信源编码上机

班级：通信1802 姓名：刘增运 学号：1808030220 指导老师：李莉

**定长编码、哈夫曼编码、香农编码的Matlab实现**

一、上机目的

1.加深对变长编码定理的理解与应用。

2.培养学生独立检索文献的能力，能通过相关文献了解常用信源编译码的基本原理与应用。

3.能分析不同的信源编码的编码性能和对通信有效性的影响。

二、环境

MATLAB

三、上机原理

　　1、香农第一定理：

设离散无记忆信源为



熵为H(S)，其N次扩展信源为



熵为H(SN)。码符号集X=（x1,x2,…,xr）。先对信源进行编码，总可以找到一种编码方法，构成惟一可以码，使S中每个信源符号所需的平均码长满足：



当N时 

是平均码长 , 是对应的码字长度。

2、常见的无失真信源编码有哈夫曼编码、算术编码、游程编码、LZ编码等；语音编码主要分为波形编码、参量编码、混合编码，PCM（ADPCM、DPCM）、增量调制等均属于波形编码，线性预测编码（LPC)及其它各种改进型属于参量编码，而混合编码是将波形编码和参量编码的优点结合起来，多脉冲激励线性预测编码MPLPC、规划脉冲激励线性预测编码（KPELPC)、码本激励线性预测编码（CELP)等属于混合编码，在移动通信系统中一般采用混合编码技术。例如GSM的PRE-LTP,CDMA的QCELP等

四、上机内容

1、要求查阅常用的无失真信源编码、语音压缩编码和图像压缩编码的分类、基本特点，优缺点和应用情况的相关文献，并在上机报告中提交不少于1000字文献阅读报告，查阅文献数量不少于5篇，并要求附上文献目录及原文。说明：语音压缩编码重点查阅移动通信中的语音编码技术的相关资料。

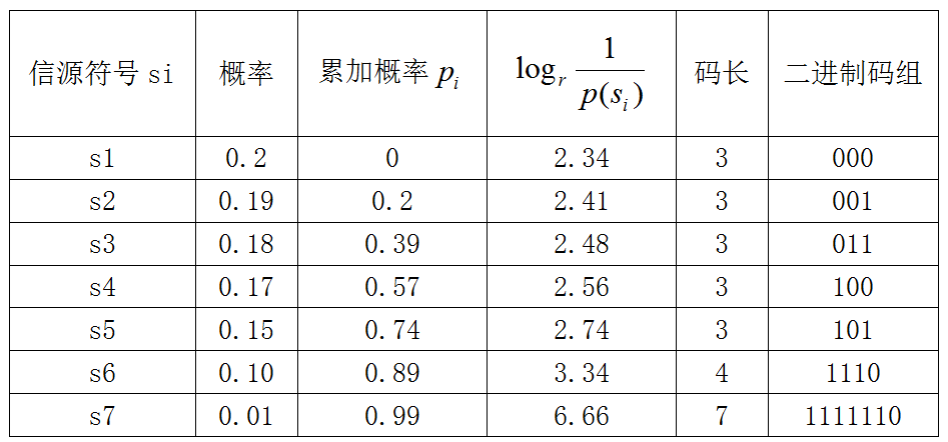
2、利用MATLAB至少完成两种信源编码译码的仿真，并分析对比信源编码的编码性能及对系统有效性的影响，得出相关结论。

五、设计思路

本实验主要探究不同信源编码方式的异同，通过多次对同一个信源进行定长编码、哈夫曼编码、香农编码等多种编码，对比其平均码长、编码效率等指标参数得出结论；通过对不同信源进行同一种编码，对比其平均码长、编码效率等指标参数得出结论。由此，得到横向、纵向比较结果。

对于定长编码，编写函数dingchangbianma(p)，首先计算所需要的码长，然后通过进制转换的方式将不同的信源符号编码成固定长度码字，最后计算并输出信息熵、平均码长、编码效率。

对于哈夫曼编码，编写函数hafumanbianma(p)，首先对信源符号按照概率大小进行排序，随后将小概率相加合并并标记最后一位码，如此循环直到所有符号均编码，得到每个信源符号的编码。最后计算并输出信息熵、平均码长、编码效率。

对于香农编码，编写函数xiangnongbianma(p)，对信源符号按照概率大小进行排序，然后计算累加概率和每个信源符号所需要的码长，将概率取倒数再取对数，取其小数部分转换成二进制，再取其前码长位作为信源符号编码。最后计算并输出信息熵、平均码长、编码效率。如下表，帮助我理解了香农编码。

六、上机中出现的问题及解决方法

1、使用matlab编程的时候，对disp、dec2bin等函数使用不熟练，经常遇到问题，导致程序运行出错。

解决：通过查阅matlab官网的文档（https://ww2.mathworks.cn/help/matlab/index.html），得知函数的正确使用方式，修改后得以改正。

