



多媒体技术

数字音频处理技术

课程内容



- 第一章 多媒体技术概述
- 第二章 数字音频处理技术
- 第三章 数字图像处理技术
- 第四章 数字视频处理技术
- 第五章 多媒体压缩技术
- 第六章 多媒体存储技术
- 第七章 多媒体管理与保护

内容提纲



- 音频处理技术概述
- 声音的基本特性
- 音频的数字化
- 常见的音频文件
- 电脑音乐
- 不同媒体形式的转换
- 数字音频设备
- 数字音频编辑软件

音频处理技术概述



- 在现实环境中，人类从外界获得的信息70%来源于视觉，而听觉约占15%~20%，是除了视觉以外的最重要的信息获取途径。



音频处理技术概述

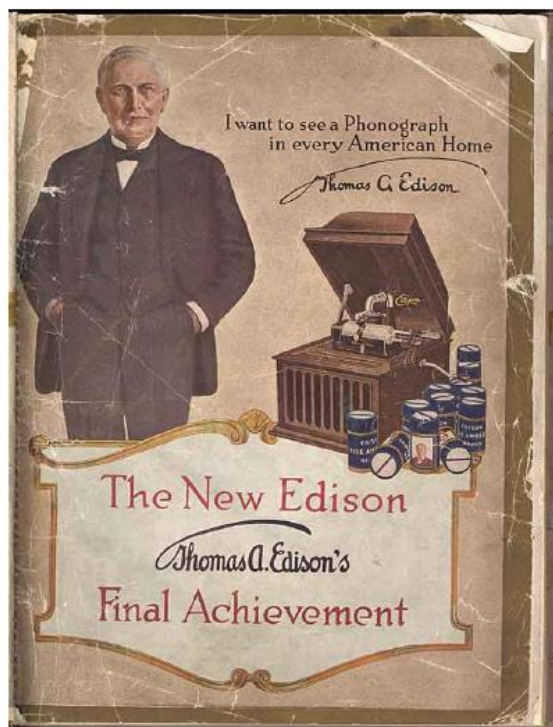


- 声音是携带信息的极其重要的媒体，是多媒体技术研究中的一个重要内容。声音的种类繁多，如人的话音、乐器声、动物发出的声音、机器产生的声音以及自然界的声音等。
- 这些声音有许多共性，也有各自的特性。在用计算机处理这些声音时，既要考虑它们的共性，又要利用它们的各自的特性。

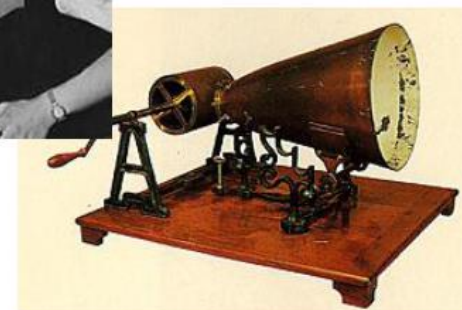
音频处理技术概述



● 记录声音：留声机



■ Edison, 1877



/org/

音频处理技术概述



● 记录声音：磁性录音



磁性录音，由丹麦发明家
Valdemar Poulsen于**1899-1900**年
期间发明，在今天被用作录像和录
音磁带。



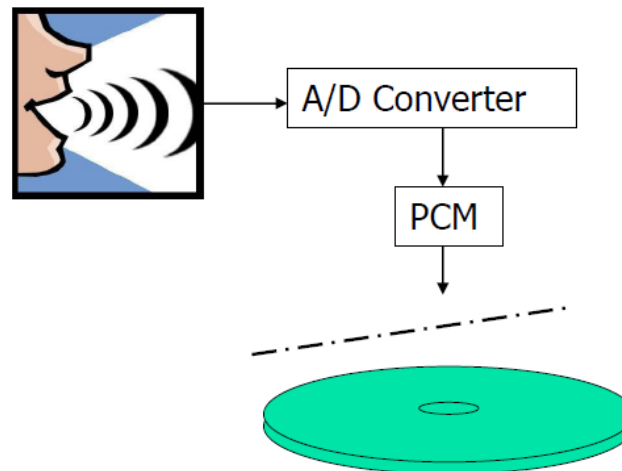
音频处理技术概述



● 记录声音：数字音频



■ Philips, 1978



内容提纲

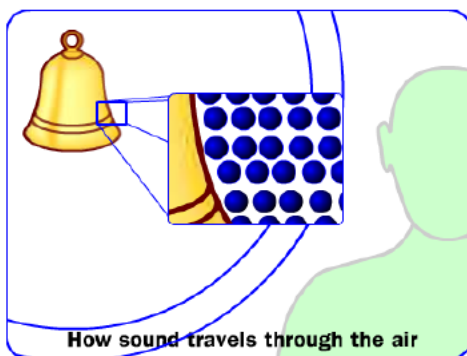


- 音频处理技术概述
- **声音的基本特性**
- 音频的数字化
- 常见的音频文件
- 电脑音乐
- 不同媒体形式的转换
- 数字音频设备
- 数字音频编辑软件

声音的基本特性



- 声音是通过空气传播的一种连续的波，叫声波
- 音频信号是时间依赖的连续媒体
- 模拟人耳的两个通道
- 语音处理包含情感和意向，涉及语言学、社会学和声学



声音的基本特性



● 声音的产生

- 我们把正在发出声音的振动物体通常称为声源。
- 物体振动或气流扰动而引起周围的空气或其它弹性介质发生波动的现象称为声波。
- 声波所波及的空间范围称为声场。

声音的基本特性



- 声音产生的三个条件

- 存在声源并振动

- 传播介质

- 听觉感受

声音的基本特性



● 声音的频率

- 一般来说，人的听觉器官能感知的声音频率大约在20~20000 Hz之间，不同的人耳存在差异
- 亚音信号：频率小于20 Hz的信号，或称为次音信号(subsonic)
- 音频(Audio)信号：频率范围为20 Hz~20 kHz的信号
- 超音频信号：频率高于20 kHz的信号，或称超声波(ultrasonic)信号

