

Fourier

FrankZhou-jun*

2019 年 9 月 11 日

1 傅里叶变换

公式定义如下：

$$F(\omega) = \mathcal{F}(f(t)) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)e^{-j\omega t} dt \quad (1)$$

单纯看公式比较复杂，强烈推荐 <http://users.rowan.edu/~polikar/WTtutorial.html>，该网站详细介绍傅里叶变换，目前正在拜读中

之前一直困扰我的问题在这里得到解决，什么叫平稳信号？这里的平稳其实是相对频域来说的，指的是信号频域内的频率成分不随时间变化。爱思考的小朋友可能会问，什么是频率成分，这里举例说明一下，假设 $x(t)$ 的组成如下：

$$x(t) = \sin(2\pi * 10 * t) + \sin(2\pi * 50 * t) + \sin(2\pi * 150 * t) + \sin(2\pi * 300 * t) \quad (2)$$

这里信号的频率成分包含 10hz,50Hz,150Hz,300Hz, 当然时域内波形你什么都看不出的。但是如果经过公式1一变换就可以看到频率啦，不管时间如何变化，频率有且只有 4 中，不包含其他频率成分，我们就叫他稳定信号啦，如果频率成分在随着时间有变动，叫做非稳定信号。当然，在频率成分稳定的时候，时域信号表现出来的波形也是就是稳定的。

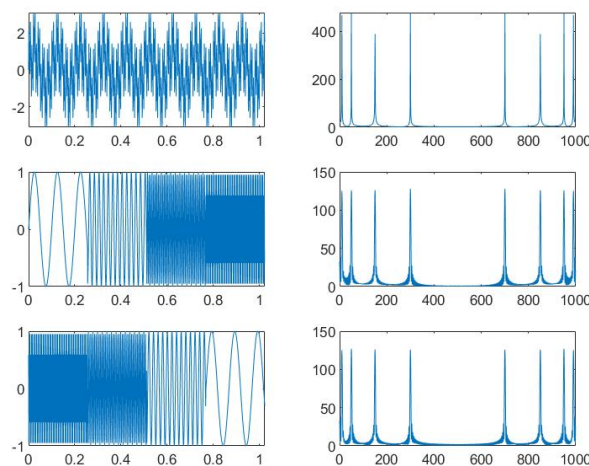


图 1: 时域波形图

图1可以看到第一张图时域（区间现象一下去无穷），对应的频域成分不变，所以是稳定信号。第一列第二张可以看到随着时间增加，波形越来越密集，频率越来越大，频率成分随着在发生改变，所以叫非平稳信号。平稳信号2中频率 10hz, 50hz, 150hz, 300hz 在整个时域段内都是一直存在，而非平稳信号就不一样了，可能在这个时间段存在 10hz, 下一个时间段存在 50hz, 在整个时间段不会一直存在，这里就表现出非平稳性。这里可以发现傅里叶变换只能表示信号中的频率成分，但何时出现什么频率，在频谱上来看不出来。如果把其中的某个频率干掉，则对应的时域波形就少了对应的波形成分，就叫滤波。信号的频谱可以展示在信号中包含的频谱成分，当然，图中所给的信号很简单，实际工

*研究方向：信号处理，机械故障诊断，深度学习，强化学习，邮箱:zhoujun14@yeah.net

况中的信号是很复杂的，常常表现出非平稳状态，如果我们不但想知道信号的频率成分，还要了解其在哪个时间段出现，则傅里叶变换就不适合了。后来有出现短时傅里叶变换，小波变换等。

什么叫线性信号？这个问题也一致困扰这我，应该是指信号具有叠加性，总觉得和系统有关。假设采集信号过程中的系统为线性系统，而我们采集的信号是经过线性系统”某种处理”后得到，得到的结果等于输入信号的叠加，这样的信号称为线性信号。