

课程设计B-信号处理基础设计

第三讲

李伊川

liyichuan@hit.edu.cn





- 1 课程概述与实验内容简介
- 2 信号处理与频域分析基础
- 3 数字通信仿真基础
- 4 课设任务书布置及案例分析



数字通信仿真基础

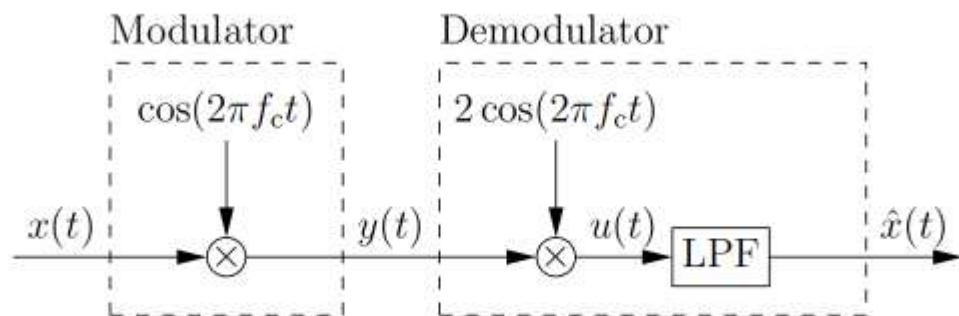
• 模拟调制 (模拟信号调到载波上)

1. 双边带抑制载波调制

射频信号是由发送天线发送, 在空间传输, 然后由接收天线接收, 天线的尺寸和传输的信号频率成反比。但是我们实际感兴趣的信号, 往往是低频信号比如音频信号, 那高频有什么用了?

- 它更适合在空气中传输, 且天线可以做的更小
- 低频需要上变频到高频进行传输。

这就是需要模拟调制-基带信号变成高频的信号 (如射频信号也可以叫载波调制)



双边带抑制载波调制结构图

$$\begin{aligned}y(t) &= x(t) \cos(2\pi f_c t), \\u(t) &= 2x(t) \cos(2\pi f_c t) \cos(2\pi f_c t), \\u(t) &= x(t) (1 + \cos(4\pi f_c t)), \\&= x(t) + x(t) \cos(4\pi f_c t).\end{aligned}$$

