

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	软件无线电入门教程-使用 LabVIEW 设计与实现				
2.	授课院系 Originating Department					
3.	课程编号 Course Code					
4.	课程学分 Credit Value					
5.	课程类别 Course Type	专业基础课 Major Foundational Courses (请保留相应选项 Please only keep the relevant information)				
6.	授课学期 Semester					
7.	授课语言 Teaching Language	中英双语 English & Chinese (请保留相应选项 Please only keep the relevant information)				
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)					
9.	实验员/助教、所属学系、联系方式 Tutor/TA(s), Contact	(请保留相应选项 Please only keep the relevant information)				
10.	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	16		16		32

教学大纲及教学日历 SYLLABUS

11. 教学目标 Course Objectives

教学目标：

- 1、初步掌握 LabVIEW 通信编程；
- 2、初步掌握 LabVIEW 和 MATLAB 混合编程；
- 3、初步了解软件无线电硬件架构、软件驱动以及应用程序开发；
- 4、初步了解开源软件无线电平台及其开发工具；
- 5、初步了解无线通信系统中的通信信号处理算法；

本书的组织架构：

首先**讲** LabVIEW 通信编程，该部分重点讲述 LabVIEW 编程的两大特点：易学性和实用性，即 LabVIEW 采用图形化编程，学生容易掌握；其次，LabVIEW 能够用于开发稳定实用的工业软件。

然后**用**软件无线电 RTL-SDR 进行无线通信系统开发实验，该部分使用 RTL-SDR 进行 FM 接收机的开发和性能优化，重点掌握无线通信系统由理论到实践的一整套开发流程。

最后**做**软件无线电系统，该部分重点介绍软件无线电的硬件制作、驱动程序开发、以及数字基带信号处理等软件无线电入门的基本知识。

12. 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. 能够初步掌握 LabVIEW 基础编程、调试以及软件发布，以及初步掌握 LabVIEW 条件结构、循环结构、事件结构、状态机、队列结构以及生产者-消费者等的使用技巧；
2. 能够初步掌握 MATLAB 基础编程、调试以及发布，理解 MATLAB 编译器技术，并且使用 MATLAB Coder、MATLAB Compiler 等工具；
3. 能够初步利用 LabVIEW 进行用户界面设计，利用 MATLAB 进行算法设计，以及利用 LabVIEW 中的 Call Library Function 函数对 MATLAB 生成的动态链接库文件进行封装、调用和正确性验证；
4. 能够初步理解软件无线电的硬件架构，利用 C/C++编译器将源程序编译成动态链接库文件，并且利用 Call Library Function 函数对动态链接库文件进行封装、调用以及正确性验证；
5. 能够初步理解软件无线电接收机中的数字下变频、抽取/内插以及抽取滤波器等关键技术，初步了解无线通信系统中的基带信号处理算法。

13. 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.)

第 1-2 周 第一章：LabVIEW 通信编程

教学目标：通过 26 个编程实例，介绍 LabVIEW 通信编程基础

1. LabVIEW 编程基础
2. LabVIEW 编程进阶
3. LabVIEW 编程模式
4. LabVIEW 通信仿真实例

第 3-4 周 第二章：FM 系统设计和仿真

教学目标：以 FM 通信原理为例，重点讲解从无线通信理论到系统仿真的流程

1. FM 系统设计与仿真
2. FM 调制/解调原理
3. FM 仿真系统调试和分析

第 5-6 周 第三章：软件无线电 RTL-SDR

教学目标：以 RTL-SDR 为例，重点讲解软件无线电的使用方法

1. 软件无线电 RTL-SDR 介绍
2. RTL-SDR 的驱动安装
3. FM 接收机实现方案
4. RTL-SDR 的硬件结构——低中频接收机

第 7-8 周 第四章：接收机性能分析与优化

教学目标：以 FM 解调为例，重点讲解基于 LabVIEW 的应用软件开发方法

1. 信号分析基础：采样率、频谱测量、滤波器等
2. FM 接收机解调方案优化：FIR 滤波器解调
3. FM 接收机界面设计
4. FM 接收机程序设计模式优化：生产者—消费者模式

第 9-10 周 第五章：RTL-SDR 接口函数封装

教学目标：重点讲解软件无线电系统接口函数的开发和封装方法

1. RTL-SDR 驱动函数的编译、封装、测试和验证
2. 动态链接库函数 Call Library Function 的使用
3. 导入共享库向导的使用

第 11-12 周 第六章：LabVIEW 和 MATLAB 混合编程

教学目标：以 FM 解调为例，重点讲解基于 LabVIEW 和 MATLAB 的混合编程方法

1. LabVIEW 和 MATLAB 混合编程
2. Windows SDK 编译器安装
3. 比较基于 MATLAB Script、MATLAB DLL、COM 组件、以及 .NET 组件的 FM 解调性能

第 13-14 周 第七章：软件无线电关键技术

教学目标：回归理论，重点讲解软件无线电的硬件设计原理及其关键技术

1. 无线电接收机的三种结构：零中频、低中频和超外差结构
2. 数字下变频器：数字振荡器、混频器以及低通滤波器
3. 抽取和插值：整数抽取、插值以及分数倍速率变换
4. 数字滤波器：CIC 滤波器和 HB 滤波器

第 15 周 第八、九章：软件无线电案例

教学目标：重点介绍当前设计成功、普遍采用以及科研结合的 3 款软件无线电案例

1. 开源软件无线电编程环境 GNU Radio
2. 软硬件全开源的软件无线电平台：HackRF
3. 开源软件无线电-LimeSDR
4. 专业教学科研型软件无线电外设：USRP
5. 以 FM 收发机为例，说明 USRP 的使用方法

第 16 周 第十章：数字通信算法

教学目标：重点介绍在通信工程专业教学中，需要了解的 7 个基带信号处理算法

1. 最大似然估计算法：应用在数字解调模块中，进行抽样判决。
2. 匹配滤波算法：应用在匹配滤波模块中，使符号抽样获得最大信噪比。
3. 最大功率法：应用在符号同步模块中，输出最佳符号抽样时刻。
4. 滑动相关算法：应用在帧同步模块中，输出训练序列所在的位置。
5. 摩尔（Moose）算法：应用在频偏校正模块中，以消除频偏的影响。
6. 时域均衡算法：应用在窄带时域均衡模块中，以消除多径效应的影响。
7. 最小二乘法：应用在窄带通信系统中，进行窄带信道估计。

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

- [1] Heath, Robert, Digital Wireless Communication: Physical Layer Exploration Lab Using the NI USRP, 2012.
- [2] Robert W S, 郭宇春, 李磊. 无线数字通信-信号处理的视角[M]. 北京: 机械工业出版社, 2019.