课程设计报告书专用纸

课程设计报告书

课程名称： 通信系统的计算机仿真设计

题 目：PCM通信系统的性能分析与MATLAB仿真

系

学

电子工程学院

通信工程082

(院)：

期：

专业班级：

姓

学

名：

号：

www.docin.com

课程设计报告书专用纸

绪论

通信系统的计算机仿真设计课程设计是通信工程专业的学生在学完通信工

1

程专业基础课、通信工程专业主干课及科学计算与仿真专业课后进行的综合性课

程设计。其目的在于使学生在课程设计过程中能够理论联系实际，在实践中充分

利用所学理论知识分析和研究设计过程中出现的各类技术问题，巩固和扩大所学

知识面，为以后走向工作岗位进行设计打下一定的基础。

1.1

研究背景与研究意义

当今社会，人们无处不享受着数字通信网络和系统给我们带来的便利及数

字化多媒体产品带给我们的多彩的生活的娱乐。数字化的广泛应用是因为数字信

号易于存储和传输，没有累积失真等数字的高品质等。

然而在语音信号的领域中，数字化的语音传输和存储，无论其在可靠性，抗

干扰性，速交换，易保密和廉价格等方面都远远高于模拟语音信号。但是，数

字化的语音信号也有其固有的缺点，就是数字语音信号的带宽远大于模拟语音信

号的，从而要求传输数字语音信号的信道更大才能传输数字语音信号，竟而造成

了高成本。为了来降低这种高成本从而促使发展了一种新的技术一压缩编码。然

而PCM通信系统就是采用了该种技术。

1.2

课程设计的目的和任务

本次课程设计的主要任务和目的是：掌握一般的通信系统设计的过程、步骤、

要求、工作内容及设计方法； 掌握用计算机仿真通信系统的方法。此外通对PCM

系统性能的分析的过程中训练学生网络设计能力。从而进一步的训练了学生综合

评语：

成绩：

签名：

日期：

2

课程设计报告书专用纸

5

原始信号

4

3

2

o

零

-1

-2

-3

4

-5

-3

-2

-1

0

2

时间t

\*10

图2原始信号图

3.2

语音信号取样及抽样

对信号进行的周期性扫描即是对信号的抽样。每隔时间t(时间t要尽量小，如

0.000001s)对低通连续的语音信号进行取样，则在时间T内所抽取的信号样值

(离散冲激脉冲)可以近似看成此连续信号在时间T内的原始模拟信号波形。然

后再按8000HZ的频率所取样的样值信号进行抽样，即完成了对信号的取样和抽

样的过程。对语音信号的抽样脉冲如图3所示(这里只显示了20个抽样脉冲)：

W

om

-o抽样脉冲信

0.9

0.8

0.7

0.6

0.5

04

婴

0.3

0.2

0.1

0

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

显示的个数n

图3抽样脉冲信号图

5

课程设计报告书专用纸

3.3

信源编码/译码

信源的编码的功能主要有：一是提高信息的传输有效性，即是通过某种数据

压缩技术设法减少码元数目和降低码元的速率。二是完成模/数的转换，即当信

息源给出的是模拟信号时，信息源编码器将其转换成数字信号，以实现模拟信号

的数字化传输。本次课程设计中采用的是PCM非均匀量化编码。实际中， 非均匀

量化的实际方法通常是将抽样值通过压缩再进行均匀量化。通常使用的压缩器

中，大多采用对数式压缩。广泛采用的两种对数压缩律是“压缩律和A压缩律。

美国采用一压缩律，我国和欧洲各国均采用A压缩律，由于A律压缩实现复杂，

常使用13折线法编码，压扩特性图如图4所示：

786858483-82818

第8段

未压缩

斜率：

1段16

2段16

7段1/2

8段1/4

128

4

a立n

图4十三折线法

PCM非均匀量化编码包括了对信号的量化和编码， 其编的是8位码， 构成依

次为1位极性码、3位段落码和4位段内码。脉冲编码调制(PCM) 是将模拟信

号变成二进制信号的常用方法。

信源译码是信源编码的逆过程。

3.4

信道编码/译码

信道编码的目的就是增强数字信号的抗干扰能力。数字信号在信道中传输容

易受到噪声干扰，为了减少差错，我们对传输信息的码元按一定的规则加入保护

成分(监督元)，组成所谓的抗干扰编码。在本次课程设计中分别按设计的要求

