

Mp3 音乐文件播放实验

一、实验目的

- 1、了解 mp3 音乐文件格式；
- 2、了解 mp3 音乐文件播放的基本原理；
- 3、熟悉 mp3 音乐文件的播放技术；
- 4、熟悉 mp3 网络音乐播放技术。

二、实验原理

1、声音文件的格式

在 Windows 操作系统下，常见的音乐文件格式包括 MIDI、CD 声、WAV 以及其他格式。

MIDI 序列

MIDI 声的声音样本以波形文件(WAV)储存于声卡中，人称波表，波表越大，音色越多，音质越好。电脑在演奏 MIDI 时，向声卡发出一控制信号，其中包含音色、音阶、音强等信息（均用序列号码表示），声卡从自身的音色库中按照标准序列号找到对应的波形，然后播放。所以，在 MIDI 文件中只包含有声音的类型，强度，音阶等信息，体积小巧。

根据 MIDI 的原理，不同的声卡演奏的 MIDI 乐曲的效果是不一样的，而且同一曲目的 MIDI 文件因其包含的控制信息的丰富程度不同，在同一块声卡上播放的效果也不一样。

CD 碟片

CD 碟片上载有取样精度为 44.1KHZ 的声音信号，这些信号已是无压缩的，直接将波形采样而成，这些声音的播放可是与 CPU、硬盘、播放软件没一点关系。播放软件向光驱发出一个控制信号，光驱读碟，碟上信号由光头读出，送光驱内置解码电路 DAC 解码，然后流向光驱内置前级放大电路放大，由光驱背板上的音频输出口输出往声卡，声卡将此信号分作两路，一路直接送线路输出口(LINE OUT)输出，推有源音箱。一路送卡载后级放大电路进行后级放大，送扬声器输出口(SPEAK OUT)作功率输出，推动无源音箱。

电脑播放 CD 之音质与 CPU，软件毫无关系。在前级中，关键在于光驱中内置解码模块(DAC)的解码能力，以及光驱内置前级放大模块之电气性能；在后级中，关键在于声卡之直通效果与卡载之后级放大电路的性能，如果使用有源音箱，亦取决于音箱中之内置后级放大电路的效果。

WAV、MP3 文件

WAV 即波形文件，是将声音直接取样，转变为数字，不加压缩的声音文件，体积庞大。电脑在播放 WAV 时，从硬盘中提取 WAV 中之数据，由 CPU 控制播放软件进行解码，送声卡前级放大，然后送音箱发声。MP3 等文件则是在 WAV 将声音数字化的基础上，进一步压缩、编码而成的文件格式。播放时，由 CPU 控制播放软件进行解码，解压，送声卡前级放大，后送音箱发声。

WAV,MP3 这类文件的播放完全依赖电脑的软件环境，对 CPU 等控制器也相当倚重，所以，我们可以通过软件来编辑，处理这类文件，电脑在播放这类声音时的效果与播放软件，处理器能力，声卡的前级放大性能有极大关系。

2、MP3 编码技术

MP3 的全称应为 MPEG1 Layer-3 音频文件，MPEG 音频文件是 MPEG1 标准中的声音部分，也叫 MPEG 音频层，它根据压缩质量和编码复杂程度划分为三层，即 Layer-1、Layer2、Layer3，且分别对应 MP1、MP2、MP3 这三种声音文件，并根据不同的用途，使用不同层次的编码。MPEG 音频编码的层次越高，编码器越复杂，压缩率也越高，MP1 和 MP2 的压缩率分别为 4: 1 和 6: 1-8: 1，而 MP3 的压缩率则高达 10: 1 至 12: 1。不过 MP3 对音频信号采用的是有损压缩方式，为了降低声音失真度，MP3 采取了“感官编码技术”，即编码时先对音频文件进行频谱分析，然后用过滤器滤掉噪音电平，接着通过量化的方式将剩下的每一位打散排列，最后形成具有较高压缩比的 MP3 文件，并使压缩后的文件在回放时能够达到比较接近原音源的声音效果。虽然它是一种有损压缩方式，但它以极小的声音失真换来较高的压缩比，因此得以在因特网上广泛传播。

