

# 线性离散系统分析

## 离散系统基本概念

# Outline

- ① 特点
- ② 采样控制系统
- ③ 数字控制系统
- ④ 离散系统研究方法

# Topic

- ① 特点
- ② 采样控制系统
- ③ 数字控制系统
- ④ 离散系统研究方法

# 离散系统与离散信号

- 离散信号: 脉冲或数字信号。
- 离散系统: 控制系统中有一处或几处信号是脉冲或数字信号

# 离散系统与离散信号

- 离散信号: 脉冲或数字信号。
- 离散系统: 控制系统中有一处或几处信号是脉冲或数字信号

# 离散系统与离散信号

- 离散信号: 脉冲或数字信号。
- 离散系统: 控制系统中有一处或几处信号是脉冲或数字信号

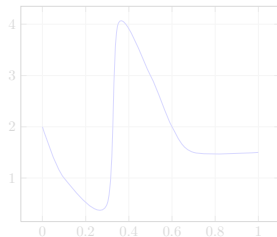
# Topic

- ① 特点
- ② 采样控制系统
- ③ 数字控制系统
- ④ 离散系统研究方法

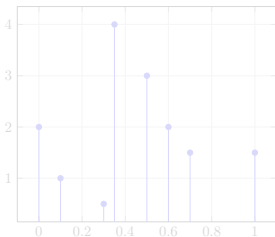
# 采样控制系统

- 采样: 连续信号转变为离散脉冲序列的过程
  - 周期采样: 离散信号的获取是周期性的
  - 非周期采样: 离散信号的获取是非周期的
- 复现: 把脉冲序列转变为连续信号的过程

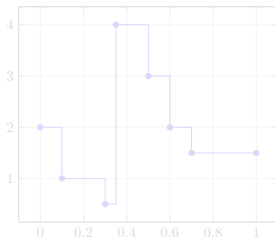
连续信号



采样:



复现:

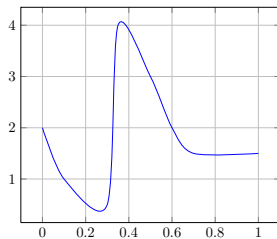




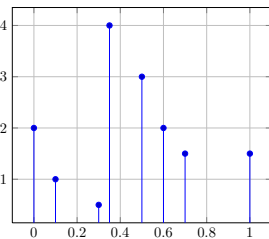
# 采样控制系统

- 采样: 连续信号转变为离散脉冲序列的过程
  - 周期采样: 离散信号的获取是周期性的
  - 非周期采样: 离散信号的获取是非周期的
- 复现: 把脉冲序列转变为连续信号的过程

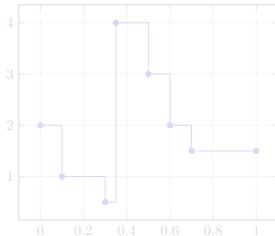
连续信号



采样:



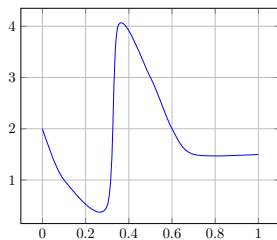
复现:



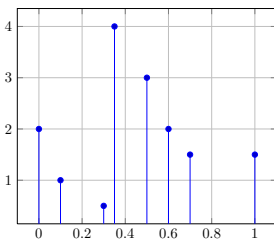
# 采样控制系统

- 采样: 连续信号转变为离散脉冲序列的过程
  - 周期采样: 离散信号的获取是周期性的
  - 非周期采样: 离散信号的获取是非周期的
- 复现: 把脉冲序列转变为连续信号的过程

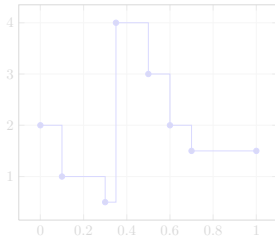
连续信号



采样:



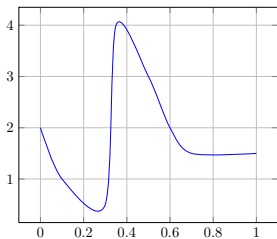
复现:



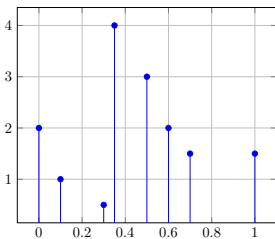
# 采样控制系统

- 采样: 连续信号转变为离散脉冲序列的过程
  - 周期采样: 离散信号的获取是周期性的
  - 非周期采样: 离散信号的获取是非周期的
- 复现: 把脉冲序列转变为连续信号的过程

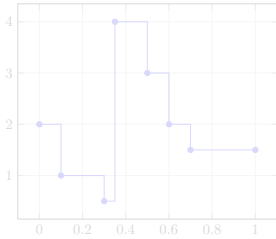
连续信号



采样:



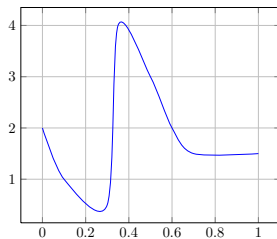
复现:



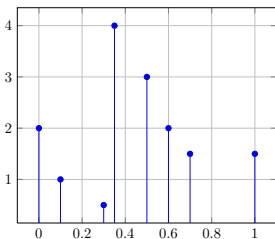
# 采样控制系统

- 采样: 连续信号转变为离散脉冲序列的过程
  - 周期采样: 离散信号的获取是周期性的
  - 非周期采样: 离散信号的获取是非周期的
- 复现: 把脉冲序列转变为连续信号的过程

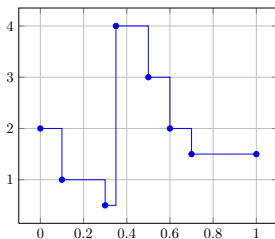
连续信号



采样:

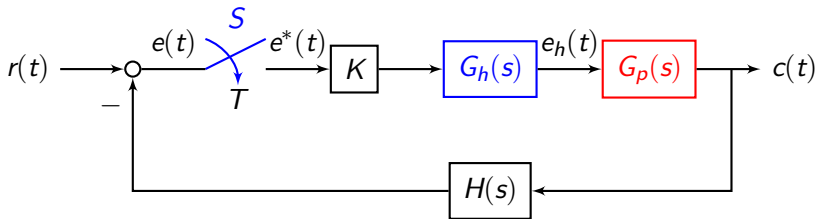


复现:



# 采样器与保持器

- 典型采样控制系统中既有连续的模拟信号, 又有离散的脉冲信号, 因此需要:
  - 采样器: 模拟信号转换为脉冲信号
  - 保持器: 脉冲信号转换为模拟信号



- $e^*(t)$ : 采样信号
- $G_h(s)$ : 保持器
- $e_h(t)$ : 复现信号
- $S$ : 理想采样开关
- $T$ : 采样周期

# Topic

- ① 特点
- ② 采样控制系统
- ③ 数字控制系统
- ④ 离散系统研究方法

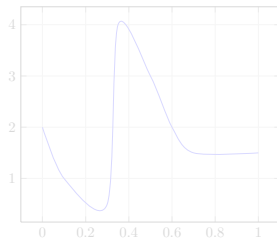
# 数字控制系统

- 以数字计算机作为控制器控制连续对象
- 系统中既有连续信号, 又有数字信号, 实现两种信号之间的转换装置为  $A/D, D/A$ .

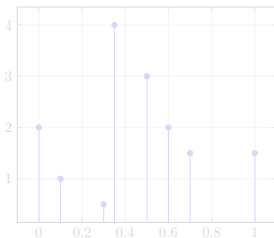
# 模数转换器 (A/D)

- 将连续信号转换为数字信号.
- 工作过程:
  - 采样过程:  $e(t) \rightarrow e^*(t)$
  - 量化过程:  $e^*(t) \rightarrow \bar{e}^*(t)$

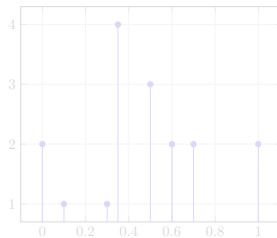
连续信号



采样:



量化:

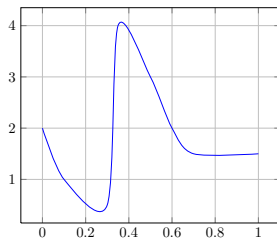




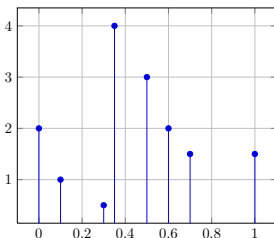
# 模数转换器 (A/D)

- 将连续信号转换为数字信号.
- 工作过程:
  - 采样过程:  $e(t) \rightarrow e^*(t)$
  - 量化过程:  $e^*(t) \rightarrow \bar{e}^*(t)$

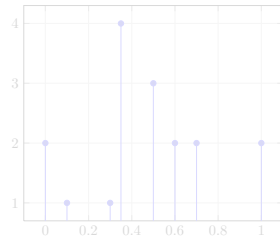
连续信号



采样:



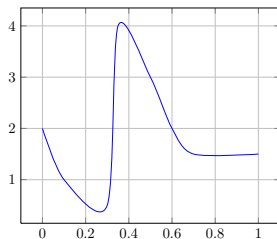
量化:



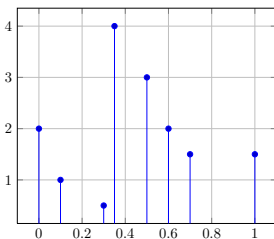
# 模数转换器 (A/D)

- 将连续信号转换为数字信号.
- 工作过程:
  - 采样过程:  $e(t) \rightarrow e^*(t)$
  - 量化过程:  $e^*(t) \rightarrow \bar{e}^*(t)$

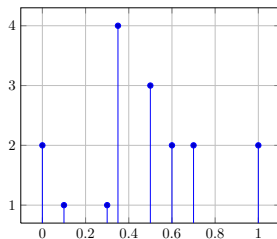
连续信号



采样:



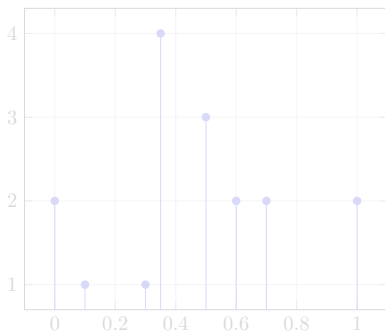
量化:



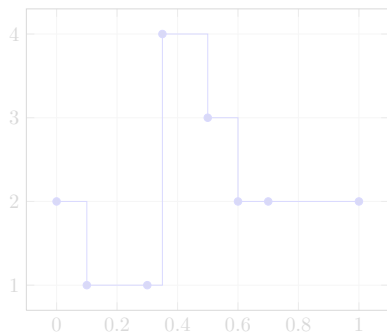
# 数模转换器 (D/A)

- 将离散的数字信号转换为连续模拟信号
- 工作过程:
  - 解码过程: 将离散数字信号转换为离散模拟信号
  - 复现过程: 将离散的模拟信号转换为连续的模拟信号

数字信号



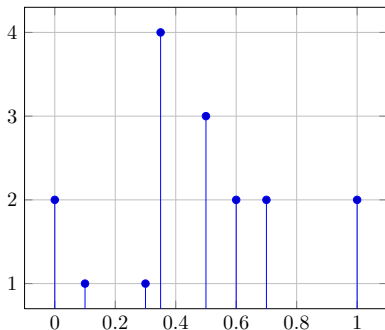
复现:



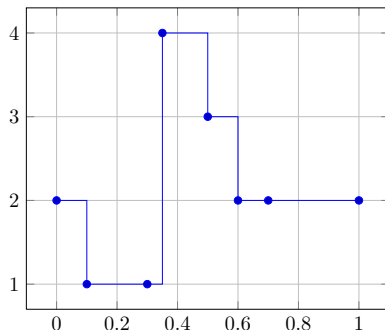
# 数模转换器 (D/A)

- 将离散的数字信号转换为连续模拟信号
- 工作过程:
  - 解码过程: 将离散数字信号转换为离散模拟信号
  - 复现过程: 将离散的模拟信号转换为连续的模拟信号

数字信号



复现:



# 量化方法

- 只舍不入: 只取量化单位  $q$  的整数部分

$$\begin{aligned} E(e) &= \frac{q}{2} \\ \sigma^2 &= \frac{q^2}{3} \end{aligned}$$

- 有舍有入: 类似四舍五入

$$\begin{aligned} E(e) &= 0 \\ \sigma^2 &= \frac{q^2}{12} \end{aligned}$$

# 量化方法

- 只舍不入: 只取量化单位  $q$  的整数部分

$$\begin{aligned}E(e) &= \frac{q}{2} \\ \sigma^2 &= \frac{q^2}{3}\end{aligned}$$

- 有舍有入: 类似四舍五入

$$\begin{aligned}E(e) &= 0 \\ \sigma^2 &= \frac{q^2}{12}\end{aligned}$$

# 量化方法

- 只舍不入: 只取量化单位  $q$  的整数部分

$$\begin{aligned} E(e) &= \frac{q}{2} \\ \sigma^2 &= \frac{q^2}{3} \end{aligned}$$

- 有舍有入: 类似四舍五入

$$\begin{aligned} E(e) &= 0 \\ \sigma^2 &= \frac{q^2}{12} \end{aligned}$$

# 减小量化误差方法

- 减小  $q$  , 即增大字长  $i$  :

$$q = \frac{x_{max} - x_{min}}{2^i}$$



# Topic

- ① 特点
- ② 采样控制系统
- ③ 数字控制系统
- ④ 离散系统研究方法

# 离散系统研究方法

- 连续系统: Laplacian 变换
- 离散系统: Z 变换
- 离散系统学习要点
  - 离散数学模型, 离散系统与连续系统对比
  - 离散系统的稳定性, 稳态性能与动态性能分析

# 离散系统研究方法

- 连续系统: Laplacian 变换
- 离散系统: Z 变换
- 离散系统学习要点
  - 离散数学模型, 离散系统与连续系统对比
  - 离散系统的稳定性, 稳态性能与动态性能分析

# 离散系统研究方法

- 连续系统: Laplacian 变换
- 离散系统: Z 变换
- 离散系统学习要点
  - 离散数学模型, 离散系统与连续系统对比
  - 离散系统的稳定性, 稳态性能与动态性能分析

# 离散系统研究方法

- 连续系统: Laplacian 变换
- 离散系统: Z 变换
- 离散系统学习要点
  - 离散数学模型, 离散系统与连续系统对比
  - 离散系统的稳定性, 稳态性能与动态性能分析

# 离散系统研究方法

- 连续系统: Laplacian 变换
- 离散系统: Z 变换
- 离散系统学习要点
  - 离散数学模型, 离散系统与连续系统对比
  - 离散系统的稳定性, 稳态性能与动态性能分析