采用了无信道编码、汉明码和循环码三种方式进行信道编码。

信道译码是信道编码的逆过程。

数字调制/解调

3.5

数字调制就是把数字基带信号的频谱搬移到高频处，形成适合在信道中传输

6

课程设计报告书专用纸

的带通信号。基本的调制方式有振幅键控(ASK) 、频移键控(FSK) 、绝对相移键

控(PSK) 、差分相移键控(DPSK) 等， 本课程设计中则采用的是振幅键控(ASK) 。

数字解调：在接收端可以采用相干解调或者非相干解调还原数字基带信号。

3.6PCM系统中噪声的影响

4 MATLAB对PCM通信系统的仿真

4.1PCM通信系统的主要参数设置

信噪比(SNR) 范围是-25dB~25dB之间， 步长为5dB。

信源模块：我们设定原始信号的幅值A为4.2，频率f为1200HZ。

信源编码/译码模块：取样时间间隔t为0.001S，范围是-3S--3S；抽样频

率8000HZ， 抽样100个值， 进行非均匀量化PCM 8位编码。

4.2

PCM通信系统的仿真图和结果分析

时域抽样

4.2.1

时域抽样图如下图图5所示：

Q

Q

-0时域的抽样信号图

4

9

2

29

9

9

0

-1

pd

pd

pd

pa

-2

-3

0

p

o

4

o

o

o

o

o

o

0

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

0

抽样个数n

图5时域抽样图

7

课程设计报告书专用纸

4.2.2

抽样信号频谱

抽样信号频谱如图6所示：

250

抽样信号频谱

200

150

100

50

1000

2000

3000

4000

5000

6000

7000

8000

图6

抽样信号频谱图

被抽样的原始语音信号的频率是1200HZ，通过对抽样的信号进行快速傅里

叶变换即能得到其对应的频谱。

II

AA

om

c

4.2.3

系统误码率

-

10

-=-

2-

-+1\*汉明

--go无信道编码

-C-

-口-·-bs循环码

10

10

25

-20

15

-1 0

5

-1

-

0

d

B

图7系统误码率

8

课程设计报告书专用纸

从仿真的结果图中很容易的看出，信噪比越大，误码率越低，与理论相符。

系统在汉明码编码时的误码率最低，且在对信道进行循环码编码时的系统误码

率也跟其差不多，而在无信道编码时的误码率的最高。从而我们可以得出通过

信道编码可以增加通信系统的可靠性。

4.3PCM系统中噪声的影响

PCM系统的噪声主要有两种：量化噪声和加性噪声。

在图1中的PCM系统的低通滤波器的输出信号为m(t) =m(t) +n， (t) +n， (t)

其中m(t)：接收端输出的信号成分：

：由量化引起的输出噪声成分；

n，(r)

n，(t)

：由信道加性噪声引起的输出噪声成分。

在接收端输出信号的总信噪比为

&\_Em\*()]

N+N.

N，：量化噪声的平均功率；

N：信道加性噪声的平均功率；

量化噪声和信道加性噪声相互独立，分别讨论它们单独作用时系统的性能，然后

再分析系统总的抗噪声性能

docin.com

(1)量化噪声对系统的影响

假设发送端采用理想冲激抽样，则抽样器输出为

m，(t)=m(t)s(t-nT，)

则量化信号可表示为

mw(t) =m， (nTs) 6(t-nTs) = Z[m(nTs) 6(t-nTs) +e， (n7s) 6(t-nTs) ]

n=-o

其中e，()—— ·由量化引起的误差。

量化误差e，(t)的功率谱密度为

G，()=一e，(k7s)]

Ts

假设输入信号在区间[-a，a]具有均匀分布的概率密度，对其进行均匀量化，其量

9

课程设计报告书专用纸

化级数为M，则有，量化噪声的功率N，为

(Av)

N， =Ee， (kTs) ] -

12

量化间隔。

Av

所以量化误差e，()的功率谱密度为

1(Av)²

G。(0)=

Ts

12

因此，低通滤波器输出的量化噪声成分n，(t)的功率谱密度为

G，(@)=G，()H(w)

低通滤波器输出的量化噪声功率为

)do-..

