



综合实验二

OFDM 系统仿真

1



背景知识

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)，正交频分复用

—— 4G 核心技术

1. 发展 OFDM 的原因

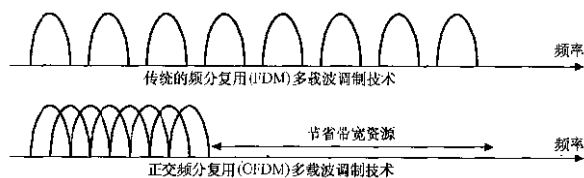
对于高速数据业务，单载波TDMA系统和窄带CDMA系统存在较大缺陷。期望发展新技术，即可以支持高速率传输，又能有效抵抗信道的频率选择性衰落。

2. OFDM 的发展史

OFDM 的最初思想于60年代提出，但因缺乏有效的实现而未发展起来。1971年，Weinstein 利用 DFT 实现了多载波调制，为 OFDM 的实用奠定了基础。1985年，Cimini首先分析了 OFDM 在移动通信中的应用。1987年，OFDM 被建议用于广播系统和移动接收，之后，OFDM 在移动通信中得到了迅猛发展。

2

3. OFDM 与 FDM 的差别



- FDM

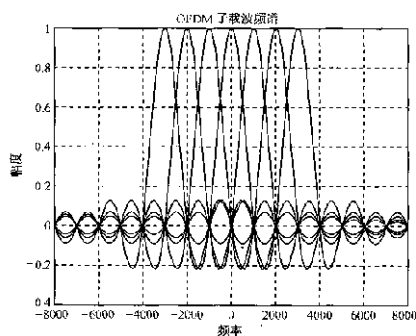
- 需要保护带宽。
- 不涉及同步。

- OFDM

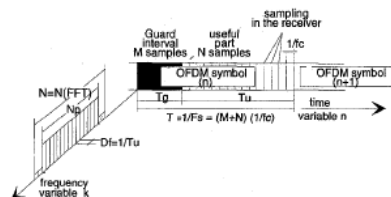
- 子载波上的信号在频域上重叠。
- 利用同步技术严格控制子载波间干扰。
- 利用 IFFT/FFT 实现调制与解调，复杂度低。
- 信道均衡简单。

3

3. OFDM 频谱



一个OFDM符号包含 N 个子载波，也即整个系统带宽被分成 N 个子信道，子载波间的频率间隔为 Df 。

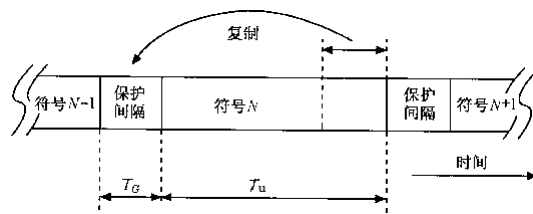


$T_u = 1 / Df$ 为 OFDM 符号的持续时间，是具有相同带宽的单子载波系统符号持续时间的 N 倍。

4

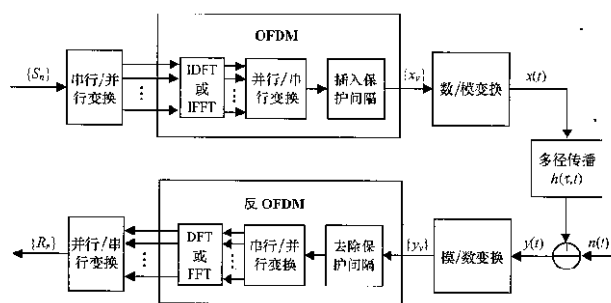
3. 保护间隔

- 为了避免ISI，在时域OFDM符号中插入长为 T_G 的保护间隔，可采用 ZP 和 CP。
- 此时整个OFDM符号持续时间为 $T = T_G + T_u$ 。
- 循环前缀 (Cyclic Prefix, CP)。

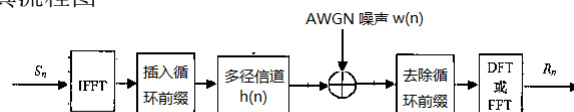


5

4. 基本的 OFDM 系统框图

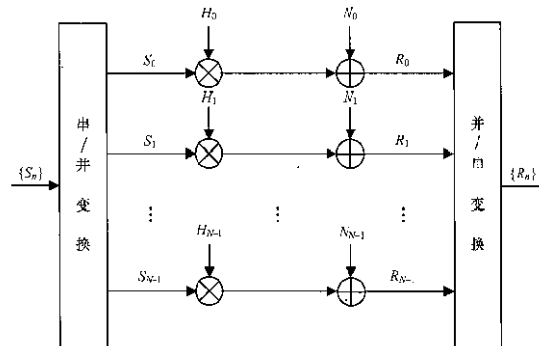


仿真流程图



6

5. 等效的 OFDM 系统模型



可以看到，对于每一个子载波都是平衰落，因此接收端只需要单抽头的均衡器即可，计算复杂度很低。

7

OFDM系统仿真实验

仿真参数：

子载波数 $N=256$;


CP长度 $N_G = (1/16)N$;

信道抽头系数 10个，功率均匀/指数分布，功率归一化为1;

发送信号为 BPSK调制，平均功率为1;

信噪比为 0、5、10、15、20dB

8

- 
- 1) 根据4中的流程图搭建并仿真 OFDM 系统，画出输入和输出信号的星座图，计算误码率 (SER) 并画图。
 - 2) 观察信道时延扩展对系统性能的影响，信道抽头系数个数分别改为 20 和 64。画出相应的输出信号星座图，计算误码率并画图。
 - 3)* 根据5中的等效框图搭建系统并仿真，画出误码率曲线。
 - 4)* 在3) 的基础上对接收信号进行信道均衡，画出误码率曲线。