课程详述

COURSE SPECIFICATION

以下课程信息可能根据实际授课需要或在课程检讨之后产生变动。如对课程有任何疑问，请联系授课教师。

The course information as follows may be subject to change, either during the session because of unforeseen circumstances, or following review of the course at the end of the session. Queries about the course should be directed to the course instructor.

1.	**课程名称 Course Title**	**前沿通信系统设计** **Design of Modern Communication Systems**
2.	**授课院系** **Originating Department**	电子与电气工程系 Department of Electrical & Electronic Engineering
3.	**课程编号** **Course Code**	EE312
4.	**课程学分 Credit Value**	3
5.	**课程类别** **Course Type**	专业核心课 Major Core Courses
6.	**授课学期** **Semester**	春季 Spring
7.	**授课语言** **Teaching Language**	中英双语 English & Chinese
8.	**授课教师、所属学系、联系方式（如属团队授课，请列明其他授课教师）** **Instructor(s), Affiliation& Contact** **（For team teaching, please list all instructors）**	王锐副教授，电子与电气工程系 Rui Wang, Associate Professor, Department of Electrical and Electronic Engineering wang.r@sustech.edu.cn
9.	**实验员/助教、所属学系、联系方式** **Tutor/TA(s), Contact**	吴光工程师，电子与电气工程系 Dr. Guang Wu, Department of Electrical and Electronic Engineering wug@sustech.edu.cn
10.	**选课人数限额(可不填)** **Maximum Enrolment（Optional）**	

11. 授课方式 Delivery Method	讲授 Lectures	习题/辅导/讨论 Tutorials	实验/实习 Lab/Practical	其它(请具体注明) Other（Please specify）	总学时 Total
学时数 Credit Hours	32		32		64

12. 先修课程、其它学习要求 Pre-requisites or Other Academic Requirements	EE206 通信原理；EE313 无线通信 EE206 Communication Principles EE313 Wireless Communications
13. 后续课程、其它学习规划 Courses for which this course is a pre-requisite	
14. 其它要求修读本课程的学系 Cross-listing Dept.	

教学大纲及教学日历 SYLLABUS

15. 教学目标 Course Objectives

本门课程将围绕当前主流的无线通信系统：WiFi 系统、LTE 系统和 5G 系统进行研究和探讨，帮助学生阅读 WiFi 和 LTE 系统物理层和 MAC 协议，掌握通信标准设计基本思路，了解 5G 系统的创新技术，能够利用 MATLAB 对 802.11a/b/g/n/ac 协议、LTE 协议进行功能仿真，并能够利用软件无线电（USRP）进行协议验证。

This course will introduce the modern wireless communication systems, including WiFi, LTE and 5G. Student should be able to read the industrial specifications, understand the basic principles of design a communication system and 5G technologies, simulate the 802.11a/b/g/n/ac systems and LTE systems via MATLAB and USRP.

16. 预达学习成果 Learning Outcomes

通过课程的学习，学生将具备如下能力

1. 能够掌握 WiFi 和 LTE 系统物理层和 MAC 协议的基本原理；
2. 能够对 WiFi 和 LTE 系统物理层和 MAC 的部分协议进行功能仿真；
3. 能够利用软件无线电平台（USRP）对 WiFi 和 LTE 系统的部分物理层和 MAC 协议进行原型验证；

After completing this course, the students will be able to

1. To understand the fundamentals of the PHY and MAC layers of WiFi and LTE systems.
2. To simulate some components of the PHY and MAC layers of WiFi and LTE systems via MATLAB.
3. To emulate some components of the PHY and MAC layers of WiFi and LTE systems via USRP.

17. 课程内容及教学日历 （如授课语言以英文为主，则课程内容介绍可以用英文；如团队教学或模块教学，教学日历须注明主讲人）
Course Contents (in Parts/Chapters/Sections/Weeks. Please notify name of instructor for course section(s), if this is a team teaching or module course.)

理论部分（Lecture）：

Week 1: WiFi Architecture

Development of IEEE802.11 standard, basic elements of IEEE802.11 system, and etc.

第 1 周：WiFi 的体系结构

IEEE802.11 的发展和标准化进程，IEEE802.11 的基本构成等。

Week 2: WiFi Multiple Access: Distributive Coordinate Function (DCF)

Coordinate functions in IEEE802.11, carrier sense multiple access with collision avoidance, interframe space, hidden node problem, and etc.

第 2 周：WiFi 的多址接入技术

IEEE802.11 协议定义的协调功能，基于碰撞避免的载波监听多址接入，帧间距，隐藏节点问题等。

Week 3: WiFi Frame Structure

MAC frame format, frame control field, RTS frame, CTS frame, ACK frame, Beacon frame and etc.

