

哈尔滨工业大学 (深圳)

# 信息论与编码实验 实验报告（七）

实验课程：	<u>信息论与编码实验</u>	实验项目：	<u>卷积码的仿真实现</u>
实验地点：	<u>K424</u>	指导老师：	<u>王同、高爽</u>
姓 名：	<u>陈霄萌</u>	学 号：	<u>190210201</u>
专 业：	<u>通信工程</u>	实验台号：	<u>18</u>

实验报告提交内容须包括：

1. 提交 PDF 格式的电子版实验报告；
2. 程序源文件：\*.m，要求文件名标注清晰，如实验一的第一个实验命名为 exp\_1\_1；

## 一、实验预习

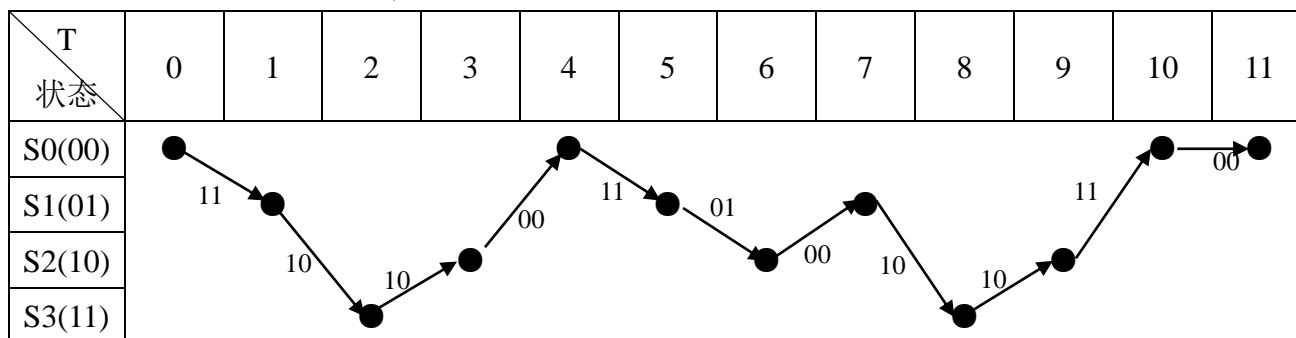
给定 (2, 1, 3) 卷积码生成矢量  $g$  如下：

$$\begin{aligned} g_0 &= [101] \\ g_1 &= [111] \end{aligned}$$

1. 编码器输入信息序列  $M = [1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1]$ ：

(1) 利用生成矢量法得到编码输出结果  $C$ （编码结束后为确保信息码元全部移出、编码器回到全零状态，可在信息序列末尾补充  $N$  个 0。）；

$C = [11\ 10\ 10\ 11\ 11\ 01\ 00\ 10\ |\ 10\ 11\ 00]$



(2) 在网格图上画出编码过程中的状态转移路径。

$R = [1110\ 10\ 11\ 11\ 01\ 00\ 10\ |\ 1\ 1\ 10]$

状态/ 时刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	汉明 距离
S0(00)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3
S1(01)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4
S2(10)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4
S3(11)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4

最短路径为  $S0 \rightarrow S1 \rightarrow S3 \rightarrow S2 \rightarrow S0 \rightarrow S1 \rightarrow S2 \rightarrow S1 \rightarrow S3 \rightarrow S2 \rightarrow S0 \rightarrow S0$

译码结果为  $M = [1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0]$ 。

2. 设编码输出结果  $C$  经信道传输后发生两位错误得到接收序列  $R$ ，通过 Viterbi 硬判决译码算法得到译码结果，画出幸存路径网格图，并在图中用粗线标出最终的译码路径。（假设当 2 条分支累计度量值相同时保留上分支）

## 二、实验内容

提示：对于  $(n, k, N)$  卷积编码实现，在开始编码之前需对编码器进行清零，相当于在信息序列前有额外的  $N-1$  个 0 参与编码；编码结束后为确保信息码元全部移出、编码器回到全零状态，可在信息序列末尾补充  $N$  个 0。

