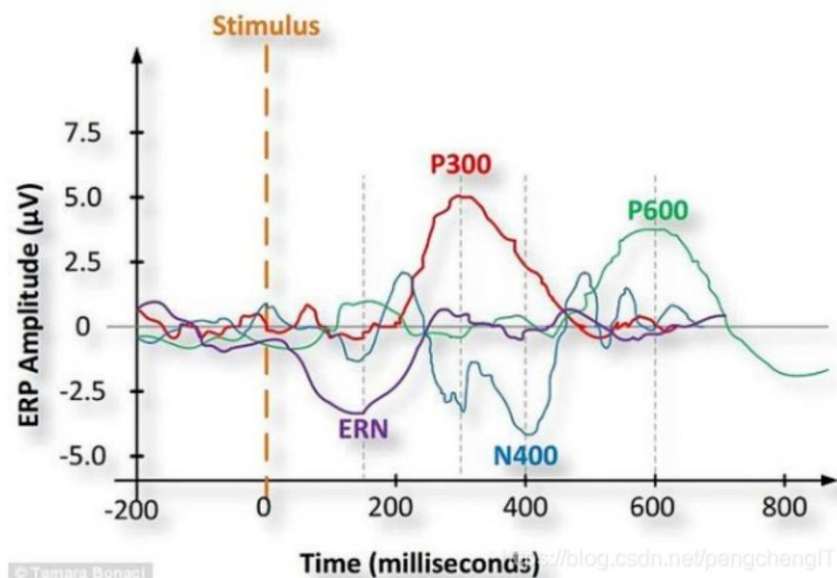


脑机接口

P300 是大脑认知过程中产生的一种事件相关电位，主要与期待、意动、觉醒、注意等心理因素有关。Sutton 等人发现，当人脑受到小概率相关事件的刺激时，脑电信号中会出现一个潜伏期约为 300ms 的正向波峰，P300 因此得名。



P300 脑机接口

在基于 P300 的 oddball 刺激范式 BCI 系统研究中，最经典的应用是 Farwell 和 Donchin 在 1988 年提出并设计的字符拼写器简称为 P300 Speller。如下图所示，使用 26 个英文字母和 1-9 个数字以及下划线排列成 6 x 6 的虚拟键盘矩阵。随机高亮字符矩阵的某一行或某一列，一次实验中 6 x 6 列均被高亮亮一次，一共 12 次高亮刺激。受试者必须将注意力集中在矩阵中的字符上，以此来选择组成单词的每个字母。当包括此字符的行或者包含此字符的列被高亮时（也就是 oddball 范式中的靶刺激），要求受试者对此做出反应，予以计数，会产生 P300 波形；当不包含此字符的行或者列加亮时，被试不做出反应，不予计数，不会产生 P300 波形，通过解析脑电信号中的 P300 时序位置，并对照刺激序列的时序，进而确定刺激的行列位置，从而确定出受试者注视的字符，达到根据思维打字的目的。为了有助于保持受试者的注意力，通常要求受试者对目标字符高亮的次数进行计数。值得注意的是重复高亮次数越多，识别准确率越好，但会增加拼写时间。再者每一个字符也可以代表着一个控制指令，从而可以实现 36 个控制指令。

p300 数据集

1、整个 P300 数据由基于 Oddball 范式的 P300 字符实验产生，实验过程如下：

实验过程由一名被试者完成，字符矩阵的显示周期为 2.5s，在这个周期内，字符矩阵的每行或列均被随机地加亮一次，加亮的持续时间为 100ms，两次加亮之间的时间间隔为 75ms：对于每个目标字符，受试者需连续重复进行 15 次实验，即要经历 15 个字符矩阵显示周期，因此对于一个目标字符，字符矩阵会进行 12×15 次加亮。

