1. K. Preston, Coherent Optical Computers, McGraw Hill, 1972.
2. J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, 3rd ed., Roberts & Company Publishers, 2004.



مخابرات کوانتومی Quantum Communication

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: مکانیک کوانتومی

هدف: آشنایی با اجزاء سیستم‌های مخابرات کوانتومی

شرح درس:

مفاهیم و نتایج بنیادی نظریه‌ی اطلاعات کوانتومی

قضیه‌ی ممنوعیت کپی‌سازی کوانتومی

رمزنگاری کوانتومی

پروتکل‌های اساسی نظریه‌ی اطلاعات کوانتومی

رمزنگاری کوانتومی

کانال‌های کوانتومی

مخابرات کوانتومی در مسافت‌های طولانی

مراجع:

1. M. A. Nielsen and I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press, 2011.
2. G. Albert, et al., Quantum Information: an Introduction to Basic Theoretical Concepts and Experiments, Springer, 2001.
3. D. Bouwmeester, A Ekert and A. Zeilinger, The Physics of Quantum Information: Quantum Cryptography, Quantum Teleportation, Quantum Computation, Springer, 2000.
4. A. Peres, Quantum Theory: Concepts and Methods, Kulwer Academics, 2002.
5. M. Brooks, Quantum Computing and Communications, Springer, 1999.
6. S. Imre and F. Balazs, Quantum Computing and Communications: An Engineering Approach, Wiley, 2005.



نانو فوتونیک Nanophotonics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: مکانیک کوانتومی

همینااز: -

هدف: بررسی ساختارهای نانوفوتونیکی با تمرکز بر نانو ساختارهای پلاسمونیک، فرامواد و بلورهای فوتونی

شرح درس:

مقدمه: اندرکنش امواج الکترومغناطیسی با نانو ذرات، اپتیک نیمه‌هادی نانو ساختار

انتشار در موجبرهای با ابعاد چکتر از طول موج (نانو موجبرها)

اندرکنش نور با نانو ذرات فلزی و نیمه‌هادی صفر، یک و دو بعدی

پلاسمونیک (اپتیک فلزات)، نانو پلاسمونیک، پاشندگی پلاسمون‌های سطحی، پاشندگی پلاسمون-پلاریتون، پاشندگی فونون-پلاریتون، کاربرد پلاسمونیک در ادوات الکترونیک نوری، پلاسمونیک در نانوفوتوولتائیک

بلورهای فوتونی، نور کند، انتشار امواج الکترومغناطیسی در محیط‌های متناوب یک، دو و سه بعدی، کاواک‌ها و موجبرهای مبتنی بر بلورهای فوتونی، فیبرهای مبتنی بر بلورهای فوتونی

فرامواد، ضریب شکست منفی، سوپر لنز، پلاسمون‌های فرکانس پایین، Transformation Potics

روش‌های عددی در نانو فوتونیک

مراجع:

1. P. N. Prasad, Nanophotonics, Wiley, 2004.
2. J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn and R. D. Meade, Photonic Crystals: Molding the Flow of Light, 2nd ed., Princeton University Press, 2008.
3. S. A. Maier, Plasmonics: Fundamentals and Applications, Springer, 2007.
4. L. Novotny and B. Hecht, Principles of Nano- Optics, 2nd ed., Cambridge, 2012.
5. W. Cai and V. Shalaev, Optical Metamaterials: Fundamentals and Applications, Springer, 2009.
6. C. F. Bohren and D. R. Huffman, Absorption and Scattering of Light by Small Particles, Wiley, 1998.
7. H. C. Van de Hulst, Light Scattering by Small Particles, Dover Publications, 1981.



نور آماری Statistical Optics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: -

هدف: آشنایی با ماهیت آماری میدان نوری از طریق مفاهیم انسجام مکانی و زمانی، استفاده از فرآیندهای تصادفی جهت نمایش میدان نوری و بکار بردن نظریه انسجام مرتبه دوم از میدان نوری

شرح درس:

مروری بر سیگنال‌های تصادفی یک و دو بعدی: ایستادن بودن، ارگادیک بودن، همبستگی، طیف توان، سیگنال تصادفی مختلط
بخش نور، قطبیت، ناقطبیت و قطبیت جزئی، روشنایی گرمایی، ماتریس انسجام (Coherency)، مرتبه قطبیت، نور لیزر
نظریه انسجام مرتبه دوم: انسجام فضایی، انسجام زمانی، انتشار انسجام متقابل، تئوری Van Cittert-Zernike
کاربردهای نظریه انسجام مرتبه دوم: laser speckle، Stellar interferometry، انسجام جزئی در سیستم‌های تصویربرداری، انتشار در رسانه تصادفی غیر یکنواخت
بررسی آماری فرآیند آشکارسازی

مراجع:

1. J. W. Goodman, Statistical Optics, Wiley, 2000.
2. L. Mandel and E. Wolf, Optical Coherence and Quantum Optics, Cambridge University Press, 2008.
3. E. Wolf, Introduction to the Theory of Coherence and Polarization of Light, Cambridge University Press, 2007.



فرآیندهای تصادفی Stochastic Processes

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: فراگیری مفهوم، توصیف، گونه‌ها و پردازش سیگنال‌های تصادفی

شرح درس:

تئوری احتمال: اصول موضوعه، فضای احتمال، متغیرهای تصادفی یگانه، دو گانه و چند گانه، توابع توزیع، جرم و چگالی احتمال مشترک، نمونه‌هایی از توابع جرم / چگالی احتمال متغیرهای گسته / پیوسته و ذکر مواردی از کاربردها
مبانی فرآیندهای تصادفی: تعریف، توصیف و مشخص‌سازی، معرفی فرآیندهای تصادفی شاخص شامل فرآیندهای مجموع، دو جمله‌ای، پواسن، مارکف، گام زدن تصادفی، گوسی، تحرک براونی

ایستانی و ارمادایستی: تعریف و انواع

مشتق و انتگرال: پیوستگی، مشتق پذیری، انتگرال پذیری

نمایش: بسط سری فوریه، بسط کارهونن - لایو

تحلیل و پردازش فرآیندهای تصادفی: توابع میانگین، همبستگی و طیف توان، باند فرکانسی، فرآیندهای سفید، فیلتر نمودن، فیلتر وینر، فیلتر کالمن

فرآیندهای مارکف: تعریف، فرم‌های زمان گسته و زمان پیوسته، زنجیره‌های مارکف

مقدمه‌ای بر تئوری صف

مراجع:

1. A. Papoulis and S. U. Pillai: Probability, Random Variables and Stochastic Processes, 4th ed., McGraw- Hill, 2002.
2. A. Leon- Garcia: Probability, Statistics, and Random Processes for Electrical Engineering, 3rd ed., Prentice Hall, 2008.
3. S. M. Ross: Stochastic Processes, 2nd ed., Wiley, 1996.
4. S. M. Ross: Introduction to Probability Models, 10th ed., Academic Press, 2009.
5. P. G. Hoel, S. C. Port and C. J. Stone: Introduction to Stochastic Processes, Waveland, 1986.



تئوری پیشرفته مخابرات Advanced Communication Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: فرآیندهای تصادفی

هدف: فراگیری اصول پایه تحلیل و طراحی سیستم‌های مخابرات دیجیتال

شرح درس:

مقدمه: روند تاریخی شکل‌گیری و توسعه سیستم‌های مخابرات دیجیتال و ساختار کلی آن‌ها
مرور تحلیلی سیگنال‌های تصادفی: بردارهای تصادفی حقیقی و مختلط، بردارهای گوسی، قطری‌سازی ماتریس کواریانس یک بردار تصادفی (بسط کارهونن- لانبو)، نمایش‌های سیگنال‌های تصادفی باند پایه و باند میانی، نمایش فضای برداری سیگنال‌های تصادفی
مدولاسیون‌ها و سیگنال‌های مدوله شده دیجیتالی: مدولاسیون‌های بدون حافظه (FSK, QAM, PSK, PAM)، مدولاسیون‌های حافظه‌دار (DPSK, CPM, CPFSK)، طیف توان سیگنال‌های مدوله شده
قواعد، ساختارها و عملکرد گیرنده بهینه در کانال AWGN: معیارهای بهنجاری، حالت کانال برداری، حالت کانال شکل موج، کران اجتماع احتمال خطا، احتمال خطا در شکل‌های ASK, PSK, QAM, FSK, DPSK
آشکارسازی بهینه در کانال AWGN در حضور عدم قطعیت: آشکارسازی ناهمباز، عملکرد آشکارساز پوش، آشکارسازی در مدولاسیون‌های حافظه‌دار (مرور)
کانال‌های محوشدگی: توصیف و مدل‌سازی آماری کانال‌های محوشدگی چند مسیری، ارتباط مدل کانال با سیگنال مدوله شده، خاصیت چند کانگی کانال‌های محوشدگی، آشکارساز Rake، مدولاسیون چند حاملی

مراجع:

1. J. G. Proakis and M. Salehi: Digital Communications, 5th ed., McGraw- Hill, 2008.
2. R. G. Gallager: Principles of Digital Communication, Cambridge University Press, 2008.
3. S. Benedetto, E. Biglieri and V. Castellani: Digital Transmission Theory, Prentice- Hall, 1987.
4. J. M. Wozencraft, I. M. Jacobs: Principles of Communication Engineering, Waveland, 1990.



