

# 重庆邮电大学

## 学生实验实习报告册

学年学期： 2022-2023 学年 ☒ 春 ☐ 秋 学期

课程名称： 信息论与编码

学生学院： 通信与信息工程学院

专业班级： 01012001

学生学号： 2020210140

学生姓名： 连宇昊

联系电话： 18334564608

重庆邮电大学教务处制

课程名称	信息论与编码	课程编号	A2012171
实验地点	逸夫楼 313	实验时间	2023.06.05
校外指导教师	无	校内指导教师	李职杜
实验名称	基于 USRP 与 Labview 的图像传输系统的设计与实现		
评阅人签字		成绩	

一、实验目的

- (1) 掌握 USRP 平台和 LabView 编程软件的使用
- (2) 掌握通信系统的基本组成模型与设计思路
- (3) 掌握分组码原理和实现
- (4) 掌握和分析误码率、星座图等

二、实验原理

1.信源模块

图像读取程序的信源是 JPEG 格式的图像，采用 LabVIEW 提供的能够读取 JPEG 格式图像，并输出图像数据的模块完成图像信息的提取。利用还原像素图子程序，完成图像数据到一维二进制数据的转换（图像数据→十进制二维数组→二进制一维数组），输出信源比特流。

2.信道编码

下一个目标是对信源比特流进行信道编码。信道编码方案很多，如线性分组码、卷积码、Turbo 码、LDPC 码等；这里采用简单的(7,4)线性分组码。

线性分组码是一类重要的纠错码。在(n,k)线性分组码中，常用能纠正一位错误的汉明码，其主要参数如下：

表 1 线性分组码参数表

码长	$n=2^m-1$
信息位	$k=2^m-1-m$
校验位	$m=n-k$
最小汉明距离	$d=3$
纠错能力	$t=1$

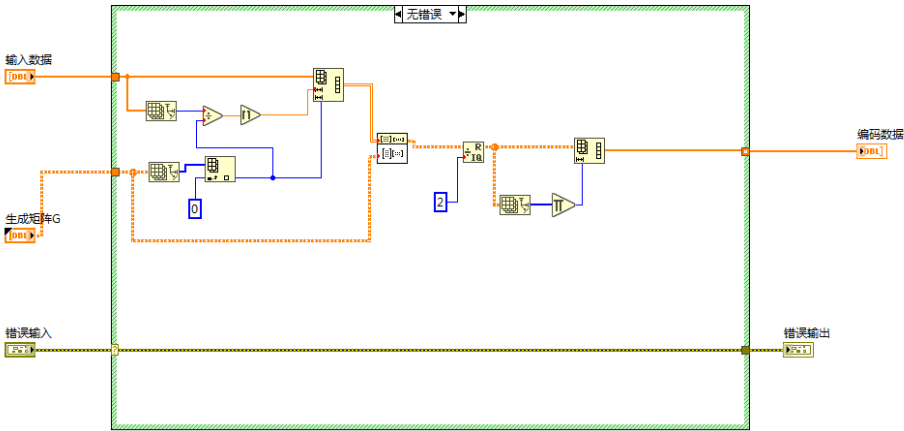


图 1 (7,4)分组码程序图

本实验采用(7,4)分组码，属系统码，即前四位为信息位，后三位为冗余位。

令(7,4)分组码生成矩阵  $G$  为:

$$G = \begin{bmatrix} 1000110 \\ 0100011 \\ 0010111 \\ 0001101 \end{bmatrix}$$

输出码字计算方式如下:

$$b = (a_3, a_2, a_1, a_0) \bullet G = (a_3, a_2, a_1, a_0) \bullet \begin{bmatrix} 1000110 \\ 0100011 \\ 0010111 \\ 0001101 \end{bmatrix}$$

得到信息位  $b_3 = a_0$ 、 $b_4 = a_1$ 、 $b_5 = a_2$  和  $b_6 = a_3$ ，冗余位  $b_0 = a_2 \oplus a_1 \oplus a_0$ 、 $b_1 = a_3 \oplus a_2 \oplus a_1$  和  $b_2 = a_3 \oplus a_1 \oplus a_0$ 。因此可以得到(7,4)汉明码的全部码字如表 2 所示。

