**复杂环境下端点检测波形展示程序参考资料**

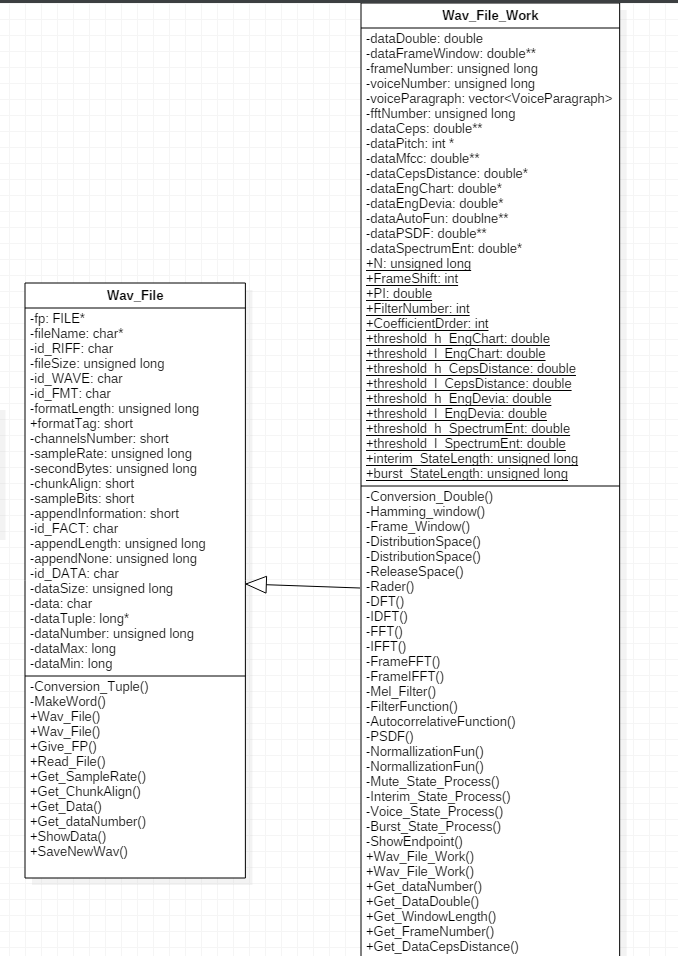
1. 程序中的重要文件

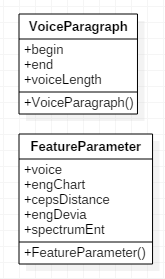
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 文件名 | 文件类型 | 存放内容 |
| 端点检测波形展示Dlg.h | 头文件 | 程序界面控制工具 |
| Wav\_File\_Header.h | 头文件 | 语音文件类（保存一个语音的结构） |
| Wav\_File\_Handle.h | 头文件 | 语音处理类（一个语音的处理过程） |
| 端点检测波形展示Dlg.cpp | 源文件 | 程序界面的控制方法 |
| Wav\_File\_Sourse.cpp | 源文件 | 语音文件类的实现方法 |
| Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp | 源文件 | 语音处理类的实现方法 |
| 端点检测波形展示.rc | 资源文件 | 程序界面的布局 |
| resource.h | 资源文件 | 界面空间的响应代码 |