پردازش سیگنال دیجیتال پیشرفته Advanced Digital Signal Processing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همین‌ا‌ز: پردازش سیگنال دیجیتال

هدف: کسب دانش و تبحر در کاربرد پردازش پیشرفته سیگنال‌های دیجیتال در یک یا چند زمینه

شرح درس:

تبدیل فوریه سریع و الگوریتم‌های پیاده‌سازی

پردازش سیگنال چند نرخی

تبدیل فوریه زمان کوتاه

انتخاب یکی از موارد زیر (یا موارد مشابه) حسب صلاح‌دید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه/ دانشکده با عمق کافی (نظری و کاربردی):

پردازش زمان-فرکانس

پردازش سیگنال‌های راداری

پردازش سیگنال‌های زیستی

پردازش سیگنال‌های آرایه‌ای

پردازش سیگنال‌های لوزه‌نگاری

نمونه برداری پیشرفته

مراجع:

1. A. V. Oppenheim, and R. W. Schaffer, Discrete- Time Signal Processing, 3rd ed., Prentice Hall, 2009.
2. J. S. Lim, and A. V. Oppenheim, Advanced Topics in Signal Processing, Prentice Hall, 1988.
3. P. P. Vaidyanathan, Multirate Systems and Filter Banks, Prentice Hall, 1992.



سیستم‌های مخابرات بی‌سیم Wireless Communication Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: مخابرات دیجیتال

هدف: توصیف و تحلیل اجزاء اصلی در سیستم‌های مخابرات بی‌سیم

شرح درس:

مقدمه: اصول مخابرات دیجیتال، مدولاسیون دامنه پالس، پدیده تداخل بین سمبلی، ضرورت متعادل‌سازی کانال بی‌سیم: مدل‌های فیزیکی، محور شدگی چندمسیرگی، پدیده سایه، گسترش داپلر و تأخیر، مدل فضای حالت، تخمین کانال مقابله با پدیده محوشدگی: متعادل‌سازی، مدولاسیون چند حاملی، گیرنده چندگانگی مولتی بلکس تسهیم فرکانس متعامد (OFDM): مبانی نظری، ساختارهای متداول، تداخل‌های بین حاملی و بین سمبلی، متعادل‌سازی، تخصیص توان، دسترسی چندگانه دسترسی چندگانه تسهیم کد (CDMA): کدهای متعامد و شبه متعامد، مدولاسیون، دمودولاسیون، رویکردهای حذف تداخل سیستم‌های مخابرات چندورودی-چندخروجی (MIMO): فلسفه، مدولاسیون، آشکارسازی، عملکرد بررسی چند مورد عملی و استانداردهای مربوطه

مراجع:

1. J. Proakis and M. Salehi, Digital Communications, 5th ed, Prentice- Hall, 2007.
2. M. K. Simon and, M. S. Alouini, Digital Communication over Fading Channels, 2nd ed., Wiley, 2004.
3. A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.



شبکه‌های مخابراتی Communication Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: مخابرات دیجیتال

هدف: درک عمیق مفاهیم، معماری‌ها و پروتکل‌های شبکه‌های مخابراتی

شرح درس:

مقدمه: معماری شبکه مخابراتی، سوئیچینگ مدار بسته‌ای، معماری نرم‌افزار شبکه و مدل OSI، نگرشی تاریخی
پروتکل‌های IP: مسیریابی در اینترنت، مسیریابی کوتاهترین راه، پروتکل‌های EGP، IGP، پروتکل‌های چند پخش، سیار و
تونل‌زنی

پروتکل‌های TCP و UDP: کنترل خطا و ازدحام در TCP

کاربردهای زمان حقیقی و داده‌ای: صدا و ویدیو، الزامات QoS، پروتکل RTP، پروتکل SIP، شبکه‌سازی نسل آتی (NGN)

پیش‌رانی بسته: نسبت مسیریابی با پیش‌رانی با سوئیچینگ، روش‌های پیش‌رانی، پیش‌رانی مدار مجازی، ATM

تمهید QoS و زمان‌بندی بسته: الگوریتم‌های صف‌بندی عادلانه

شیدسازی Overlay: الگوریتم‌های مسیریابی

مراجع:

1. A. Leon- Garcia, and I. Widjaja, Communication Networks: Fundamentals, Concepts and Key Architectures, 2nd ed., McGraw-Hill, 2003.
2. Kumar, D. Manjunath, and J. Kuri, Wireless Networking, Morgan Kaufmann Publishers, 2008.
3. C.M. Cordeiro and D.P. Agrawal, Ad Hoc and Sensor Networks: Theory and Applications, 2nd ed., World Scientific, 2011.
4. A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.
5. W. Stallings, Wireless Communications and Networks, 2nd ed., Pearson Education, Inc., 2005.
6. X.Y. Li, Wireless Ad Hoc and Sensor Networks, Cambridge University Press, 2008.



کد گذاری کانال Channel Coding

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با مبانی و روش های کد گذاری کانال

شرح درس:

مقدمه

مروری بر جبر

کدهای قالبی خطی: برخی انواع شاخص

کدهای گردشی

کدهای BCH دوتایی

کدهای BCH غیر چندتایی

کدهای Reed-Solomon

کدهای کانولوشن

کدگذاری کدهای کانولوشن (الگوریتم ویتربی)

کدهای LDPC

TCM

مراجع:

1. S. Lin and D. J. Costello: Error Control Coding, 2nd ed., Prentice- Hall, 2004.
2. S. B. Wicker, Error Control Systems for Digital Communication and Storage, Prentice Hall, 1994.
3. T. Richardson and R. Urbanke, Modern Coding Theory, Cambridge University Press, 2008.



کدگذاری کانال پیشرفته Advanced Channel Coding

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: کدگذاری کانال

همینااز: -

هدف: معرفی روش‌های پیشرفته و جدید کدگذاری و کد برداری کانال

شرح درس:

سیستم‌های مدولاسیون کد شده: TCM انگریو ک، TCM مبتنی بر میدان گالوا، RI-TCM، کدهای BCM

کدهای توربو: سری، موازی، کد برداری، Turbo-TCM، توربو غیر دوتایی

کدهای LDPC: گالاگر، مک کی، منظم و نامنظم، غیر باینری، کد برداری

کدهای مبتنی بر نظریه گراف، کد برداری

کدهای فضا-زمان: قالبی، داربستی، لایه‌ای، کد برداری

کدگذاری شبکه

مراجع:

1. C. B. Schlegel and L. C. Perez, Trellis and Turbo Coding, Wiley- IEEE Press, 2003.
2. T. Richardson, and R. Urbanke, Modern Coding Theory, Cambridge University Press, 2008.
3. H. Jafarkhani, Space- Time Coding: Theory and Practice, Cambridge University Press, 2005.
4. S. Noor and I. Ullah, LDPC Codes Construction and Performance Evaluation, LAP LAMBERT Academic Pub., 2011.



تئوری اطلاعات Information Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همینا: -

هدف: بیان و اثبات محدودیت‌های بنیادین در زمینه کدگذاری منبع و کدگذاری کانال در قالب دو قضیه اصلی شانون در مورد حداقل نرخ فشرده‌سازی یک منبع و حداکثر نرخ ارسال از طریق یک کانال

شرح درس:

کمیت‌های اصلی: آنترپی، اطلاعات متقابل، ...

قضیه AEP

فشرده‌سازی اطلاعات، الگوریتم هافمن و قضیه اول شانون

مفهوم ظرفیت کانال و قضیه دوم شانون

کانال‌های گوسی

نظریه اعوجاج نرخ

مقدمه‌ای بر تئوری اطلاعات شبکه

مراجع:

1. T. M. Cover and J.A. Thomas, Elements of Information Theory, 2nd ed., Wiley, 2006.
2. R. G. Gallager, Information Theory and Reliable Communication, Wiley, 1968.
3. R. W. Yeung, A First Course in Information Theory, Springer, 2006.



تئوری اطلاعات پیشرفته Advanced Information Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: تئوری اطلاعات

هدف: بررسی مباحث پیشرفته تئوری اطلاعات، به ویژه در شبکه‌های شامل چند گیرنده/چند فرستنده

شرح درس:

بررسی انواع کانال‌ها: رله، دو راهه، تداخل، بخش، دسترسی چندگانه

فشرده‌سازی توزیع شده و قضیه Slepian-Wolf

توصیف چندگانه

کدگذاری شبکه

کدگذاری توأم منبع-کانال

مراجع:

1. T. M. Cover, J.A. Thomas, Elements of Information Theory, 2nd ed., Wiley, 2006.
2. A. El Gamal and Y. H. Kim Network Information Theory, Cambridge University Press, 2012.
3. T. Ho and D. Lun, Network Coding: An Introduction, Cambridge University Press, 2008.



پردازش گفتار Speech Processing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همینا: -

هدف: آشنایی با دانش پردازش سیگنال گفتار شامل ویژگی‌ها، نحوه تولید، روش‌ها و الگوریتم‌های پردازش، مدل‌سازی، کد کردن، تحلیل کیفیت، بازشناسی محتوای فونتیکی، تشخیص گوینده، بازشناسی به کمک تطبیق زمانی پارامتریک و بازشناسی با استفاده از مدل مخفی مارکوف

شرح درس:

مبانی پردازش سیگنال گفتار

نحوه تولید سیگنال گفتار

روش‌های تولید سیگنال گفتار

مدل‌سازی سیگنال گفتار

کد کردن گفتار بر اساس پیشگویی خطی

مدل‌سازی سیگنال گفتار در حوزه کسپترال

کد کردن و فشرده‌سازی سیگنال گفتار

ارزیابی کیفیت سیگنال گفتار

بازشناسی محتوای فونتیکی و تشخیص گوینده

تطبیق زمانی پارامتریک به کمک DTW

مدل مخفی مارکوف یا HMM

مراجع:

1. J. R. Deller, J. H. L. Hansen, and J. G. Proakis, Discrete- Time Processing of Speech Signals, Wiley- IEEE Press, 1999.
2. T. Quatieri, Discrete Time Speech Signal Proc.- Principles and Practice, Prentice Hall, 2001.
3. D. O'Shaugnessy, Speech Communication, Human and Machine, 2nd ed., Wiley- IEEE Press, 1999.
4. L. R. Rabiner, R. W. Schafer, Digital Processing of Speech Signals, Prentice Hall, 1978.
5. J. N. Holmes, W. Holmes, Speech Synthesis and recognition, CRC Press, 2002.