表 2 汉明码码字表

序号	信息码元	冗余元	序号	信息码元	冗余元
0	0000	000	8	1000	111
1	0001	011	9	1001	100
2	0010	101	10	1010	010
3	0011	110	11	1011	001
4	0100	110	12	1100	001
5	0101	101	13	1101	010
6	0110	011	14	1110	100
7	0111	000	15	1111	111

(7,4)汉明码的解码将输入长度为 7 的码字翻译成四位的信息码，并且纠正其中可能出现的一位错误。

由于生成矩阵  $G$  已知，且  $G = [I_k, Q]$ ， $K=4$ ，可以得到矩阵  $Q$  的值

$$Q = \begin{bmatrix} 110 \\ 011 \\ 111 \\ 101 \end{bmatrix} = P^T$$

又因为  $P^T = Q$ ，则:

$$P = \begin{bmatrix} 1011 \\ 1110 \\ 0111 \end{bmatrix}$$

而校验矩阵  $H$  满足  $H = [P, I_r]$ ， $r=3$ ，则:

$$H = \begin{bmatrix} 1011100 \\ 1110010 \\ 0111001 \end{bmatrix}$$

由上式可以看出校正子与错误图样是对应的。通过计算校正子得到对应的错误图样，便可得到纠正了一位可能错误的信息码，完成解码。

### 三、实验内容

- (1) 在 LabView 编程软件平台上通过完成汉明码部分完成整体图像通信系统的仿真
- (2) 在 Usrcp 软件无线电上通过完成汉明码部分完成整体图像通信系统的事迹发送接收，并生与其他小组同时合作研究同时两台软件无线电在进行分别收发过程中收到的影响。
- (3) 在 Usrcp 软件无线电上奖 (7,4) 汉明码替换为 (7,1) 重复码，对比两者接收的误码率与星座图，分析不同信道编码的纠错能力对比。

### 四、实验结果及分析

#### 1. 仿真结果分析



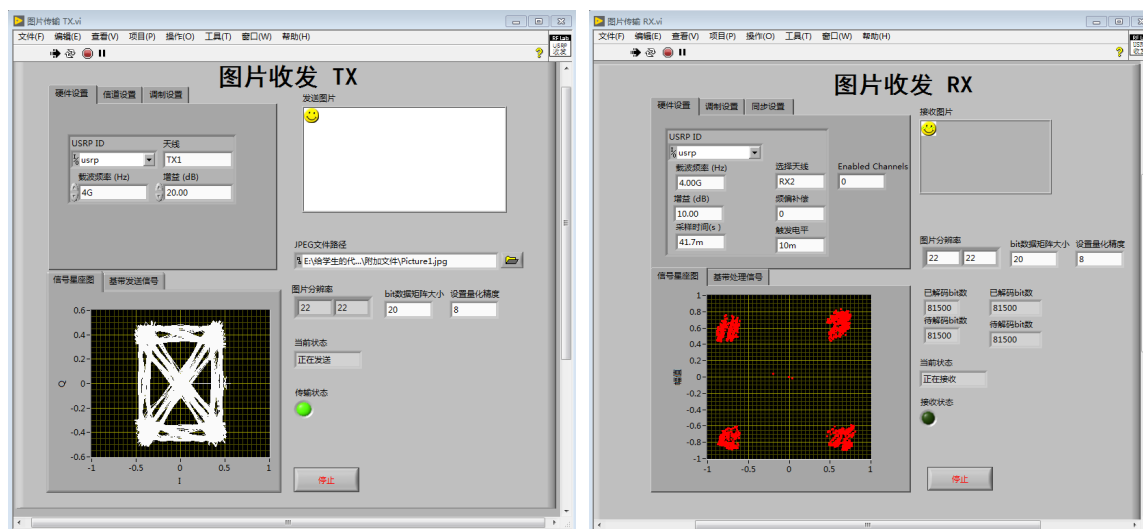
图 1 仿真结果对比图 (a: 无信道编码-10dB, b: 无信道编码 0dB, c: -10dB 有信道编码, d: 0dB 有信道编码)