2、哈夫曼树的构造不太明白具体应该怎么实现。

解决：本来就对数据结构不太熟练的，所以遇到哈夫曼编码难住了。然后就去查阅了网上的哈夫曼编码的示例，自己看了看之后后又顺着思路复原了一下网上的代码。

七、结果与结论

编程完成后，进行多次重复实验，记录结果，重点分析同一信源不同编码、同一编码不同信源的情况，记录结果如下表：

经过实验验证，结果均符合信息编码基本理论，实验结论分析如下：

①整体而言，按照编码效率排序，哈夫曼编码效果最好，其次是香农编码，最后是定长编码；

②定长编码，效率也能达到100%，只有在信源等概分布的时候才会出现这种情况；

③香农编码效率不算很高，但是编码复杂度不低，实用性不强，理论意义较强，同样在信源等概分布的时候编码效率最高；

④哈夫曼编码是比较完美的变长编码，编码效率基本接近1，编码剩余度低，效果较为理想，同样在信源等概分布的时候编码效率最高。

八、文献查阅报告

经过查阅大量文献资料，我对语音压缩编码、图像压缩编码等信源编码方式有了新的理解，具体文献查阅结果如下：

1、语音压缩编码

按编码方法分类，语音编码可以分为波形编码、参数编码以及混合编码。

**①PCM编码**

简介：主要过程是将语音等模拟信号每隔一定时间进行取样，使其离散化，同时将抽样值按分层单位四舍五入取整量化，同时将抽样值按一组二进制码来表示抽样脉冲的幅值。也就是说语音信号最终以脉冲形式编码。

优缺点：实施简单、性能优良，采集语音质量好，编码没有损失，但编码带宽往往很难再进一步下降。

典型应用：在计算机应用中，能够达到最高保真水平的就是PCM编码，被广泛用于素材保存及音乐欣赏，CD、DVD以及我们常见的WAV文件中均有应用。因此，PCM约定俗成了无损编码，因为PCM代表了数字音频中最佳的保真水准，并不意味着PCM就能够确保信号绝对保真，PCM也只能做到最大程度的无限接近。

**②SMV语音编码算法**

简介：SMV语音编码算法可以对语音进行全速率8.55kbps，半速率4.0kbps，1/4速率2.0kbps和1/8速率0.8kbps四种速率的编码，并能根据外界提供的模式选择信息，调节4种速率在整个编码过程中所占比例，从而改变平均编码速率（ADR）。SMV算法对输入语音的分析与合成是分帧进行的，语音帧长为20ms，即在以8000Hz的频率进行采样的系统中，每帧长度为160个抽样点，并分为4个子帧。SMV算法的框图如图所示。对输入语音的预处理包括高通滤波、噪声抑制和自适应斜滤波几个环节。编码帧级处理包括对语音信号的LPC分析、开环基音检测、信号修正以及语音分类，RAD算法根据以上得到的特征参数和模式选择信息，决定该帧的编码速率。

优缺点：SMV算法针对不同类别的输入语音采用灵活变速率的编码，编码速与IS-96C和EVRC兼容，而平均编码速率大大降低，同时其合成语音质量达到甚至超过了EVRC。它的另一个明显优势在于能够通过模式选择来控制调节平均编码速率，适应当前的信道要求。当无线信道拥挤的时候，声码器可以工作于节省模式，降低平均编码速率，提高信道容量；当信道条件宽松时，又可以工作于标准模式，提高编码速率，为用户提供更高质量的话音。

**③基于G.722.1的分布式语音编码**

简介：该方法在G.722.1编码器的基础上，构建一个互补编码器;然后在编码端，对同一帧语音分别用G.722.1编码器和其互补编码器进行语音编码，并发送编码结果；在解码端，在接收到其中任一语音码流时，用G.722.1解码器进行解码，其语音质量不低于G.722.1编码器的解码结果，而在接收到两个语音码流时，用G.722.1解码器先分别对两个语音码流进行解码，然后对解码结果进行联合处理，其最终的语音质量有明显提升，即有一定编码增益。

优缺点：主观和客观的实验结果表明，相对于原始编码器，本文的分布式编码器在不丢包时，一定程度上改善原有编码器的语音质量;在丢包时，仍能保持较好的语音质量。本文工作对于改进网络通信中的语音传输质量具有一定参考意义。

