

第三章 离散傅里叶变换

Discrete Forurier Transform

3.1

离散傅里叶级数及其性质

3.2

离散傅里叶变换的定义及性质

3.3

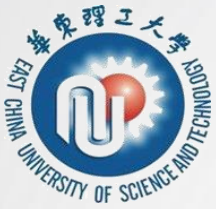
用DFT求解LSI系统输出

3.4

频域采样定理

3.5

模拟信号的谱分析方法



第三章 离散傅里叶变换

Discrete Forurier Transform

3.3 用DFT求解LSI系统输出

长序列线性卷积的DFT求解方法——重叠相加法

华东理工大学信息科学与工程学院 万永菁



例：求下面两序列的线性卷积，并用重叠相加法验证。

$$x(n) = (n+1)R_8(n) \quad h(n) = R_3(n)$$

		<u>1</u>	2	3	4	5	6	7	8	
							<u>1</u>	1	1	
		<hr/>								
		<u>1</u>	2	3	4	5	6	7	8	
	<u>1</u>	2	3	4	5	6	7	8		
<u>1</u>	2	3	4	5	6	7	8			
<hr/>										
{	<u>1</u>	3	6	9	12	15	18	21	15	8}



3.3 用DFT求解LSI系统输出



1、重叠相加法

$M = 4$	<u>1</u>	2	3	4	5	6	7	8		
$N = 3$						<u>1</u>	1	1		
		1	2	3	4	5	6	7	8	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
<u>1</u>	2	3	4	5	6	7	8			
<hr/>										
{	<u>1</u>	3	6	9	12	15	18	21	15	8}

3.3 用DFT求解LSI系统输出



$x_1(n)$	<u>1</u>	2	3	4
$h(n)$		<u>1</u>	1	1


		1	2	3	4
	1	2	3	4	
<u>1</u>	2	3	4		

$y_1(n)$	{	<u>1</u>	3	6	9	7	4	}
----------	---	----------	---	---	---	---	---	---