如上图 1 所示，通过分别对比 a、c 两图与 b、d 两图，可以观察到 (7, 4) 汉明码在仿真系统中, 可以明显提升系统的可靠性，与此同时对比 a、b 两图与 c、d 两图明显可以感受到 10 倍的信噪比差异可以带来质量对于图像传输系统来说的明显提升。

#### 2. 软件无线电结果分析

## ① 自发自收

如下图 2 所示，图 a,b 分别表示发送端与接收端的前面板结果图，为了与其他组不形成干扰，本组采用 4G 的载频进行传送，可以发现在（7，4）汉明码的作用下，实际软件无线电的星座接收图质量较为良好，能够轻松完成图像的正确解码，误码率与误比特率较低。

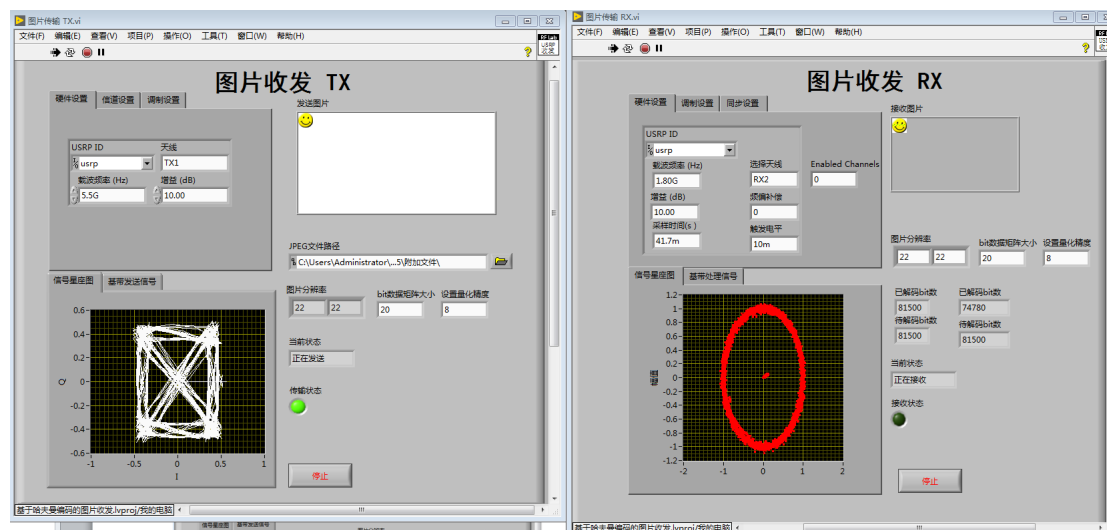


(a) (b)

图 2 无线电结果对比图（a:发送端，b:接收端）

## ② 自发他收

本组同时寻找了另外一组同学达成合作，由本组同学进行发送，另一组同学进行接收，同样采用 4G 载频最终的收发结果如图 3 所示。



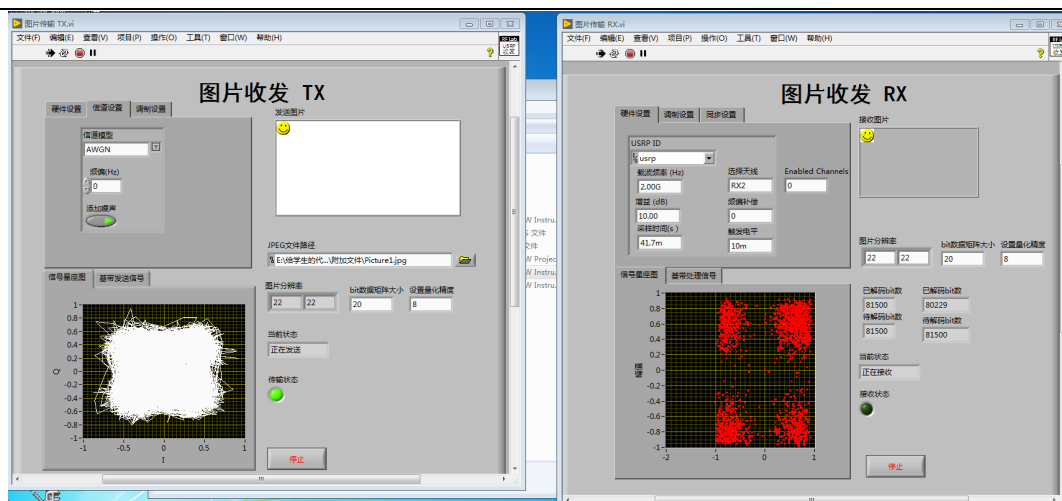
(a) (b)