پردازش تصویر Image Processing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مبانی و روش‌های پردازش تصویر

شرح درس:

مقدمه: تعریف تصویر، ساختمان چشم، تشکیل تصویر در انواع سنسورها و قوانین تشکیل تصویر

تبدیل تصویر به تصاویر دیگر (باینری، Halftone)

ارتقاء (Enhancement) تصاویر در حوزه‌ی مکان: فیلترهای خطی، غیر خطی، جهت‌دار

ارتقاء تصاویر در حوزه‌ی فرکانس: فیلترهای حوزه‌ی فرکانس همه‌جبهه و جهت‌دار (گابور و Quincunx)

بازیابی (Restoration) تصاویر: فیلترهای CLS، Wiener

تصاویر رنگی: دستگاه‌های رنگ و تبدیل‌های آن‌ها، تبدیل تصاویر خاکستری به رنگی، پردازش تصاویر رنگی، جداسازی رنگ

بخش‌بندی و جداسازی تصاویر: آشکارسازهای لبه، کانتورهای فعال (Snake و Levelset)، رشد ناحیه، جداسازی و ترکیب ناحیه،

تبدیل‌های رادون، هاف و آبریز (Water Shed)

استفاده از تبدیل‌های Walsh Hadamard و PCA در شناسایی و جداسازی

کاربرد مورفولوژی در پردازش تصاویر

متراکم‌سازی تصویر

مراجع:

1. M. Sonka, V. Hlavac and R. Boyle, Image Processing Analysis and Machine Vision, 4th ed., Cengage Learning, 2014.
2. R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, 3rd ed., Prentice- Hall, 2007.
3. A. K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice- Hall, 1988.
4. W. K. Pratt, Digital Image Processing, 4th ed., Wiley, 2007.



تئوری آشکارسازی Detection Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با نظریه و آشکارسازی و جایگاه آن در پردازش آماری سیگنال

شرح درس:

مقدمه: مروری بر مبانی و کاربردهای نظریه آشکارسازی

آزمون- فرضیه‌های سازده: معیار بیزی، نیمن- پرسون، حداکثر درست‌نمایی، حداکثر احتمال پسین و Minimax، کارایی آشکارسازها

آشکارسازی سیگنال‌های یقینی: فیلتر منطبق، فیلتر منطبق تعمیم یافته، حالت M تایی، سیگنال با پارامتر مجهول

آشکارسازی سیگنال‌های تصادفی: همبستگی یاب، سیگنال‌های با پارامتر مجهول

آزمون فرضیه‌های مرکب: دیدگاه بیزی، ALR، UMP، GLR

ساختار آشکارسازها در نویز گوسی با پارامترهای نامعلوم و نویزهای غیر گوسی

مراجع:

1. S. Kay, Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume II: Detection Theory, Prentice- Hall, 1998.
2. B. C. Levy, Principles of Signal Detection and Parameter Estimation, Springer, 2008.
3. H. V. Poor, An Introduction to Signal Detection and Estimation, 2nd ed., Springer, 1998.
4. M. Barkat, Signal Detection and Estimation, Artech- House, 2nd ed., 2005.
5. H. L. Van Trees, K. L. Bell with Z. Tian: Detection, Estimation, and Modulation Theory, Part I- Detection, Estimation, and Filtering Theory, 2nd ed., Wiley, 2013.



فیلترهای وقفی Adaptive Filters

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: فراگیری مفهوم، مبانی، روش‌ها و کاربردهای فیلترهای وقفی

شرح درس:

مقدمه: معرفی مفهوم، رویکردها و مثال‌هایی از سیستم‌های وقف‌پذیر

فیلترهای وینر: معیار میانگین مجذور خطا، اصل تعامد، تابع عملکرد

روش‌های جستجو: سطح عملکرد، روش بیشترین شیب (منحنی یادگیری، اثر پراکندگی مقادیر ویژه)، روش نیوتن

روش LMS: رفتار میانگین مربع خطا، میانگین مربع خطای اضافی، پایداری، اثر انتخاب مقادیر اولیه، LMS سازده سازی شده،

LMS تراز شده، LMS با گام‌های متغیر، LMS با قید خطی

فیلترهای وقفی در میدان تبدیل یافته: جزء بندی باند فرکانسی، متعامدسازی توسط تبدیل، انتخاب تبدیل، LMS با روش‌های

مختلف تبدیل

فیلترهای وقفی با ورودی قالبی: مقدمات ریاضی، الگوریتم LMS قالبی، ساختار و خواص الگوریتم LMS با قالب ثابت

فیلترهای وقفی زیر بانندی: ساختار، انتخاب فیلترهای تجزیه و ترکیب

روش کمترین مربع‌ها: اصل تعامد، عملگر تصویر، ساختار و رفتار فرم‌های مستقیم و ورودی، روش‌های دوری سریع

کاربردها: همسان‌ساز وقفی، حذف کننده پژواک، ...

مراجع:

1. B. Farhang-Boroujeny: Adaptive Filters: Theory and Applications, 2nd ed., Wiley, 2013.
2. S. O. Haykin, Adaptive Filter Theory, 5th ed., Prentice-Hall, 2013.
3. A. H. Sayed, Adaptive Filters, Wiley-IEEE Press, 2008.



مخابرات طیف گسترده Spread- Spectrum Communications

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اصول، امتیازات و کاربردهای مخابرات طیف گسترده

شرح درس:

مقدمه: مرور کلی کاربردها در مقابله با اختلال، کاهش احتمال رهگیری و دسترسی چندگانه به کانال
بررسی روش‌های گسترش طیف: چند حاملی، پرش زمانی، پرش فرکانسی، دنباله مستقیم، سیستم‌های ترکیبی
روش‌های تولید دنباله‌های تصادفی: آشنایی مقدماتی با میدان‌های گالوا و LFSR، دنباله‌های ماکزیمال، کدهای گلد
سکرون‌سازی در سیستم‌های طیف گسترده: بررسی اجمالی تکنیک‌های ایجاد همزمانی دستیابی (Acquisition) و دنبال‌سازی (Tracking) همزمانی

عملکرد در حضور اختلال: روش‌های مختل‌سازی، عملکرد در محیط اختلال

عملکرد در محیط دسترسی چندگانه

استانداردهای موجود مخابراتی در زمینه طیف گسترده

مراجع:

1. R. E. Ziemer, R. L. Peterson and E. Borth, Introduction to Spread Spectrum Communications, Prentice- Hall, 1995.
2. D. Torieri, Principles of Spread- Spectrum Communication Systems, 2nd ed., Springer, 2011.
3. R. C. Dixon, Spread Spectrum Systems with Commercial Applications, 3rd ed., Wiley, 1994.



تئوری تخمین Estimation Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: -

هدف: فراگیری مبانی، روش‌ها و کاربردهای تخمین

شرح درس:

مقدمه: تعریف، کاربردهای نمونه، معیارهای ارزیابی

تخمین حداقل مربع‌ها: پردازش دفعی (حافظه‌های ثابت و گسترش پذیر، تغییر مقیاس داده، حالت مقید، کاربرد تجزیه مقادیر منفرد)، پردازش دوری (فرم کواریانس، فرم اطلاعات، داده‌های برداری)

تخمین نا اریب بهینه: فرم‌های دفعی و دوری، برخی خواص

تخمین حداکثر درست‌نمایی: نسبت درست‌نمایی، خواص تخمین، تابع درست‌نمایی لگاریتمی

تخمین حداقل میانگین مربع‌ها: بیان مسئله و فرم تخمین‌زن، خواص در حالت مشاهده گوسی، مدل خطی، فیلتر وینر، کران کرامر-رائو

تخمین حداکثر احتمال پسین: تعریف، فرم، خواص

فیلتر کالمن: مدل فضای حالت، پیشگویی، فیلتر کردن، هموارسازی، حالت دائم

مراجع:

1. H. L. Van Trees, K. L. Bell with Z. Tian, Detection, Estimation, and Modulation Theory, Part I- Detection, Estimation, and Filtering Theory, 2nd ed., Wiley, 2013.
2. B. D. O. Anderson and J. B. Moore, Optimal Filtering, Dover Publications, 2005.
3. J. M. Mendel: Lessons in Estimation Theory for Signal Processing, Communications, and Control, 2nd ed., Prentice- Hall, 1995.
4. S. Kay: Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I: Estimation Theory, Prentice Hall, 1993.



مخابرات سلولی Cellular Communications

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با جنبه‌های مختلف سیستم‌های مخابرات سلولی

شرح درس:

مدل کانال و انتشار در سیستم‌های بی‌سیم
اثرات محو شدگی آماری (مقیاس‌های بزرگ و کوچک)
سیستم‌های دسترسی چندگانه
مبانی سیستم‌های سلولی و مهندسی ترافیک در این شبکه‌ها
مبانی مدولاسیون OFDM
روش‌های دستیابی به Diversity
آنالیز ظرفیت در شبکه‌های بی‌سیم
مبانی سیستم‌های چند ورودی چند خروجی (MIMO)

مراجع:

1. T. Rappaport, Wireless Communications, Principles and Practice, 2nd ed., Prentice Hall, 2002.
2. A. Tse and D. Vaswanath, Fundamentals of Wireless Communication, Cambridge University Press, 2005.
3. A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.