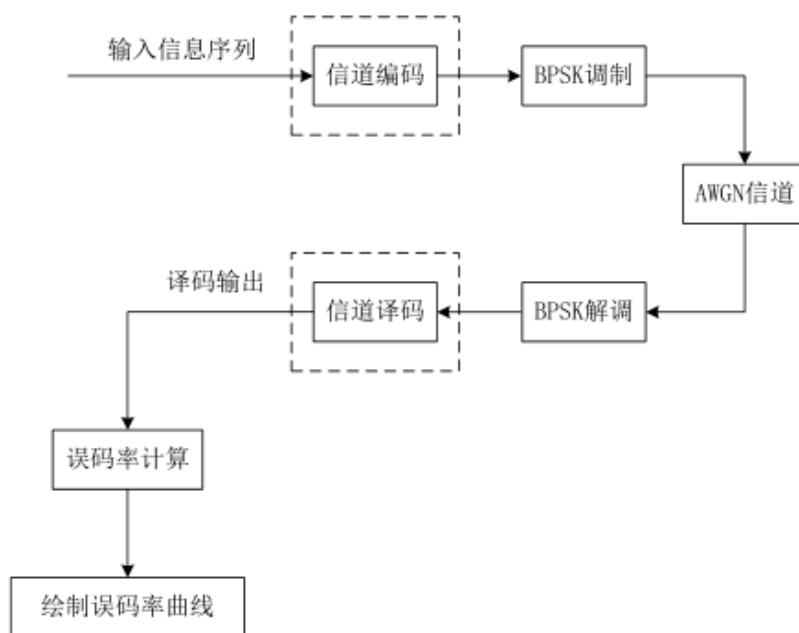


图 14 信道编码系统的实现流程图

1. 给定  $(2, 1, 3)$  卷积码生成矢量  $g$  如下：

$$\begin{aligned} g_0 &= [101] \\ g_1 &= [111] \end{aligned}$$

(1) 编写 MATLAB 函数 (function) 实现  $(2, 1, 3)$  卷积编码：函数输入为生成矢量  $g$  与信息序列  $M$ ，输出为编码结果  $C$ 。

(2) 当输入信息序列  $M = [1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1]$  时，输出编码结果。

编码结果为

1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0

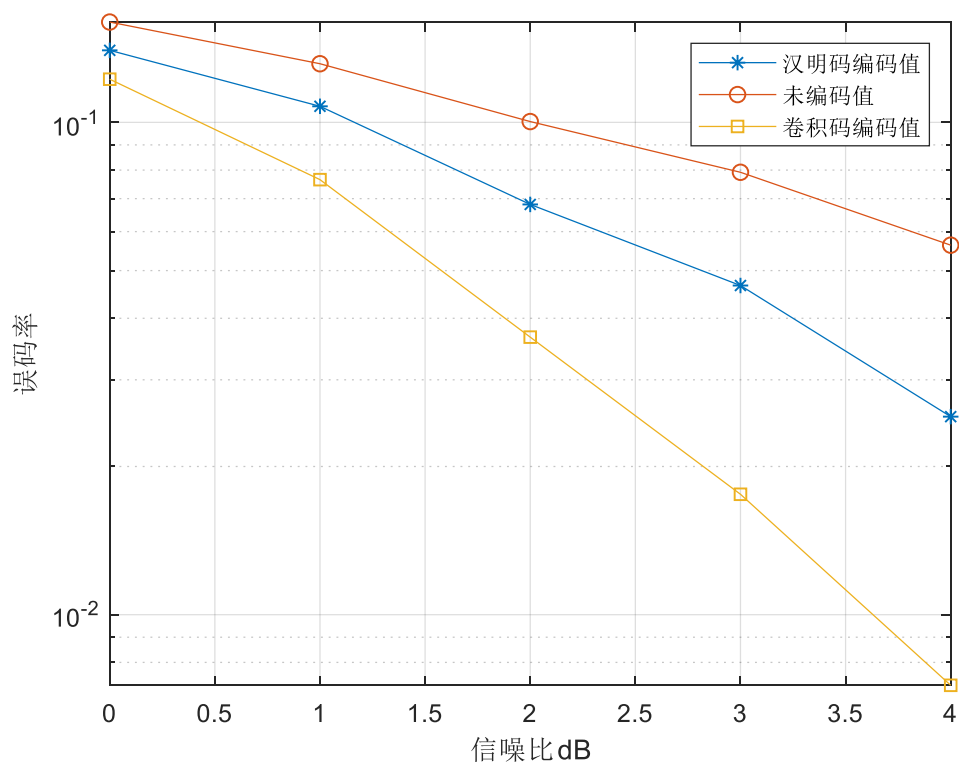
输入的信息序列为

1 1 0 0 1 0 1 1

解码结果为

1 1 0 0 1 0 1 1

2. 在 AWGN 信道传输与 BPSK 调制的条件下，绘制未编码系统、 $(7,4)$  汉明编码系统与  $(2, 1, 3)$  卷积编码系统的误码率曲线。信噪比范围：0~4dB，参考流程图见图 14。