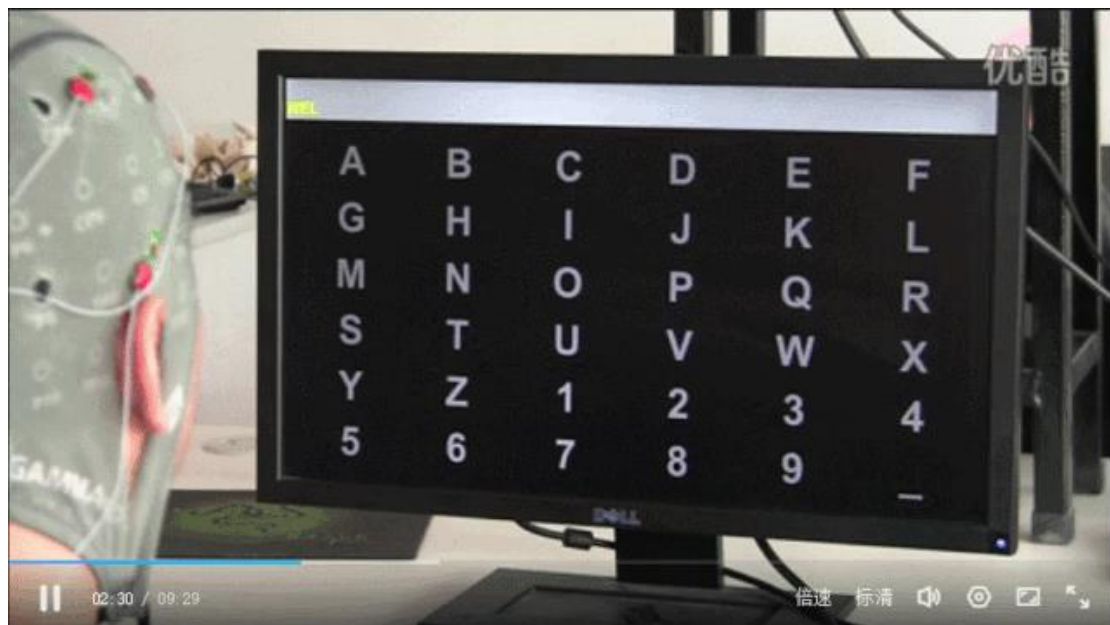
第一节各段的目标字符分别为 CAT,DOG,FISH,WATER,BOWL;

第二节各段的目标字符分别为 HAT,HAT,GLOVE,SHOES,FISH,RAT;

第三节各段的目标字符为 FOOD, MOOT, HAM, PIE, CAKE, TUNA, ZYGOT, 4567。

在实验过程中，设备通过位于受试者脑部头皮上的 64 个采样电极，以 240Hz 的采样频率记录脑电信号。并将记录的信号分为三节，每节信号又根据英文单词或字符组的不同分成许多段。其中第一节(Session 10)包括 5 个段，第二节(Session 11)包括 6 个段，第三部分(Session 12)包括 8 个段。每段数据存储为一个 Matlab 数据格式文件，如第一节第四段的实验数据存储为文件“AAS010R04”，第二节第六段的实验数据存储为文件“AAS011R06”。

2、AAS011R06 中有多个数组，数据集中的信号存放在 signal 的 2 维数组中，64 个电极的采样点



p300 数据集

MATLAB 处理数据集

- 1、代码包含绘制 cat 的时域图，字符的时域图。
- 2、如 cat，把 64 个电极采样结果平均，再把字符 c 的 15 个周期取平均，就得到了字符 c 在一个字符矩阵显示周期的时域图了