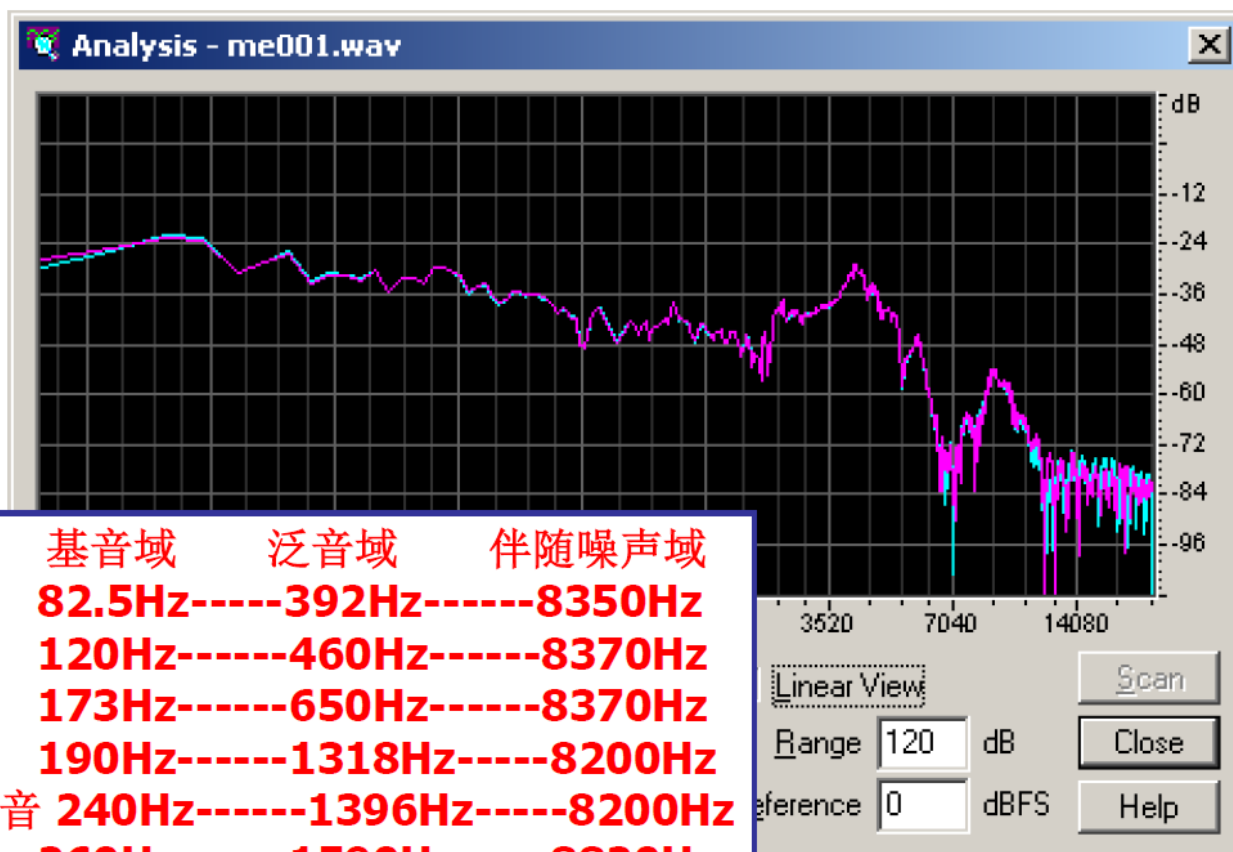
声音的基本特性



- 声音的频率

- 人的发音器官发出的声音频率大约是80~3400 Hz
- 人说话的信号频率通常为300~3000 Hz，这种频率范围的信号称为话音(speech)信号

话音频谱示例

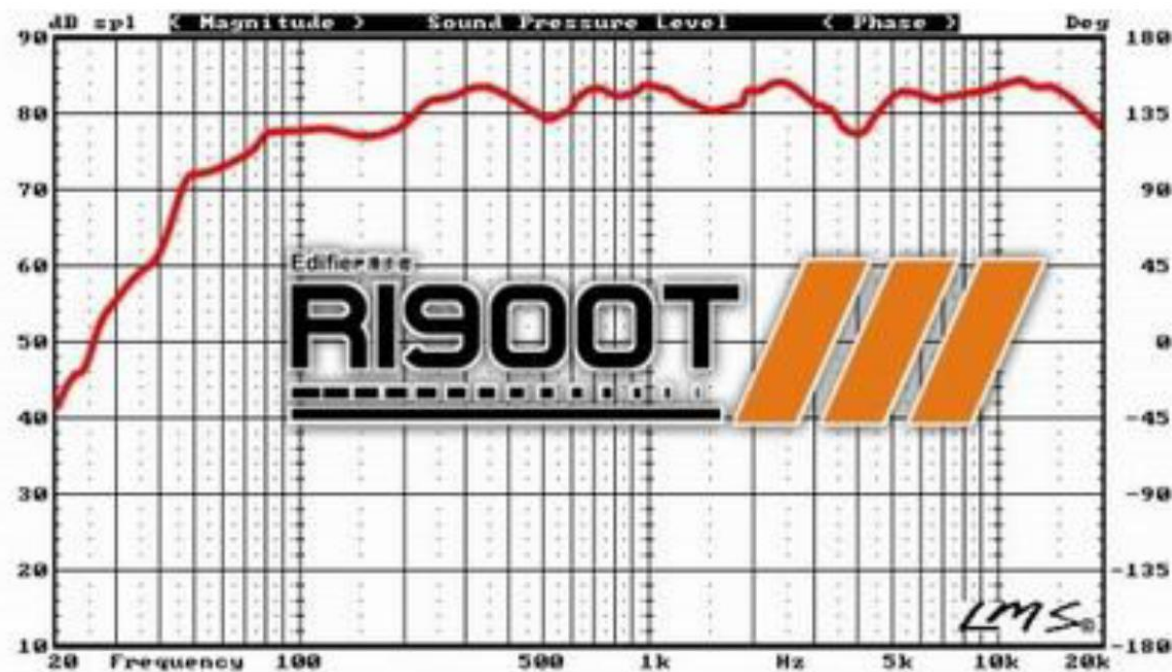


	基音域	泛音域	伴随噪声域
男低音	82.5Hz	-----392Hz	-----8350Hz
男中音	120Hz	-----460Hz	-----8370Hz
男高音	173Hz	-----650Hz	-----8370Hz
女低音	190Hz	-----1318Hz	-----8200Hz
次女高音	240Hz	-----1396Hz	-----8200Hz
女高音	260Hz	-----1590Hz	-----8820Hz

频率响应曲线



- 用频率响应曲线表示音响特性



人体的固有频率



- 由科学测试知道人体各部位有不同的固有频率，如眼球的固有频率最大约为60赫兹，颅骨的固有频率最大约为200赫兹等；把人体作为一个整体来看，如水平方向的固有频率约为3—6赫兹，竖直方向的固有频率约为48赫兹。
- 有关部门规定，要求用手工操作的各类振动机械的频率必须大于20赫兹。
- 次声波枪和次声波炸弹利用频率为16—17赫兹的次声波，与人体内的某些器官发生共振，使受振者的器官发生变形、位移或出血，从而达到杀伤敌方的目的。

声音的基本特性



● 声音的带宽

- 对声音信号的分析表明，声音信号由许多频率不同的信号组成，这类信号称为复合信号，而单一频率的信号称为分量信号。
- 带宽是声音信号的一个重要参数，它用来描述组成复合信号的频率范围。如高保真音信号(high-fidelity audio)的频率范围为10 Hz~20000 Hz，它的带宽约为20 kHz（20000-10）。

声音的基本特性



● 声音的响度

- 声音的响度就是声音的强弱。
- 听阈：当声音弱到人的耳朵刚刚可以听见时，我们称此时的声音强度为“听阈”。
- 痛阈：声音强到使人耳感到疼痛时，这个阈值称为“痛阈”。
- 注意：听阈和痛阈都是和频率相关的。

声音的基本特性



● 声音的响度

- 用分贝（dB）来描述声音的响度/强度
- 理论上来说应该用“声压”来描述声音的响度，但是声压的变化幅度太大，并不合适。
- 将某个声音的声压定义为“标准值”0分贝，任何一个声音的声压和标准值相除，然后取对数，得到该声音的分贝：

$$G_{\text{dB}} = 20 \log_{10} \left(\frac{V_1}{V_0} \right)$$

声音的基本特性



● 声音的响度

➤ 用分贝（dB）来描述声音的响度/强度

1分贝	刚能听到的声音
15 分贝以下	感觉安静
30 分贝	耳语的音量大小
40 分贝	冰箱的嗡嗡声
60分贝	正常交谈的声音
70分贝	相当于走在闹市区
85分贝	汽车穿梭的马路上
95分贝	摩托车启动声音
100分贝	装修电钻的声音
110分贝	卡拉OK、大声播放MP3 的声音
120分贝	飞机起飞时的声音
150分贝	燃放烟花爆竹的声音

小结：声音的基本特性



- 各种对声音的处理方法都是基于声音的基本特性，学习对音频信号进行处理就必须熟悉这些基本特性
 - 声音的产生、频率、带宽、响度
 - 频率特性是非常重要的属性，很多对音频信号的处理都和频率相关
 - 有关时间特性的分析在音频压缩部分有详细介绍

内容提纲



- 音频处理技术概述
- 声音的基本特性
- 音频的数字化
- 常见的音频文件
- 电脑音乐
- 不同媒体形式的转换
- 数字音频设备
- 数字音频编辑软件

模拟音频和数字音频



● 模拟磁性录音技术

- 话筒把声音在介质中的机械振动转换为电信号，以模拟电压的幅度来表示声音强弱
- 直接记录音频信号的波形，重放时用唱针扫描槽纹或者用放音磁头来拾取信号；
- 受电磁性能的影响较大，磁带的频率特性微小的变化都会对音质产生影响；
- 目前模拟录音的动态范围可达80dB