1. 程序中的类

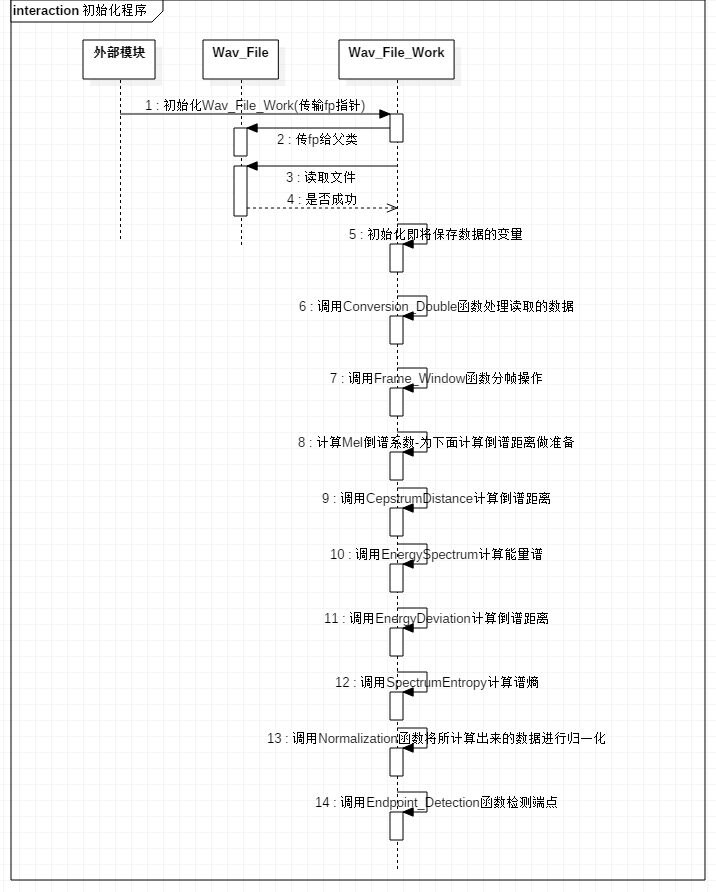
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类名 | 意义 | 作用 | 存放位置 |
| C端点检测波形展示Dlg | 程序的窗口类 | 用于对程序界面的操作 | 端点检测波形展示Dlg.h |
| VoiceParagraph | 语音段落类 | 用于保存一个检测完成的语音段落 | Wav\_File\_Header.h |
| FeatureParagraph | 特征参数类 | 用于保存一个帧的特征参数 | Wav\_File\_Handle.h |
| Wav\_File | 语音文件类 | 用于保存一个语音文件的信息 | Wav\_File\_Header.h |
| Wav\_File\_Work | 语音处理类 | 用于保存语音处理的特征结果跟处理方法 | Wav\_File\_Handle.h |

类图表示：

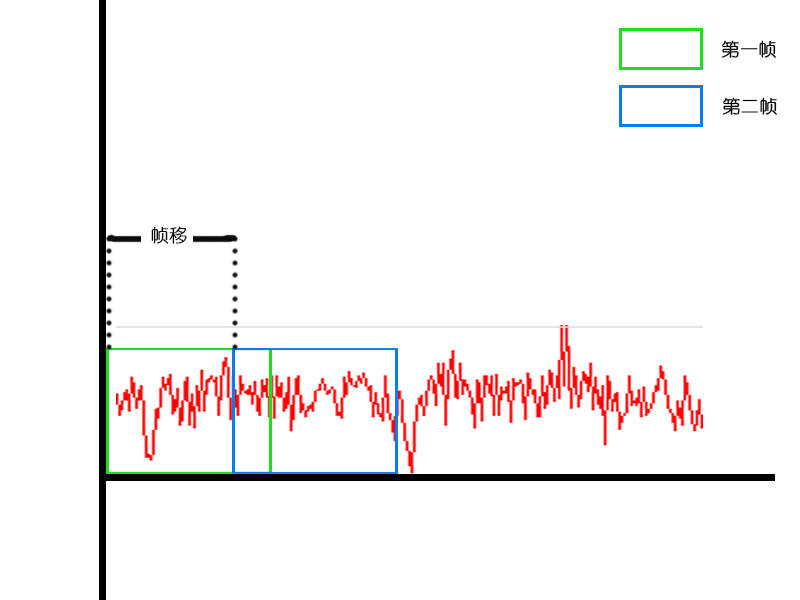




1. 程序初始化的流程



1. 分帧示意图



1. 特征参数
2. 短时能量

公式1:

