

## 第五章 数字滤波器结构

*Structures for digital filter*

5.1

数字滤波器概述

5.2

IIR数字滤波器结构

5.3

FIR数字滤波器结构



# 第五章 数字滤波器结构

*Structures for digital filter*

## 5.3 FIR数字滤波器结构

直接型、级联型结构及应用

华东理工大学信息科学与工程学院 万永菁



## 5.3 FIR数字滤波器结构

### 一、FIR DF的特点

- 1、系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 在有限个 $n$ 值处不为零。  
即 $h(n)$ 是个有限长序列。
- 2、一般来说，系统因果，故 $H(z)$ 在 $|z|>0$ 处收敛，  
极点全部在 $z=0$ 处(即FIR一定为稳定系统)。
- 3、结构上主要是非递归结构，没有输出到输入反馈。但有些结构中  
(例如频率抽样结构) 也包含有反馈的递归部分。

$$H(z) = \sum_{i=0}^M b_i z^{-i}$$

$$H(z) = \sum_{n=0}^{N-1} h(n) z^{-n}$$

### 二、FIR的系统函数及差分方程

长度为 $N$ 的单位脉冲响应 $h(n)$ 的系统函数为：

$$H(z) = \sum_{n=0}^{N-1} h(n) z^{-n}$$

它实际是系统函数 $H(z)$ 中 $a_i=0$ 的无反馈情况：

$$H(z) = \frac{\sum_{i=0}^M b_i z^{-i}}{1}$$

差分方程为：

$$\begin{aligned} y(n) &= \sum_{m=0}^{N-1} h(m) x(n-m) \\ &= x(n) * h(n) \end{aligned}$$



## 5.3 FIR数字滤波器结构



華東理工大學

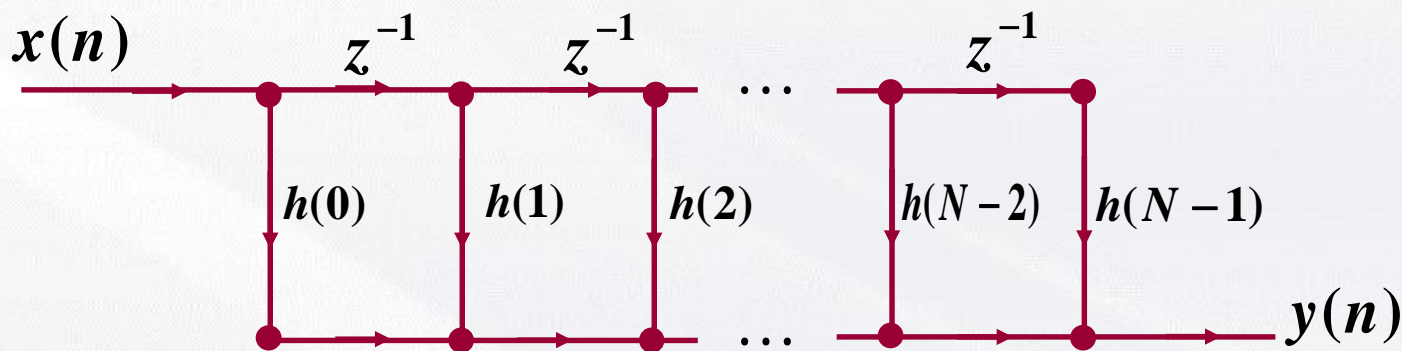
### 三、FIR数字滤波器直接型结构 *Direct Form*

$$y(n) = \sum_{m=0}^{N-1} h(m)x(n-m)$$

➤ 流图

*Tapped delay line* 抽头延迟线结构

*Transversal filter* 横向滤波器结构



- 特点:
- (1) 简单直观, 运算速度快;
  - (2) 系数即为脉冲响应  $h(n)$  的序列值;
  - (3) 不能直接控制零点。

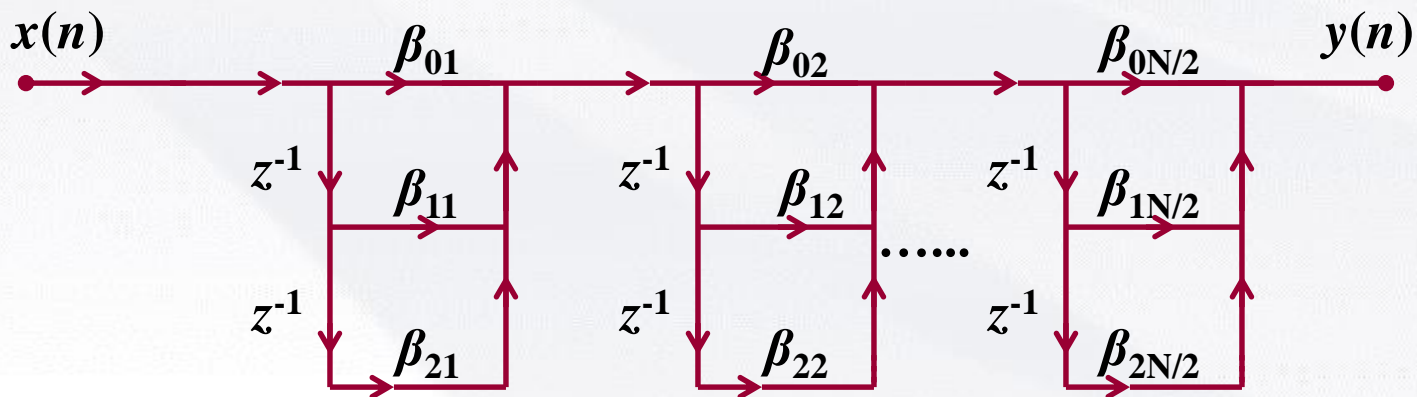


### 四、FIR数字滤波器级联型结构

当需要控制滤波器的传输零点时，可将 $H(z)$ 系统函数分解成二阶实系数因子的形成：

$$H(z) = \sum_{n=0}^{N-1} h(n)z^{-n} = \prod_{i=1}^{\frac{N}{2}} (\beta_{0i} + \beta_{1i}z^{-1} + \beta_{2i}z^{-2})$$

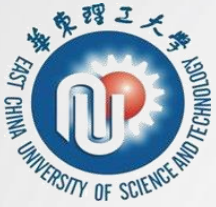
上式可由多个二阶节级联实现：





### 级联型FIR数字滤波器结构的特点

- ◆ 级联型FIR数字滤波器结构所需的**系数比直接型多**，  
因而所需**乘法运算比直接型多**。
- ◆ 级联型FIR数字滤波器结构的**易于系统零点的控制**，  
因而常在需要**控制传输零点**时使用。



# 第五章 数字滤波器结构

*Structures for digital filter*

## 5.3 FIR数字滤波器结构

直接型、级联型结构及应用

华东理工大学信息科学与工程学院 万永菁