模拟音频和数字音频



啃芝士 bilibili



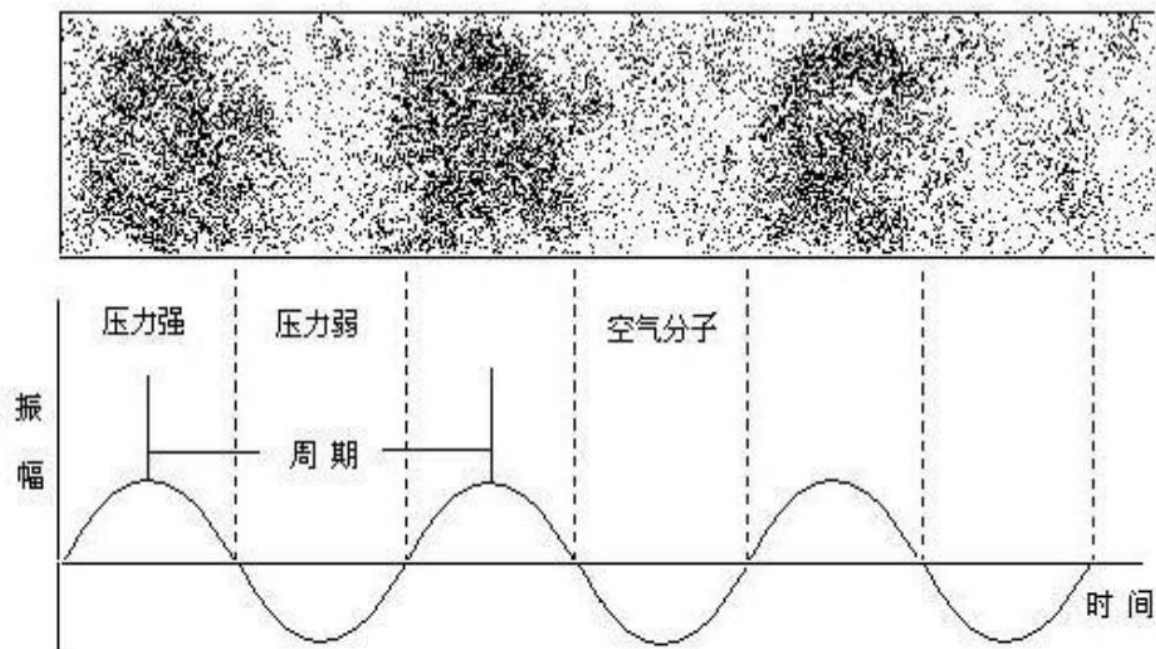
激活 Windows
转到“设置”以激活 Windows。



模拟音频和数字音频



- 模拟磁性录音技术

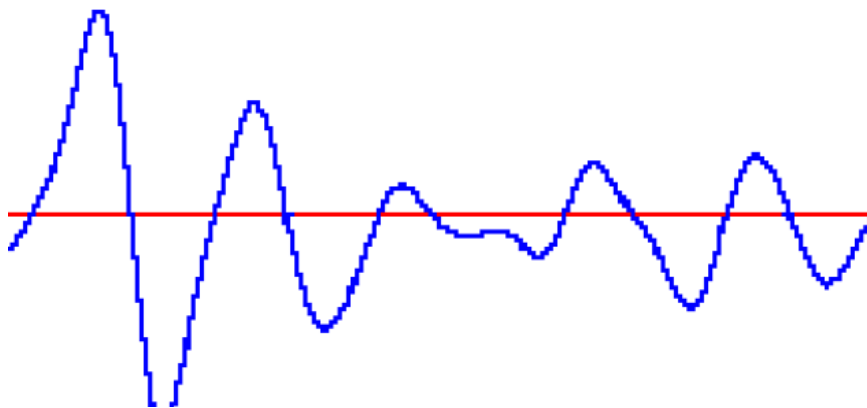


模拟音频和数字音频



- 音频信号是模拟信号

- 话音信号是典型的连续信号，不仅在时间上是连续的，而且在幅度上也是连续的。在时间上“连续”是指在一个指定的时间范围里声音信号的幅值有无穷多个，在幅度上“连续”是指幅度的数值有无穷多个。我们把在时间和幅度上都是连续的信号称为模拟信号。



模拟音频和数字音频



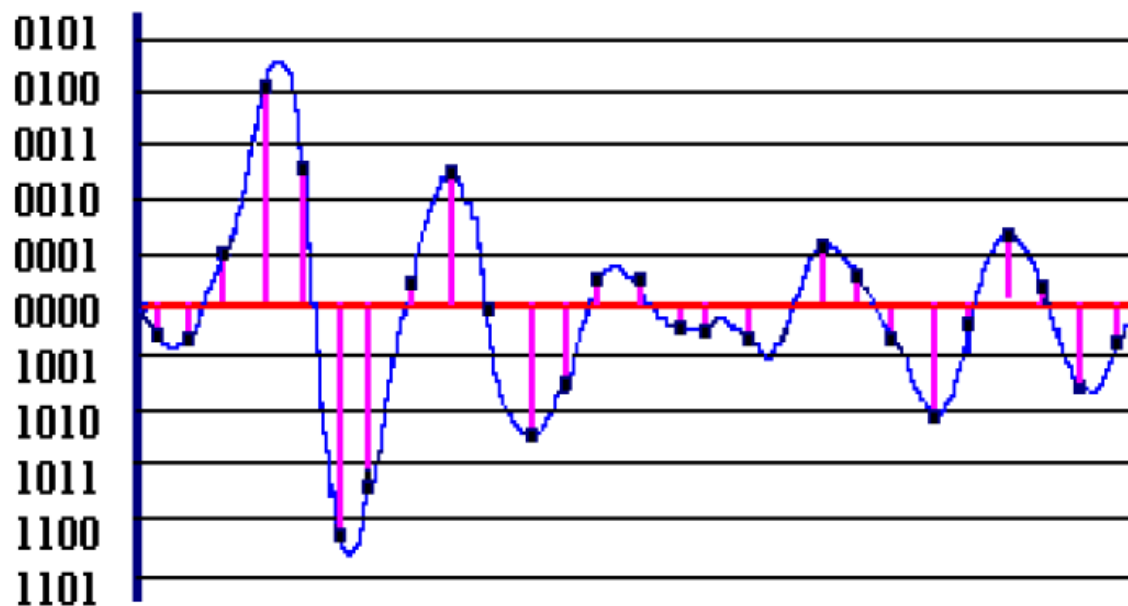
● 数字音频

- 通过模数转换器（A/D Converter）将声波波形转换成一连串的二进制数据来再现原始声音
- 以每秒上万次的速率对声波进行采样，每一次采样都记录下原始模拟声波在某一时刻的状态，称之为**样本**；
- 为每个样本分配一定的存储位（bit）来表达声波的振幅状态，称之为**样本精度/采样精度**。

模拟音频和数字音频



● 数字音频



模拟音频和数字音频



www.bilibili.com

声音的数字化

激活 Windows
转到“设置”以激活 Windows。

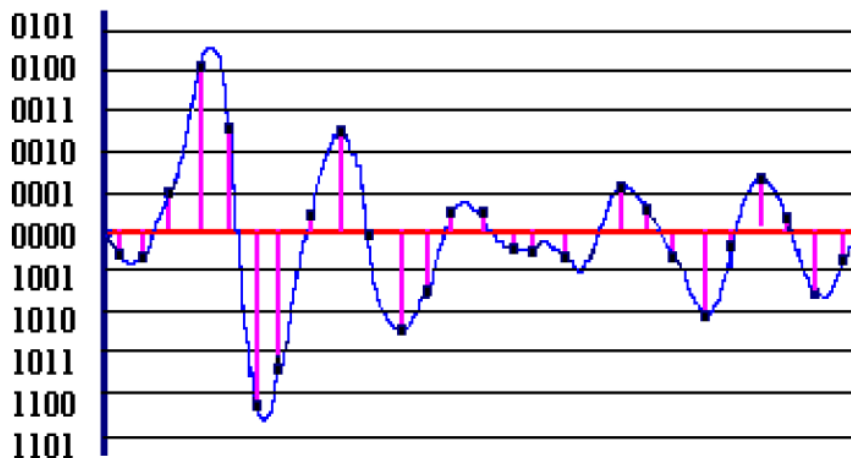


音频的数字化



- 将模拟音频转化为数字音频

- **采样**：每隔一段时间就记录一次声音信号的幅度
- **量化**：把采样得到的声音信号幅度转换为数字值
- 时间上的离散叫采样，幅度上的离散叫量化



音频的数字化



- 采样频率

- 将模拟音频数字化时，每秒钟所抽取声波幅度样本的次数，采样频率的计算单位是kHz（千赫兹）。
- 一般来讲，采样频率越高声音失真越小，但用于存储音频的数据量也越大。

音频的数字化



- 奈奎斯特采样定律

- 采样频率不应低于声音信号最高频率的两倍
- 可以这样来理解奈奎斯特理论：声音信号可以看成由许许多多正弦波组成的，一个振幅为 A 、频率为 f 的正弦波至少需要两个采样样本表示，因此，如果一个信号中的最高频率为 F_m ，采样频率最低要选择 $2 * F_m$ 。例如，电话语音的信号频率约为3.4 kHz，采样频率就选为8 kHz。

