**基于SDR的FM系统设计**

**一、FM调制解调原理**

模拟信号FM调制公式：



调频信号离散化表达式：



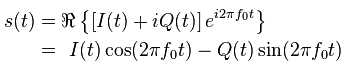
将上式展开得：



结合AD9361的I/Q调制方式，信号可以写成：



与复数建立联系，将基带复信号加载到复载波上发送出去，接收时取实数部分，即可得到真实的物理信号：



以上就是基于SDR的FM调制原理。根据这个原理，就有了相应的解调方法：



通过反正切求出每个数据的角度，相邻数据之间的角度差, 就是瞬时频率, 把这个频率输出, 就得到了解调的信号。但需要加上一个unwrap，防止相邻元素之间发生大于π弧度的跳变，使相位图更平滑。

总的过程是：反正切求角度——做差分——UNWRAP

**二、MATLAB仿真**

程序流程为：

读取WAV格式音频文件

FM调制

上采样到1.92MHz采样率

加噪声传播

降采样到原音频采样率

通过低通滤波器

FM解调

送到声卡播放

源程序见FM.m文件。

**三、Python实现**

程序由三部分组成：主程序、发线程、收线程；

**主程序：**读取WAV音频文件，将字符串类型转换成int16类型，将各参数传入收、发线程后，启动收、发线程。

**发线程：**为一帧发送数据分配空间，实部虚部分开存放；调制音频信号，然后循环发送每帧数据，每一帧要上采样到板子的采样率1.92MHz，发送时将实部虚部按顺序组合，然后发送到队列里。

**收线程：**为一帧接收数据分配空间，设置好滤波器和音频流；循环接收每帧数据，将虚部实部分开，把原数据重新组合在一起，此时用ctypes和numpy指针共享数据，而非另辟空间赋值，以缩短执行时间；然后进行下采样、低通滤波，得到的数据进行解调，并转换成字符串类型送到声卡播放。

具体程序见FM\_basic文件夹。