数字信号处理例题集

离散周期信号的频域分析

目录

例题 1：周期序列的 DFS

题目： 求周期为 4 的序列 $\tilde{x}[n] = \{\ldots, 1, 2, 3, 4, \ldots\}$ 的频谱 $\tilde{X}[k]$。

例题 1：周期序列的 DFS

题目： 求周期为 4 的序列 $\tilde{x}[n] = \{\dots, 1, 2, 3, 4, \dots\}$ 的频谱 $\tilde{X}[k]$。**解：**

1. 写出 DFS 分析公式，其中 $N = 4$：

$$W_4 = e^{-j\frac{2\pi}{4}} = e^{-j\frac{\pi}{2}} = -j$$

$$\tilde{X}[k] = \sum_{n=0}^{3} \tilde{x}[n] W_4^{kn}$$

例题 1：周期序列的 DFS

题目： 求周期为 4 的序列 $\tilde{x}[n] = \{\ldots, 1, 2, 3, 4, \ldots\}$ 的频谱 $\tilde{X}[k]$。**解：**

1. 写出 DFS 分析公式，其中 $N = 4$：

$$W_4 = e^{-j\frac{2\pi}{4}} = e^{-j\frac{\pi}{2}} = -j$$

$$\tilde{X}[k] = \sum_{n=0}^{3} \tilde{x}[n] W_4^{kn}$$

2. 计算各频谱分量 $(k = 0, 1, 2, 3)$：
   - **直流分量 ($k = 0$):**

$$\tilde{X}[0] = \sum_{n=0}^{3} \tilde{x}[n] = 1 + 2 + 3 + 4 = 10$$

例题 1：周期序列的 DFS

题目：求周期为 4 的序列 $\tilde{x}[n] = \{\dots, 1, 2, 3, 4, \dots\}$ 的频谱 $\tilde{X}[k]$。**解：**

1. 写出 DFS 分析公式，其中 $N = 4$：

$$W_4 = e^{-j\frac{2\pi}{4}} = e^{-j\frac{\pi}{2}} = -j$$

$$\tilde{X}[k] = \sum_{n=0}^{3} \tilde{x}[n] W_4^{kn}$$

2. 计算各频谱分量 $(k = 0, 1, 2, 3)$：
   - **直流分量 ($k = 0$):**

$$\tilde{X}[0] = \sum_{n=0}^{3} \tilde{x}[n] = 1 + 2 + 3 + 4 = 10$$

   - **基波分量 ($k = 1$):**

$$\begin{aligned} \tilde{X}[1] &= 1 \cdot W_4^0 + 2 \cdot W_4^1 + 3 \cdot W_4^2 + 4 \cdot W_4^3 \\ &= 1 + 2(-j) + 3(-1) + 4(j) = -2 + 2j \end{aligned}$$

返回目录

例题 1：周期序列的 DFS (续)

2. 计算各频谱分量 (续):
   - **二次谐波 ($k = 2$):**

$$\begin{aligned}\tilde{X}[2] &= 1 \cdot W_4^0 + 2 \cdot W_4^2 + 3 \cdot W_4^4 + 4 \cdot W_4^6 \\ &= 1 + 2(-1) + 3(1) + 4(-1) = -2\end{aligned}$$

例题 1：周期序列的 DFS (续)

2. 计算各频谱分量 (续):
   - **二次谐波 ($k=2$):**

$$\begin{aligned}\tilde{X}[2] &= 1\cdot W_4^0 + 2\cdot W_4^2 + 3\cdot W_4^4 + 4\cdot W_4^6 \\ &= 1 + 2(-1) + 3(1) + 4(-1) = -2\end{aligned}$$

   - **三次谐波 ($k=3$):**

$$\begin{aligned}\tilde{X}[3] &= 1\cdot W_4^0 + 2\cdot W_4^3 + 3\cdot W_4^6 + 4\cdot W_4^9 \\ &= 1 + 2(j) + 3(-1) + 4(-j) = -2-2j\end{aligned}$$

例题 1：周期序列的 DFS (续)