اصول و سیستم‌های راداری Radar Principles and Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اصول و عملکرد سیستم‌ها و پردازش سیگنال‌های راداری

شرح درس:

مقدمه

معادله رادار

رادار موج پیوسته

رادار MTI

رادار ردگیر

آشکارسازی سیگنال‌های راداری

پردازش سیگنال‌های راداری

رادارهای تصویر برداری

جنگ الکترونیک در رادار

مراجع:

1. M. Skolnik, Introduction to Radar Systems, 3rd ed., McGraw- Hill, 2002.
2. M. A. Richards, Fundamentals of Radar Signal Processing, 2nd ed., McGraw- Hill, 2014.
3. M. Skolnik, Radar Handbook, 3rd ed., McGraw- Hill, 2008,
4. M. A. Richards, Principles of Modern Radar, SciTech Pub., 2010.



مخابرات ماهواره‌ای Satellite Communications

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: مخابرات دیجیتال

هدف: ایجاد توانایی تحلیل و طراحی ارتباط رادیویی ماهواره‌ای بمنظور تأمین نسبت سیگنال به نویز و نرخ خطای بیت درایستگاه مقصد و شبکه مخابراتی پخش رادیو - تلویزیونی به کمک ماهواره

شرح درس:

آشنایی با سیستم مخابرات ماهواره ای، بخش فضایی، بخش زمینی و ارتباط رادیویی مدارهای گردش ماهواره بدور زمین

قوانین کپلر، محاسبه مدار ماهواره با قانون جاذبه نیوتن، مختصات نجومی ماهواره، مدارهای مهم گردش ماهواره بدور زمین، مدارهای کم ارتفاع، مدار زمین آهنگ، مدارهای بیضوی مولنیا و توندرا نحوه محاسبه فاصله، زاویه سمت و زاویه فراز ماهواره نسبت به ایستگاه زمینی

سیگنال‌های باند پایه در مخابرات ماهواره‌ای

مشخصات سیگنال تلفنی، سیگنال تلویزیون، سیگنال‌های صوتی، داده‌های دیجیتال و مولتی مدیا تکنیک‌های انتقال در مخابرات ماهواره‌ای

انتقال آنالوگ سیگنال تلفن و تلویزیون : SCPC/FM, FDM/FM

انتقال دیجیتال سیگنال تلفن و تلویزیون : SCPC/PSK, TDM/PSK

روش‌های رمزنگاری، کدگذاری کانال، درهم سازی و مدولاسیون در مخابرات ماهواره‌ای

مقایسه سیستم‌های انتقال آنالوگ و دیجیتال

انتشار امواج رادیویی در مخابرات ماهواره‌ای

تلفات آتمسفری، اثرات یونوسفری، تضعیف بارندگی، تأخیر انتشار در مخابرات ماهواره‌ای

محاسبه ارتباط رادیویی در مخابرات ماهواره ای

عوامل اصلی در ارتباط رادیویی : EIRP, G/T, PATH LOSS

محاسبه دمای نویز ایستگاه زمینی و ماهواره

احتساب آثار آتمسفری

محاسبه نسبت حامل (سیگنال) به نویز در ارتباط فراسو، ارتباط فرسو و ارتباط کل

محاسبه نسبت حامل (سیگنال) به نویز در ارتباط میان ماهواره‌ای

تکنیک‌های دسترسی چندگانه در مخابرات ماهواره‌ای

طرح مسئله دسترسی چندگانه، شدت ترافیک و فرمول‌های ارلاتک

روش‌های دسترسی چندگانه در مخابرات ماهواره‌ای : FDMA, TDMA, CDMA

دسترسی ثابت و دسترسی بر حسب تقاضا، دسترسی تصادفی

آشنایی با شبکه‌های مخابرات ماهواره‌ای

مراجع:

1. G. Maral, M. Bousquet, and Z. Sun, Satellite Communication Systems, 5th ed., Wiley, 2010.
2. D. Roddy, Satellite Communications, 4th ed., McGraw- Hill, 2006.
3. T. Pratt, C. Bostain, and J. Allnut, Satellite Communications, 2nd ed., Wiley, 2003.
4. M. Richharid, Mobile Satellite Communications, Principles and Trends, 2nd ed., Wiley, 2014.



رمزنگاری Cryptography

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: -

هم نیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم و کاربردهای رمزنگاری، معرفی سیستم‌های رمز کلاسیک، قالبی، دنباله‌ای و کلید همگانی

شرح درس:

مرور کلی اصول و مبانی رمزنگاری: نظریه اعداد (همه‌پشتی، قضیه باقیمانده چینی و ...)، نظریه اطلاعات (آنتروپی، اطلاعات متقابل، امنیت کامل نظریه اطلاعاتی و ...)، نظریه پیچیدگی (مسائل کلاس P و کلاس NP و ...)

مرور و تحلیل سیستم‌های رمزنگاری کلاسیک: انواع سیستم‌های جایجایی و جانشینی تک الفبایی و جانشینی چند الفبایی
سیستم‌های رمز دنباله‌ای: دنباله‌های شبه تصادفی، معیارهای سه گانه گالوب و انواع آزمون‌های آماری، تولید دنباله‌های شبه تصادفی با شیفت رجیسترهای فیدبک خطی (LFSR)

سیستم‌های رمز قالبی: استاندارد رمزگذاری پیشرفته (AES)، استاندارد رمزگذاری داده (DES)

سیستم‌های کلید همگانی: سیستم‌های دینی - هلمن و RSA و مک الیس

سیستم‌های دانایی صفر و توابع چکیده‌ساز

مروری بر مدیریت کلید در سیستم‌های رمزنگاری

مراجع:

1. A. Sinkov, Elementary Cryptanalysis: A Mathematical Approach, Random House, 1968.
2. D. R. Denning, Cryptography and Data Security, Addison- Wesley, 1982.
3. H. Beker, and F. Piper, Cipher System, Northwood, 1982.
4. B. Schneier, Applied Cryptography, Wiley, 1996.
5. J. Seberry, and J. Pieprzyk, Cryptography: an Introduction to Computer Security, Prentice- Hall, 1989.
6. M. Rhee, Cryptography and Secure Communication, McGraw- Hill, 1993.
7. N. Koblitz, Algebraic Aspect of Cryptography, Springer, 1998.
8. A. Menezes, P. V. Oorschot, and S. Vanstone, Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1996.



ریاضیات رمزنگاری Cryptography Mathematics

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: -

هدف: ارائه ریاضیات ضروری برای درک مطالب و مفاهیم کاربردی در طراحی و تحلیل سیستم‌ها و پروتکل‌های رمزنگاری

شرح درس:

مروری بر نظریه‌ی پیچیدگی محاسبات و کاربرد آن در رمزنگاری

نظریه اعداد: دستگاه معادلات همبستگی، قضایای قرما، اویلر، باقیمانده چینی، اعداد اول (روش‌های تولید و آزمون اعداد اول)،

معرفی و بررسی روش‌های مختلف تجزیه اعداد، ریشه‌های اولیه، نمادهای لژاندر و ژاکوبی، مسئله لگاریتم گسسته و مفاهیم مرتبط

نظریه گروه‌ها: هم مجموعه‌ها و روابط هم ارزی در گروه‌ها، زیر گروه‌های نرمال و گروه‌های خارج قسمتی

معرفی و تحلیل الگوریتم‌های رمز مرکل - هلمن، RSA و الجمال

رمزگذاری هم‌ریخت

نظریه حلقه‌ها و میدان‌ها: حلقه چند جمله‌ای‌ها - حلقه‌های خارج قسمتی - میدان‌های متناهی (خواص و روش‌های تولید) - توسیع

میدان‌ها

منحنی‌های بیضوی و کاربرد آنها در رمزنگاری

توابع بولی: ویژگی‌های مطلوب توابع بولی در رمزنگاری، معرفی و بررسی برخی از روش‌های تولید توابع مناسب

کاربرد شبکه‌ها در رمزنگاری، مربع‌های لاتین، هندسه‌ی تصویری، طرح‌های تسهیم واز، نظریه صفر دانایی

مراجع:

1. J. A. Anderson, and J. M. Bell, Number Theory with Applications, Prentice Hall, 1997.
2. N. Koblitz, A Course in Number Theory and Cryptography, Springer, 1987.
3. A. J. Menezes, Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1996.
4. N. Koblitz, Algebraic Aspects of Cryptography, Springer, 1999.
5. R. Lidl, Introduction of Finite Fields and Their Applications, Cambridge, 1986.
6. D. M. Bressoud, Factorization and Primality Testing, Springer, 1989.
7. S. Samuel, Jr. Wagstaff, Cryptanalysis of Number Theoretic Ciphers, Chapman and Hall, CRC Press, 2003.
8. Elliptic Curves Number Theory and Cryptography, CRC Press, 2003.
9. D. R. Stinson, Cryptography Theory and Practice, CRC Press, 2006.
10. J. Hoffstein, J. Pipher, and J. H. Liverman, An Introduction to Mathematical Cryptography, Brown University, 2004.



