

DSP_HW4

msh

April 2024

Exercise 1

已知序列 $x(n) = \cos(n\pi/6)$, 其中 $n=0,1,\dots,N-1$, 而 $N=12$ 。(用 MATLAB 编程实现, 提交完整源代码和运行结果。)

- (1) 求 $x(n)$ 的 DTFT $X(e^{j\omega})$
- (2) 求 $x(n)$ 的 DFT $X(k)$
- (3) 若在 $x(n)$ 后补 N 个零得到 $x_1(n)$, 求 $x_1(n)$ 的 DFT $X_1(k)$ 。此题求解后, 对正弦信号抽样及其 DFT 和 DTFT 之间的关系能总结出什么结论?

Exercise 2

信号 $x(n)=\{1, 2, 3, 4\}$, 通过系统 $h(n)=\{4, 3, 2, 1\}, n=0,1,2,3$

- (1) 求系统的输出 $y(n) = x(n) * h(n)$
- (2) 试用循环卷积计算 $y(n)$
- (3) 简述通过 DFT 来计算 $y(n)$ 的思路

Exercise 3

关于正弦信号抽样的实验研究。给定信号 $x(t) = \sin(2\pi f_0 t)$, $f_0 = 50\text{Hz}$, 现对 $x(t)$ 抽样, 设抽样点数 $N=16$ 。我们知道正弦信号 $x(t)$ 的频谱是在 $\pm f_0$ 处的 δ 函数, 将 $x(t)$ 抽样变成 $x(n)$ 后, 若抽样率及数据长度 N 取得合适, 那么 $x(n)$ 的 DFT 也应是在 $\pm 50\text{Hz}$ 处的 δ 函数。由 Parseval 定理, 有

$$E_t = \sum_{n=0}^{N-1} x^2(n) = \frac{2}{N} |X_{50}|^2 = E_f$$

X_{50} 表示 $x(n)$ 的 DFT 在 50Hz 处的谱线, 若上式不成立, 说明有频谱泄露。

给定下述抽样频率: (1) $f_s = 100Hz$ (2) $f_s = 150Hz$ (3) $f_s = 200Hz$. 试分别求出 $x(n)$ 并计算其 $X(k)$, 然后用 Parseval 定理研究其泄露情况, 请观察得到的 $x(n)$ 和 $X(k)$, 总结对正弦信号抽样应掌握的原则。(用 MATLAB 编程验证题目要求, 提交完整源代码和运行结果。)

Exercise 4

对 Exercise 3, 当取 $f_s = 200Hz$, $N=16$ 时, 在抽样点后再补 N 个零得到 $x'(n)$, 这时 $x'(n)$ 是 32 点序列, 求 $x'(n)$ 的 DFT $X'(k)$ 分析对正弦信号补零的影响。(用 MATLAB 编程验证题目要求, 提交完整源代码和运行结果。)