图 3 无线电结果两台机器对比图（a:发送端，b:接收端）

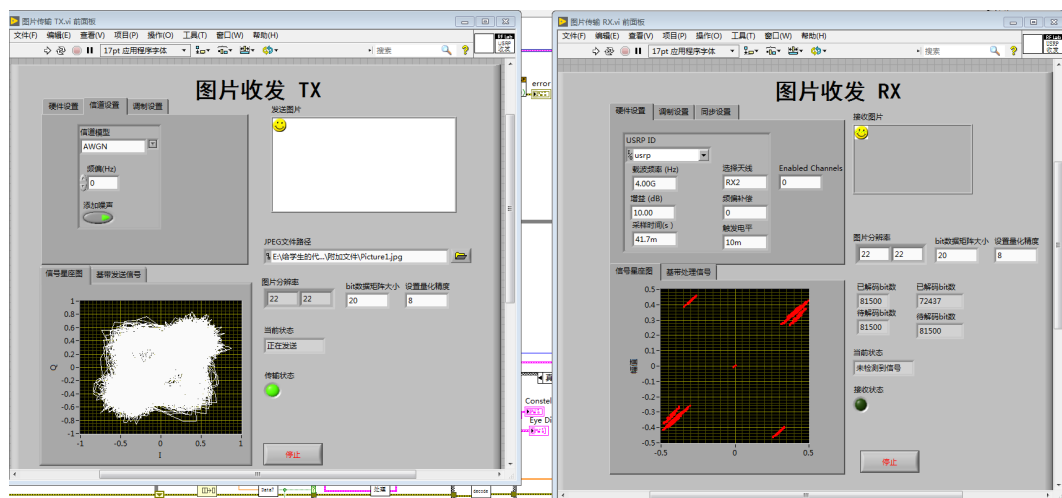
很明显在收发路径边长，路径损耗以及噪声干扰增大的情况下，另一台软件无线电的接收星座图相对较差，误码率与误比特率较高，但仍能在一定差错范围内完成可靠传输。

## ③ （7，1）重复码对比

由下图所示在保证其他干扰条件影响较小的情况下，（7，1）重复码的纠错能力强于（7，4）汉明码，即如图对比，图 b 的星座图由于图 a，且在误比特率与误码率也相对较低。



(a)



(b)

图 4 无线电结果不同分组码对比图 (a: (7, 4) 汉明码, b: (7, 1) 重复码)

## 五、实验思考

如果考虑分组码的效率影响到归一化信噪比时，此时分组码的效率也会影响调制解调过程中的误码率与误比特率从而导致 (7, 1) 重复码最终的误比特率可能要高于 (7, 4) 汉明码（即使重复码的纠错能力更强），所以对于系统设计时要综合考虑整体因素，完成通信系统的设计。

## 六、实验过程中曾遇到的问题及解决办法

试验过程中遇到了 Labview 中程序逻辑不理解的问题，此时利用 ctrl+H 获取帮助，从而从左到右一次进行理解，从而完成程序系统的整体理解。

## 七、心得体会

通过实验我掌握了 USRP 平台和 LabView 编程软件的使用。USRP 平台是一种通用软件无线电外设，而 LabView 是一种图形化编程环境。通过学习和实践，我熟悉了 USRP 平台的基本操作和配置，掌握了使用 LabView 进行信号处理和通信系统设计的技巧。实验使我熟悉了通信系统的基本组成模型和设计思路。我了解了通信系统中各个组成部分的作用和原理，包括调制解调器、信道编码，我学会了如何根据实际需求设计和配置一个完整的通信系统，这对于日后从事相关领域的工作具有重要意义。

说明：此部分的内容和格式可根据实验课程的具体需要、要求自行设计和确定相关栏目。