2. 计算各频谱分量 (续):
   - **二次谐波 ($k=2$):**

$$\begin{aligned}\tilde{X}[2] &= 1\cdot W_4^0 + 2\cdot W_4^2 + 3\cdot W_4^4 + 4\cdot W_4^6 \\ &= 1 + 2(-1) + 3(1) + 4(-1) = -2\end{aligned}$$

   - **三次谐波 ($k=3$):**

$$\begin{aligned}\tilde{X}[3] &= 1\cdot W_4^0 + 2\cdot W_4^3 + 3\cdot W_4^6 + 4\cdot W_4^9 \\ &= 1 + 2(j) + 3(-1) + 4(-j) = -2-2j\end{aligned}$$

3. **矩阵形式总结:**

$$\begin{bmatrix}\tilde{X}[0]\\ \tilde{X}[1]\\ \tilde{X}[2]\\ \tilde{X}[3]\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1 & 1 & 1 & 1\\ 1 & -j & -1 & j\\ 1 & -1 & 1 & -1\\ 1 & j & -1 & -j\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\2\\3\\4\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}10\\ -2+2j\\ -2\\ -2-2j\end{bmatrix}$$

返回目录

例题 3：周期卷积 (矩阵法)

题目： 已知 $\tilde{x}_1[n] = \{1, 2, 1\}$, $\tilde{x}_2[n] = \{1, 2, 3\}$ ($N = 3$)，计算 $\tilde{y}[n] = \tilde{x}_1[n] \circledast \tilde{x}_2[n]$。

例题 3：周期卷积 (矩阵法)

题目： 已知 $\tilde{x}_1[n] = \{1, 2, 1\}$, $\tilde{x}_2[n] = \{1, 2, 3\}$ ($N = 3$)，计算 $\tilde{y}[n] = \tilde{x}_1[n] \circledast \tilde{x}_2[n]$。

1. 周期卷积定义：

$$\tilde{y}[n] = \sum_{i=0}^{N-1} \tilde{x}_1[i]\tilde{x}_2[n-i]$$

例题 3：周期卷积 (矩阵法)

题目： 已知 $\tilde{x}_1[n] = \{1,2,1\}$, $\tilde{x}_2[n] = \{1,2,3\}$ $(N=3)$，计算 $\tilde{y}[n] = \tilde{x}_1[n] \circledast \tilde{x}_2[n]$。

1. 周期卷积定义：

$$\tilde{y}[n] = \sum_{i=0}^{N-1} \tilde{x}_1[i]\tilde{x}_2[n-i]$$

2. 构建 $\tilde{x}_2[n]$ 的循环矩阵：

$$\mathbf{X_2} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_2[0] & \tilde{x}_2[2] & \tilde{x}_2[1] \\ \tilde{x}_2[1] & \tilde{x}_2[0] & \tilde{x}_2[2] \\ \tilde{x}_2[2] & \tilde{x}_2[1] & \tilde{x}_2[0] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

例题 3：周期卷积 (矩阵法)

题目： 已知 $\tilde{x}_1[n] = \{1, 2, 1\}$, $\tilde{x}_2[n] = \{1, 2, 3\}$ $(N = 3)$，计算 $\tilde{y}[n] = \tilde{x}_1[n] \circledast \tilde{x}_2[n]$。

1. 周期卷积定义：

$$\tilde{y}[n] = \sum_{i=0}^{N-1} \tilde{x}_1[i]\tilde{x}_2[n-i]$$

2. 构建 $\tilde{x}_2[n]$ 的循环矩阵：

$$\mathbf{X_2} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_2[0] & \tilde{x}_2[2] & \tilde{x}_2[1] \\ \tilde{x}_2[1] & \tilde{x}_2[0] & \tilde{x}_2[2] \\ \tilde{x}_2[2] & \tilde{x}_2[1] & \tilde{x}_2[0] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

3. 进行矩阵乘法：

$$\begin{bmatrix} \tilde{y}[0] \\ \tilde{y}[1] \\ \tilde{y}[2] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 \\ 7 \\ 8 \end{bmatrix}$$

例题 3：周期卷积 (图解法)