音频的数字化



● 样本精度

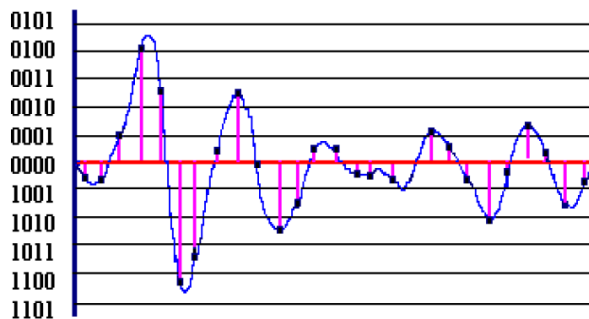
- 模拟音频中，声音的幅度通常用电压表示；而在数字音频中，电压通常用数字表示。例如，0.5V电压用数字20表示，2V电压用数字80表示。
- 电压是连续变量，即使在某电平范围内，仍然有无穷多个，比如1.2V、1.21V、1.215V...
- 用数字表示音频幅度时，只能把无穷多个电压幅度用有限个数字表示，即把某一个幅度范围内的电压用一个数字表示，这个过程称作量化。

音频的数字化



● 样本精度

- 样本精度是每个采样点能够表示的数据范围，常用的有8位、12位和16位。例如8位量化级表示每个采样点可以表示256个（0~255）不同量化值。
- 量化的过程是，先将整个幅度划分成为有限个小幅度（量化阶距），把落入某个阶距内的样值归为一类，并赋予相同的量化值。



音频的数字化



- 单声道和双声道

- 记录声音时，如果每次生成一个声波数据，称为单声道；
- 每次生成两个声波数据，称为双声道或立体声，立体声更能反映人的听觉感受。

音频的数字化



- 数字音频文件大小的计算

- 数据量 Byte = 采样频率Hz

- × (采样位数/8)

- × 声道数

- × 时间s

音频的数字化

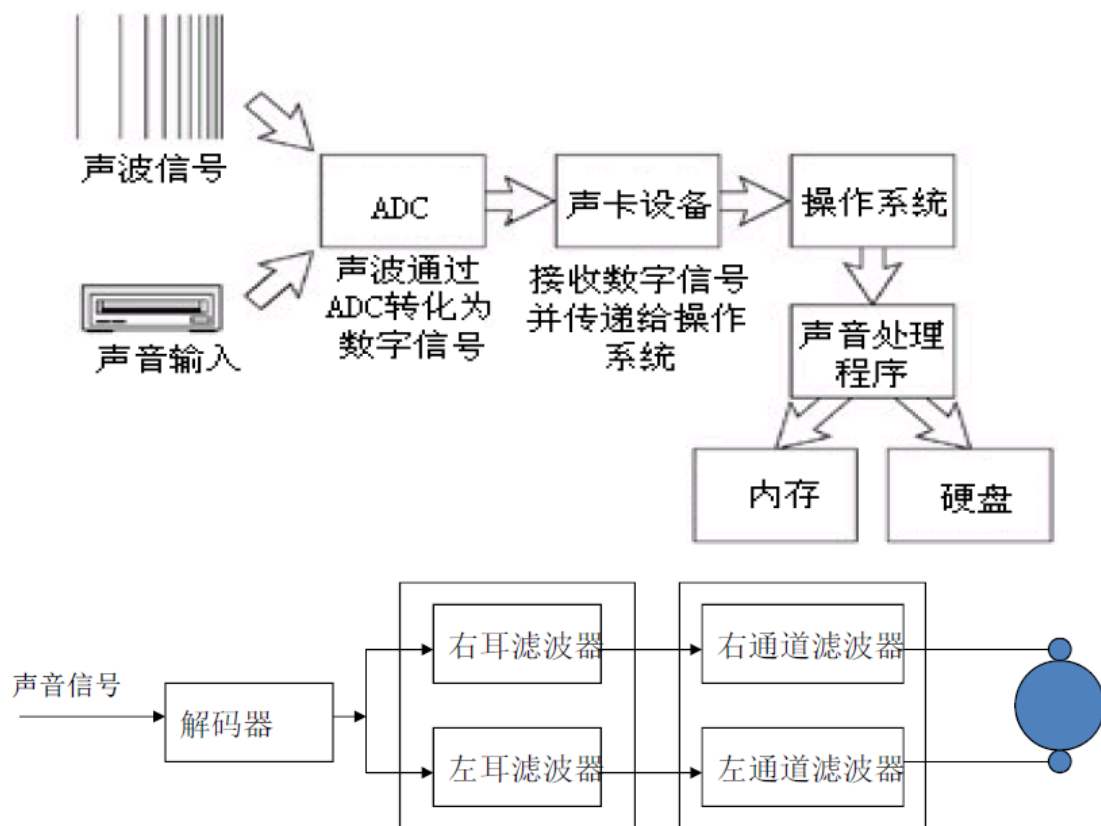


- 数字音频文件大小的计算

➤ 如果采样频率为44.1kHz，分辨率为16位，立体声，录音时间为10s，符合CD音质的声音文件的大小是多少？

$$44100\text{Hz} \times (16/8) \times 2 \times 10\text{s} = 1764\text{KByte}$$

音频的数字化



音频的数字化



- 选择题：数字音频采样和量化过程所使用的主要硬件是（）
 - A. 数字编码器
 - B. 数字解码器
 - C. 模拟到数字的转换器（A/D转换器）
 - D. 数字到模拟的转换器（D/A转换器）

音频的数字化

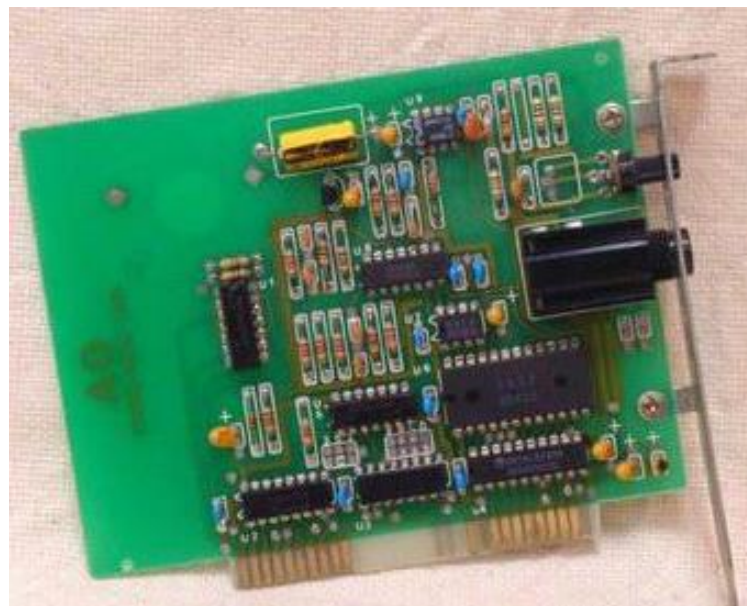


- 选择题：下列采集的波形声音哪个质量最好（）
 - A. 单声道、8位量化、22.05kHz采样频率
 - B. 双声道、8位量化、44.1kHz采样频率
 - C. 单声道、16位量化、22.051kHz采样频率
 - D. 双声道、16位量化、44.1kHz采样频率

声卡历史



- 在还没有发明声卡的时候，PC游戏是没有任何声音效果的。为了得到更好的声音效果，人们进行了大量的研究和实验，最后终于诞生了声卡
 - 真正意义上的第一块声卡是由Adlib Audio公司（声卡之父）于1984年研发的
 - 计算机的第一次发声是在Apple的机种上



AdLib魔音卡

声卡历史



- 真正把声卡带入个人电脑领域的是我们都很熟悉的新加坡Creative创新公司
 - 1989年Creative Labs的第1代Sound Blaster (声霸卡)问世，很快取代了AdLib成为PC机上的声音标准