3. 给定 (2, 1, 5) 卷积码生成矢量  $g$  如下：

$$g_0 = [10011]$$

$$g_1 = [11101]$$

(1) 编写 MATLAB 函数 (function) 实现 (2, 1, 5) 卷积编码：函数输入为生成矢量  $g$  与信息序列  $M$ ，输出为编码结果  $C$ 。

编码结果为

1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 0

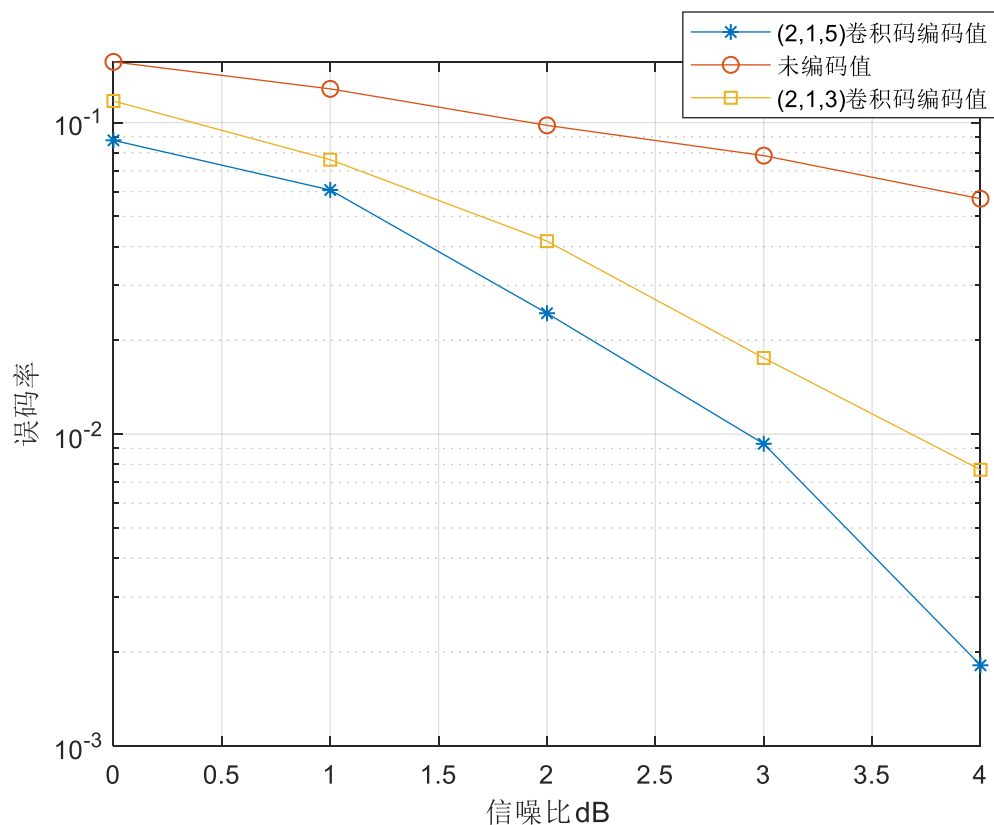
输入的信息序列为

1 1 0 0 1 0 1 1

解码结果为

1 1 0 0 1 0 1 1

(2) 在 AWGN 信道传输与 BPSK 调制的条件下，绘制未编码系统、(2, 1, 3) 卷积编码系统与 (2, 1, 5) 卷积编码系统的误码率曲线。信噪比范围：0~4dB，参考流程图见图 14。