逐步计算 $\tilde{y}[n] = \sum_{i=0}^{2} \tilde{x}_1[i]\tilde{x}_2[n-i]$**:**

- **计算** $\tilde{y}[0]$**:**
  - 翻转平移得 $\tilde{x}_2[-i] = \{1, 3, 2\}$
  - $\tilde{y}[0] = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 3 + 1 \cdot 2 = 9$

例题 3：周期卷积 (图解法)

逐步计算 $\tilde{y}[n] = \sum_{i=0}^{2} \tilde{x}_1[i]\tilde{x}_2[n-i]$**:**

- **计算** $\tilde{y}[0]$**:**
  - 翻转平移得 $\tilde{x}_2[-i] = \{1, 3, 2\}$
  - $\tilde{y}[0] = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 3 + 1 \cdot 2 = 9$
- **计算** $\tilde{y}[1]$**:**
  - 翻转平移得 $\tilde{x}_2[1-i] = \{2, 1, 3\}$
  - $\tilde{y}[1] = 1 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 3 = 7$

例题 3：周期卷积 (图解法)

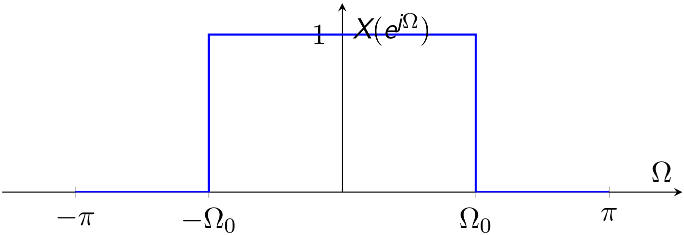
逐步计算 $\tilde{y}[n] = \sum_{i=0}^{2} \tilde{x}_1[i]\tilde{x}_2[n-i]$**:**

- **计算** $\tilde{y}[0]$**:**
  - 翻转平移得 $\tilde{x}_2[-i] = \{1, 3, 2\}$
  - $\tilde{y}[0] = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 3 + 1 \cdot 2 = 9$
- **计算** $\tilde{y}[1]$**:**
  - 翻转平移得 $\tilde{x}_2[1-i] = \{2, 1, 3\}$
  - $\tilde{y}[1] = 1 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 3 = 7$
- **计算** $\tilde{y}[2]$**:**
  - 翻转平移得 $\tilde{x}_2[2-i] = \{3, 2, 1\}$
  - $\tilde{y}[2] = 1 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 8$

返回目录

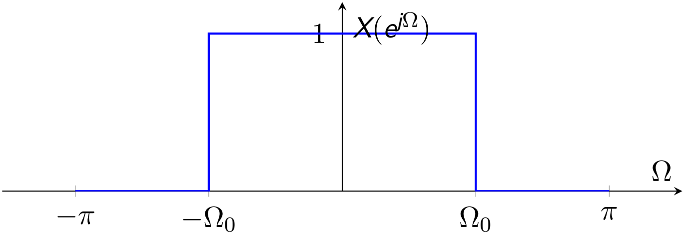
例题 7：已知频谱求序列

题目： 已知理想低通滤波器的频谱 $X(e^{j\Omega})$ 如下图，求其时域序列 $x[n]$。



例题 7：已知频谱求序列

题目： 已知理想低通滤波器的频谱 $X(e^{j\Omega})$ 如下图，求其时域序列 $x[n]$。



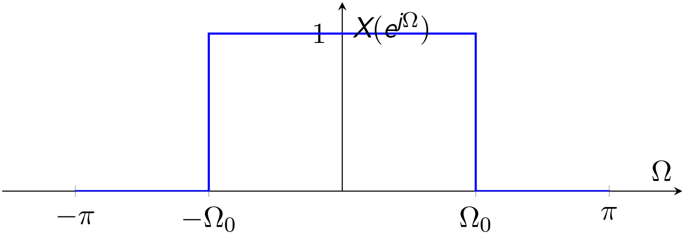
解：

1. 写出 IDTFT 定义：

$$x[n] = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\Omega})e^{j\Omega n}d\Omega$$