数字通信仿真基础

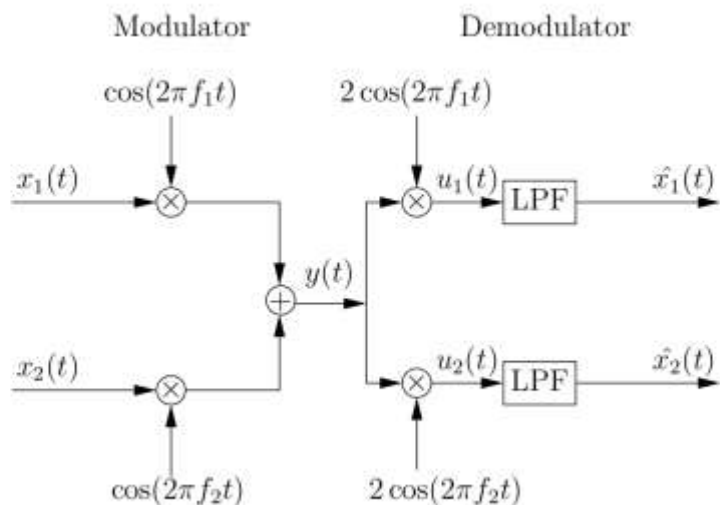
2. 频分复用

频分复用在通信中是常见技术，频分复用也是OFDM的基础，在第四代和第五代通信中广泛应用。

假设 $x_1(t)$ 和 $x_2(t)$ 是两基带信号, f_1 和 f_2 是他们对应的频率。

下图是频分复用简单的调制解调图。

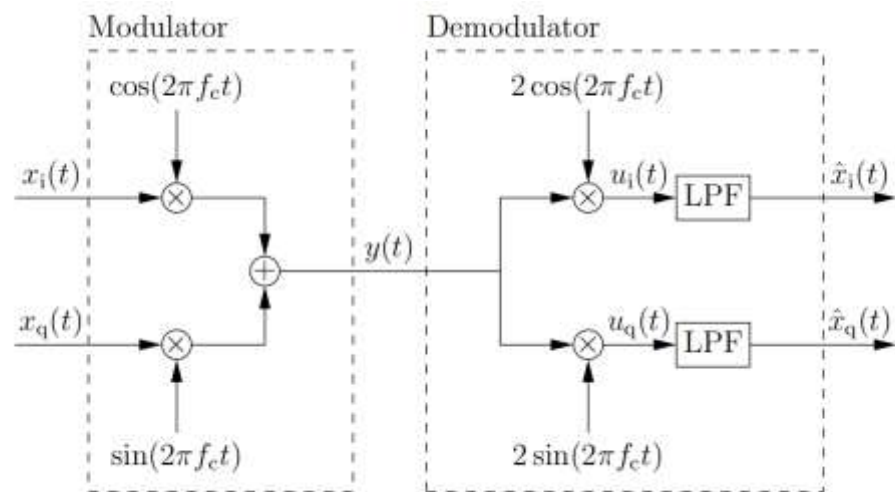
(f_1 和 f_2 间隔必须很大，这样他们不会出现频谱混叠)



$$\begin{aligned}y_1(t) &= x_1(t) \cos(2\pi f_1 t) \\y_2(t) &= x_2(t) \cos(2\pi f_2 t). \\y(t) &= y_1(t) + y_2(t).\end{aligned}$$

数字通信仿真基础

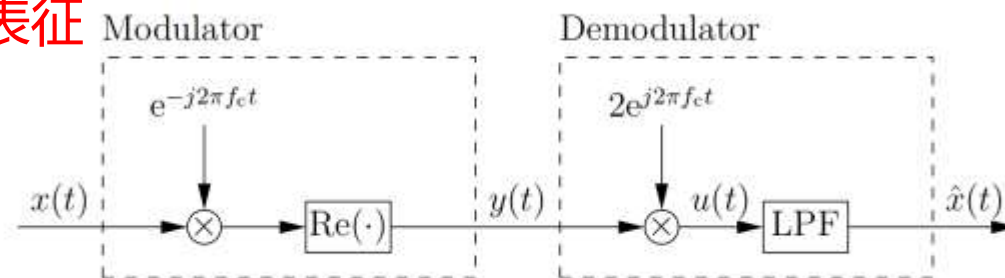
3. 正交幅度调制(QAM)和复正交幅度调制



$$\begin{aligned}
 y(t) &= x_i(t) \cos(2\pi f_c t) + x_q(t) \sin(2\pi f_c t), \\
 u_i(t) &= 2x_i(t) \cos(2\pi f_c t) \cos(2\pi f_c t) + 2x_q(t) \sin(2\pi f_c t) \cos(2\pi f_c t), \\
 u_q(t) &= 2x_q(t) \sin(2\pi f_c t) \sin(2\pi f_c t) + 2x_i(t) \cos(2\pi f_c t) \sin(2\pi f_c t), \\
 u_i(t) &= x_i(t) + x_i(t) \cos(4\pi f_c t) + x_q(t) \sin(4\pi f_c t), \\
 u_q(t) &= x_q(t) - x_q(t) \cos(4\pi f_c t) + x_i(t) \sin(4\pi f_c t).
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \hat{x}_i(t) &= x_i(t), \\
 \hat{x}_q(t) &= x_q(t),
 \end{aligned}$$

仿真为了方便,
用复数形式表征
正交



$$x(t) = x_i(t) + jx_q(t),$$

$$y(t) = \text{Re} [x(t)e^{-j2\pi f_c t}]$$

$$\text{Re}[x(t)e^{-j2\pi f_c t}] = x_i(t) \cos(2\pi f_c t) + x_q(t) \sin(2\pi f_c t)$$

$$u(t) = [y(t)2e^{j2\pi f_c t}] = 2y(t) \cos(2\pi f_c t) + 2jy(t) \sin(2\pi f_c t)$$

• Matlab Demonstration

数字通信仿真基础

• 数字调制 (数字信号01调到载波上)

1. 幅移键控 (Amplitude-shift keying, ASK)

