

期末 Project 选题：

- 1、四人一组
- 2、每个选题不超过 2 组
- 3、需要做项目汇报（第 13 周提交开题报告，第 16 周项目口头汇报）
- 4、最终需要提交资料：项目报告、PPT、程序、小视频
- 5、评分：原理背景介绍（20%）、实验复现（60%）、实验扩展（20%）（在口头汇报中，需要明确恢复项目的百分比，以及在此基础上的扩展）

【1】NR Cell Search and MIB and SIB1 Recovery

NR 小区搜索、MIB 和 SIB1 恢复

介绍：本项目演示如何使用 5G Toolbox™ 来同步、解调和解码实时 gNodeB 信号。该示例解码主信息块(MIB)和第一个系统信息块(SIB1)。解码 MIB 和 SIB1 需要一种全面的接收机，能够解调和解码大部分下行通道和信号。在用户设备(UE)可以与网络通信之前，必须执行小区搜索和选择过程，并获取初始系统信息。这个过程的第一步是获得帧同步，找出小区标识，并解码 MIB 和 SIB1。该示例展示了如何使用 5G Toolbox 执行这些步骤。您可以将该示例与 I/Q 样本的捕获波形一起使用，也可以使用 nrWaveformGenerator 生成包含同步信号(SS)突发和 SIB1 的本地波形。

【2】Radio Signal Recognition Based on Image Deep Learning

基于图像深度学习的无线电信号识别

介绍：这个例子展示了如何使用卷积神经网络 (CNN) 进行调制分类。生成经过信道损伤的合成波形，使用这些合成波形作为训练数据，为调制分类训练一个 CNN 模型。然后，使用软件定义无线电 (SDR) 硬件和空中信号来测试 CNN 模型，使用 CNN 预测调制类型，本例中训练的 CNN 可以识别以下八种数字和三种模拟调制类型：

二进制相移键控 (BPSK)

正交相移键控 (QPSK)

八进制相移键控 (8-PSK)

十六进制正交幅度调制 (16-QAM)

六十四进制正交幅度调制 (64-QAM)

四进制脉冲幅度调制 (PAM4)

高斯频移键控 (GFSK)

连续相位频移键控 (CPFSK)

广播调频 (B-FM)

双边带幅度调制 (DSB-AM)

单边带幅度调制 (SSB-AM)

【3】Three-Dimensional Indoor Positioning with 802.11az Fingerprinting and Deep Learning

使用 802.11az 指纹定位和深度学习的三维室内定位

摘要：IEEE 802.11az Wi-Fi™ 标准，通常称为下一代定位 (NGP)，提供了物理层功能，使得使用经典技术可以实现增强的测距和定位。经典技术依赖于视距 (LOS) 条件，以有效地提取时间信息（如到达时间 (ToA)）或空间信息（如到达角 (AoA)）以计算设备之间的距离或范围。当至少三个设备之间的距离可以测量时，可以使用三角测量法来计算位置估计。有关如何使用经典测距和定位技术的更多信息，请参见 802.11az 使用超分辨率到达时间估计的定位示例。指纹和深度学习技术可以在 Wi-Fi 定位系统中使用，以在非视距 (NLOS) 多

径环境中实现亚米级精度。指纹通常包含通道状态信息 (CSI)，例如在环境中特定位置接收到的接收信号强度指示器 (RSSI) 或信道估计。在网络的训练阶段，该示例通过在环境中的多个已知位置采样通道指纹来创建数据库。网络使用数据库作为参考，根据接收到的信号在未知位置估计用户位置。该例使用 802.11az 信号在室内环境中创建 CIR 指纹数据集，并为每个指纹标记其位置信息。该示例使用数据集的子集训练 CNN 以预测 STA 位置，然后通过基于其 CIR 指纹余下的数据集生成 STA 位置的预测来评估训练模型的性能。为简单起见，该示例使用小数据集，导致模拟时间较短。为获得更准确的结果，请使用更大的数据集。该示例提供预训练模型，以展示使用更多训练数据可以实现的高水平性能。

【4】Implementation of Anti-quantum Communication System using Software-Defined Radio 抗量子通信系统的软件定义无线电实现

摘要：近年来，量子计算机的快速发展对传统无线通信的安全性提出了巨大挑战。本项目提出了一种面向未来的高安全性抗量子无线通信系统，可应用于具有受限资源的物联网移动设备，并在确保安全性的基础上为它们提供更长的服务寿命和灵活性。特别地，本文在软件定义无线电 (Zedboard 和 AD9361 射频模块) 平台上实现了 Rainbow 抗量子签名算法，并通过 Zedboard 的 FPGA 硬件进行加速。实验结果表明，在计算资源消耗的限制下，签名生成和验证的时间显著缩短。此外，所提出的抗量子无线通信系统通过灵活的射频前端配置具有更好的重新配置性。

【5】SweepSense: Sensing 5 GHz in 5 Milliseconds with Low-cost Radios SweepSense: 在 5 毫秒内使用低成本无线电感测 5 GHz