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 意义 |
| E | 短时能量 |
| n | 第n个E |
| i | 在帧中的位置 |
| N | 帧的长度 |
| EngChart | 能量谱 |

参考自《一种噪声环境下的实时语音端点检测算法》徐大为、吴边、赵建伟、刘重庆，第二页公式1

1. 能量谱方差

公式2:

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 意义 |
| D | 能量谱方差 |
| n | 第n个D |
| i | 在帧中的位置 |
| N | 帧的长度 |
| EngChart | 能量谱 |
| En | 短时能量 |

参考自《一种噪声环境下的实时语音端点检测算法》徐大为、吴边、赵建伟、刘重庆，第二页公式2

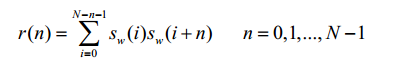
1. 倒谱距离

公式3:

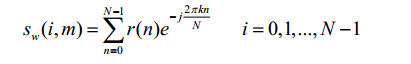
|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 意义 |
|  | 倒谱距离 |
| n | 在帧中的位置 |
| C | 倒谱系数 |

参考自《基于压缩感知观测序列倒谱距离的语音端点检测算法》叶蕾、孙林惠、杨震，第三页公式4

1. 谱熵
2. 求每一帧的短时自相关函数

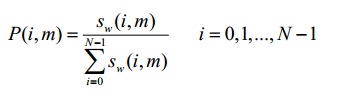
公式4: 

1. 求短时功率谱密度（进行快速傅里叶变换）

公式5: 

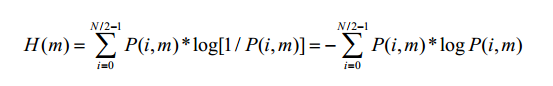
1. 求功率谱密度函数

公式6:



1. 求短时信息熵

公式7:



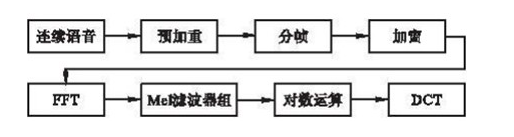
参考自《基于谱熵的语音端点检测算法的研究》第22页-23页

-----------上述特征参数中涉及到的能量谱与倒谱系数如下

能量谱：是每一帧进行快速傅里叶变换后得到的数据。

参考自《一种噪声环境下的实时语音端点检测算法》

倒谱系数：倒谱系数种类很多，在这里选择mel倒谱系数（MFCC）

Mel倒谱系数的处理过程如下：

综合各方资料总结如下：

公式8:

设频率系数函数

单个的mel滤波器

公式9:

通过mel滤波器的能量

公式10:

计算mfcc

公式11:

n为MFCC系数阶数，通常取12-16

参考自《潘鹤毕涉论文最终版》第3.6小节

参考链接如下：

<http://blog.csdn.net/richard2357/article/details/17147249>

<https://my.oschina.net/jamesju/blog/193343>

<http://blog.sina.com.cn/s/blog_892508d501012px5.html>

<http://blog.csdn.net/xiaoding133/article/details/8106672>

<http://blog.csdn.net/jojozhangju/article/details/18678861>

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 公式 | 公式内容 | 函数 | 文件位置 |
| 公式1 |  | EnergySpectrum | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  813~835 |
| 公式2 |  | EnergyDeviation | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  837~862 |
| 公式3 |  | CepstrumDistance | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  790~810 |
| 公式4 |  | AutocorrelativeFunction | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  299~314 |
| 公式5 |  | 这是数据求FFT的过程 | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  868 |
| 公式6 |  | PSDF | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  316~332 |
| 公式7 |  | SpectrumEntropy | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  864~882 |
| 公式8 |  | FilterFunction | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  294~298 |
| 公式9 |  | Mel\_Filter | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  247~292 |
| 公式10 |  | MFCC | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  734~766 |
| 公式11 |  | MFCC | Wav\_File\_Work\_Sourse.cpp  771~785 |

四状态机过程