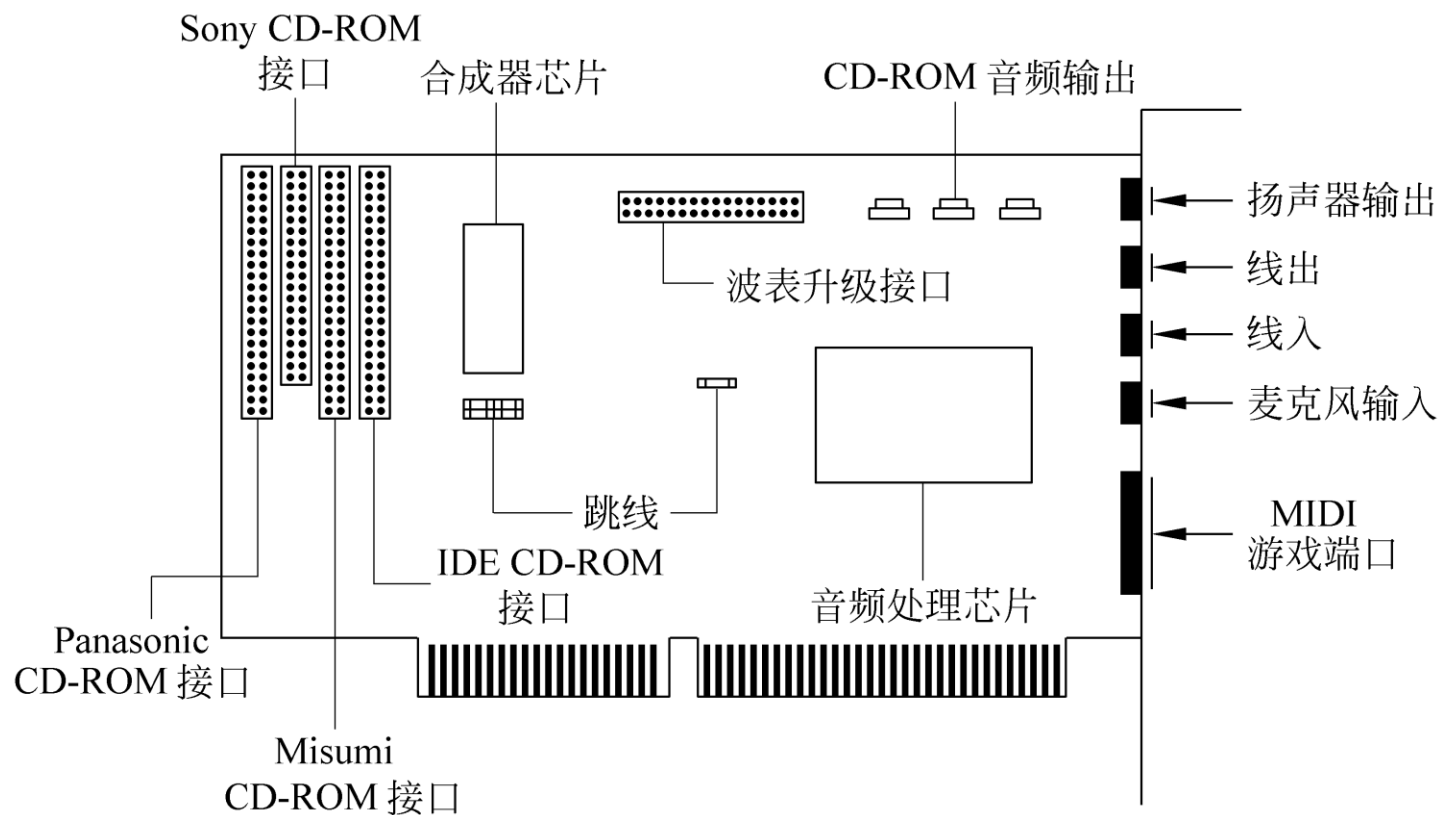


声卡的功能

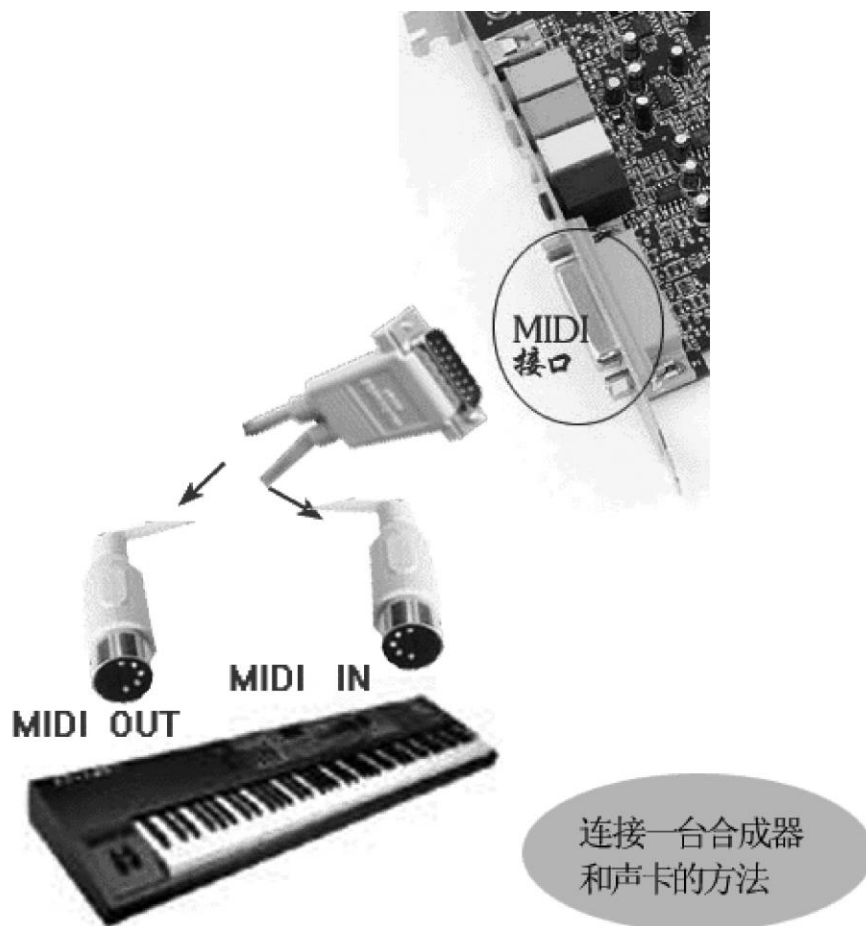


- 声卡的功能主要包括以下几个方面
 - 音频录放、编辑
 - 音乐合成
 - 文语转换
 - CD-ROM接口
 - MIDI接口
 - 游戏接口

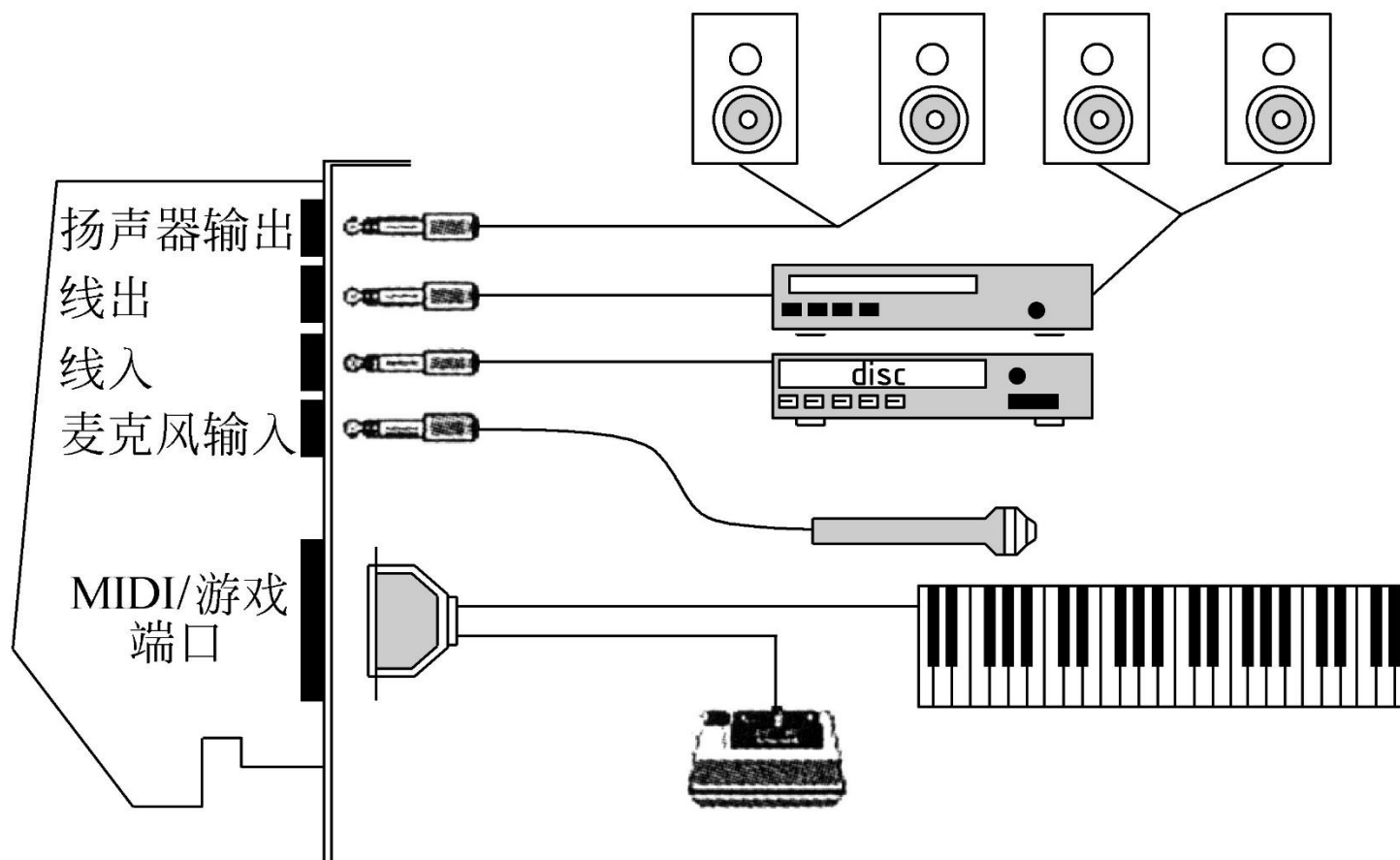
声卡的组成与工作原理



声卡的组成与工作原理



声卡的组成与工作原理



小结：音频的数字化



- 需要对声音信号采样和量化的过程有了解
- 掌握利用采样频率、样本精度计算数字音频文件的方法
- 了解声卡的工作原理和历史

内容提纲



- 音频处理技术概述
- 声音的基本特性
- 音频的数字化
- 常见的音频文件
- 电脑音乐
- 不同媒体形式的转换
- 数字音频设备
- 数字音频编辑软件

常见声音文件



- CD
- 业界标准
- *.WAV文件
- 用于存储
- *.MID、*.RMI文件
- 用于合成音乐
- *.MP3文件
- 着重于压缩
- *.ra、*.rm、*.rmvb、*.WMA
- 用于网络传输

常见声音文件



● WAV文件

- 波形文件/波形音频，是多媒体计算机获得声音最直接、最简便的方式。声卡以一定采样频率和样本精度对输入声音进行数字化，将其从模拟声音信号转换为数字信号（模/数转换），然后以适当的格式存在硬盘上。
- WAV是Windows所使用的标准数字音频文件。
- WAV的主要缺点是产生的文件太大，不适合长时间记录。

常见声音文件



- MIDI文件（Musical Instrument Digital Interface）

- 存储的不是声音信号，而是各种乐器的发音命令，播放时系统根据这些命令合成乐曲。
- MIDI文件的优点是体积小，可以满足长时间音乐的需要。
- 用于控制音乐合成器，合成细节由合成器决定。

常见声音文件



● MIDI文件

- 仅仅是一个事件的列表，描述了一个声音卡或其他播放设备要产生某种声音的特定的步骤
- 每一个描述乐器演播的动作的字都赋给一个特定的二进制代码。要奏响一个音符，你要发出一个“音符开”（NoteOn）消息，然后对该音符赋以一个“速度”，用以判断该音符能奏多响。
- 其他控制包括选择哪件乐器演奏、混合和平移声音以及控制电子乐器等。

常见声音文件



● MIDI文件



弹琴

哪个键，什么时候按下的，
什么时候抬起来的，力度多大



哪个音，什么时候开始发音，什么时候停
止，音量大小……



当当当！



常见声音文件



● CD音频

- CD音频也是一种数字化声音，以16位量化级、44.1kHz采样频率的立体声存储，可以完全重现原始声音，每片CD唱片能记录约74分钟这种质量的音乐节目。
- CD-ROM驱动器可以读取CD-ROM盘的信息，还能播放数字CD唱盘（CD-DA）。

声音文件的播放

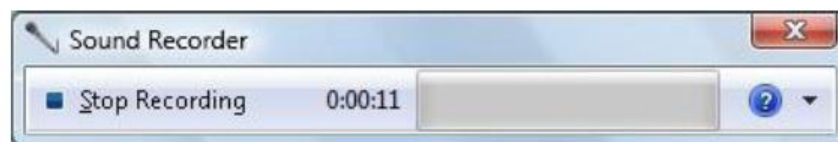


- 操作系统自带的媒体播放器
 - Windows Media Player
 - 各种Linux版本下也有媒体播放器
- 著名的音乐播放软件
 - 经典：Winamp、RealPlayer等
 - 流行：QQ音乐、网易云音乐、iTunes、酷我音乐盒等等
- 声卡或主机驱动中自带的播放软件
 - 这种形式现在已经几乎不存在了

声音文件的录制



- 操作系统自带的录音机
- 声卡自带的应用程序
- 用于电脑音乐处理的通用软件
- 必要条件：拥有麦克风



小结：声音文件



- 自然界声音录制而成