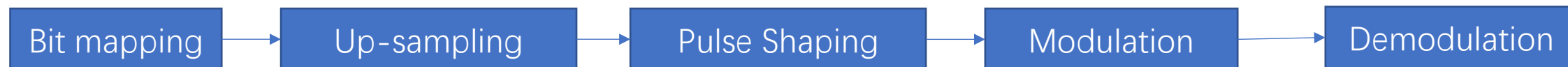
幅移键控是最简单的数字调制技术，可以简单看成使用将二进制信号进行幅度调制。

$m(t)$ 是二进制信息，1代表幅度+1的脉冲，0代表幅度-1的脉冲。每个脉冲周期为 T ， A 是载波幅度。

$$y(t) = A(1 + m(t))\cos(2\pi f_c t),$$

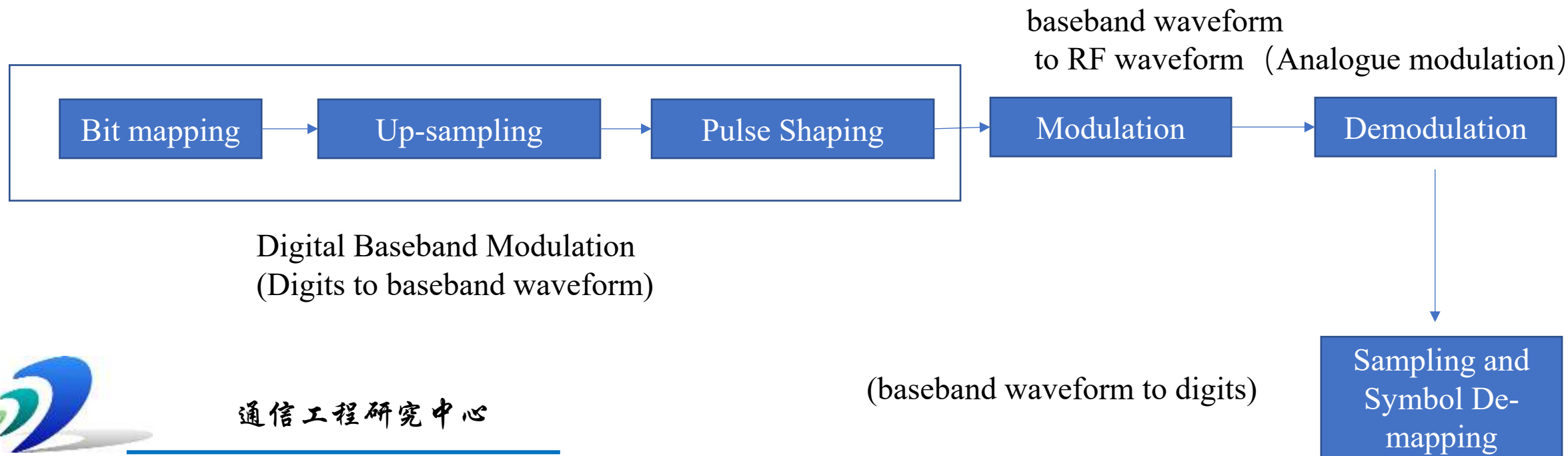
根据 $m(t)$ 的值， $y(t) = 2A\cos(2\pi f_c t)$ 或者 $y(t) = 0$ 。所以载波幅度为0时发送0，载波幅度不为0时发送1。
这种形式的幅移键控被称为：**开关键控 (On-off keying, OOK)**。