例题 7：已知频谱求序列

题目： 已知理想低通滤波器的频谱 $X(e^{j\Omega})$ 如下图，求其时域序列 $x[n]$。



解：

1. 写出 IDTFT 定义：

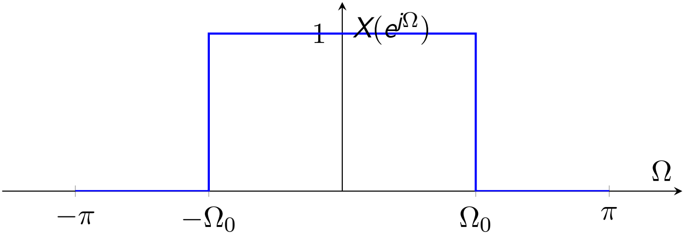
$$x[n] = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\Omega})e^{j\Omega n}d\Omega$$

2. 代入矩形频谱，积分区间从 $[-\pi, \pi]$ 变为 $[-\Omega_0, \Omega_0]$：

$$x[n] = \frac{1}{2\pi}\int_{-\Omega_0}^{\Omega_0} 1 \cdot e^{j\Omega n}d\Omega$$

例题 7：已知频谱求序列

题目： 已知理想低通滤波器的频谱 $X(e^{j\Omega})$ 如下图，求其时域序列 $x[n]$。



解：

1. 写出 IDTFT 定义：

$$x[n] = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\Omega}) e^{j\Omega n} d\Omega$$

2. 代入矩形频谱，积分区间从 $[-\pi, \pi]$ 变为 $[-\Omega_0, \Omega_0]$：

$$x[n] = \frac{1}{2\pi}\int_{-\Omega_0}^{\Omega_0} 1 \cdot e^{j\Omega n} d\Omega$$

3. 对 $e^{j\Omega n}$ 积分（当 $n \neq 0$）

例题 7：已知频谱求序列 (续)

解 (续):

4. 利用欧拉公式 $\sin(\theta) = \frac{e^{j\theta} - e^{-j\theta}}{2j}$ 简化结果:

$$x[n] = \frac{1}{\pi n}\left(\frac{e^{j\Omega_0 n} - e^{-j\Omega_0 n}}{2j}\right) = \frac{\sin(\Omega_0 n)}{\pi n}$$

这是一个 Sinc 函数。

例题 7：已知频谱求序列 (续)

解 (续):

4. 利用欧拉公式 $\sin(\theta) = \frac{e^{j\theta} - e^{-j\theta}}{2j}$ 简化结果:

$$x[n] = \frac{1}{\pi n}\left(\frac{e^{j\Omega_0 n} - e^{-j\Omega_0 n}}{2j}\right) = \frac{\sin(\Omega_0 n)}{\pi n}$$

   这是一个 Sinc 函数。

5. 特别地，当 $n = 0$ 时，不能直接代入上式（分母为 0)。需回到积分式或用洛必达法则:

$$x[0] = \frac{1}{2\pi}\int_{-\Omega_0}^{\Omega_0} e^{j\Omega\cdot 0} d\Omega = \frac{1}{2\pi}\int_{-\Omega_0}^{\Omega_0} 1 d\Omega = \frac{2\Omega_0}{2\pi} = \frac{\Omega_0}{\pi}$$

返回目录

例题 12：频域抽样定理 (原理)

题目：已知有限序列 $x[n] = \{2, 4, 7; n = 0, 1, 2\}$，对其频谱 $X(e^{j\Omega})$ 进行 $N = 2, 3, 4$ 点抽样得 $\tilde{X}[k]$，求时域序列 $\tilde{x}[n] = \text{IDFS}\{\tilde{X}[k]\}$。

例题 12：频域抽样定理 (原理)

题目： 已知有限序列 $x[n]=\{2,4,7;n=0,1,2\}$，对其频谱 $X(e^{j\Omega})$ 进行 $N=2,3,4$ 点抽样得 $\tilde{X}[k]$，求时域序列 $\tilde{x}[n]=\mathrm{IDFS}\{\tilde{X}[k]\}$。**核心原理：**

频域抽样定理

- 频域抽样：$\tilde{X}[k]=X(e^{j\Omega})\Big|_{\Omega=\frac{2\pi k}{N}}$

例题 12：频域抽样定理 (原理)