- 声音波形的直接记录：*.WAV文件
- 存储压缩后的波形数据：*.MP3文件

- 电脑合成的声音

- 纯粹人造声音：*.MID、*.RMI文件
- 与自然界声音混合拼接

小结：声音文件



- 声音文件的操作

- 常规操作：录制、播放
- 编辑：音效生成、声音内容篡改

变迁：唱片→磁带→CD光盘→磁盘文件→网络流媒体

内容提纲



- 音频处理技术概述
- 声音的基本特性
- 音频的数字化
- 常见的音频文件
- **电脑音乐**
- 不同媒体形式的转换
- 数字音频设备
- 数字音频编辑软件

电脑音乐



- 电脑音乐是指利用多媒体电脑及与音乐相关的软件为工具制作并播放出来的音乐。电脑音乐文件有多种格式，如：wav文件、mp3文件、midi文件、aac文件、wma文件、ra文件等。
- 音乐是一种抽象的艺术，用音高和节奏来展示艺术的魅力；电脑是一种科技工具，把复杂的运算集中在一块小小的集成电路中，用高速的衍变解脱现实的束缚。音乐和电脑结合起来就是电脑音乐，它是数码时代的听觉新艺术，是音乐与科技的完美结合。

改变了艺术创作的流程



- 传统的音乐创作

- 作曲家谱曲 => 乐谱交给乐队演奏 => 录音师与乐队合作录制，发行

- 一体化音乐制作人

- 构思旋律谱曲 => 软件模拟乐队演奏 => 软件合成乐曲和其他声音 => 声音文件
 - 低成本导致大量网络红歌诞生

示例：虚拟歌手



- 初音未来（初音ミク）是以Yamaha的VOCALOID 2语音合成引擎为基础开发贩售的虚拟女性歌手软件。软件使用了Yamaha的VOCALOID 2语音合成引擎，把人类的声音录音并合成为酷似真正的歌声。只需输入音调、歌词则可发出声音，亦可以调整震音、音速等的“感情参数”，最多能够16人合唱，亦支持即时演奏。制作完成后会以WAV格式输出，但软件本身只可做出歌唱部分，伴奏音声需要使用其他音乐软件合成。

示例：虚拟歌手



- 初音未来是世界上第一个使用全息投影技术举办演唱会的虚拟偶像。



示例：虚拟歌手



- 2013年9月6日，亚洲天王周杰伦在台北小巨蛋举行演唱会，并“邀请”到已故台湾歌手邓丽君与之同台献唱。



电脑音乐创作



- 电脑音乐创作分为三个步骤：
 - 编曲（确定旋律）
 - 合成（不同的音乐片断合成等）
 - 后期制作（加入人工录音等）
- CakeWalk、Vegas Audio、CoolEdit、AutoScore等

电脑音乐的编曲



- Cakewalk, 由Twelve Tone System公司（现改名为Cakewalk公司）开发。作为一款音序器软件，Cakewalk不仅有非常强大的功能，而且使用广泛。
- 2009年后该公司发布的新版本软件更名为SONAR。除了Cakewalk的MIDI部分，极大地增强了音频处理。

小结：电脑音乐



- 电脑音乐创作分为三个步骤：

- 编曲（确定旋律）
- 合成（不同的音乐片断合成等）
- 后期制作（加入人工录音等）

- 专业音乐创作环境

- 音乐编曲/编辑软件
- 专业的效果器插件（对人声、乐音进行均衡、压缩、混响等效果美化）
- 专业的音源插件（不同音色乐器的样本库）

内容提纲



- 音频处理技术概述
- 声音的基本特性
- 音频的数字化
- 常见的音频文件
- 电脑音乐
- 不同媒体形式的转换
- 数字音频设备
- 数字音频编辑软件

声音的转换到其他媒体



- 自动语音识别系统（语音到文本）
- 文本-语音转换（TTS，如金山词霸，有声电子读物，盲人阅读，电话银行）
- 声音记录到条码
- 声音和图像之间的同步
- 与讲稿画面同步的音乐文件
- word、excel中嵌入声音数据
- 用声音操作设备（siri）