12

N，=En，\*P]-Jc，(0)do=

1M"(Av)

通常情况下有M>>1，所以有S，=

T，

12

综上，可以得到PC系统输出端的量化信号与量化噪声的平均功率比为~-M'

S=M

、

对于二进制编码，设其编码位数为N，则上式又可写为

wWWwWw.dVW.C

ein.com

N-22N

(2)加性噪声对系统的影响

仅考虑信道加性噪声时PCM系统的输出信噪比为

=一

N。

4p。

从上式可以看出，由于误码引起的信噪比与误码率成反比。

(3) PCM系统接收端输出信号的总信噪比

10....

S\_Em(

M2

1+4p22\*

N，

N，+N.

1+4p2v

在接收端输入大信噪比的情况下，误码率p将极小，于是4p.2²N<<1，所

以总信噪比近似为-~22N

10

课程设计报告书专用纸

与只考虑量化噪声情况下的系统输出信噪比是相同的。

在接收端输入小信噪比的情况下，有4p，2²~>>1，则又可近似为

424p，与只

S。

与只考虑噪声干扰时系统的输出信噪比是相同的。

Ape

4p，2N

Nq

由于在基带传输时误码率降到10以下是不难的，所以此时通常用

~2\*N来估算PCM系统的性能。

N，

5心得体会

此次课程设计，我们更加扎实的掌握了相关的知识，在设计过程中起初遇

到了很多问题，但经过一次又一次的尝试和思考，一遍又一遍的检查，终于找

出了问题所在，暴露出了个人在这方面的欠缺和不足。实践出真知，通过亲自

动手制作，使我们掌握的知识不再是课本上学到的死知识，在动手尝试的设计

过程中，不断发现问题，改正错误，吸取到的是课本不能给予的，这对于我们

以后的学习和生活中都是十分关键的收获。在今后社会的发展和学习实践过程

中，我们一定一定要不懈努力，不能遇到问题就只能退缩，一定要不厌其烦的

发现问题所在，保持刻苦钻研的精神，，只有这样，才能取得成功，收获人生，

才能一直前行在布满荆棘的道路上!

参考资料

\品顺字处理及其应用北，西岗出版程，18

[3]张贤达.现代数字信号处理.北京：清华大学出版社，1994

[4]王世一.数字信号处理.北京：北京理工大学出版社，2010

[5] 邓华.MATLAB通信仿真及应用实例详解[M] .北京：人民邮电大学出版

社，2006

[6] 郭文彬.通信原理一基于MATLAB的计算机仿真[M] .北京：北京邮电大

学出版社，2006

[7] 赵静， 张瑾.基于基于MATLAB的通信系统的仿真.北京：北京航空航天

大学出版社，2007

附录

主程序

clear all

A=4.2；f=1200；w=2\*pi\*f；%语音信号频率，幅值

11

课程设计报告书专用纸

t=-0.003：0.000001：0.003；%样值语音信号的时间段

y=A\*sin(w\*t) ； %语音信号

figure(1)

plot(t， y) ；

xlabel('时间t') ；

ylabel('幅度A') ；

legend('原始信号')

n=1：100；

fs=8\*10~3；T=1/fs；

L(n)=1；

%抽样脉冲幅值1

figure(2)

stem(n， L(n) ) ；

axis([02001] ) ； %显示20个值的图

xlabel('显示的个数n') ；

ylabel('幅度y') ；

legend('抽样脉冲信号) ；

fs=8\*10~3；T=1/fs；

s=A\*sin(w\*n\*T) ；

figure(3)

stem(n， s) ； %时域抽样后的信号图

axis([0100-4.54.5] ) ；

xlabel('抽样个数n') ；

ylabel('幅度y') ；

legend('时域的抽样信号图') ；

f=n./(100\*T)；

yl=abs(fft(s) ) ；

t..w.docin.com

plot(f， yl) ；

figure(4)