امنیت شبکه Network Security

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌باز: -

همنباز: -



هدف: معرفی و تحلیل انواع پروتکل‌های رمزنگاری مورد استفاده در شبکه‌های کامپیوتری

شرح درس:

مقدمه‌ای بر شبکه: مفاهیم اولیه - مدل‌های مرجع OSI, TCP/IP, اهداف امنیت، انواع و ماهیت حملات، سرویس‌های امنیتی، تحلیل امنیت، مدل‌های امنیت شبکه

مقدمه‌ای بر رمزنگاری: آشنایی با رمزنگاری متقارن، سبک‌های کاری رمزهای قطعه‌ای، آشنایی با مفاهیم و کاربردهای رمزنگاری نا متقارن (کلید عمومی)، توابع چکیده‌ساز

پروتکل‌های مدیریت کلید: آشنایی با اهداف پروتکل‌های توزیع کلید، معرفی انواع حملات، آشنایی با روند طراحی پروتکل‌های توزیع کلید، معرفی و تحلیل تعدادی از پروتکل‌های توزیع کلید شامل پروتکل‌های Otway Res, Needham Schroeder و ...

پروتکل‌های احراز اصالت: تعریف احراز اصالت و معرفی انواع آن، MAC، توابع HMAC، معرفی و تحلیل انواع پروتکل‌های احراز اصالت مبتنی بر گذر واژه، پروتکل Kerberos، تحلیل صوری پروتکل‌های احراز اصالت

زیر ساخت کلید عمومی (PKI): امضای دیجیتال، معرفی کارکرد PKI، اجزا تشکیل دهنده یک زیر ساخت کلید عمومی، رمزنگاری مبتنی بر شناسه (Identity Base Cryptography)

امنیت پست الکترونیک: معرفی و تحلیل پروتکل‌های PGP, S/MIME و ...

شبکه‌های مخلوط

پرداخت الکترونیکی: معرفی مفاهیم و ویژگی‌ها، معرفی انواع روش‌های پرداخت، امضای کور، شمای امضای فزاینده، گواهی کلید خصوصی، معرفی و بررسی چند سیستم پرداخت الکترونیکی از جمله سیستم Brands

رای گیری الکترونیکی: معرفی مفاهیم و ویژگی‌ها، معرفی و بررسی چند روش رای گیری الکترونیکی

رمزنگاری مبتنی بر شناسه: معرفی و بررسی انواع پروتکل‌های احراز اصالت، توزیع کلید، امضای دیجیتال مبتنی بر شناسه و توابع دو خطی

مقدمه‌ای بر امنیت اثبات پذیر

مراجع:

1. W. Stallings, Cryptography and Network Security, Principles and Practice, Printice- Hall, 2003.
2. C. P. Pflieger, Security in Computing, Printice- Hall, 1997.
3. A. S. Tanenbaum, Computer Networks, Printice- Hall, 1996.
4. M. Bishop, Computer Security: Art and Science, Addison- Wiley, 2002.
5. W. Mao, Modern Cryptography, Theory and Practice, Printice- Hall, 2004.
6. D. R. Stinson, Cryptography, Theory and Practice, CRC Press, 2006.
7. G. Bella, Formal Correctness of Security Protocols, Springer, 2007.
8. Ch. Kaufman, R. Perlman, and M. Speciner, Network Security, Printice- Hall, 1995.
9. D. Chaum, M. Jakobson, and R. L. Rivest, Towards Trustworthy Elections, Springer, 2010.
10. W. Stallings, Network Security Essentials, Printice- Hall, 2000.
11. J. M. Kizza, A Guide to Computer Network Security, Springer, 2009.

نشان‌گذاری اطلاعات Information Steganography

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با تحلیل ساختاری سیگنال‌های چند رسانه‌ای به عنوان کانال انتقال پیام

شرح درس:

مبانی نشان‌سازی اطلاعات و کاربردهای اصلی آن

بررسی ساختاری اطلاعات چند رسانه‌ای (ویدیو، تصویر، صوت باند پهن و صحبت) به منظور نشان‌سازی
تحلیل سیگنال‌ها پوشش (Cover) و بررسی الگوریتمیک آنها در محیط فشرده به منظور اختفای پیام (Covert)
مطالعه تحلیلی روش‌های نشان‌سازی شامل نشان‌گذاری و نشان‌گذاری (مقاوم، شکننده و نیمه شکننده)
شناسایی و تحلیل حملات عمدی و غیر عمدی در نشان‌گذاری
نشان‌کاوی (Steganalysis) به کمک ماشین‌های فراگیری و تحلیل‌های آماری
آشکارسازی و استخراج پیام در نشان‌گذاری و نشان‌گذاری
مطالعه اثر ویژگی‌های ادراکی انسان در نشان‌سازی اطلاعات

مراجع:

1. S. Katzenbeisser, and F. A. P. Petitcolas, (eds) Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking. Artech House, 1999.
2. I. Cox, M. Miller, and J. Bloom, Digital Watermarking and Steganography, 2nd ed., Morgan Kaufmann, 2007.
3. N. F. Johnson, Z. Duric, and S. Jajodia, Information Hiding: Steganography and Watermarking- Attacks and Countermeasures, Kluwer Academic Publishers, 2001.
4. P. Wayner, Disappearing Cryptography: Information Hiding: Steganography and Watermarking, 3rd ed., Morgan Kaufmann, 2008.



رمزنگاری پیشرفته Advanced Cryptography

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: رمزنگاری

همینا: -

هدف: آشنایی کامل با مبانی طراحی و تحلیل رمزهای قطعه‌ای و متوالی، انواع روش‌ها و تحلیل متعارف رمزنگاری کلید همگانی، مدیریت کلید، پروتکل‌های پیشرفته و ...

شرح درس:

آزمون‌های آماری و اعمال آن‌ها با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری

ساختار رمزهای قطعه‌ای

الگوریتم‌های DES و AES

تحلیل رمزهای قطعه‌ای منجمله تحلیل تفاضلی و خطی

رمزهای متوالی حافظه‌دار و بی حافظه، با پالس‌های ساعت مرتب و غیر مرتب

روش‌های تحلیل رمزهای متوالی از قبیل حملات همبستگی مشروط و غیر مشروط

بررسی و تحلیل رمزهای کلید همگانی از قبیل RSA، لگاریتم گسته

پروتکل‌های صفر دانایی، پروتکل‌های شناسایی و امضاء دیجیتال فیات شامیر

حملات کانال جانبی و سایر مباحث تکمیلی

مراجع:

1. B. Schneier, Applied Cryptography: Protocols, Algorithms and Source Code in C, 2nd ed., Wiley, 1996.
2. J. Pieprzyk, T. Hardjono, and J. Sberry, Fundamentals of Computer Security, Springer, 2003.
3. A. R. Stinson, Cryptography Theory and Practice, 3rd ed., Chapman & Hall CRC, 2005.
4. A. J. Menezes, P. C. Oorschot, and S. A. Vanstone, Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1996.



پیچیدگی محاسبات Computational Complexity

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

هدف: آشنایی با مدل‌های پایه در تحلیل پیچیدگی محاسبات و بکارگیری در زمینه‌های محاسبات موازی، تصادفی، رمزنگاری،

شرح درس:

نظریه ماشین‌های تورینگ: چند نواری و غیر قطعی، طرح تورینگ-چرخ، زمان اجراء و فضای مورد نیاز یک الگوریتم
کلاس‌های پیچیدگی زمانی و فضایی: قضایای اساسی، کلاس‌های زمانی P ، NP ، EXP و $NEXP$ ، کلاس‌های فضایی L ، NL ،
 $PSPACE$ ، $NPSpace$ ، ارتباط کلاس‌های زمانی و فضایی
مسائل P تمام و NP تمام و ارتباط با کلاس‌های P و NP
برخی مسائل معروف NP تمام
کلاس $PSPACE$ تمام
کلاس‌های پیچیدگی: الگوریتم‌های تصادفی، موازی، تقریبی
رابطه پیچیدگی محاسبات و رمزنگاری

مراجع:

1. C. H. Papadimitriou, Computational Complexity. Addison-Wesley, 1994.
2. S. Arora and B. Barak, Computational Complexity: A Modern Approach, Cambridge University Press, 2009.
3. D. Z. Du and K. I. Ko, Theory of Computational Complexity, Wiley, 2000.
4. S. Homer and A. L. Selman. Computability and Complexity Theory, Springer, 2001.
5. M. R. Garey and D. S. Johnson, Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness, Freeman, 1979.



پروتکل‌های امن در شبکه Secure Network Protocols

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: رمزنگاری

همین‌ااز: شبکه‌های کامپیوتری

هدف: معرفی، تحلیل و ارزیابی انواع پروتکل‌های رمزنگاری مورد استفاده در شبکه‌های کامپیوتری و روش‌های مقابله با حملات مختلف

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم اولیه، مدل‌های مرجع OSI، TCP/IP، اهداف امنیت، انواع و ماهیت حملات، سرویس‌های امنیتی، تحلیل امنیت، مدل‌های امنیت شبکه

مفاهیم پایه رمزنگاری: رمزنگاری متقارن، رمزهای قلابی، رمزنگاری نامتقارن (کلید عمومی)، توابع چکیده‌ساز
پروتکل‌های مدیریت کلید: اهداف توزیع کلید، انواع حملات، طراحی پروتکل‌های توزیع کلید، تحلیل پروتکل‌های توزیع کلید شامل Needham Schroeder, Otway Rees

پروتکل‌های احراز اصالت: تعریف احراز اصالت و معرفی انواع آن، MAC، توابع HMAC، احراز اصالت مبتنی بر گذر واژه، Kerberos، تحلیل صوری

زیر ساخت کلید عمومی (PKI): اجزا تشکیل دهنده، کارکرد، امضای دیجیتال، رمزنگاری مبتنی بر شناسه امنیت پست الکترونیکی: معرفی و تحلیل پروتکل‌های PGP، S/MIME و ...