第 3 周：WiFi 的帧结构

MAC 帧的格式，帧的控制头，RTS 帧，CTS 帧，ACK 帧，Beacon 帧等。

Week 4: WiFi Frame Synchronization

HT physical layer, PPDU formats, short training field and its detection, long training field and its detection, and etc.

第 4 周：WiFi 的帧同步

HT 物理层，PPDU 格式，短训练序列及其检测，长训练序列及其检测等。

Week 5: MIMO Basics

Spatial diversity, space-time block code, spatial multiplexing, SVD decomposition, diversity and multiplexing tradeoff, precoder and equalizer and etc.

第 5 周：MIMO 基础

空间分集，空时编码，空间复用，奇异值分解，分集增益与复用增益，预编码器，信道均衡等

Week 6: MIMO in WiFi

MIMO transceiver in IEEE802.11, cyclic shift, MIMO modes in IEEE802.11, channel estimation, Implicit feedback beamforming and calibration, explicit beamforming, encoding of channel matrix and etc.

第 6 周：WiFi 的多天线技术

IEEE802.11 的 MIMO 收发机，循环移位，IEEE802.11 的 MIMO 工作方式，信道估计，基于隐式反馈的波束成形与校准，基于反馈的波束成形，信道矩阵的编码等。

Week 7: Mid-term Report（Presentation）

第 7 周：期中报告（口头报告）

Week 8: Overview of LTE

History and development of cellular systems, core network, access network, 3GPP specification and etc.

第 8 周：LTE 概述

蜂窝系统的历史与发展，核心网，接入网，3GPP 标准等。

Week 9 : LTE Frame Structure

LTE protocol architecture, downlink OFDM, uplink SC-FDMA, peak-to-average power ratio, TDD and FDD, frame structure, resource element, physical resource block, and etc.

第 9 周：LTE 的帧结构

LTE 协议架构，下行 OFDM 传输技术，上行 SC-FDMA 传输技术，功率的峰均比，时分双工和频分双工，帧结构，帧的传输资源组织方式等。

Week 10: LTE Downlink I

Primary synchronization signal, secondary synchronization signal, physical broadcast channel, physical control format indicator channel and etc.

第 10 周：LTE 的下行传输-1

主同步信号，次同步信号，物理广播信道，物理控制格式指示信道等。

Week 11: LTE Downlink 2

Physical downlink control channel，physical downlink shared channel and etc.

第 11 周：LTE 的下行传输-2

物理下行控制信道，物理下行共享信道等。

Week 12: LTE Uplink

Physical uplink shared channel, physical uplink control channel, physical random access channel and etc.

第 12 周：LTE 的上行传输

物理上行共享信道，物理上行控制信道，物理随机接入信道等。

Week 13: 5G Technology – Massive MIMO

Point-to-point massive MIMO, multi-user MIMO, downlink precoder design, uplink equalizer design, pilot contamination and etc.

第 13 周：5G 大规模多天线技术

点对点大规模多天线技术，多用户大规模多天线技术，下行预编码器设计，上行接收机设计，导频污染等。

Week 14: 5G Technology – NOMA

Motivation, technology, comparison with traditional orthogonal multiple access technologies, performance gain and etc.

第 14 周：5G 非正交多址接入技术

NOMA 技术的产生，技术细节，与传统正交接入技术的对比，性能增益等。

Week 15: 5G Technology – mmWave

Motivation, pros and cons of mmWave, hybrid beamforming structure, latest development of mmWave and etc.

第 15 周：5G 毫米波技术

毫米波通信的兴起、优势与不足，混合架构的波束成形技术，最新研究进展。

Week 16: Final Report （Presentation）

第 16 周：期末报告（口头报告）

实验部分：

1. MATLAB 通信编程（2 周）；

实验内容：1. 理解通信系统设计流程；2. 学习 MATLAB 通信编程；3.基于 MATLAB 的 QPSK 收发机仿真实现。

1. MATLAB programming for communication systems （2 weeks）；

Contents of the experiment: 1. Understand process of communications systems design; 2. Learn MTALAB programming for communication systems; 3.Implementation of a QPSK transceiver simulation via MATLAB.

2. 基于 USRP 的文本传输（2 周）；

实验内容：1. 深入理解 USRP 内部结构；2. 掌握 USRP 的 MATLAB 驱动函数； 3.基于 USRP 的 QPSK 文本传输实现。

2. Text transmission by using USRP （2 weeks）；

Contents of the experiment: 1. Understand the architecture of USRP (Universal Software Radio Peripheral); 2. Know well MTALAB drivers for the USRP; 3. Implementation of text transmission by using USRP.