题目：已知有限序列 $x[n] = \{2, 4, 7; n = 0, 1, 2\}$，对其频谱 $X(e^{j\Omega})$ 进行 $N = 2, 3, 4$ 点抽样得 $\tilde{X}[k]$，求时域序列 $\tilde{x}[n] = \text{IDFS}\{\tilde{X}[k]\}$。**核心原理：**

频域抽样定理

- 频域抽样：$\tilde{X}[k] = X(e^{j\Omega})\Big|_{\Omega=\frac{2\pi k}{N}}$
- 时域关系：对频域抽样点做 IDFS，等效于将原序列 $x[n]$ 以周期 N 进行周期延拓和叠加。

$$\tilde{x}[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n + lN]$$

例题 12：频域抽样定理 (原理)

题目： 已知有限序列 $x[n] = \{2, 4, 7; n = 0, 1, 2\}$，对其频谱 $X(e^{j\Omega})$ 进行 $N = 2, 3, 4$ 点抽样得 $\tilde{X}[k]$，求时域序列 $\tilde{x}[n] = \text{IDFS}\{\tilde{X}[k]\}$。**核心原理：**

频域抽样定理

- 频域抽样：$\tilde{X}[k] = X(e^{j\Omega})\Big|_{\Omega=\frac{2\pi k}{N}}$
- 时域关系：对频域抽样点做 IDFS，等效于将原序列 $x[n]$ 以周期 N 进行周期延拓和叠加。

$$\tilde{x}[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n + lN]$$

- 本题中，原序列长度 $L = 3$。

返回目录

例题 12：频域抽样定理 (情况 1：混叠)

情况 1：当 $N = 2$ **时** $(L > N)$

- 由于抽样点数 N 小于序列长度 L，会发生时域混叠现象。

例题 12：频域抽样定理 (情况 1：混叠)

情况 1：当 $N = 2$ **时** $(L > N)$

- 由于抽样点数 N 小于序列长度 L，会发生时域混叠现象。
- 计算 $\tilde{x}_2[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n+2l]$:
  - **n=0:**

$$
\begin{aligned}
\tilde{x}_2[0] &= \cdots + x[-2] + x[0] + x[2] + x[4] + \ldots \\
&= 0 + 2 + 7 + 0 = 9
\end{aligned}
$$

例题 12：频域抽样定理 (情况 1：混叠)

情况 1：当 $N = 2$ 时 $(L > N)$

- 由于抽样点数 N 小于序列长度 L，会发生时域混叠现象。
- 计算 $\tilde{x}_2[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n+2l]$:
  - **n=0:**

$$\begin{aligned}\tilde{x}_2[0] &= \cdots + x[-2] + x[0] + x[2] + x[4] + \ldots \\ &= 0 + 2 + 7 + 0 = 9\end{aligned}$$

  - **n=1:**

$$\begin{aligned}\tilde{x}_2[1] &= \cdots + x[-1] + x[1] + x[3] + x[5] + \ldots \\ &= 0 + 4 + 0 + 0 = 4\end{aligned}$$

例题 12：频域抽样定理 (情况 1：混叠)

情况 1：当 $N = 2$ 时 $(L > N)$

- 由于抽样点数 N 小于序列长度 L，会发生时域混叠现象。
- 计算 $\tilde{x}_2[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n+2l]$:
  - **n=0:**

$$\begin{aligned}\tilde{x}_2[0] &= \cdots + x[-2] + x[0] + x[2] + x[4] + \ldots \\ &= 0 + 2 + 7 + 0 = 9\end{aligned}$$

  - **n=1:**

$$\begin{aligned}\tilde{x}_2[1] &= \cdots + x[-1] + x[1] + x[3] + x[5] + \ldots \\ &= 0 + 4 + 0 + 0 = 4\end{aligned}$$

- 结果：周期为 2 的序列 $\tilde{x}_2[n] = \{\ldots, 9, 4, \ldots\}$。原序列信息已丢失。

返回目录

例题 12：频域抽样定理 (情况 2：无失真)