3、MP3 播放器原理

根据德国 Fraunhofer IIS (<http://www.iis.fhg.de/amm/>) 公布的 MPEG Audio 解码程序进行简化后编写了一个最简 MP3 解码程序。有兴趣的读者可以参考对应的源程序 (<http://www.see.online.sh.cn/ch/sw/self/rainplay/layer3.zip>)。

MP3 文件由多个帧组成，也就是说帧是 MP3 音乐文件的最小组成单位。每个帧又由帧头和帧数据组成。每个帧头长 4 字节。其数据结构如下：

```
typedef struct _tagHeader {  
    unsigned int sync:12; //同步信息  
    unsigned int version:1; //版本  
    unsigned int layer:2; //层  
    unsigned int error_protection:1; //CRC 校正  
    unsigned int bit_rate_index:4; //位率索引  
    unsigned int sample_rate_index:2; //采样率索引  
    unsigned int padding:1; //空白字  
    unsigned int extension:1; //私有标志  
    unsigned int channel_mode:2; //立体声模式  
    unsigned int mode_extension:2; //保留  
    unsigned int copyright:1; //版权标志
```

```
unsigned int original:1; //原始媒体
unsigned int emphasis:2; //强调方式
} HEADER, *LPHEADER;
```

其中帧同步标记为 0xFF。

在帧头后边是 Side Info(姑且称之为通道信息)。对标准的立体声 MP3 文件来说其长度为 32 字节。通道信息后面是 Scale factor(增益因子)信息。当解码器在读到上述信息后,就可以进行解码了。

当 MP3 文件被打开后,播放器首先试图对帧进行同步,然后分别读取通道信息及增益因子等数据,再进行霍夫曼解码,至此我们已经获得解压后的数据。但这些数据仍然不能进行播放,它们还处于频域,要想听到歌曲还要将它由频域通过特定的手段转换到时域。接下来的处理分别为立体化处理;抗锯齿处理;IMDCT 变换;IDCT 变换及窗口化滑动处理。

4、mp3PRO 的编码原理

我们通常收听的 mp3 音乐文件一般都以 128kbps 的比特率压缩而成的。但如果采用更低的比特率(如 96kbps 或 64kbps),我们可以非常明显的感觉到声音的高频部分丢失现象明显,严重时声音还会产生扭曲现象。这其中的原因在于,以这些低比特率压缩而成的 mp3 在编码时无法对声音的整个频带进行压缩,从而丢失了高频段一些重要的声音信息。

为了能够在低比特率下获得更高音质的 mp3 文件,一项称作 SBR (Spectral Band Replication)的技术被用于新的 mp3PRO 编码中,其主要的用处在于保留了声音中的高频音,使得以低比特率压缩的 mp3 文件音质得到显著的增强。

mp3PRO 在进行编码时,mp3PRO 编码器将音频的录音分成两个部分:mp3 部分和 PRO 部分。mp3 部分分析低频段 (Low Frequency Band) 信息,并将其编码成通常的 mp3 文件数据流。这就使得编码器能够集中编码更少的有用信息,获得更佳品质的编码效果。同时,这也保证了 mp3PRO 文件同老的 mp3 播放器的兼容性。PRO 部分分析的则是高频段 (High Frequency Band) 信息,并将其编码成 mp3 数据流的一部分,而这些通常在老的 mp3 解码器里是被忽略的。新的 mp3PRO 解码器会有效地利用这部分数据流,将两段(高频段和低频段)合并起来产生完全的音频带,达到增强音质的效果。

5、在线 mp3 播放

三、实验内容

- 1、根据实验室提供的示例代码编写自己的 mp3 文件播放器;
- 2、编写一个可以支持播放网络 mp3 音乐的播放器。

四、思考题

- 1、请列出 mp3 压缩都使用了哪些使音频文件有效压缩的方法?
- 2、比较各类软硬件配置对各类声音文件 MIDI,CD,WAVE,MP3 播放效果的影响。
- 3、进行 mp3PRO 与 mp3 方法的优缺点比较,对 mp3PRO 的发展前景提出你自己的看法。