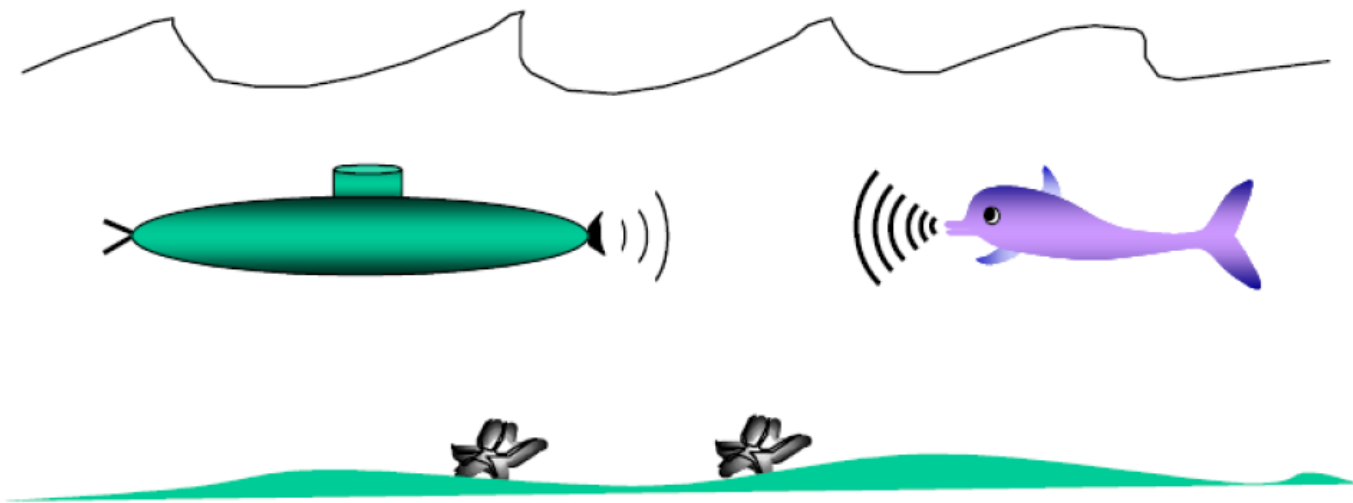
示例：Siri



- Siri是一款内建在苹果iOS系统中的的人工智能助理软件。
此软件使用自然语言处理技术，使用者可以使用自然的对话与手机进行互动，完成搜寻资料、查询天气、设定手机日历、设定闹铃等许多服务。

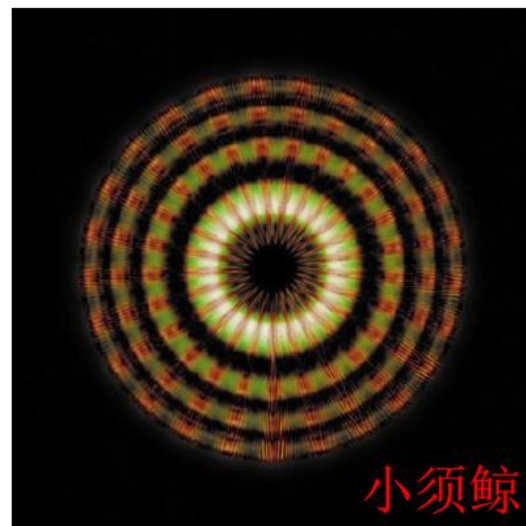
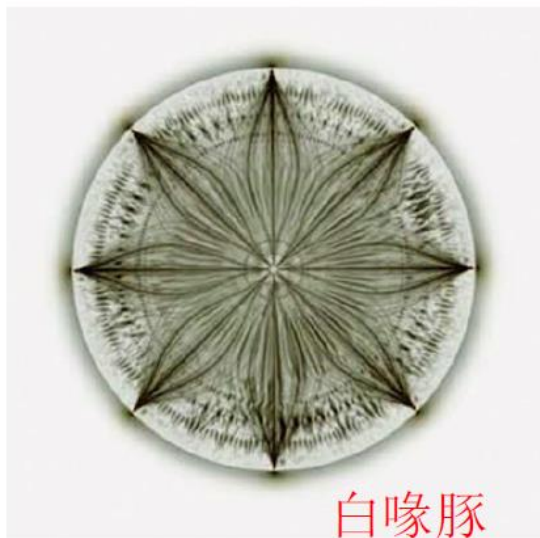


用声音表示各种信息



- 倒车雷达用声音表示距离
- 温度告警装置用警示音表示温度超标
- 书店、图书馆门禁

声音可视化



- 将声音进行小波转换后，利用可视化软件对小波转换图进行再制作，便形成了美丽的“花朵”图案。
- 鲸类喷气孔发出的声音转化成美丽“花朵”图案。

小结：不同媒体形式的转换



- 不同媒体形式转换的技术基础

- 计算机可处理的是电信号

- 传感器信号可通过适当转换转换为电信号

- 从而数字、文字、声音、图形、图象等媒体之间均可实现转换

内容提纲



- 音频处理技术概述
- 声音的基本特性
- 音频的数字化
- 常见的音频文件
- 电脑音乐
- 不同媒体形式的转换
- **数字音频设备**
- 数字音频编辑软件

模拟音频处理设备



- 话筒

- Microphone, 麦克风
- 声音的收集, 完成声能向电能的转化



- 音箱

- Speaker, 扬声器
- 还原声音, 将音频电流信号转化成声音信号



- 模拟调音台

- 可以拾取多路信号, 每路声音信号可单独进行处理。还可以进行各种声音的混合。拥有多种输出。
- 既能创作立体声、美化声音, 又可抑制噪声、控制音量, 是声音艺术处理必不可少的一种设备。



数字音频设备



- 数字音频处理设备可以分为两类：
 - (1) 专用数字音频设备
 - (2) 非专为处理音频而设计的多媒体计算机
- 数字音频设备
 - (1) 数字调音台
 - (2) 数字录音机
 - (3) 数字音频工作站

数字音频设备



● 数字调音台

- 其作用有两个：其一是将每一路进行优化和调节；其二，对多路声音进行混合输出。



数字音频设备



- 数字录音机

- 采用数字记录方式来存储音频信号。
- 一般可用硬盘记录方式或者光盘记录方式。



数字音频设备



- 数字音频工作站

- 一台能够完成从录音、编辑、混合、压缩，一直到最后刻出母盘的全部音频节目制作过程的设备。
- 调音台、多轨录音机、编辑机、效果器等。
- 集成度高，免去录音连线的烦恼，且便于携带。



数字音频设备



- 不管是专用设备，还是多媒体计算机，在处理数字音频时，其关键的硬件技术内核包括：
 - 1) 模数转换器 (ADC)
 - 2) 数模转换器 (DAC)
 - 3) 数字信号处理器 (DSP)
 - 如：模拟和产生声场，控制声效等。

内容提纲



- 音频处理技术概述
- 声音的基本特性
- 音频的数字化
- 常见的音频文件
- 电脑音乐
- 不同媒体形式的转换
- 数字音频设备
- 数字音频编辑软件

数字音频编辑软件



- 数字音频处理方式
 - 专业数字音频设备
 - 多媒体计算机 + 数字音频编辑软件
- 数字音频编辑软件分类
 - 音源软件（音序器软件）：数字音乐创作
 - 编辑软件：声音的录音、剪辑、混音合成和特效处理等。



