

OFDM系统非线性失真自适应补偿技术

刘应廷, 黄炜, 张忠培

电子科技大学 通信与信息工程学院, 四川 成都 610054

2008-06-18

摘要: 提出了一种将部分传输序列与递归最小二乘法相结合的OFDM非线性失真自适应补偿技术。利用部分传输序列降低OFDM信号的峰均比; 使用递归最小二乘法拟合高功率放大器的幅度/幅度和幅度/相位特性曲线, 对OFDM信号进行预失真处理, 以补偿系统的非线性失真。仿真结果表明, 所提出的方法收敛速度快, 能对高功率放大器引入的非线性失真进行有效的补偿。

关键词: 正交频分复用 非线性失真 部分传输序列 递归最小二乘法

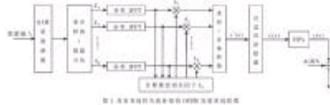
无线通信业务的多媒体化是其未来发展的方向之一, 而多媒体业务要求有高速的数据传输来支撑, 因此宽带传输是无线通信发展的必然趋势。正交频分复用^[1]OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)技术可以有效地对抗信号波形间干扰, 具有优异的抗噪声性能和抗多径衰落的能力, 频谱利用率高, 适合于存在多径传播和多普勒频移的无线移动信道中高速传输数据。目前, OFDM技术凭借其固有的对抗时延扩展的能力和较高的频谱利用率迅速成为研究的焦点, 成为下一代无线通信的核心技术。

众所周知, OFDM信号具有很高的峰均功率比, 对高功率放大器HPA(High Power Amplifier)的线性度要求很高, 否则就会产生非线性失真, 造成频谱扩展以及带内信号畸变, 使系统的性能恶化, 因此必须对系统的非线性失真进行抑制。

本文提出了一种将部分传输序列PTS(Partial Transmit Sequences)与递归最小二乘法RLS(Recursive Least Squares)相结合的失真补偿技术, 可以有效地减小高功率放大器的非线性失真。

1 传输系统结构

OFDM的基本思想是将高速率的数据流变换成多路数据子流, 然后用相互正交的子载波对数据子流分别进行调制。本文讨论的发射系统框图如图1所示。由于重点分析OFDM信号的基带自适应补偿技术, 为简单起见, 系统省略了加入保护间隔和上变频部分。



OFDM发射机中普遍采用行波管(TWT)作为高功率放大器, 它是一种无记忆的非线性器件^[2], 其AM/AM和AM/PM特性为:

$$A(\rho) = \frac{2\rho}{1+\rho^2} \quad (1)$$

$$\Phi(\rho) = \frac{\pi}{6} \cdot \frac{2\rho^2}{1+\rho^2}$$

2 自适应补偿技术

2.1 部分传输序列

部分传输序列^[3](PTS)先将每个OFDM符号分为V个子块, 给每个子块乘上一个相位因子, 得:

$$X'(k) = \sum_{i=1}^V b_i X_i(k), \quad k=0, 1, \dots, N-1 \quad (2)$$

再对X'(k)进行IFFT运算, 得到x'(n)。相位因子bi的选取应使x'(n)的峰均功率比最低, 即:

$$PAPR_{min} = \min_{(b_1, b_2, \dots, b_V)} \left[\max_n \left| \sum_{j=1}^V b_j x_j(n) \right| \right] \quad (3)$$

2.2 自适应补偿

假设x'(n)经过预失真器的输出为:

热点专题

- 信心09, 冬天来了, 春天还会远吗?
- 低功耗技术, 是鸡还是蛋?
- 华北计算机系统工程研究所(电子六所)总结表彰暨春节联欢会
- Powerwise高效能解决方案
- 2008Security China中国国际社会公共安全产品博览会
- 视频信号处理技术
- 2008嵌入式技术创新及...
- 2008飞思卡尔技术论坛
- Altera公司SOPC...
- 第十届高交会电子展
- 科技闪耀北京奥运
- ADLINK DAY—2008年量测与自动化技术国际高峰论坛
- 中国电子学会Xilinx杯开放源码硬件创新大赛
- 赛灵思公司Virtex-5系列FPGA
- 3G知识
- IPTV
- 触摸屏技术
- RoHS

杂志精华

- 基于CC2430的无线传感器...
- 无线传感器网络应用系统综述
- 无线传感器网络在野外测量中的...
- 基于竞争的无线传感器网络
- 用于矿井环境监测的无线传感器...
- 具有自适应通信能力的无线传感...
- 基于传感器网络技术的深孔测径...
- 基于无线传感器网络的家居安防...
- 基于ATmega128L与C...
- 无线传感器网络中移动节点设备...

$$\tilde{x}(n) = \rho_{\tilde{x}}(n) \exp(j\theta_{\tilde{x}}(n)) \quad (4)$$

其中, $\rho_{\tilde{x}}(n)$ 表示 $\tilde{x}(n)$ 的幅度, $\theta_{\tilde{x}}(n)$ 表示 $\tilde{x}(n)$ 的相位,

则高功率放大器的输出为:

$$y(n) = A(\rho_{\tilde{x}}(n)) \exp\{j[\Phi(\rho_{\tilde{x}}(n)) + \theta_{\tilde{x}}(n)]\} \quad (5)$$

为了获得理想的线性放大效果, 即:

$$\begin{aligned} A(\rho_{\tilde{x}}(n)) &= \rho_{x'}(n) \\ \Phi(\rho_{\tilde{x}}(n)) + \theta_{\tilde{x}}(n) &= \theta_{x'}(n) \end{aligned} \quad (6)$$