طرح‌های امضاء

شبکه‌های مخلوط

طرح‌های تسهیم راز و رمزنگاری آستانه‌ای

پرداخت الکترونیکی: مفاهیم و ویژگی‌ها، روش‌های پرداخت، امضای کور، شمای فیات شامیر، گواهی کلید خصوصی، چند

سیستم پرداخت الکترونیکی از جمله Brands

رای گیری الکترونیکی: مفاهیم و ویژگی‌ها، چند روش رای گیری الکترونیکی

رمزنگاری شناسه بنیاد: پروتکل‌های احراز اصالت، توزیع کلید، امضای دیجیتال شناسه بنیاد و توابع دو خطی

مقدمه‌ای بر امنیت اثبات پذیر

مراجع:

1. W. Stallings, Cryptography and Network Security, Principles and Practice, 6th ed., Printice- Hall, 2013.
2. C. P. Pfleeger, Security in Computing, 4th ed., Printice- Hall, 2006.
3. A. S. Tanenbaum and D. J. Wetherall, Computer Networks, 5th ed., Printice-Hall, 2010.
4. M. Bishop, Computer Security: Art and Science, Addison- Wesley, 2002.
5. W. Mao, Modern Cryptography, Theory and Practice, Prentice- Hall, 2004.
6. D. R. Stinson, Cryptography, Theory and Practice, 3rd ed., Chapman & Hall/CRC, 2006.
7. G. Bella, Formal Correctness of Security Protocols, Springer, 2007.
8. C. Kaufman, R. Perlman, and M. Speciner, Network Security, 2nd ed., Prentice- Hall, 2002.
9. D. Chaum, M. Jakobson, R. L. Rivest, and P. Ryan, Towards Trustworthy Elections, Springer, 2010.
10. W. Stallings, Network Security Essentials, 5th ed., Printice- Hall, 2013.
11. J. M. Kizza, Guide to Computer Network Security, 2nd ed., Springer, 2013.
12. B. Schoenmakers, Cryptographic Protocols, Lecture Notes Part 1, July 4, 2012.



سیستم‌های تشخیص نفوذ Intrusion Detection Systems

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: فراگیری نحوه، زمان و چگونگی استفاده از سیستم‌ها و تحلیل و مقایسه رویکردهای تشخیص نفوذ در محیط‌های شبکه با توجه به اهداف و مشخصه‌های امنیتی

شرح درس:

سیستم‌های تشخیص نفوذ: مبتنی بر میزان، مبتنی بر شبکه، مبتنی بر امضاء، مبتنی بر معین‌سازی (Specification)

امضاء بنیاد: کاربرد درخت تصمیم

ناهنجاری بنیاد: مدل دیننگ، سیستم خبره IDES، تشخیص نفوذ آماری، بر مبنای سیستم ایمنی

قانون بنیاد: انواع، خانواده STAT، تحلیل‌گذار رویکرد قانون بنیاد (USTAT)، شبکه بنیاد (NETSTAT)

مبتنی بر معین‌سازی: SHIM

معیارهای ارزیابی: مثبت نادرست و منفی نادرست، Recall، Precision، F-Measure، ROC، منحنی، تنظیم IDS، داده‌کاوی برای

تشخیص نفوذ شبکه، مدل‌سازی COST، استفاده از عامل مجعول، پایدار پذیر

مجموعه‌های داده‌ای: DARPA، KDDCUP 99، انتخاب ویژگی‌ها، نقد ارزیابی یا داده‌های DARPA 98,99، DARPA یا استفاده

از short

همبسته‌سازی هشدارهای تشخیص نفوذ: ماهیت، خوشه‌بندی، پیش‌نیاز / نتیجه، رویکرد جامع

پاسخ‌گویی به حمله: یک طبقه‌بندی از سیستم‌های پاسخ به نفوذ، پاسخ به نفوذ انطباقی

کرم‌واره‌های اینترنتی و راه‌های مقابله با آن‌ها: مفاهیم و ویژگی‌ها، چند روش رای‌گیری الکترونیکی

مراجع:

1. A. K. Pathan (ed), The State of Art in Intrusion Prevention and Detection, CRC Press, 2014.
2. R. Bejtlich, The Practice of Network Security Monitoring, Starch Press, 2013.
3. C. Sanders and J. Smith, Applied Network Security Monitoring, Syngress, 2013.



شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته Advanced Computer Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: شبکه‌های کامپیوتری

هدف: آشنایی با مباحث روز در زمینه شبکه‌های کامپیوتری

شرح درس:

این درس شامل موضوعات جدید و مطرح روز در زمینه شبکه‌های کامپیوتری می‌باشد. مطالب درس شامل مباحث ۱ الی ۴ و مباحث انتخابی از ردیف ۵ به بعد می‌باشد.

اصول B-ISDN و فناوری‌های جایگزین نظیر ATM و IPng

انتقال اطلاعات نظیر سوئیچینگ مداری، سوئیچینگ بسته‌ای، سوئیچینگ سلولی و فناوری‌های پشتیبان آنها همچون MPLS، MPOA، سوئیچینگ IP و اصول کار و ارزیابی آن‌ها

مسیردهی (Routing): مسیرهی با هدف کنترل کیفیت خدمات (QoS Routing)، مسیرهی برای انتقال موازی (Multicast routing)

کنترل کیفیت خدمات QoS: تعریف خدمات شبکه (Controlled Bitrate, CBR, ABR, ...)، مدیریت و کنترل ترافیک و ارزیابی آن‌ها، روش‌های زمانبندی (Scgedykubg) و تأثیر آن‌ها بر کیفیت خدمات، روش‌های اشتراک منابع شبکه

مدل کردن ترافیک: مدل‌های MMPP، جریان سیال، خودمانند و الگوریتم‌های متناظر جهت کنترل برقراری ارتباط (CAC) ساختمان و اصول کار سوئیچ‌های مبتنی بر Banin Networks، سوئیچ‌های مبتنی بر حافظه، مسائل مربوط به بافرهای ورودی-خروجی

پروتکل TCP و فرم‌های جدید آن: طراحی و پارامترها و ارزیابی عملکرد آن با استفاده از فناوری‌های مختلف در لایه‌های زیرین شبکه‌های نوری، فناوری SONET و مسائل مربوط به WDM

شبکه‌های بی‌سیم، مسائل مربوط به Mobility, Hand-Off Control, CDMA/ TDMA و نظیر آن

مهندسی شبکه: طراحی بهینه توپولوژی شبکه، تعیین ظرفیت خطوط در یک محیط چند خدماتی، طراحی منطقی شبکه VP (Virtual Path)

امنیت شبکه (Network Security): شناسایی کاربران، کنترل دسترسی اطلاعات

مدیریت و کنترل شبکه، شبکه‌های هوشمند و موضوعات مطرح دیگر

مراجع:

1. S. Keshav, An Engineering Approach to Computer Networking, Addison- Wesley, 1997.
2. M. Schwartz, Broadband Integrated Networks, Prentice Hall PTR, 1996.
3. A. Tanenbaum, Computer Networks, Prentice Hall, 1996.
4. T. G. Robertazzi, Performance Evaluation of High Speed Switching Fabrics and Networks, IEEE Press, 1993.
5. J. P. Leduc, Digital Moving Pictures: Coding and Transmission on ATM Networks, Amsterdam, Elsevier, 1994.
6. M. E. Steenstrup, Routing in Communication Networks, Prentice Hall, Int., 1995.
7. U. Black, ATM, Vol. III, Prentice Hall, 1998.
8. A. Kershbaum, Telecommunication Network Design Algorithms, McGraw- Hill, 1993.



مدیریت شبکه Network Management

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش نیاز: شبکه های کامپیوتری

پیش نیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم، روش ها و پروتکل های مورد استفاده در مدل سازی، تحلیل و مدیریت شبکه

شرح درس:

مقدمه: اهداف، جایگاه، معماری سیستم ها، استانداردها و مدل های عملکرد مدیریت شبکه، مفاهیم طراحی شبکه
مرور طراحی شبکه: فرآیند طراحی، شبکه دسترسی و شبکه کالبدی، آدرس دهی و مسیریابی
استانداردها، مدل ها و زبان: استانداردها، مدل های مدیریت، سازمان، اطلاعات، مخابرات و عملکردی شبکه
مدیریت SNMPv1: تاریخچه SNMP، مدل SNMP، مدل سازمانی، سیستم کلی، مدل های اطلاعات، مخابرات و عملکردی
مدیریت های SNMPv2 و SNMPv3: معماری، ساختار مدیریت اطلاعات SNMPv2، SNMPv2MIB، پروتکل ۳۶ در
SNMPv2، SNMPv3، سازگاری با SNMPv1
نظاره از دور (RMON): RMON SMI و RMONMIB، RMNO2، RMON1، از طریق ATM، از طریق اینترنت
کاربردهای مدیریت شبکه: شکل بندی، مدیریت خطا، عملکرد، امنیت و هزینه، حسابداری، سیاست گذاری
ابزارهای طراحی و مدیریت: کلاس های مختلف

مراجع:

1. A. Clemm, Network Management Fundamentals, Cisco Press, 2007.
2. D. Verma, Principles of Computer Systems and Network Management, Springer, 2009.
3. M. Subramanian, Network Management: Principles and Practice, Addison-Wesley, 2010.
4. J. Ding, Advances in Network Management, CRC Press, 2010.



