

《数字信号处理》第1讲——课上问答整理（2020年2月24日）

上课教师：王秋生，袁梅，崔勇

助教：侯杰，陈林，吴明

记录整理：陈林

问题 1:

请问老师有慕课资源吗？

回答：

- (1) 你好！本科程暂时还不提供配套教材的慕课资源。谢谢你！
- (2) 如果对想结合 MOOC 进行学习，推荐同学们学习陈后金老师的数字信号处理，这个是链接：

<https://www.icourse163.org/course/NJTU-1001950001>

问题 2:

老师这个地方是说随机性信号是分为平稳非平稳还是说信号（广义上）分为平稳随机和非平稳随机？

信号可以定义为携带信息的函数。信号一般分为确定性信号和随机信号（平稳随机和非平稳随机信号），两种信号都有一维信号和 multidimensional 信号。确定性信号和随机信号处理的方法不同。

回答：

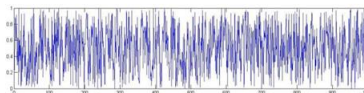
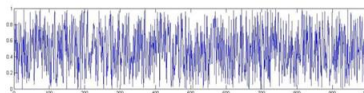
- (1) 你好！准确的意思是：信号分为确定性信号和随机信号两种，而随机信号又分为平稳随机信号和非平稳随机信号。谢谢！

■ 信号分类

➤ 随机信号

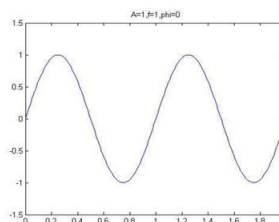


未可预知但又服从一定统计特性的信号，又称不确定信号



➤ 确定信号

可以用明确的数学关系表示或者图表描述的信号称为确定性信号，或者说：可以表示为确定的时间函数，可确定其任何时刻的量值



(2)

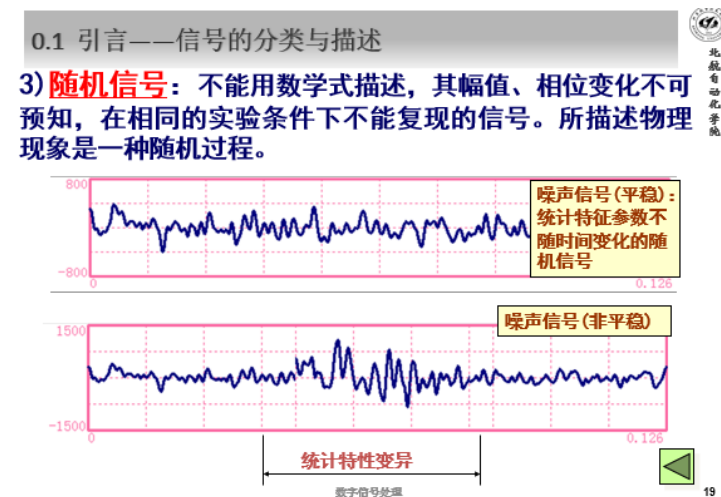
问题 3:

老师请问平稳的概念是信号变化比较对称，幅度比较一致的意思吗？

回答：

(1) 平稳信号是指信号的分布参数或者分布律不随时间发生变化的信号。

图片参考袁老师发的实例。



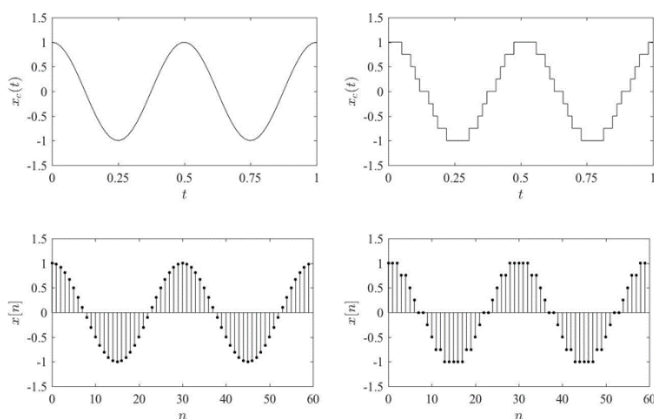
问题 4:

老师您好，时域离散信号是不是也能和模拟信号一样，变换为数字信号，然后处理呢？

理方法相比较，数字处理具有无法比拟的优点。数字信号处理系统可以对数字信号进行处理也可以对模拟信号进行处理。当然，必须先将模拟信号变换成数字信号，才能用数字信号理系统处理。

回答：

时域离散信号和数字信号的最大差别：前者不考虑量化精度，后者考虑量化误差。下图中，左上角的图形是模拟信号，左下角的图是时域离散信号，右上角的图是采样保持情况，右下角的图是数字信号。



问题 5:

数字信号就是时域离散信号二进制编码的结果是吗？

回答:

可以这么认为，数字信号也可以表示为十进制（十进制最终还是来自二进制）。

问题 6:

时不变系统有什么特点？什么是时不变系统？

回答:

- (1) 时不变系统是指系统特性不随时间变化的系统。如果在 n 时刻系统输入为 $x[n]$ ，输出为 $y[n]$ ，则经过延时之后，即在 $n-n_0$ 时刻系统输入为 $x[n-n_0]$ ，输出为 $y[n-n_0]$ ，谢谢！
- (2) 时不变的详细定义和说明，请参考教材 P11 页，2. 时不变特性，这个是学习的重点。

问题 7:

老师，请问采样定律限制了 DSP 的什么？是采样频率吗？

●DSP的局限性:

➤采样定律限制？

回答:

你好！采样定律：如果能够无失真的恢复出原始信号，则采样频率必须高于原始信号中最高频率的二倍。即如果我们处理 500MHz，采样频率至少就要答到 1GHz；如果处理 1GHz 模拟信号，则采样频率至少要达到 2GHz...，在很高的频率上，采样系统很难实现。

问题 8:

老师，请问一般实际应用中很少用时域离散系统吗？书上说的一般图 0.2 的模型要量化转化为 0.1 的模型来处理模拟信号。而且说图 0.2 是一种理论模型，那这样的话是不是说明时域离散系统就是一个理论处理模型呀？

回答:

你好！时域离散系统是不考虑量化误差、计算误差的，能够使理论分析过

程更为简便；在实际的数字系统中，要考虑量化误差和计算误差问题。通常我们是先考虑没有误差的理想模型，然后在实现过程中再将误差因素考虑进去。

问题 9:

老师，采样定律限制是什么呀？

回答：

在实际系统中，采样定律限制的是采样频率，即实际系统的采样频率不可能做的很高。

问题 10:

请问

1，采样周期会不会因和模拟信号周期成比例或者比值为无理数而导致数字信号周期变化或者使得频谱失真？如何解决？

2，为什么在 L_2 空间中要选正余弦函数作为信号基底？不同变换选取不同的函数系有什么作用？

回答：

(1) 你好！1) 通常，只要满足香农（或奈奎斯特）采样定律要求，采样得到的序列就可以无失真的会付出原始的模拟信号，这是理论上的依据，而在实际中模拟信号为无理数情况，再对他进行等间隔采样，确实谁产生时域离散化误差问题；2) 正弦函数作为基底，有几个原因：(a) 有明确的物理意义；(b) 基底有正交性，分析、计算简单；(3) 有完善的理论体系。如果采样其它基底会使问题变得很复杂。谢谢你！

(2) 补充回答问题 2：可以参考下课程中心-资源-DSP 电子书-Guide_to_Digital_Signal_Process.pdf，阅读下 Common Decompositons 部分 138-145 页

问题 11:

请问我们的作业是需要手写还是电子版呢？手写拍照或打字都可以吧？

回答：

电子版，上传至课程中心。如果没有顺利选课，可以先发至助教@助教-陈林 邮箱。手写拍照或打字两种方法都可以。

问题 12:

老师请问这里 $x[n]$ 只用 4 位二进制数表示 $x(n)$, 如果 $x(n)$ 的精度更高是否有可能造成精度的损失? 还是说 $x[n]$ 的位数会随着 $x(n)$ 而变化呢?

回答:

你好! 书中用 4 位二进制数表示 $x(n)$ 只是作为实例, 通常表示序列用更高的量化位数, 如 12 位、16 位、24 位、甚至 32 位, 量化位数越多, 引起的误差越小。量化位数引起的误差问题, 在 8.6 节有所论述。

问题 13:

今天的作业在哪里看呀

回答:

- (1) 作业在今天的导学提纲里最后一页。如果顺利选上课的话, 也可以到课程中心下载 word 版。
- (2) 在王老师今天发的导学提纲 pdf 文档里, 应该是正文最后一页 (P14)

问题 14:

哪一本是我们的教材呢?



回答:

作者高西全, 左边的这本是教材。如果需要购买纸质版教材, 可以在淘宝的电子工业出版社旗舰店购买, 应该是有现货的

问题 15:

老师关于时域离散信号在信号幅度上的连续性应该怎样理解, 例如截图中这个例子, 它所举的 $x(n) = \{155, 161, 150, 165, 168\}$ 这个是被看做连续的吗?

另外一类是通过实验测试得到的, 例如每天上午 8 点检测病人的血压, 共测试了 5 次, 舒张压均正常, 收缩压不正常, 仅记录收缩压并用 $x(n)$ 表示, $x(n) = \{155, 161, 150, 165, 168\}$, n 取值为 $\{0, 1, 2, 3, 4\}$, 这里 $x(n)$ 就是时域离散信号。

回答：

(1) 你好！数字信号处理中的连续性是指时间坐标上是连续的，而离散性是指坐标轴被离散化，这与生活中的连续是有所区别的。例如，我们每天在早上固定时间测一次血压，时间上是被离散化的。而所谓的“连续 5 天”里的“连续”是生活中的概念。谢谢你！