其中, $\rho_{x'}(n)$ 表示 $x'(n)$ 的幅度, $\theta_{x'}(n)$ 表示 $x'(n)$ 的相

位, 则预失真信号 $\tilde{x}(n)$ 的幅度和相位应该为:

$$\begin{aligned} \rho_{\tilde{x}}(n) &= A^{-1}(\rho_{x'}(n)) \\ \theta_{\tilde{x}}(n) &= \theta_{x'}(n) - \Phi(\rho_{x'}(n)) \end{aligned} \quad (7)$$

因此, 幅度预失真通过对HPA的AM/AM特性曲线求逆实现, 相位预失真则通过从原始信号的相位中减去HPA的AM/PM响应实现。

3 仿真结果分析

考虑子载波数 $N=256$ 的OFDM系统, 子载波采用16QAM调制, PTS分块数 $V=4$, 相邻分割方式, 采用4倍过采样产生OFDM时域信号, $\delta=0.004$, $\lambda=1$, $\omega_A(0)=0$, $\omega_P(0)=0$ 。

在通信系统中, 预失真性能通常与多径衰落无关, 因此假设信道为理想的加性高斯白噪声信道, 不存在符号间干扰, 收发端时钟精确同步。

为了描述不同的功率输出水平, 定义HPA的输出功率回退为:

$$OBO(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_{\max}}{P_0} \quad (8)$$

其中, P_{\max} 表示放大器的最大输出功率, P_0 表示放大器输出信号的平均功率。图2给出了不同的输出功率回退条件下, 无预失真和有预失真时接收端的信号星座图。从中可以看出, 预失真可以有效地补偿功率放大器引起的非线性失真(图2(a)、(b))。同时也看到, 随着输出功率回退的减小, 高功率放大器进入了限幅区, 这时, 即使预失真也无法完全消除功率放大器引入的非线性失真(图2(c)、(d))。

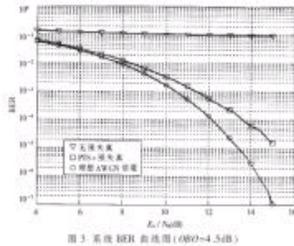
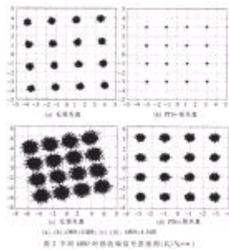


图3 系统 BER 曲线图 (OBO=4.5dB)

在 $OBO=4.5\text{dB}$ 时, 有/无预失真系统的误比特率曲线如图3所示。要使高功率放大器最有效地工作, 需要在放大器最大输出功率与OFDM信号最小非线性失真之间进行折中, 为此, 定义系统的总退化TD(Total Degradation)为:

$$TD(\text{dB}) = OBO + [E_b/N_{0(\text{HPA})} - E_b/N_{0(\text{AWGN})}] \quad (9)$$

其中, $E_b/N_{0(\text{HPA})}$ 表示在特定的误码率条件下, 使用非线性功率放大器时所需的最低 E_b/N_0 ; $E_b/N_{0(\text{AWGN})}$ 表示在相同的误码率条件下, 不使用非线性功率放大器时所需的最低 E_b/N_0 。系统总退化随输出功率回退的改变而改变, 存在一个最小值, 对应的OBO值称为最优功率回退, 其值通常用来评估失真补偿算法性能的好坏。图4画出了在误比特率 $BER=10^{-3}$ 时系统总退化曲线图。

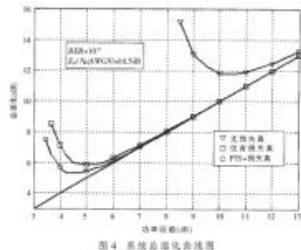


图4 系统总退化曲线图

本文提出了一种将部分传输序列与预失真相结合来补偿OFDM系统非线性失真的方法。首先利用部分传输序列对OFDM信号的峰值功率比进行控制, 降低大峰值功率出现的概率, 然后利用RLS算法对HPA的AM/AM和AM/PM特性进行拟合。仿真结果表明, 在误比特率

为10₋₃时,无预失真系统的最优回退为10.3dB,总退化化为11.8dB,经过前置PTS自适应预失真后,最优回退为4.3dB,总退化化为5.2dB.最优回退减小了6dB,总退化减小了6.6dB,验证了该方法能有效地补偿高功率放大器引入的非线性失真。

参考文献

- 1 Harvatin D T, Ziemer R E. Orthogonal frequency division multiplexing performance in delay and doppler spread channels[J]. IEEE 47th vehicular technology conference, 1997; (3): 1644~1648
- 2 Saleh A A M. Frequency-independent and frequency-dependent nonlinear models of TWT amplifiers[J]. IEEE transactions on communications, 1981; 29(11): 1715~1720
- 3 周毅, 朱雪龙. OFDM系统中基于部分传输序列圆周移位最优和的降低峰值平均功率比的算法[J]. 电子学报, 1999; 27(8): 108~110

在线联系

[添加到收藏夹](#)

关于“OFDM系统非线性失真自适应补偿技术”，我有如下需求或意向：

用户名: 密码: 验证码: 5829 欢迎注册

相关应用

- SCTCM在水声OFDM系统中的应用研究
- 信息时代的短波通信
- 模块化宽带视频切换矩阵的关键技术研究
- WIND-FLEX高速无线接口的结构及应用
- 基于子带的AOFDM系统自适应调制方式选择
- 减小OFDM系统PAPR的一种新的PTS方法

[版权声明](#) | [投稿须知](#) | [《电子技术应用》投稿](#) | [网站地图](#) | [帮助中心](#) | [广告中心](#) | [关于我们](#) | [管理员信箱](#)

[回到顶端](#)

《电子技术应用》编辑部版权所有

地址: 北京海淀区清华东路25号电子六所大厦

联系电话: 82306084 / 82306085 传真: 62311179 京ICP备05053646号

推荐分辨率1024*768 IE6.0版本