情况 2：当 $N = 3$ 时 $(L = N)$

- 由于抽样点数 N 等于序列长度 L，此时恰好无混叠，可以无失真恢复。

例题 12：频域抽样定理 (情况 2：无失真)

情况 2：当 $N = 3$ **时** $(L = N)$

- 由于抽样点数 N 等于序列长度 L，此时恰好无混叠，可以无失真恢复。
- 计算 $\tilde{x}_3[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n+3l]$:
  - **n=0:** $\tilde{x}_3[0] = \cdots + x[-3] + x[0] + x[3] + \cdots = 0 + 2 + 0 = 2$

例题 12：频域抽样定理 (情况 2：无失真)

情况 2：当 $N = 3$ **时** $(L = N)$

- 由于抽样点数 N 等于序列长度 L，此时恰好无混叠，可以无失真恢复。
- 计算 $\tilde{x}_3[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n+3l]$:
  - **n=0:** $\tilde{x}_3[0] = \cdots + x[-3] + x[0] + x[3] + \cdots = 0 + 2 + 0 = 2$
  - **n=1:** $\tilde{x}_3[1] = \cdots + x[-2] + x[1] + x[4] + \cdots = 0 + 4 + 0 = 4$

例题 12：频域抽样定理 (情况 2：无失真)

情况 2：当 $N = 3$ **时** $(L = N)$

- 由于抽样点数 N 等于序列长度 L，此时恰好无混叠，可以无失真恢复。
- 计算 $\tilde{x}_3[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n+3l]$:
  - **n=0:** $\tilde{x}_3[0] = \cdots + x[-3] + x[0] + x[3] + \cdots = 0 + 2 + 0 = 2$
  - **n=1:** $\tilde{x}_3[1] = \cdots + x[-2] + x[1] + x[4] + \cdots = 0 + 4 + 0 = 4$
  - **n=2:** $\tilde{x}_3[2] = \cdots + x[-1] + x[2] + x[5] + \cdots = 0 + 7 + 0 = 7$

例题 12：频域抽样定理 (情况 2：无失真)

情况 2：当 $N = 3$ 时 $(L = N)$

- 由于抽样点数 N 等于序列长度 L，此时恰好无混叠，可以无失真恢复。
- 计算 $\tilde{x}_3[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n+3l]$:
  - **n=0:** $\tilde{x}_3[0] = \cdots + x[-3] + x[0] + x[3] + \cdots = 0 + 2 + 0 = 2$
  - **n=1:** $\tilde{x}_3[1] = \cdots + x[-2] + x[1] + x[4] + \cdots = 0 + 4 + 0 = 4$
  - **n=2:** $\tilde{x}_3[2] = \cdots + x[-1] + x[2] + x[5] + \cdots = 0 + 7 + 0 = 7$
- 结果：$\tilde{x}_3[n] = \{\ldots, 2, 4, 7, \ldots\}$，主值周期与原序列完全相同。

例题 12：频域抽样定理 (情况 3：补零)

情况 3：当 $N = 4$ **时** $(L < N)$

- 由于抽样点数 N 大于序列长度 L，无混叠，相当于对原序列补零以达到新周期。

例题 12：频域抽样定理 (情况 3：补零)

情况 3：当 $N = 4$ **时** $(L < N)$

- 由于抽样点数 N 大于序列长度 L，无混叠，相当于对原序列补零以达到新周期。
- 计算 $\tilde{x}_4[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n+4l]$:
  - $\tilde{x}_4[0] = x[0] = 2$
  - $\tilde{x}_4[1] = x[1] = 4$
  - $\tilde{x}_4[2] = x[2] = 7$

例题 12：频域抽样定理 (情况 3：补零)

情况 3：当 $N = 4$ **时** ($L < N$)

- 由于抽样点数 N 大于序列长度 L，无混叠，相当于对原序列补零以达到新周期。
- 计算 $\tilde{x}_4[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n+4l]$:
  - $\tilde{x}_4[0] = x[0] = 2$
  - $\tilde{x}_4[1] = x[1] = 4$
  - $\tilde{x}_4[2] = x[2] = 7$
  - $\tilde{x}_4[3] = x[3] + x[7] + \cdots = 0 + 0 + \cdots = 0$ (补零)