سوئیچینگ و مسیره‌دهی در شبکه Network Switching and Routing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: شبکه‌های کامپیوتری

هدف: بررسی مبانی سوئیچینگ مداری و بسته‌ای و طراحی مسیر و راهکارها و معماری‌های سوئیچ و مسیر

شرح درس:

مقدمه: پارامترهای زمان، مکان، زمان-مکان در سوئیچینگ مداری و مفاهیم مسیریابی، پیش رانش و کلیدزنی در سوئیچینگ بسته‌ای

SONET/S DH: قالب‌بندی با مولتی‌کس کردن، ADM، اتصال متقاطع، سیگنال‌دهی

معماری تار و پودی کلیدزنی: شبکه‌های اتصالی، کلیدهای یک و چند مرحله، شبکه‌های خود ترتیب و مسیریاب، مقیاس پذیری

سوئیچینگ بسته‌ای: لایه ۳ (IP)، لایه ۲ (MPLS, ATM)، لایه‌های ۴-۷

مباحث عملکردی: بافر کردن و اتصال، صف‌بندی ورودی، خروجی، ورودی-خروجی با تسریع، زمان‌بندی تار و پودی، مدیریت بافر، صف، شکل‌دهی و سیاست‌گذاری

معماری مسیر سوئیچ: معماری‌های نمونه سوئیچ و مسیر، مدیریت سوئیچ، مباحث طراحی

چند بخشی: مباحث چند بخشی در شبکه‌های چند مرحله‌ای

سوئیچینگ نوری: مداری، بسته‌ای و طول موج

سیستم‌های سوئیچ مداری: سوئیچینگ در سیار، MSC، میگالیگ Ss7

مباحث ویژه

مراجع:

1. I. A. Pattavina, Switching Theory: Architecture and Performance in Broadband ATM Networks, Wiley, 1998.
2. H. J. Chao, C. H. Lam, and E. Oki, Broadband Packet Switching Technologies: A Practical Guide to ATM Switches and IP Routers, Wiley, 2001.
3. H. J. Chao and B. Liu, High Performance Switching and Routers, Wiley-IEEE Press, 2007.
4. G. Varghese, Network Algorithms: An Interdisciplinary Approach to Designing Fast Networked Devices, Morgan Kaufmann, 2004.
5. R. Ramaswami, K. N. Sivarajan, and G.H. Sasaki, Optical Networks: A Practical Perspective 3rd ed., Elsevier, 2010.
6. M. Maier, Optical Switching Networks, Cambridge University Press, 2008.



مهندسی ترافیک در شبکه‌های مخابراتی Traffic Control in Communication Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: شبکه‌های کامپیوتری

هدف: دستیابی به ابزارهای تحلیلی لازم برای مهندسی ترافیک در شبکه‌ها

شرح درس:

مروری بر نظریه صف: رابطه Little، برخی انواع صف، اولویت در صف‌بندی
شبکه‌های با دسترسی چندگانه و لایه MAC: معرفی و پایداری سیستم Aloha، الگوریتم‌های شاخه‌ای کردن، حس کردن
حامل، رزرو در دسترسی چندگانه، آشکارسازی تصادم، مروری سری‌های استاندارد IEEE802
بهبودسازی مسیریابی: مسیریابی QoS، روش‌های جریان، الگوریتم‌های حداقل تأخیر مسیریابی، پیاده‌سازی توزیع شده
کنترل ازدحام: مقایسه روش‌های انتها-به-انتها و پرش-به-پرش، جریان پنجره، چارچوب یکپارچه مسیریابی و کنترل جریان،
کنترل جریان MinMax، تأثیر عدالت و اولویت
زمان‌بندی و شکل‌دهی ترافیک: مقایسه رویکردهای بدترین حالت و مشخصه عملکرد آماری، الگوریتم‌های صف‌بندی عادلانه،
شکل‌دهی ترافیک با دو/چند پارامتر، حداکثر تأخیر انتها-به-انتها، الگوریتم‌های زمان‌بندی توزیع شده

مراجع:

1. D. P. Bertsekas and R. G. Gallager, Data Networks, 2nd ed., Prentice Hall, 1992.



ارتباطات چند رسانه‌ای Multimedia Communications

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم اساسی در سیستم‌های چند رسانه‌ای، صحبت، تصویر، ویدئو، شامل استانداردهای بین‌المللی و طراحی آن‌ها

شرح درس:

مقدمه‌ای: مروری بر پردازش سیگنال

کاربردها و مقتضیات: ویدئو بر اساس مطالبه، تلویزیون‌های محاوره‌ای، ویدئو کنفرانس، شبکه‌ی جهانی وب، کتابخانه‌های دیجیتال
مفاهیم بنیادی صوت و تصویر: نمایش آنالوگ و دیجیتال، ادراک انسان، تجهیزات صوت و تصویر (سوئیچ‌های ماتریسی، VTRها، آشکارسازها و ...)

فشرده‌سازی صوت و تصویر: استانداردهای JPEG، MPEG و H.263، کد کننده‌های مقیاس پذیر (مانند کد کننده‌های هرمی)،
کاربردها و مقایسه کارایی روش‌ها از نظر سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، الگوریتم‌ها و کاربردهای پردازش تصویر و ویدئو
سخت‌افزار و نرم‌افزار چند رسانه‌ها: قطعات و معماری کامپیوتر، سیستم عامل، پروتکل‌های شبکه، سیستم‌های ذخیره‌سازی، ...

برنامه‌نویسی چند رسانه‌ای

موتورهای جستجوی چند رسانه‌ها

شبکه‌های چند رسانه‌ای

محیط‌های چند رسانه‌ای بی‌سیم

مراجع:

1. R. Steinmetz, Multimedia: Computing, Communications and Applications, Dorling Kindersley, 2005.
2. Z-N. Li and M. S. Drew, Fundamentals of Multimedia, 2nd ed., Springer, 2014.



الگوریتم‌های شبکه Network Algorithms

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته

همنیاز: -

هدف: توصیف و تحلیل اصول و الگوریتم‌های مطرح در مسيردهی و سوییچینگ بسته‌ای شبکه‌ها

شرح درس:

اصول و مدل‌ها

پیش رانش (Forwarding): انطباق دقیق، جستجوی IP، طبقه‌بندی

سوییچ کردن: CIOQ, IQ, DSM، ساخت سوییچ

کیفیت سرویس: AFD, Choke, DRR, WFQ, Tocketbucket

کنترل ازدحام: DCTCP, QCN, TCP-RED

اندازه‌گیری و امنیت: شمارش گره‌های آمارگان، نمونه‌برداری و نگهداری، تلفیل، آشکارسازی کرم

مراجع:

1. G. Vergheze, Network Algorithmics, Morgan Kaufmann, 2005.
2. K. Erciyes, Complex Networks: An Algorithmic Perspective CRC Press, 2014.
3. D. Medhi, Network Routing, Morgan Kaufmann, 2007.



طراحی شبکه‌های مخابراتی Design of Communication Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته

همین‌ااز: -

هدف: آشنایی با اهداف، چالش‌ها و راه کارهای طراحی شبکه‌های مخابراتی بهینه

شرح درس:

مقدمه: انگیزه‌های طراحی، فرآیند طراحی، مدل‌ها و الگوریتم‌ها

شبکه‌ها و شارش‌ها: مفاهیم پایه، نمایش‌های شبکه، پیوستگی گراف، کوتاه‌ترین مسیرها، بیشترین شارش‌ها

نظریه پیشرفته شارش: چند پایانه‌ای، کمترین هزینه، چند کالایی

طراحی توپولوژیکی: توابع هزینه و مسيردهی، توپولوژی‌های حلقه، توپولوژی‌های تصادفی شده، تخصیص منابع
فرآیند تصادفی و صف‌ها: ترافیک و انسداد، تحلیل زنجیره مارکوف، رابطه ارلانگ و تعمیم بخشی‌ها، نظریه سرریز

شبکه‌های بسته ساده: مسيردهی، تخصیص منابع، بهینه‌سازی شارش، شییه‌سازی با بسته‌های عام

شبکه‌های بسته‌ای با کنترل شارش: کنترل شارش و کنترل ازدحام، صف محدود شده، TCP

پهنای باند موثر: سرویس‌های باند وسیع، صف‌ها در شبکه‌های چند خدمتی

سیستم‌های چند خدمتی: انواع، تحلیل

شبکه‌های ماندگاری پذیر

مراجع:

1. C. Larsson, Design of Modern Communication Networks: Methods and Applications, Academic Press, 2014.
2. P. Oppenheimer, Top-Down Network Design, 3rd ed., Cisco Press, 2010.
3. M. Thomatis, Network Design Cookbook, lulu.com, 2014.