**④G.729语音编码算法**

简介：G.729是国际电信联盟标准部门在语音编码方面取得的最大标准化成果。G.729语音编码标准为语音信号的高效传输提供了一种有效方法，其本质就是在较高的语音质量指标下，降低数字化语音的码速率。G.729协议是基于码激励线性预测(CELP)声码器模型，对于8K的语音信号其数据流为80个采样值而言，该模型所运行的帧长为10ms。对于一帧语音信号，经过LP分析，得到CELP模型的编码参数(LP滤波器系数)。这些参数属于时域参数，将其转换成线谱对(LSP)，同时使用预测型两级矢量量化(VQ)器进行量化为18bit。本方法中，利用理解加权的失真测度激将原始信号和重构信号之间的误差进行最小化。这可以通过理解加权滤波器实现，理解加权滤波器一般采取自适应算法，以便改善输入信号的性能。

意义：通过对算法和原代码的分析可以看出G.729标准对语音信号的压缩有较好的压缩比，延迟时间也较小，同时可以满足系统要求质量。

2、图像压缩编码

图像压缩是数据压缩技术在数字图像上的应用，目的是减少图像数据中的冗余信息，从而用更加高效的格式存储和传输数据。

**①基于D5/3小波的图像压缩**

简介：疫情的出现，使远程医疗得以发展，在远程医疗中诊断时，如何做到医学图像在传输过程中，既要保障图像重建质量，又要用尽可能少的信息来表示，这就要对图像进行压缩，早期的压缩编码不能达到对压缩比和重构图像效果的要求，小波变换是基于时频分析的一种方法，是基于数学特性形成的新工具，它的出现使图像分析更便捷、快速，在视觉领域被广泛的使用。采用小波提升方案进行图像三级分解，在小波基的选择中采用性能更优的D5/3小波，小波变换的提升方案将弥补小波变换的缺陷，降低算法的复杂度和运算速度，对机器内存要求低，便于硬件实现，部分算法利用DSPC6713芯片和SPIHT算法来完成，对测试图像在不同比特率上进行压缩，获得更优的峰值信噪比和压缩率。

优缺点：分析发现医学图像的特征明显，而第一代小波变换的运算复杂度高，有极大的缺陷并不适合医学图像的压缩，在研究中运用Matlab仿真平台，对大量医学图像进行实验，通过对数据进行整理、分析、总结得出结论，小波基在小波变换中有起着至关重要作用，找到了更适合医学图像压缩的双正交D5/3小波，并在小波系数上进行了提升。另外，SPIHT算法更优于其它经典算法，采用了更细致的集合不断分裂方式，在压缩效率上有极大改进，但是SPIHT算法在运行过程中不断给阈值减半导致算法的存储量增大，针对此缺点对SPIHT算法进行了改进，采用了“最小阈值”的方法，在一定程度上解决了存储量大的问题。

应用：医学影像学，远程医疗。

**②基于变异系数的分形图像压缩稀疏编码算法**

简介：针对分形图像编码算法复杂度高、编码时间冗长的问题，提出正交稀疏编码和纹理特征提取表示图像块的方法。首先，灰度级的正交稀疏变换提高了图像的重建质量和解码时间。其次，相关系数矩阵度量范围块和域块之间的变异系数特征降低了冗余度和编码时间。

优缺点：仿真实验表明，本算法能够有效缩短编解码时间和一定程度上提高图像解码质量。为了进一步优化分形图像压缩的结果，未来考虑尝试定义图像块组合分割方法和新的图像特征，使图像重构质量更高，编解码速度更快，使新提出的方法能够应用于不同领域具有不同特点的图像压缩。

应用较为广泛，常用于多媒体文件编码。

九、实验源码

详见附件压缩文件。

参考文献

[1]维基百科.语音编码[EB/OL].https://zh.wikipedia.org/zh-cn/%E8%AA%9E%E9%9F%B3%E7%B7%A8%E7%A2%BC,2021-4-8.

[2]Andy\_\_\_\_Li.PCM语音编码[EB/OL].https://blog.csdn.net/m0\_37263637/article/details/78914566,2017-12-27.

[3]孙浩海,张雄伟,邹霞.CDMA2000移动通信系统语音编码算法研究及仿真[J].军事通信技术,2005,26(01):26-31.

[4]何莹男,陈喆,殷福亮.基于G.722.1的分布式语音编码[J].信号处理,2020,36(06):894-901.

[5]张辉,陈小云.G.729语音编码算法的分析及其基于ARM9的优化实现[J].长春理工大学学报(自然科学版),2011,34(03):164-166+169.

[6]李美珊,薛佳楣,明艳春.基于D5/3小波的医学图像压缩算法研究[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2021,39(03):54-57.

[7]庞慧慧,张爱华.基于变异系数的分形图像压缩稀疏编码算法[J/OL].计算机应用研究:1-6[2021-06-15].https://doi.org/10.19734/j.issn.1001-3695.2020.08.0389.

[8]维基百科.LZ77与LZ78[EB/OL].https://zh.wikipedia.org/wiki/LZ77%E4%B8%8ELZ78,2017-11-11.