例题 12：频域抽样定理 (情况 3：补零)

情况 3：当 $N = 4$ **时** $(L < N)$

- 由于抽样点数 N 大于序列长度 L，无混叠，相当于对原序列补零以达到新周期。
- 计算 $\tilde{x}_4[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} x[n+4l]$:
  - $\tilde{x}_4[0] = x[0] = 2$
  - $\tilde{x}_4[1] = x[1] = 4$
  - $\tilde{x}_4[2] = x[2] = 7$
  - $\tilde{x}_4[3] = x[3] + x[7] + \cdots = 0 + 0 + \cdots = 0$ (补零)
- 结果：$\tilde{x}_4[n] = \{\ldots, 2, 4, 7, 0, \ldots\}$。

返回目录

练习题

1. 求序列 $x[n]=\{1,-1,2,-2;n=0,1,2,3\}$ 的 DFS 频谱 $\tilde{X}[k]$ ($N=4$)。

练习题

1. 求序列 $x[n]=\{1,-1,2,-2;n=0,1,2,3\}$ 的 DFS 频谱 $\tilde{X}[k]$ ($N=4$)。
2. 已知 $x[n]=0.5^n u[n]$，求：
   (a) $X(e^{j\Omega})$
   (b) $|X(e^{j0})|$ 和 $|X(e^{j\pi})|$
   (c) 利用 Parseval 定理计算 $\sum_{n=0}^{\infty}(0.5)^{2n}$

练习题

1. 求序列 $x[n]=\{1,-1,2,-2;n=0,1,2,3\}$ 的 DFS 频谱 $\tilde{X}[k]$ ($N=4$)。
2. 已知 $x[n]=0.5^n u[n]$，求：
   (a) $X(e^{j\Omega})$
   (b) $|X(e^{j0})|$ 和 $|X(e^{j\pi})|$
   (c) 利用 Parseval 定理计算 $\sum_{n=0}^{\infty}(0.5)^{2n}$
3. 证明：若 $x[n]$ 是实偶序列，则其 DTFT $X(e^{j\Omega})$ 也是实偶函数。

练习题

1. 求序列 $x[n] = \{1, -1, 2, -2; n = 0, 1, 2, 3\}$ 的 DFS 频谱 $\tilde{X}[k]$ ($N = 4$)。
2. 已知 $x[n] = 0.5^n u[n]$，求：
   (a) $X(e^{j\Omega})$
   (b) $|X(e^{j0})|$ 和 $|X(e^{j\pi})|$
   (c) 利用 Parseval 定理计算 $\sum_{n=0}^{\infty}(0.5)^{2n}$
3. 证明：若 $x[n]$ 是实偶序列，则其 DTFT $X(e^{j\Omega})$ 也是实偶函数。
4. 已知有限长序列 $x[n]$ 长度为 $L = 5$，要使频域抽样后能无失真恢复原序列，问抽样点数 N 至少为多少?

练习题

1. 求序列 $x[n]=\{1,-1,2,-2;n=0,1,2,3\}$ 的 DFS 频谱 $\tilde{X}[k]$ $(N=4)$。
2. 已知 $x[n]=0.5^n u[n]$，求：
   (a) $X(e^{j\Omega})$
   (b) $|X(e^{j0})|$ 和 $|X(e^{j\pi})|$
   (c) 利用 Parseval 定理计算 $\sum_{n=0}^{\infty}(0.5)^{2n}$
3. 证明：若 $x[n]$ 是实偶序列，则其 DTFT $X(e^{j\Omega})$ 也是实偶函数。
4. 已知有限长序列 $x[n]$ 长度为 $L=5$，要使频域抽样后能无失真恢复原序列，问抽样点数 N 至少为多少?
5. 计算周期序列 $\tilde{x}[n]=\{\ldots,1,2,1,2,\ldots\}$（周期 $N=2$）与 $\tilde{h}[n]=\{\ldots,1,1,1,1,\ldots\}$（周期 $N=2$）的周期卷积。

返回目录