xlabel('f) ；

ylabel('幅频') ；

legend('抽样信号频谱') ；

s 1=s./max(s) ； %归一化

s2=s1./(1/2048)；

for i=1： 100

a(i， 1：8) =SE(s 2(i) ) ； %c是pcm码100\*8

end

m=a； %4ASK调制

%无信道编码a

ml=m.'； ml=reshape(ml， 2， 400) ； ml=m 1.'；

m 2=bi2de(m 1， 'left-msb') ；

m 2(find(m 2==0) ) =-1； m 2(find(m 2==2) ) =-3；

al=a.'；a7=a；

a 1=reshape(a 1， 4， 200) ； al=a 1.'； %a 1=200\*4， 前两行对应c第一行

a 2=encode(al， 7， 4， 'hamming/binary') ； %(7， 4) hamming信道编码

a 3=encode(a 7， 15， 8， 'cyclic/binary') ； %(15， 8) 循环码编码

12

课程设计报告书专用纸

txl=a 2； txl(find(tx 1==0) ) =-1； %2ASK调制

tx 2=a 3； tx 2(find(tx 2==0) ) =-1；

error bit=0；

dB=-25：5：25

for q=1： 11

bit errors=0； bit errors l=0； bit errors 2=0；

r1=10.(dB(q)/10)；

r1=0.5./(r1)；

sigma=sqrt(r 1) ； %标准差

mm 2=m 2+sigma\*randn(400， 1) ； %加噪声

mm 2(find((mm 2>=0) &(mm 2<2) ) ) =1； %判决， 解调

mm 2(find(mm 2>=2) ) =3；

mm 2(find((mm 2>=-2) &(mm 2<0) ) ) =-1；

mm 2(find(mm 2<-2) ) =-3；

mm 2(find(mm 2==-3) ) =2； mm 2(find(mm 2==-1) ) =0；

mm 3=de2bi(mm 2， 2， 'left-msb') ； mm 3=mm 3.'；

mm 3=reshape(mm 3， 8， 100) ； mm 3=mm 3.'；

errors=zeros(100， 8) ； errors(find(mm 3~=a) ) =1；

errors=reshape(errors， 1， 800) ； %矩阵变换成1行800列

bit errors=sum(errors) ；

bit l(q) =bit errors/(100\*8) ；

rr 1=tx 1+sigma\*randn(200， 7) ；

rr 2=tx 2+sigma\*randn(100， 15) ； %加噪声

rr 1(find(rr 1>=0) ) =1； rr 1(find(rr 1<0) ) =0； %判决， 解调

rr 2(find(rr 2>=0) ) =1； rr 2(find(rr 2<0) ) =0；

a 22=decode(rr 1， 7， 4，

d

'h

o

ammi

c

ng/b

m

inary

i

') ；

.

%h

c

ammi

o

ng信道译码200\*4

m

a 33=decode(rr 2， 15， 8， 'cyclic/binary') ； %循环译码

errors 1=zeros(200， 4) ；

■

errors 2=zeros(100， 8) ；

errors 1(find(a 22~=a 1) ) =1； %发现错误使其值为1

errors 2(find(a 33~=a 7) ) =l；

errors 1=reshape(errors 1， 1， 800) ； %矩阵变为1行800列

errors 2=reshape(errors 2， 1， 800) ；

bit errors 1=sum(errors 1) ； %统计错误

bit errors 2=sum(errors 2) ；

error bit(q) =bit errors 1/(100\*8) ；

error bit 2(q) =bit errors 2/(100\*8) ； %误码率

end

figure(5)

semi logy(dB， error bit， '：r\*') ；

hold

semi logy(dB， bit 1， '--go') ；

semi logy(dB， error bit 2， '-.bs) ；

grid；

13

课程设计报告书专用纸

legend('：r\*汉明'， '--go无信道编码'， '-.bs循环码') ；

xlabel('dB') ；

ylabel('误码率') ；

调用程序

function[a] =SE(y) %PCM编码

a=[00000000]

if(y>0)

a(1)=1；

else

a(1)=0；

end

y=abs(y) ；

if(y>=0&y<16)

a(2) =0； a(3) =0； a(4) =0； step=1； st=0；

elseif(y>=16&y<32)

a(2) =0； a(3) =0； a(4) =1； step=1； st=16；

elseif(y>=32&y<64)

a(2) =0； a(3) =1； a(4) =0； step=2； st=32；

elseif(y>=64&y<128)

a(2) =0； a(3) =1； a(4) =1； step=4； st=64；

elseif(y>=128&y<256)

a(2) =l； a(3) =0； a(4) =0； step=8； st=128；

elseif(y>=256&y<512)

a(2) =1； a(3) =0； a(4) =1； step=16； st=256；

elseif(y>=512&y<1024)

a(2) =1； a(3) =1； a(4) =0； step=32； st=512；

In.com

elseif(y>=1024&y<=2048)

a(2) =1； a(3) =1； a(4) =1； step=64； st=1024；

end

if(y<2048)

t=floor((y-st) /step) ；

p=dec2bin(t， 4) -48；

a(5：8)=p(1：4)；

else

a(5：8)=[1111]

end

14