

实验二：语音信号的频分复用

- 背景

- 将多段采样率8000Hz的信号在频域上合并为一段采样率48000Hz的信号

- 步骤

- 人说话时语音的频带分布在300Hz到3400Hz
 - 奈奎斯特采样定理：采样频率需要大于最大信号频率两倍，否则会发生混叠
 - 将4段采集的音频降采样到8000Hz，得到频带受限的信号
 - 经过对4段8000Hz语音进行适当处理，使多路不同的语音的频带在48000Hz的信号频带上互不重叠，实现多路语音同时传输

任务

- 使用任意编程语言 (python/matlab) 验证 “频分复用原理”
 - 收集四段不同的长度为30s的语音
 - 预处理音频信号：统一原始信号的采样率至8000Hz
 - 编码处理：将4段音频的频谱合并到一段采样率为48000Hz的音频中
 - 解码处理：将叠加在一起的多路语音分开，分离得到多路语音
- 注意事项：
 - 因为编码得到的信号仍然是实信号，在调制解调的过程中，要保持频谱共轭对称的性质

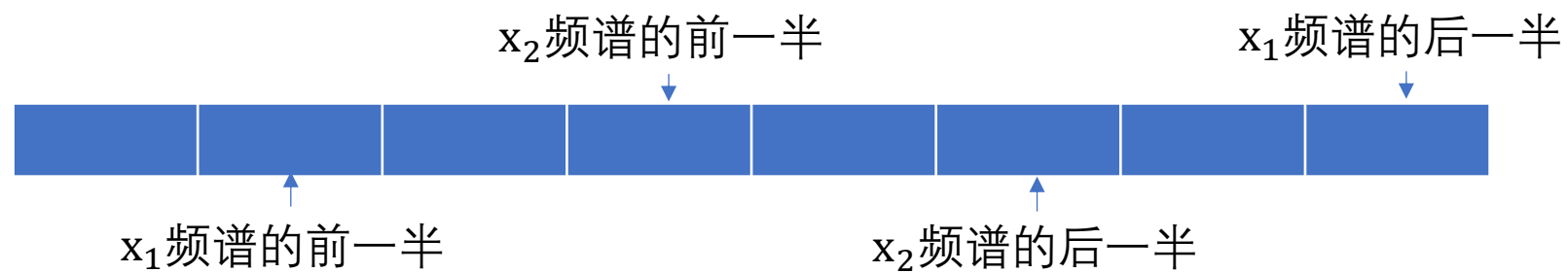
示例

8、(10 分) $x_1 = [2, 3]$ 是频率为 2Hz、时长为 1s 的数字信号, $x_2 = [1, 1, 2]$ 是频率为 3Hz、时长为 1s 的数字信号。对这两段信号做频分复用, 得到频率为 12Hz、时长为 1s 的数字信号 y 。已知 y 在时域上仍为实信号, 其频谱序列长度为 12, 其中下标为 1-2 的频段保存了 x_1 的频谱信息, 下标为 3-5 的频段保存了 x_2 的频谱信息, 如下图所示。试求出一个满足题意的信号 y 的频谱序列, 并填写在下列空格内。

保存 x_1 频谱信息 保存 x_2 频谱信息

[illegible]

更节省频带的示例



任务

- 前面的实验是整段语音进行频分复用，这在通信场景中是较为少见的。下面我们进行分帧频分复用，每一帧的长度为 N 秒。具体来讲，将音频切为多个等长的片段，每一个片段的长度为 N 秒，分别对每一片段进行频分复用，最终再解码。解码后将每一帧进行拼接，组合为完整的音频。请尝试 $N=1\text{s}$, 2s , 5s , 10s 时，分帧频分复用的结果。

实验要求

- 提交源码、实验结果以及实验报告
- **工具参考**
 - Python: librosa(语音处理) numpy(python的科学计算库, 有fft相关的api)
 - Matlab: audioread(音频文件读取) fft(傅里叶变换)