

# 《物联网导论》大作业要求

## 项目目标

- 1. 理解并掌握物联网设备通信互联的基本原理与方法
- 2. 理解并掌握物联网泛在信号感知的基本原理与方法

## 项目内容

### 一、声波信号模拟蓝牙通信

蓝牙（BlueTooth）作为一种典型的短距离、低功耗无线通信标准，被广泛应用于各种物联网系统中。我们日常使用的无线耳机、无线鼠标、家用温湿度传感器等大多使用蓝牙技术进行通信与互联。蓝牙以 2.4GHz 电磁波为传输介质，在物理层通过频移键控（FSK）进行信号调制，使用两个不同频率的电磁波分别表示比特 0 和比特 1。蓝牙物理层数据包格式如下图：

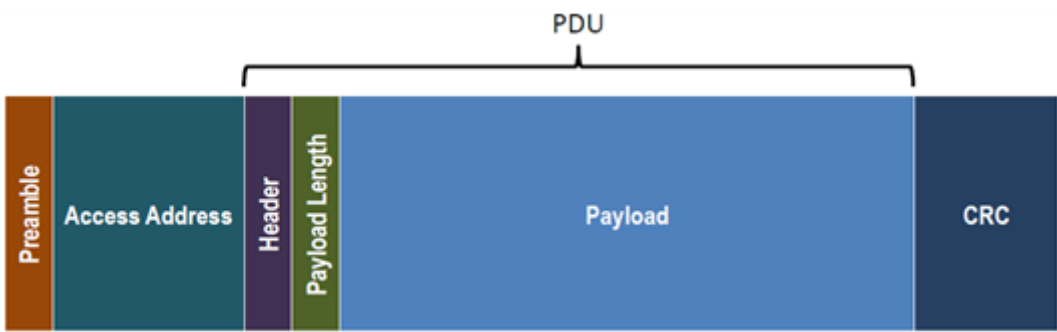


图 1. 蓝牙物理层数据包格式

其中 Preamble 和 Access Address 段为前导地址码，用于时序同步、偏移补偿等；Header 和 Payload Length 段长度固定，用于指定数据包类型、序列号、数据包长度等；Payload 段包含编码的数据内容；CRC 段为校验位，用于检错和纠错。

参考蓝牙物理层实现方法，使用声波信号模拟简化版本的蓝牙协议进行设备间无线通信。具体要求包括：

- 1. 实现编码调制程序：有用户输入界面；可将用户输入的中英文字符编码成二进制比特串；参考蓝牙数据包格式，基于声波信号，使用 FSK 调制技

术将二进制比特串调制为格式完整的数据包(至少包括前导码 preamble、包头 header、数据内容段 payload)，输入文本较长时可自动分段并调制为多个数据包；在程序内播放调制后的声波信号。

2. 实现接收解码程序：可检测到达的声波信号，使用数据包前导码进行数据包的检测；解码出数据包包头，根据包头获取数据包长度；可解码数据段调制符号，并根据得到的二进制比特串还原用户输入的字符；具有可视化界面可展示解码结果。

### 作业要求：

1. 使用两台设备，分别运行上述编码程序（发送端）和接收解码程序（接收端），分别测量下列各条件对传输性能的影响：
  - 距离对传输性能影响：调整发送端与接收端之间的距离（20cm、40cm、60cm、80cm、100cm），分别测量不同距离下传输的丢包率和误码率；
  - 抗干扰能力：在 3 种不同强度的噪声环境下，分别测量传输性能的丢包率和误码率；
  - 遮挡影响：固定发送端和接收端之间距离为 50cm，在两设备之间使用不同厚度的书籍作为遮挡（1cm、5cm、10cm、20cm），分别测量不同遮挡厚度下传输的丢包率和误码率。
2. 现场功能展示：
  - 解码算法性能：使用上述解码程序，解码给定的声音信号文件，分别统计丢包率和误码率。
  - 传输系统性能：现场给定一段长度大于 256 字符的文本内容，在两个设备之间进行传输，测试传输完成时间和准确率。