$x_2(n)$		5	6	7	8
$h(n)$			<u>1</u>	1	1

			5	6	7	8
		5	6	7	8	
	5	6	7	8		

$y_2(n)$	{	5	11	18	21	15	8	}
----------	---	---	----	----	----	----	---	---



$n=4$

$$y(n) = y_1(n) + y_2(n)$$

$$y_i(n) = x_i(n) \odot h(n)$$

$$= \text{IFFT}[\text{FFT}[x_i(n)] \cdot \text{FFT}[h(n)]]$$

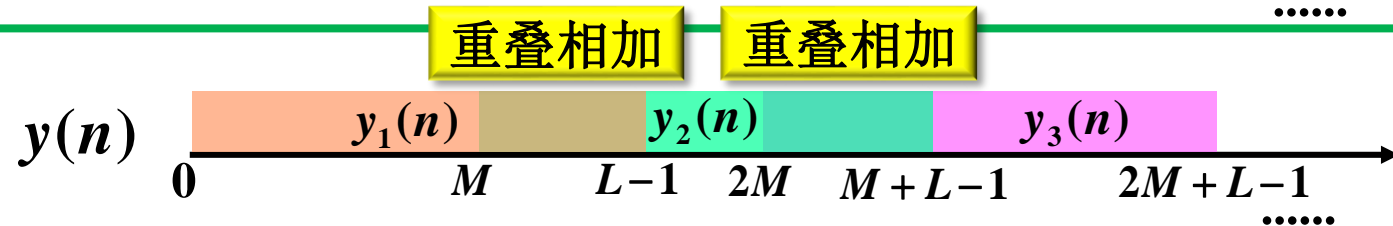
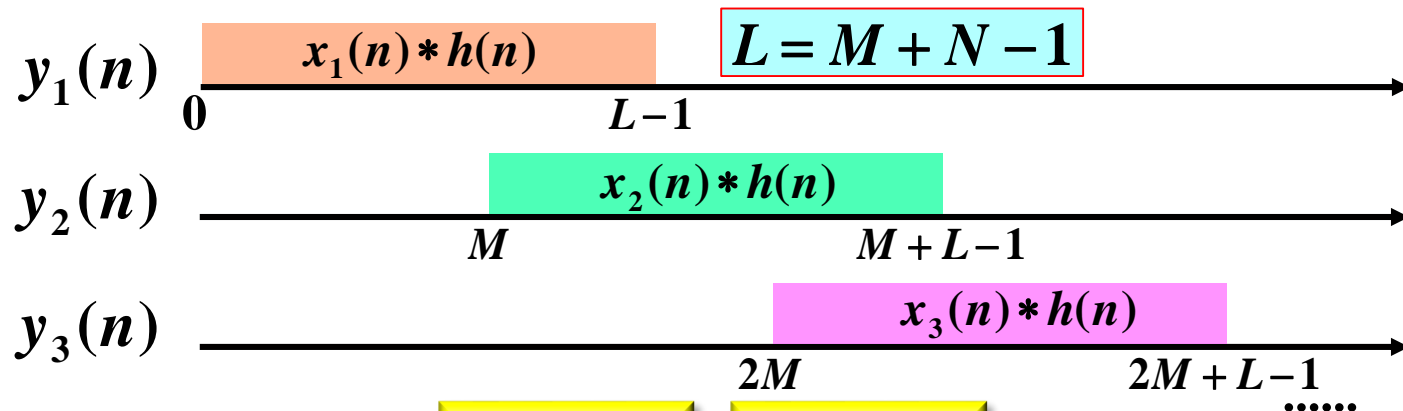
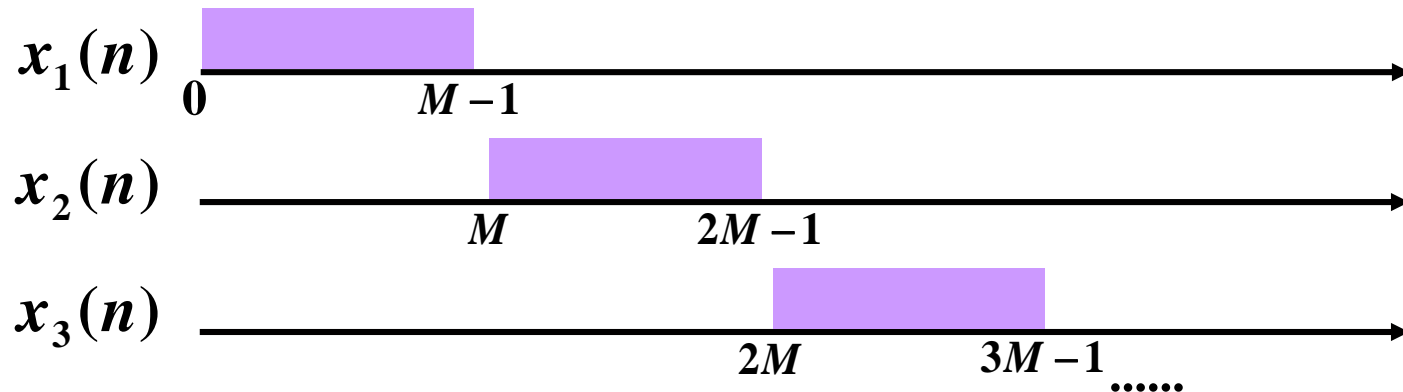
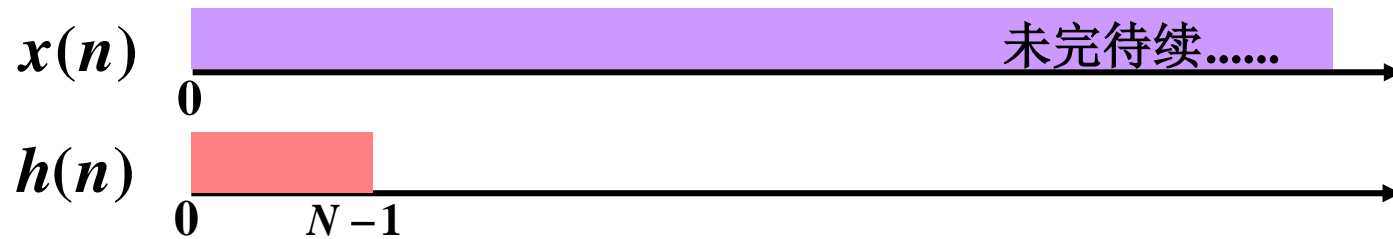
$$L \geq M+N-1$$

{ 1 3 6 9 7 4 }

{ 5 11 18 21 15 8 }

{ 1 3 6 9 12 15 18 21 15 8 }

重叠相加



重叠相加法的基本原理:

$$y(n) = x(n) * h(n) = h(n) * \sum_{i=-\infty}^{\infty} x_i(n)$$

$$= \sum_{i=-\infty}^{\infty} [x_i(n) * h(n)] = \sum_{i=-\infty}^{\infty} y_i(n)$$

$y_i(n)$ 的求解方法:

$$X_i(k) = \text{FFT}[x_i(n)]$$

$$H(k) = \text{FFT}[h(n)]$$

$$Y_i(k) = X_i(k) \cdot H(k)$$

$$y_i(n) = \text{IFFT}[Y_i(k)]$$

➤ 小结：长序列线性卷积的DFT求解方法——重叠相加法



Overlap-add method

- A、将 $h(n)$ 补零延长到 $L \geq M + N - 1$ ，并计算长为 L 的FFT，得到 $H(k)$ ；
- B、将每一段 M 点的 $x_i(n)$ 补零延长到 $L \geq M + N - 1$ ，并计算长为 L 的FFT，得到 $X_i(k)$ ；
- C、计算 $Y_i(k) = X_i(k)H(k)$ ，并求长为 L 的反变换，即：

$$y_i(n) = \text{IFFT}[Y_i(k)]$$

- D、将 $y_i(n)$ 的重叠部分相加，最后得到结果为：

$$y(n) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} y_i(n)$$



第三章 离散傅里叶变换

Discrete Forurier Transform

3.3 用DFT求解LSI系统输出

长序列线性卷积的DFT求解方法——重叠相加法

华东理工大学信息科学与工程学院 万永菁