4. 给定 (3, 1, 3) 卷积码生成矢量  $g$  如下：

$$g_0 = [101]$$

$$g_1 = [111]$$

$$g_2 = [111]$$

(1) 编写 MATLAB 函数 (function) 实现 (3, 1, 3) 卷积编码：函数输入为生成矢量  $g$  与信息序列  $M$ ，输出为编码结果  $C$ 。

编码结果为

1 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0

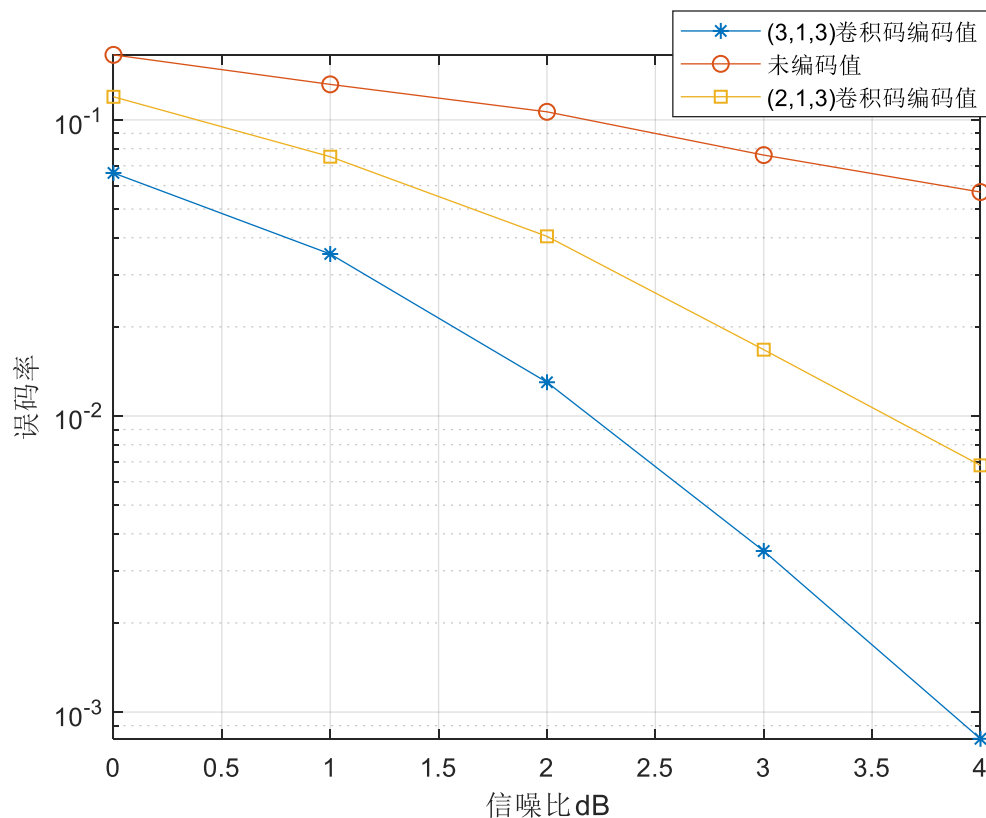
输入的信息序列为

1 1 0 0 1 0 1 1

解码结果为

1 1 0 0 1 0 1 1

(2) 在 AWGN 信道传输与 BPSK 调制的条件下，绘制未编码系统、(2, 1, 3) 卷积编码系统与 (3, 1, 3) 卷积编码系统的误码率曲线。信噪比范围：0~4dB，参考流程图见图 14。



### 三、实验思考题

1. 对比分析在 AWGN 信道传输与 BPSK 调制的条件下，未编码系统、(7, 4)汉明编码系统与 (2, 1, 3) 卷积编码系统的误码性能。

误码率：(2, 1, 3) 卷积编码系统 < (7, 4)汉明编码系统 < 未编码系统。(2, 1, 3) 卷积编码系统的误码性能最佳，(7, 4)汉明编码系统次之，未编码系统最差。

2. 请阐述卷积码约束度对其误码性能的影响。

卷积码的约束度越高，即  $N$  越大，误码性能越好，误码率越低。

3. 请阐述卷积码码率对其误码性能的影响。

码率越低，误码率越低，误码性能越好。牺牲有效性换取可靠性。

### 四、实验体会与建议

卷积码的译码过程比较复杂，如果不给历程应该会花很久时间编程。