音源软件



编辑软件

数字音频编辑软件



- 音源软件（音序器软件）
 - Cakewalk
 - 制作MIDI，录制音频等
 - FL Studio
 - 音符编辑器
 - 音效编辑器
 - 音源输入



Cakewalk



FL Studio

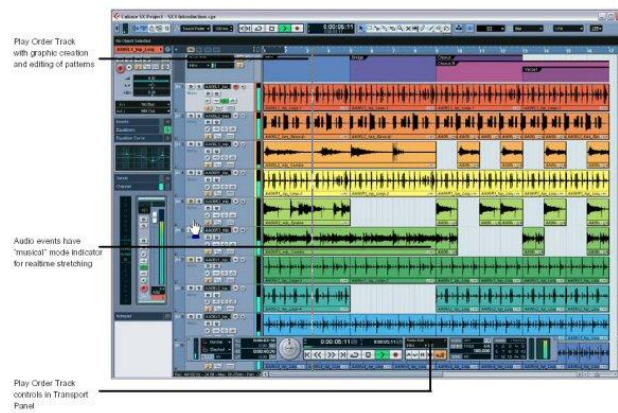
数字音频编辑软件



● 编辑软件

➤ Cubase

- 德国Steinberg公司出品的苹果、PC双平台软件
- MIDI/音频/合成器一体化音乐工作站



Cubase

➤ Nuendo

- 录音、混音和环绕声制作



Nuendo

➤ Logic Audio



Logic Audio

数字音频编辑软件



- Vegas Audio/ Video

- 多轨
- Sonic Foundry
- 没有MIDI功能

- Sound Forge

- Sonic Foundry
- 大量用于游戏音效

- Cool Edit

- 效果处理优先于其他同类软件，尤其是降噪和变调功能。

- Audition

- Adobe，前身是Cool Edit Pro



Sound Forge



Vegas Audio/ Video



Cool Edit



Audition

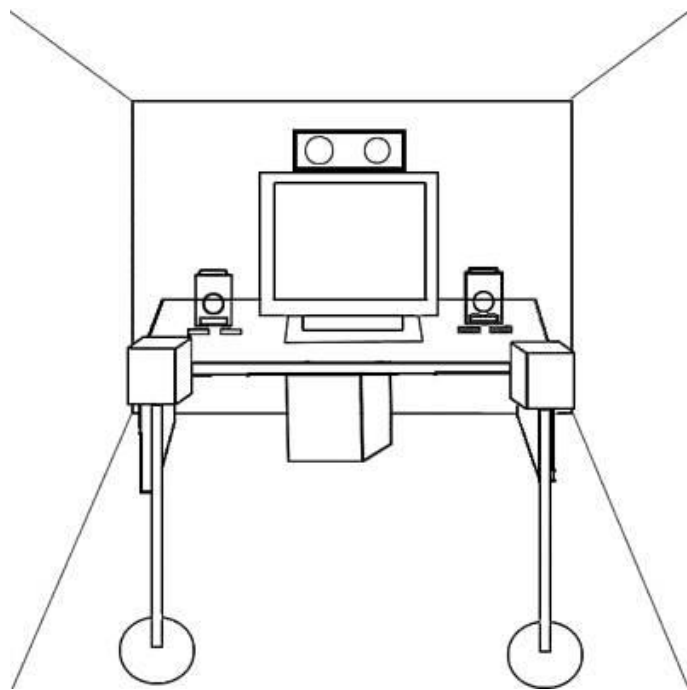
数字音频编辑软件



● 几个关键的技术概念：

➤ 1. 声道

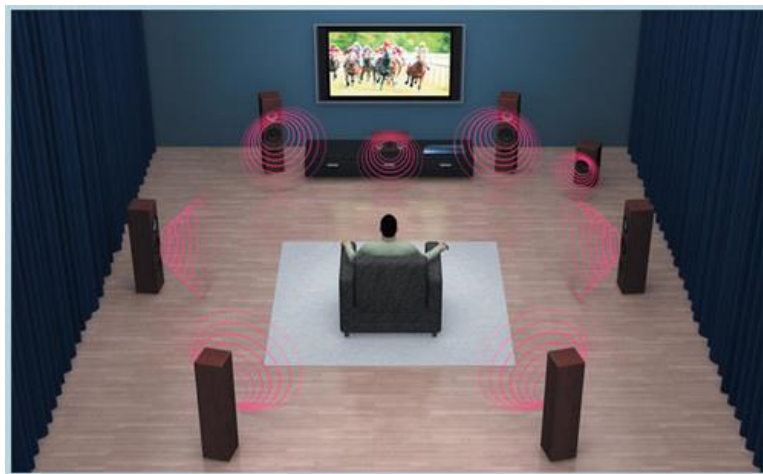
- 声道是指声音在录制或播放时在不同空间位置采集或回放的相互独立的音频信号
- 声道数也就是声音录制时的音源数量或回放时相应的扬声器数量
- 声道就是不同位置发出的声音



数字音频编辑软件



- 单声道：缺乏位置感。
- 立体声：声音在录制过程中被分配到两个独立的声道，但所占空间比单声道多一倍。
- 四声道环绕：规定了四个发生点：前左、前右、后左、后右，同时建议增加一个低音音箱，以加强对低频信号的回放处理。
- 5.1声道：运用于各类传统影院和家庭影院中。来源于4.1环绕，不同之处在于增加了一个中置单元。这个中置单元负责传送低于80Hz的声音信号，有利于加强人声，把对话集中在整个声场的中部，以增强整体效果。
- 7.1声道：在5.1的基础上增加了中左和中右两个发声点。



数字音频编辑软件



● 几个关键的技术概念：

➤ 2. 音轨

- 音轨就是在音频处理软件中看到的一条一条的平行“轨道”。每条音轨分别定义了该条音轨的属性，如音轨的音色，音色库，通道数，输入/输出端口，音量等。
- 在音序器软件中，一条音轨对应于音乐的一个声部或者对于一种乐器，它把 MIDI 或者音频数据记录在特定的时间位置。
- 对于音频工作站软件而言，每一音轨对应一个原始音频素材文件或者前后对应多个音频文件。所有的音频处理软件都可以允许多音轨操作，也就是在某一段时间内，可以同时让多个音频素材同时播放，产生混音效果。

数字音频编辑软件



- 几个关键的技术概念：

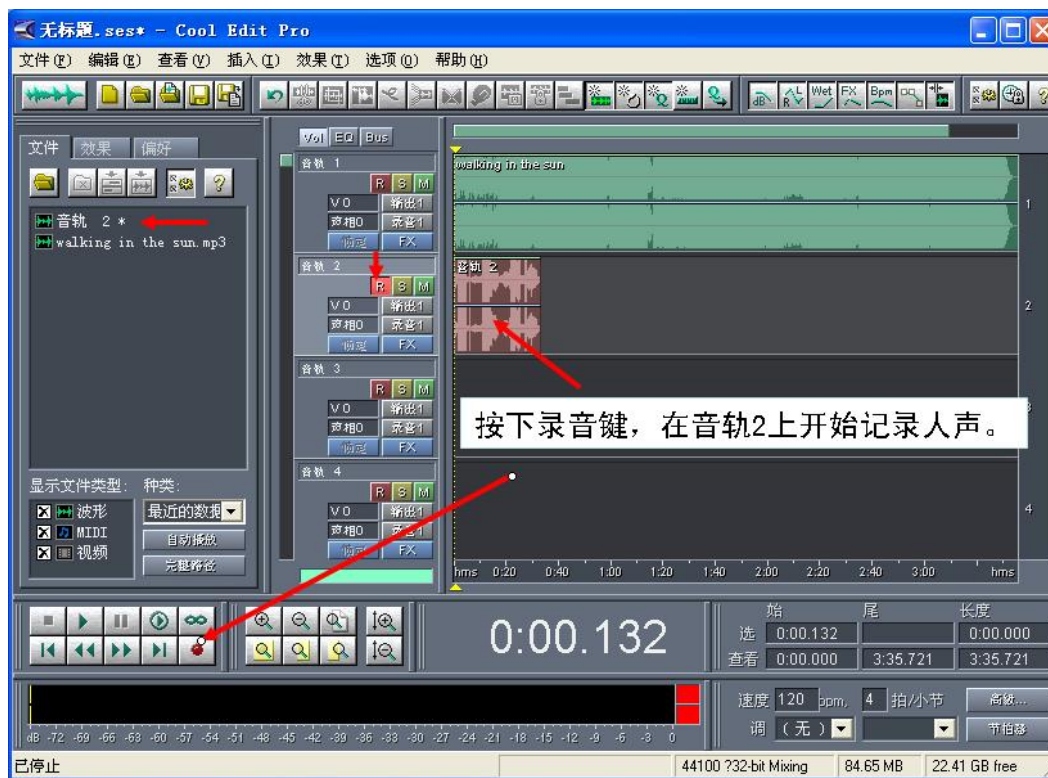
- 3. 时序

- 时序是数字音频处理软件中的一个相当重要的概念。所谓时序，其实也就是时间的顺序，这是编辑处理视频、音频、动画等等媒体的一个共同概念和基本思想。人们在处理多个轨道多个音频素材时，这些素材的先后顺序如何去定义，这就是时序的思想。

数字音频编辑软件



● Cool Edit Pro



数字音频编辑实例（录制歌曲）



- 首先要准备好必要的硬件设备，通常必须的工具具有：多媒体计算机、声卡、话筒和耳机，当然还有录制软件，对于初学者来说用Cool Edit Pro软件比较方便。
- 第二步，准备伴奏音乐。确定好要录制的歌曲后，可以到网络中下载所需要的伴奏。如果伴奏是乐器现成演奏的，还可以通过软件现场录制。
- 第三步，开始录制工作。打开Cool Edit Pro软件，进入多音轨界面，将上一步中准备好的伴奏导入到音轨1处。将音轨2作为人声录制音轨，做好准备后，按下录制键开始录制。注意录制前，一定要调节好总音量及麦克音量，录制时要关闭音箱，通过耳机来听伴奏，跟着伴奏进行演唱和录音。
- 第四步，检查并输出。录音完毕后，可选中音轨2人声文件进行试听，看有无严重的出错，是否要重新录制，满意后便可将伴奏和人声混缩合在一起，并将混缩合成后的文件存为mp3或wma格式，并给取一个文件名。