3. 高阶调制（16QAM/64QAM）（2 周）；

实验内容：1. 理解高阶调制的基本原理； 2. 掌握 MATLAB 中 AWGN 信道和瑞利信道的建模；3. 16-QAM 和 64-QAM 的 MATLAB 仿真实现；4. 16-QAM 的 USRP 文本传输实现。

3. High-Order Modulation （2 weeks）；

Contents of the experiment: 1. Understand the principle of High-Order Modulation; 2. Know well implementation of AWGN and Rayleigh channel in MATLAB; 3. Implementation of 16-QAM and 64-QAM via MATLAB simulation; 4. Implementation of 16-QAM text transmission by using USRP.

4. 信道编码（LDPC）（2 周）；

实验内容：1. 理解线性分组码的基本原理； 2. 掌握汉明码的 MATLAB 仿真； 3. LDPC 码的 MATLAB 仿真实现；4. 基于 USRP 的 LDPC 实现。

4. Low-Density Parity-check Code （2 weeks）；

Contents of the experiment: 1. Understand the principle of linear block codes; 2. Well know the Hanming Code simulation via MATLAB; 3. Implementation of the LDPC (Low-Density Parity-check Code) simulation via MTALAB; 4. Implementation of the LDPC by using USRP.

5. MIMO 系统建模与仿真（2 周）；

实验内容：1. 理解 MIMO 技术的基本原理； 2. Alamouti 编码的 MATLAB 仿真实现；3. 基于 Alamouti 编码的 USRP 实现。

5. Modelling and simulation of MIMO transmission system （2 weeks）；

Contents of the experiment: 1. Understand the principle of MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) technology; 2. Implementation of the Alamouti code simulation via MTALAB; 3. Implementation of the Alamouti code by using USRP.

6. 802.11a/b/g/n/ac 协议仿真（2 周）；

实验内容：1. 理解 802.11a/b/g/n 协议的基本内容; 2. 掌握 802.11a/b/g/n 信道创建和使用方法; 3. 802.11a/b/g/n 导频的设计和 MATLAB 仿真实现。

6. 802.11a/b/g/n/ac protocol simulation （2 weeks）；

Contents of the experiment: Understand the principle of 802.11a/b/g/n; 2. Well know the channel model and usage of 802.11a/b/g/n; 3. Design and implementation of 802.11a/n preamble simulation via MTALAB.

7. 基于 USRP 和 802.11a/n 的图像传输（2 周）；

实验内容：1. 理解图像的信源编码; 2.基于 802.11a/n 的图像传输仿真; 3. 基于 802.11a/n 图像传输的 USRP 实现。

7. 802.11a/n Image Transmission and Reception by using USRP （2 weeks）;

Contents of the experiment: Understand the source code of image; 2. Implementation of 802.11a/n image transmission simulation via MTALAB; 3. Implementation of 802.11a/n image transmission by using USRP.

8. LTE 小区搜索和 LTE 系统消息（MIB 和 SIB）解码（2 周）；

实验内容：1. 理解 4G-LTE 的接入过程; 2. 小区搜索过程仿真; 3. MIB 和 SIB 解码仿真实现; 4. 基于 USRP 的小区搜索和 MIB 解码实现。

8.Cell search and MIB/SIB Recovery （2 weeks）;

Contents of the experiment: 1. Understand the access process of 4G-LTE; 2. Implementation of cell search simulation via MATLAB; 4.Implementation of cell search and MIB/SIB recovery by using USRP.

18. 教材及其它参考资料 Textbook and Supplementary Readings

Standard specifications of IEEE802.11 and 3GPP, which can be accessed from

http://grouper.ieee.org/groups/802/11/

http://www.3gpp.org/

课程评估 ASSESSMENT

19.

评估形式 Type of Assessment	评估时间 Time	占考试总成绩百分比 % of final score	违纪处罚 Penalty	备注 Notes
出勤 Attendance				
课堂表现 Class Performance				
小测验 Quiz				
课程项目 Projects		20		
平时作业 Assignments		30		
期中考试 Mid-Term Test				
期末考试 Final Exam				
期末报告 Final Presentation				

其它（可根据需要改写以上评估方式） **Others (The above may be modified as necessary)**		50		实验报告/Lab Report

20. 记分方式 **GRADING SYSTEM**

☑ A. 十三级等级制 **Letter Grading**
☐ B. 二级记分制（通过/不通过） **Pass/Fail Grading**

课程审批 REVIEW AND APPROVAL

21. 本课程设置已经过以下责任人/委员会审议通过
This Course has been approved by the following person or committee of authority