数字调制与解调的过程：



数字通信仿真基础

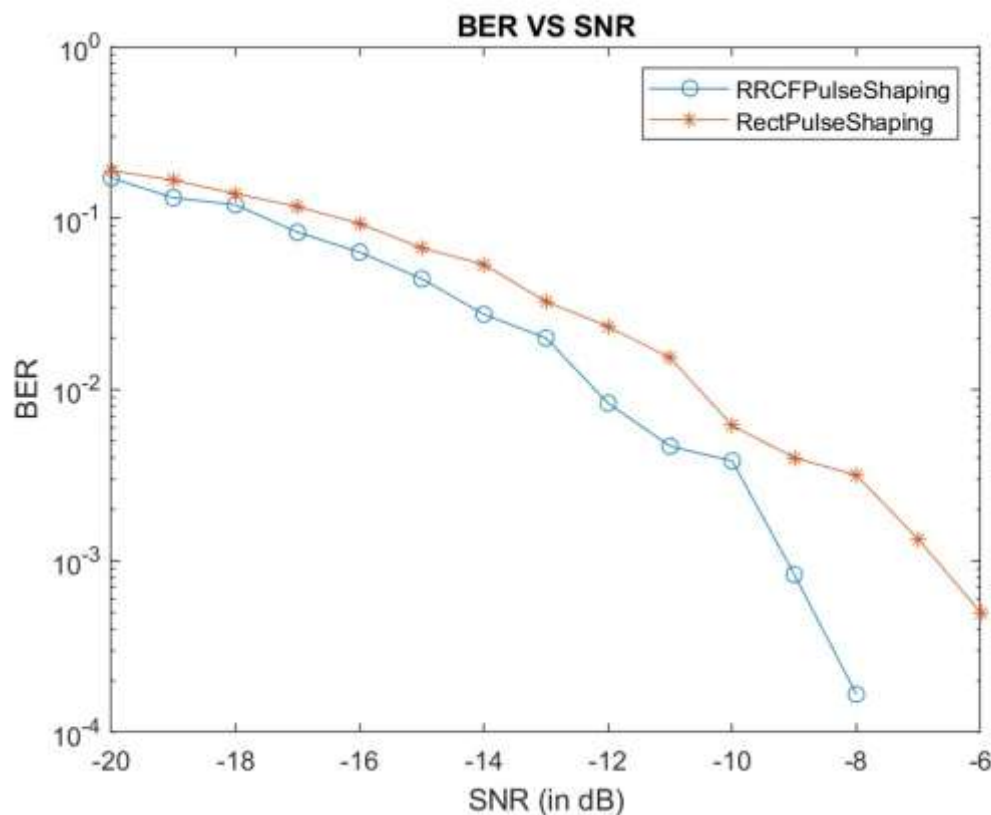
- 模拟调制器传输模拟信号，但是模拟解调器比较难准确获知其所接收的信号是信息还是噪声。
- 但是，数字调制传输的是数字信号，比如二进制比特。
- 数字调制系统可以看成是首先将**数字信号变成模拟信号**的**模拟调制过程**。



数字通信仿真基础

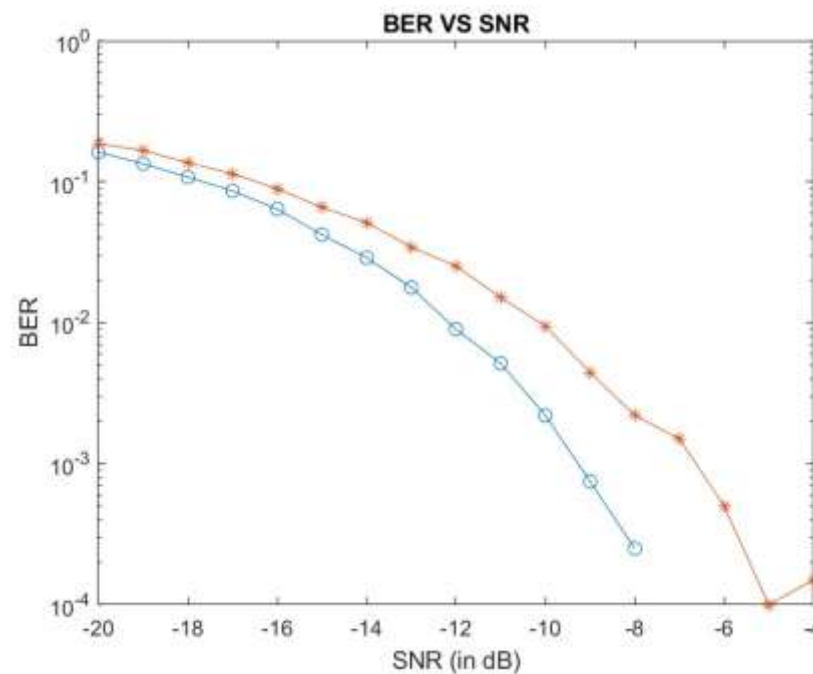
2.2 画BER图 (Monte Carlo Simulation)

6000比特的图



通信工程研究中心

不够平滑? 多跑一些比特, 下面是2万比特。



建议至少跑 10^6 的比特数。

- Matlab Demonstration



谢谢大家

