【注意】本文档中所有蓝色文字，是教师对内容的要求或补充说明。学生在提交报告前，应将它们全部删除。

**目录**

[1. 简介 2](#_Toc4991)

[2. 增采样方法设计 2](#_Toc4788)

[2.1. 基于数字滤波的方法 2](#_Toc8778)

[2.2. 基于时域插值的方法 2](#_Toc27223)

[2.3. 效果比较与分析 3](#_Toc4716)

[3. 实际语音信号增采样 3](#_Toc11115)

[3.1. 程序实现与封装 3](#_Toc14056)

[3.2. 主观测试与分析 3](#_Toc12915)

[3.3. 客观测试与分析【可选】 4](#_Toc16761)

[4. 设计改进【可选】 4](#_Toc15460)

[5. 总结 4](#_Toc3294)

[5.1. 设计完成情况 4](#_Toc27698)

[5.2. 经验与收获 4](#_Toc24226)

[6. 附录——相关技术简介 4](#_Toc3578)

**要求**：定稿后更新目录，以保证目录的正确

# 简介

数字信号的增采样，是指将低采样率的离散时间序列，通过一定的处理手段，转化成高采样率的离散时间序列。增采样广泛应用于信号混合、多采样率信号处理等领域。

本课程设计运用Python语言，设计并实现多种对语音信号的增采样方法，并比较不同方法的效果的客观和主观差异，以及分析形成差异的原因。

以上段落文字可以直接复制使用。

# 增采样方法设计

**要求**

* 按照 workbench.ipynb 的指引，完成增采样方法初步设计。

## 基于数字滤波的方法

### 基本原理及滤波器设计

**要求**

* 描述方法的基本原理。
* 制定滤波器的技术指标，以及制定依据。
* 介绍一个IIR和一个FIR滤波器的设计代码。

### 完整实现与验证

**要求**

* 介绍完整实现该方法的增采样函数 upsample\_filter() 的代码
* 介绍作图的代码（比较增采样结果 x\_filter 与目标结果 x\_target）
* 介绍计算MSE的代码

### 最优方案

**要求**

* 尝试不同的滤波器类型和参数，找到最优方案，即 MSE 最小的滤波器及其参数。

## 基于时域插值的方法

### 基本原理

**要求**

* 介绍“最近邻域”插值法的基本原理。
* 介绍“线性”插值法的基本原理。
* 介绍实现插值法的代码。

### 完整实现与验证

**要求**

* 介绍完整实现该方法的增采样函数 upsample\_interp() 的代码。
* 介绍作图代码（比较增采样结果 x\_interp 与目标结果 x\_target）。
* 介绍计算MSE的代码。

### 最优方案

**要求**

* 尝试不同插值类型，找到最优方案，即 MSE 最小插值类型。

## 效果比较与分析

**要求**

* 比较基于数字滤波、基于时域插值这两种方法中各自的最优方案。
  + 作图比较两种方法的增采样结果 x\_filter、x\_interp 与目标结果 x\_target。
  + 比较两种方法的增采样结果的MSE。
* 分析两种方法差异产生的原因。

# 实际语音信号增采样

## 程序实现与封装

**要求**

* 编写可在命令行独立运行的Python程序，实现对音频文件的增采样。
  + 命令行参数包括：增采样方案、输入音频文件名、输出音频文件名。
  + 增采样方案提供4种选择：IIR滤波、FIR滤波、最近邻域插值、线性插值
  + 输入音频文件为wav格式，采样率固定8KHz。
  + 输出音频文件为wav格式，采样率固定48KHz。
* 【提示】注意保存输出音频文件的时候，确定数据类型是否正确。

## 主观测试与分析

**要求**

* 一位组员作为测试组织者，其他组员作为测试参与者
  + 组织者将4个不同方案的增采样结果文件改名，令到参与者无法从文件名中了解该文件是从哪个方法增采样得到。
  + 参与者使用音频播放软件，带耳机或在安静的环境中听音，对比每个增采样结果文件和目标高采样率音频文件。分别对4个文件进行打分，与目标高采样率音频文件越接近的越高分。
  + 组织者收集所有参与者的评分结果，统计得出每种增采样方案的平均得分。
* 分析得分情况和预期是否相符，如果有显著差异，分析原因。

## 客观测试与分析【可选】

**要求**

* 编写可在命令行独立运行的Python程序，计算增采样结果与目标结果之间的MSE。
  + 命令行参数包括：增采样音频文件名1、目标音频文件名2、文件1起始样本、文件2起始样本、比较样本数。
  + 因为增采样音频文件相对于目标音频文件可能存在不同程度的延迟，需要通过指定“起始样本”、“比较样本数”来截断和对齐，实现有意义的比较。
* 计算以上4种增采样方案结果的MSE，分析是否与主观测试结果吻合。

# 设计改进【可选】

**要求**

* 提出对方法设计、实现、测试等方面的改进设想。
* 分析说明改进的目的、原理和可行性依据。
* 实施对系统的改进，并通过仿真验证改进的效果。

# 总结

## 设计完成情况

**要求**

* 列出已完成的内容
* 列出未完成的内容，及导致未能完成的原因

## 经验与收获

**要求**：在本次设计过程中，所得到的经验与收获

# 附录——相关技术简介

**要求：**简要介绍本设计中所使用的

* 计算机语言
  + 官方名称、版本号、官网URL
* 主要函数包/模组
  + 只需包含非标准函数包/模组等（不是计算机语言自带的）
  + 官方名称、版本号、官网URL
  + 在本设计中的用途
* 工具软件
  + 编程开发、报告撰写、作图、其他辅助工具等
  + 官方名称、版本号、官网URL
  + 在本设计中的用途