摘要：无线传输在整个频谱上间断性地发生，例如，WiFi 和蓝牙设备在 100 MHz 的 2.4 GHz 频段中传输帧，LTE 设备在 700 MHz 至 3.7 GHz 之间传输帧。目前，只有高成本的无线电可以具有足够的时间分辨率跨越整个频谱进行感知，以观察这些单个传输。本项目介绍了“SweepSense”，一种低成本的无线电架构，通过快速跨越整个频谱进行高时间分辨率感知。扫描引入了频谱感知的新挑战：SweepSense 无线电仅捕获少量失真的传输样本。为了克服这个挑战，本项目使用自行生成的校准数据来校正失真，并且仅使用传输的一小部分样本来分类生成每个传输的协议，展示了 SweepSense 可以准确识别在 2.4 GHz 未经授权的频段中同时传输的四种协议，还展示了它可以同时监视在不同频带中操作的多个 LTE 基站的负载。

【6】Application Research on DOA Estimation Based on Software-Defined Radio Receiver 基于软件定义无线电接收机的 DOA 估计应用研究

摘要：本项目利用 KerberosSDR、树莓派和四个全向天线构建了一个四元素方向估计系统。这四个天线分别按照均匀线性阵和均匀圆阵的方式进行排列。使用了 Bartlett、Capon、MEM 和 MUSIC 等四种算法。最后，采用 MUSIC 算法估计静态目标信号源的到达方向，并将结果显示在地图上。

【7】CSI-Based Fingerprinting for Indoor Localization CSI 基于指纹识别的室内定位技术

摘要：室内定位面临的问题包括以下方面：首先是环境，包括多径效应、阴影、衰落和延迟失真等。其次是对高精度的要求，以及移动设备的复杂性和短的在线处理时间。本项目构建一个数据库，以促进实时定位估计来有效地解决这些问题。在本项目中，使用基于深度学习的室内定位系统，它使用信道状态信息 (CSI)，称为 DeepFi，本项目使用基于径向基函数的概率方法进行在线定位。通过实验结果，测试了 DeepFi 系统的定位效果。

【8】 Deep-Waveform: A Learned OFDM Receiver Based on Deep Complex Convolutional Networks

Deep-Waveform: 基于深度复杂卷积网络的学习 OFDM 接收机

摘要：近年来，在无线通信的物理层（PHY）中使用深度学习的研究表明，深度神经网络在信道编码、调制和参数估计等任务中具有很强的能力。然而，目前还不清楚深度神经网络是否能够学习当前和下一代无线网络的高级波形。本文提出了一种基于深度复杂卷积网络（DCCN）的正交频分复用（OFDM）接收机，不需要离散傅里叶变换（DFT）。与现有的深度神经网络接收机相比，该 DCCN 不仅包含卷积层，而且几乎（甚至可以完全）是线性的。此外，该 DCCN 不仅学习将带噪声和瑞利信道下的 QAM OFDM 波形转换为比特，而且在瑞利信道的低到中等信噪比下表现优于基于线性最小均方误差信道估计器和先验信道知识的 OFDM 接收机。这表明线性深度神经网络可以学习信号处理中的转换。

【9】 RF Fingerprint Feature Extraction and Radio Device Identification

RF 指纹特征提取和无线电设备识别

直观地说，物理层安全从三个方面超越了基于密码学的安全（软件层安全）：1. 物理层安全密钥难以仿冒。物理层安全系统的安全密钥通常称为“无线电指纹”，它利用了制造过程中无线电设备的硬件不完美信息。2. 物理层安全系统的性能不明显依赖于计算复杂度。传统的基于密码学的安全系统依赖于复杂的数学计算，这既耗费能量，也容易受到具有高计算能力的攻击者的攻击，例如未来可能出现的量子计算机。3. 物理层安全密钥基于设备硬件信息自动分配，相对于传统方法，更易于在复杂网络结构下进行无线网络管理。值得注意的是，物理层安全系统中最重要的是安全密钥的生成和分配。在本论文的背景下，物理安全密钥和无线电频率指纹是两个可以交换的短语。作为增强甚至取代无线网络软件层安全系统的有前途的候选方案，无线电频率指纹系统正在引起研究机构和产业界的关注。在设计无线电频率指纹系统时，所有工作都呈现出以下步骤：1. 从示波器或软件定义无线电设备中收集原始或降频的 RF 信号。2. 使用选择的算法处理获得的信号；这一步被称为特征提取。3. 将提取的特征提供给分类器进行分类。如果来自不同 RF 设备的处理信号可以相对准确地相互分离，那么所提出的 RFF 系统的核心功能就得到了验证。

【10】 Comparative Results Analysis on Positioning with Real LTE Signals and Low-Cost Hardware Platforms

基于真实 LTE 信号和低成本硬件平台的定位结果分析

摘要：长期演进（LTE）网络正在全球范围内快速部署，满足了许多应用程序所需的高数据速率需求。然而，在 LTE 标准中指定的定位能力却受到了较少关注。因此，本项目提出了一种实验 LTE 定位接收机，以评估商业 LTE 部署中的定位精度。该接收器基于软件定义无线电（SDR）和低成本射频（RF）前端，如通用软件无线电外设（USRP）或带有 Realtek RTL2832U 芯片组的 DVB-T 棒。然后使用这两个平台来捕获和后处理实验室中生成的真实 LTE 信号。所获得的定位结果显示了使用这种实验性 SDR LTE 定位接收器和低成本硬件平台进行商业 LTE 网络是可行的。