(2) $x(n) = \{155, 161, 150, 165, 168\}$ 代表有序的、可数的离散序列。

问题 16：

请问数字信号经过 DA 转换是变成时域离散信号还是模拟信号呀

回答：

你好！在不考虑误差的情况下，D/A 后变成模拟信号。

问题 17：

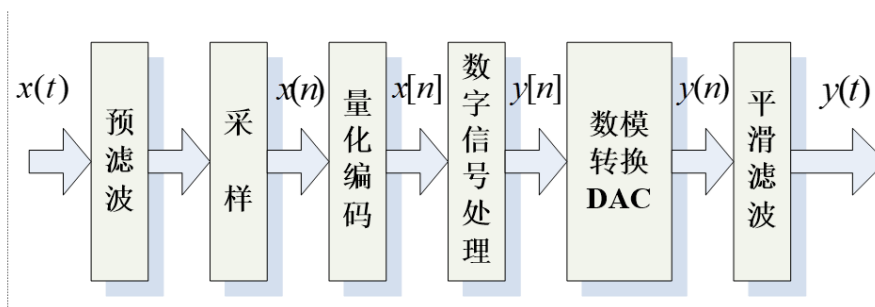
所以日测血压应该是时域离散信号？

回答：

你好！为了方便，除非特殊说明，以后在教学过程中，时域离散信号和数字信号，不再做严格意义上的区别。

问题 18：

为啥变成模拟信号啊



回答：

(1) 你好！这只是数字信号处理领域的一个典型模型，你可以想象一个数字化温度监控系统。

(2) 比如你听个音乐，最后听的还是模拟信号啊

问题 19:

老师 请问我可不可以理解为进行了量化操作考虑误差时就算数字处理

回答:

数字信号处理技术中,一方面对要时间离散化,另一方面对采样序列的幅度离散化。

问题 20:

老师请问利用单位阶跃响应 $h(n)=0, n<0$ 判断系统因果性的前提是不是线性时不变系统?

回答:

是的。

问题 21:

解码、插值都是 DAC 来做的吧? 解码完了是采样序列,这时是不是就是时域离散信号了? 插值完了就算模拟信号了是吧?

回答:

- (1) 你好! 数字信号处理课程里面的 A/D 与 D/A, 是理想化的 A/D 与 D/A, 除非特殊说明, 都不考虑误差问题。实际系统中数字量化、采样-保持, 属于电子学领域的范畴。
- (2) 可以这样认为, 解码的信号是数字信号, 在不考虑量化误差时, 可以认为是时域离散信号。
- (3) 这里的插值是指理想的插值, 即理想的低通滤波, 即滤波结果不存在幅度上的阶梯化问题, 幅度阶梯化问题的解决属于电子电路方面的问题。

问题 22:

所以咱们这学期课程不考虑幅度的离散化?

回答:

除非特殊说明, 我们在前期的理论学习上, 暂时不考虑幅度离散化的问题。

问题 23:

作业第二问也不用考虑幅度离散吧

回答:

除非特殊说明，一般情况下不考虑幅度离散化的问题。

问题 24:

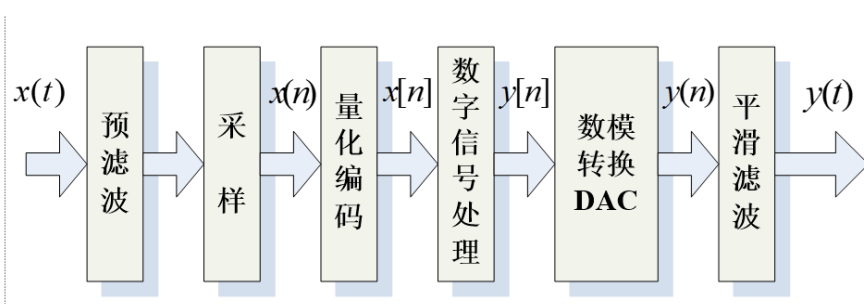
解码完了是采样序列，这时是不是就是时域离散信号了？

回答：

可以这样认为，解码的信号是数字信号，在不考虑量化误差时，可以认为是时域离散信号。

问题 25:

平滑滤波的具体含义



回答：

你好！在我们的课程学习范畴内中，平滑滤波都是指理想的低通滤波。

问题 26:

想请问一下数字信号处理过程中解码的目的是什么呢

回答：

你好！通常在模拟信号的离散时间系统中，我们可以将 A/D 过程简化为采样和量化编码过程，对应的可以将 D/A 过程简化为解码和平滑的过程，在 D/A 中的解码主要目的是为平滑滤波做准备。

问题 27:

也就是说理想 DAC 已经包括了低通滤波，理想插值=实际插值+平滑滤波（也就是理想低通滤波）？

回答：

你好！在数字信号处理课程中，在不考虑误差情况下，在 DAC 阶段，理想插值、理想低通滤波、理想重构是一个含义。理想差值=实际插值（或实际滤波）+插值误差（失真）。

问题 28:

为了便于传输交换存储？但是解码前后理论上都是数字信号吧

回答：

你好！数字信号的主要优势之一，就是方便的存储、无失真的复制、快捷的传输。存储模拟信号是很困难的，比方说要用磁带机、磁记录仪等。在 DAC 系统中，解码前是数字信号，解码后是模拟信号；而在你所提到的数字信号传输系统中，通常系统输入为数字信号，经过信道传输后，解码后的输出也是数字信号。谢谢！