برنامه نویسی شبکه Network Programming

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم بنیادین ارتباطات داده و ارائه مبانی علمی و عملی در حوزه فناوری‌های برنامه نویسی نوین برای شبکه‌های کامپیوتری

شرح درس:

مقدمه‌ای بر شبکه‌ها: لایه فیزیکی، لایه داده، لایه شبکه و پروتکل IP، لایه انتقال و پروتکل‌های UDP و TCP، لایه کاربرد
برنامه نویسی Socket: CSocketEvent handling, CAsyncSocket (all functions), Chat Client & Server (Example)

مباحث سرور مشتری

کاربردهای عمومی: WWW, Email, FTP, Telnet

پروتکل HTTP: GET- POST- PUT- HEAD

کار با یک سرور وب به عنوان یک مرورگر

کار با یک مرورگر استاندارد وب به عنوان یک سرور وب

مبانی HTML: فرمت پایه، برچسب‌های مهم، صفحه رو

پردازش فرم: معرفی CGI (C & perl)، پروتکل خروجی، پردازش ورودی، بکارگیری متغیرهای محیطی

اسکرپت‌های جانب مشتری: DHTML, Document Elements, VBScript Javascript

اسکرپت‌های جانب سرور: ASP (Built-in Objects, پاسخ، تقاضا، سرور، نشست، کاربرد)، اتصال به پایگاه‌های داده، اجزاء قابل

نصب برای ASP (AdRotator، تقویم، دسترسی پوشه)، کار با Interdev (ASPX، رفع عیب، ...)، PHP (مرجع زبان، ابزارهای پایه،

توابع)

XML

ISAPL

JZEE

مراجع:

1. S. Graham, HTML 4.0 Sourcebook, Wiley, 1998.
2. E. E. Kim, CGI Developer's Guide, Sams Publishing, 1996.
3. Shevchik and R. McDaniel, CGI Manual of Style, Ziff- Davis Press, 1996.
4. M. Reynolds and J. Honeycutt, Special Edition Using Jscript, Que Pub., 1996.
5. A. S. Tanenbaum and D. J. Witherall, Computer Networks, 5th ed., Prentice Hall, 2010.



مدل سازی و ارزیابی عملکرد شبکه Network Modeling and Performance Evaluation

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همین‌ااز: شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته

هدف: آشنایی با مفاهیم و موضوع‌های کلیدی تکنیک‌های شبیه‌سازی و مدل‌سازی سیستم‌های وقایع گسته برای ارزیابی عملکرد شبکه‌ها

شرح درس:

مقدمه: شبیه‌سازی (مزایا و معایب)، حوزه‌های تحقیق، سیستم‌های پیوسته و گسته، مدل سیستم، شبیه‌سازی سیستم‌های صف، مفاهیم شبیه‌سازی وقایع گسته، الگوریتم شبیه‌سازی زمانبندی وقایع، روش‌های پردازش لیست
نرم افزارهای شبیه‌سازی: تاریخچه، آشنایی با شبیه ساز NS2، OPNET، ...

مدل‌های ریاضی و آماری: مدل‌های آماری، فرآیندهای پواسون غیر ایستادن و توزیع‌های تجربی، مدل‌های صف، شبکه‌های صف، اندازه‌گیری حالت دائمی عملکرد سیستم‌های صف، روش‌های اندازه‌گیری داده

تولید اعداد تصادفی: خواص اعداد تصادفی، تکنیک‌های تولید اعداد شبه تصادفی شامل روش LCG و Tausworthe و ... ، آزمون‌های بررسی مولدهای اعداد شبه تصادفی شامل آزمون بررسی بک‌تواخت بودن اعداد، همبستگی اعداد

تولید اعداد تصادفی با توزیع دلخواه: روش معکوس-تبدیل، تولید اعداد تصادفی با توزیع‌های نمایی، لویپول... و توزیع‌های پیوسته بدون فرم بسته معکوس تابع توزیع، تولید اعداد تصادفی با توزیع‌های گسته، روش پذیرش-مردود، تبدیل مستقیم برای تولید اعداد تصادفی با توزیع نرمال و لاگ نرمال، و...

تحلیل داده‌های شبیه‌سازی: مدل‌سازی ورودی، بررسی مدل‌های ترافیک داده‌های شبکه (متن، صوت و ویدیو)، جمع‌آوری داده، تخمین پارامتر، آزمون مطلوبیت پردازش (Goodness-of-Fit)، مدل سری زمانی، روش NORTA

تحلیل داده خروجی شبیه‌سازی: معرفی مدل شبیه‌سازی، بررسی اعتبار مدل شبیه‌سازی، تخمین بازه اطمینان، تخمین بازه ریسک، تحلیل خروجی برای پایان دادن شبیه‌سازی، بررسی تعداد اجراء مورد نیاز شبیه‌سازی، تکنیک‌های کاهش واریانس و مقایسه مدل دو سیستم و ...

موضوع‌های انتخابی پیشرفته: شبیه‌سازی وقایع نادر، مدل‌سازی عملکرد براساس شبکه پتری، مدل‌سازی بر اساس شبکه‌های صف فرم حاصل ضربی، بهینه‌سازی از طریق شبیه‌سازی، شبیه‌سازی پروتکل‌های TCP، لایه MAC و ...

مراجع:

1. J. Banks et al, Discrete-Event System Simulation, 5th ed., Prentice- Hall, 2009.
2. R. Jain, The Art of Computer System Performance analysis, Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation and Modeling, Wiley, 1992.
3. K. Kant and M. M. Srinivasan, Introduction to Computer System Performance Evaluation, McGraw-Hill Inc., 1992.
4. P. J. Fortier, H. E. Michel, Computer Systems Performance Evaluation and Prediction, Elsevier, 2003.



نظریه صف Queueing Theory

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: فرآیندهای تصادفی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با نظریه‌های کلاسیک و مدرن صف

شرح درس:

مرور فرآیندهای تصادفی: پواسن، زنجیره‌های مارکف گسته و پیوسته، تولد و مرگ

نظریه کلاسیک صف: مدل‌ها و نامگذاری‌ها، قانون Little، صف $M/M/1$ ، مدل‌های مارکوفی، وارون پذیری در شبکه‌های صف،

رویکردهای کلی مسبردهی، $M/G/1$

نظریه مدرن و شبکه‌های چند طبقه: مدل‌های پویایی شبکه صف چند طبقه باز، ضوابط خدمت، معادلات ترافیک، FIFO (اولویت

و شبکه‌های اشتراک پردازنده)، شبکه‌های سیال (معادلات مدل سیال، تقریب‌ها، محدودیت‌ها، پایداری)، تحلیل پایداری، تحلیل

ظرفیت، شبکه‌های پایدار ساز، شبکه‌های با زمان برقراری (Setup Time)، شبکه‌های سیال تخلیه بهینه

مراجع:

1. J. Medhi, Stochastic Models in Queueing Theory, 2nd ed., Academic Press, 2002.
2. R. W. Wolff, Stochastic Modeling and the Theory of Queues, Prentice Hall.



محاسبات توری Grid Computing

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: -

هدف: آموزش نظری و عملی مسائل و راه حل‌های محاسبات فوق سریع و توزیع شده در محیط توری با تمرکز بر فناوری‌های متناظر شامل، معماری، مدل‌های برنامه نویسی، ابزارهای نرم‌افزاری و زبان‌ها

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم پایه، مدل‌های معماری، الگوریتم و نرم‌افزارها، میان افزار، استانداردها، ...

ابزارها و میان افزار: زمان‌بندی و مدیریت منابع، امنیت (تصدیق اصالت، تأیید صلاحیت، حسابرسی، ...)، داده و مدیریت داده

الگوریتم و برنامه نویسی و برنامه‌های کاربردی: نمونه‌ها و نحوه برنامه نویسی، نظارت

سرویس‌های وب: معماری سرویس گرا (SOA)، رجیستری سرویس، مستندات XML و انواع آن، مثال‌هایی از سرویس‌های وب و نقش SOAP، WSDL و UDDI

سرویس‌های توری: تفاوت با وب، معماری باز (OGSA)، کارخانه

مراجع:

1. F. Berman, G. Fox, and A. J. G. Hey, Grid Computing: Making The Global Infrastructure a Reality, Wiley, 2003.
2. J. Foster and C. Desselman, The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure, 2nd ed., Morgan Kaufmann, 2003.
3. A. Abbas, Grid Computing: A Practical Guide to Technology and Applications, Charles River Media, 2005.
4. J. Joseph and C. Fellenstein, Grid Computing, Prentice Hall, 2003.



شبکه‌های مخابرات نوری Optical Communication Networks

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: -

همیناز: شبکه‌های کامپیوتری

هدف: آشنایی با مفاهیم، موضوعات، مدل، اجزاء و معماری شبکه‌های مخابرات نوری

شرح درس:

مقدمه: مرور مبانی، چشم اندازها و چالش‌های شبکه‌های نوری

مرور فناوری نوری: اصول فیبر نوری، مخابرات فیبر نوری و فضای آزاد

دسترسی چندگانه: WDM/TDMA, CWDW/DWDM, SONET/SDH, CDMA, SCMA, WDM, TDMA ترکیبی

فناوری‌ها/افزاده‌ها: افزاره‌های نوری، مالتی پلکسرهای اضافه/حذف، اتصال‌های متقابل، کلیدها، ...

مهندسی سیستم‌های انتقال: مدل‌سازی، جریمه توان، اتلاف، پخش، اثرات غیرخطی فیبر نوری، همگویی، اغتشاش پایداری طول

موج

انتقال بسته (IP) در شبکه نوری: QMOLS, MPLS, DWDM, ATM, SONET/SDH

کلیدزنی نوری: معماری، فوجی، بسته‌ای فوتونیک

معماری‌های شبکه‌های نوری: غیرفعال، محوطه محلی، دسترسی و حمل، فراگیر (All)

مدیریت، کنترل و بقاء: مباحث اصلی، محافظت و بازگشت به حالت اول

مراجع:

1. B. Mukherjee, Optical DWM Networks, Springer, 2006.
2. R. Ramaswami, K. Sivarajan, Optical Networks: A Practical Perspective, 3rd ed., Morgan Kaufmann, 2009.
3. L. Ruan and D- Z Du(eds), Optical Networks- Recent Advances, Springer, 2011.

