



## 啥是 DSP

终于写到 DSP 这部分了，由于是我的本行，我反而一下子不知道该怎么写好了。或许最主要的一个原因是 DSP 涉及的范围实在是广得乱七八糟了点。突然之间变得有点无所适从起来。所以只好暂且写到哪里看哪里了。

大家知道我们这里说玩转 FPGA 的，每次我在 FPGA 里面提到了 DSP 的题目时，总是会有人打断我说，兄弟啊，你大概走错地方了。我们这里都是硬件工程师，或者可能有些写 C 的，但是 DSP，那东西不会写哦。那么好吧，我就跑到 DSP 那里去讲，FPGA，然后就会有人问我，你们这个 FPGA 和 TI 的 DSP 比有什么区别呢？我晕。我想说的是，我这里的 DSP 是 Digital Signal Processing (数字信号处理)，而不是 Digital Signal Processor (数字信号处理器)。

不能否认处理器在数字信号的历史上拥有绝对的贡献和近乎垄断的地位。作为最简便的一种实现方式（软件），数字信号处理器具备非常大的灵活性，以及对系统的升级能力。但是，随着技术越来越复杂高端（很多其实是蛮没必要的），处理器开始不断的在它的瓶颈上碰壁。一个是算法的复杂度，一个是对多通道的苛刻要求，使得产品对处理速度的要求几乎成指数级增长。这就使得 FPGA 有了施展拳脚的地方。是的 FPGA 就是硬件，或许那里面的一个乘法器无法和处理器里面的乘法器相比，但是架不住人多吧。我用 100 个，两百个，四百个同时运算呢？所以我们开始观察这个市场的时候，FPGA 已经成为无法被忽略的一部分。再反过来看看 FPGA，那是什么玩意儿啊，一个只能用来做数字电路的芯片，不用它做数字信号处理，还真想不太出，它更适合做什么呀。

好了，让我们重新考虑一下 DSP。DSP 的观念其实是非常简单的，它就是一个转换器。好像你从这里进去，从那里出来，出来的时候你就不是你自己的了，要么瘦了，要么胖了，甚至可能说性别都变了，或者可能说别人的脑袋换到你的头上去了。总之，作为数据，你从这里进去，经过这么个玩意儿以后，变成一套新的数据。这就是 DSP。一定很多人说，你这不是废话，要是都一样的，要你芯片做什么？还真的，想要在数字电路里面脱离 DSP 真不是那么容易的事情了。当然也不能把话说得满了，否则很多人要不高兴了。好比网络协议处理，就不是 DSP，因为一般会关注的都是包头信息，而对包本身的内容，从来都不关心。而 DSP 关注的是要改变数据本身的。让我们说得更加具体一点好了，比如通讯，尤其是无线通讯。通讯嘛，很简单就是要把信号送出去吧，但是数字信号不能就这么送出去，除非有根线。所以要对数字信号做一些改变，比如说调制，把信号变成什么 BPSK, QPSK, QAM 什么的。有了调制，在接受端，当然就要有解调。这就是我们俗称的调制解调器。我们这里来玩一下英语，调制：Modulation，解调：Demodulation，所以调制解调器就叫做 Modem。另一个比较大的应用就是图像处理，图像那么大的数据，没办法不变化的就用，所以要对图像进行编码，当然在播放的时候，需要解码出来，编码：code，解码：decoder，所以编解码器我们叫做：codec。通过这些例子可以发现，DSP 一般都是一对的，这很容易理解，对数据进行变化，并不是因为我们吃饱了撑的没事情做，而是有一定的目的的。比如为了节省带宽，我们需要对数据进行压缩。比如由于接受端的误码率会比较高，所以我们需要用纠错算法，为了达到纠错的目的，我们就必须对数据进行卷积编码。而接受端就要做解卷积纠错。所以在对数据

进行变化以后，我们通常会在另一端把它恢复出来。否则谁知道那是什么东西呢。这也可以当作是 DSP 的一个特点吧。

完全没必要把 DSP 看成多么复杂的事情，算法，听上去多么高深的东西呀。其实只要是所有的学过加减乘除就可以自己做算法。而所有的算法都是有一个目的的，只要你理解了这个目的，至于说具体的方法，是可以仁者见仁智者见智了。举个例子，看是不是真的超出你的智商了。传统电视，或者说摄像的时候，我们是使用隔行扫描的方式。就是说每幅图片其实只有一半的数据，比如我第一次给你 1,3,5,7,9 行，第二次给你 2,4,6,8,10 行。因为发现人的眼睛是很容易骗的，所以用这种方式你其实是察觉不出来的。但是我们现在用数字电视了，而且要高清，所以你不能那么忽悠我啊，为了省带宽，可以少一半，但是放出来的时候不能那样。所以我们要把这半幅图在变成一幅完整的图，这就变成了逐行扫描。你想象一下可以用什么办法做呢？想一下。

答对了，两种方法，第一种方法是，可以直接把 1, 3, 5, 7, 9 copy 一下不就好了？这种模式叫 Bob 模式。还有一种方式，就是等到 2,4,6,8,10 也来了，再把它们两拼起来变成一副图，放两次，这种模式叫做 Weave 模式。Weave 模式的好处是图像看上去更加清晰。简单吧？但是有一个问题，毕竟这是两帧不一样的图片，是在不同时间点拍的。所以当东西的移动速度特别快的时候，你会发现两幅图片是有细微差别的。这就会在电视上看到一些锯齿状的边缘。如果大家仔细看自己的电视，是可以发现的，尤其是很多广告里面。那么为了解决这种问题，我们可以比较一下他们之间的差别，如果差别超过了一定的值，我们就用 Bob 模式，如果没超过，就用 Weave 模式。你看，简单吧，其实算法就是这么回事情，没什么大不了的。做 DSP 需要有一种无招胜有招的精神。因为 DSP 的算法实在太多了，你完全没可能记住，也完全没必要一个个的去学。只有当你需要实现的时候再去学习就好了，方法就是首先知道算法的自然原理，很容易就可以理解算法原理。而算法原理也不过就是一些加减乘而已，连除都很少的。