## 二、声波测距

许多智能设备都具有测量距离的功能，例如智能手机可通过摄像头捕获图像信息测量图片上任意两点的距离。保持社交距离的要求中，如何实时准确的知道人与人之间的距离是一个重要的问题。利用物联网信号同样可以实现测距功能。许多物联网系统使用泛在的声音信号测量设备之间的距离：例如通过分析声音信号在两个物联网设备之间的传播时间，可计算两者之间距离。本实验要求为：给

定两个物联网设备（具备麦克风和喇叭），使用声波测量两个设备间的距离。

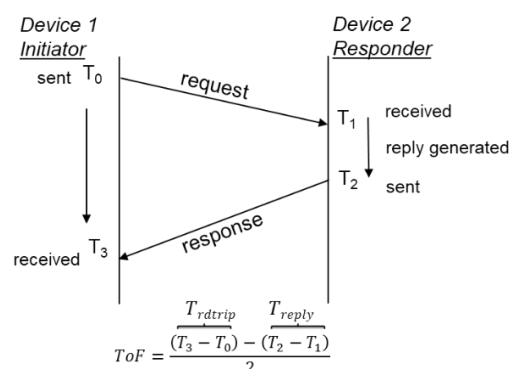


图 2. 基于声波信号传播时间的测距方法

例如，可能的一种方法如图 2 所示，步骤可以为：

1. 设备 1 产生并发送探测信号（信号形式可参考第一小题数据包格式）记录信号发送时刻的时间戳；
2. 设备 2 接收信号，并根据信号能量、前导码等信息识别信号的到达时间，记录时间戳；
3. 设备 2 返回探测信号，将从收到信号到返回信号的时延信息（ $T_2 - T_1$ ）编码为返回信号的内容，发送给设备 1；
4. 设备 1 接收返回信号，识别信号到达时间，提取信号编码内容并最终计算得到信号在两个设备之间的传播时间（例如可以使用  $ToF = \frac{(T_3 - T_0) - (T_2 - T_1)}{2}$ ）；
5. 根据传播时间计算两个设备之间的距离。

注：可以设计其他的方法来测距，不需要一定使用此方法。

### 作业要求：

1. 在不同条件下测量所实现测距方法的性能
  - 距离对性能影响：在空旷环境中，调整发送端与接收端之间的距离（20cm、60cm、100cm、150cm、200cm），分别测量不同距离下测距结果的均值和方差，绘制统计直方图。
  - 环境噪声影响：固定发送端和接收端之间的距离为 100cm，设置 3 种不同强度的环境噪声，测量测距的性能（包括测距均值与方差），绘制统计直方图。

- 环境遮挡影响：固定发送端和接收端之间距离为 100cm，在两设备之间使用 4 种不同厚度的书籍作为遮挡（1cm、5cm、10cm、20cm），分别测量不同遮挡厚度下测距的性能（均值与方差），绘制统计直方图。

## 2. 现场验收

- 在给定环境中，使用上述实现的测距方法分别进行距离测量，记录测距性能（例如精度和测距所花费的时间）。

# 提交材料

## 1. 实验报告

- a) 实验相关内容。
- b) 简述项目代码的实现逻辑。
- c) 展示性能测量结果（要求使用图表进行可视化）。

注：实验报告简明扼要、格式规范，能反映实验过程和最终应用性能，实验报告字数本身不作为评分标准。

## 2. 实现代码和 README 文件

- a) README 文件中注明程序的运行方法（要求能根据 README 重现相关实验结果）。
- b) 代码请添加合理注释。

## 3. 现场展示

- a) 展示的具体安排后续公布，现场展示中要体现项目实现思路、实现效果。
- b) 对应用环境的考虑也是物联网应用开发过程中的重要一环，展示应用在现场实际效果以及对应的技术上的设计。

# 时间要求

11 月 29 日（暂定）：分组进行中期讨论一次

12 月 19 日：进行现场展示（在线同学展示方法另外通知）

12 月 26 日：提交实验报告等相关材料

## 项目答疑

有疑问可以随时预约老师和助教的时间，助教和老师欢迎大家来提出问题。为了提高答疑过程的效率，请大家提前准备具体问题。对于一般化的问题或是其他同学也可能会碰到的问题，请在课程微信群中或网络学堂中直接提出，方便其他同学共同学习。