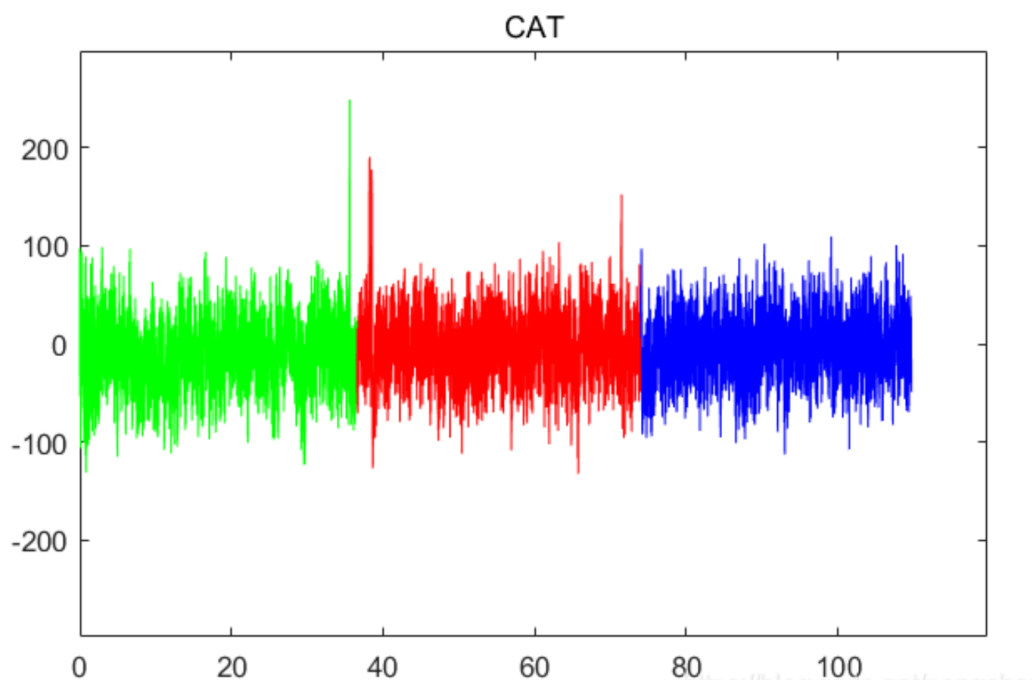
```
1.load('AAS010R01.mat');
2.y=sum(signal,2)/64;
3.t=(0:length(y)-1)/240;
4.%-----%
5.figure(1)
6.plot(t(1:8776),y(1:8776),'g')
7.hold on
8.plot(t(8776:17752),y(8776:17752),'r')
9.hold on
10.plot(t(17753:26328),y(17753:26328),'b')
11.title('CAT')
12.axis([t(1) t(end)+10 -1.2*max(y) 1.2*max(y)]);
13.%-----%
14.figure(2)
15.subplot(3,1,1)
16.y=y/10;
17.t=(0:length(y)-1)/240;
18.plot(t,y)
19.title('CAT:0-5 秒')
20.wow=t(1200);
21.axis([0 wow -400 400]);
22.subplot(3,1,2)
23.plot(t,y)
24.title('CAT:35-40 秒')
25.axis([35 40 -400 400]);
26.subplot(3,1,3)
27.plot(t,y)
28.title('CAT:70-75 秒')
29.axis([70 75 -400 400]);
30.%-----%
31.a=1:585;b=8777:9361;c=17553:18137;
32.z_1=y(a);z_2=y(b);z_3=y(c);
33.s_1=z_1;s_2=z_2;s_3=z_3;
34.for k=1:14
35.    a=a+585;b=b+585;c=c+585;
36.    z_1=y(a);z_2=y(b);z_3=y(c);
37.    s_1=s_1+z_1;s_2=s_2+z_2;s_3=s_3+z_3;
38.end
39.s_1=s_1/15;s_2=s_2/15;s_3=s_3/15;
40.v=(0:584)/240;
41.figure(3)
```

```
42.subplot(3,1,1)
43.plot(v,s_1)
44.title('15 周期平均后字符 c 波形')
45.subplot(3,1,2)
46.plot(v,s_2)
47.title('15 周期平均后字符 a 波形')
48.subplot(3,1,3)
49.plot(v,s_3)
50.title('15 周期平均后字符 t 波形')
```

结果展示

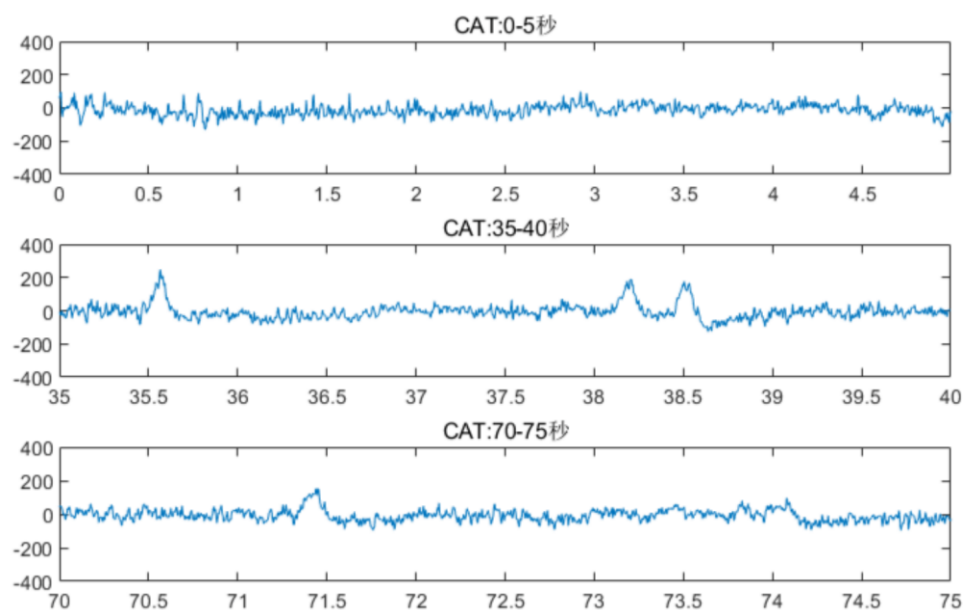
一个段数据的实验过程时域图（ $26328/240=109.7$ 秒）

26328 个采样点，240 为采样频率，一个字符的输入时间大概为 36.56 秒

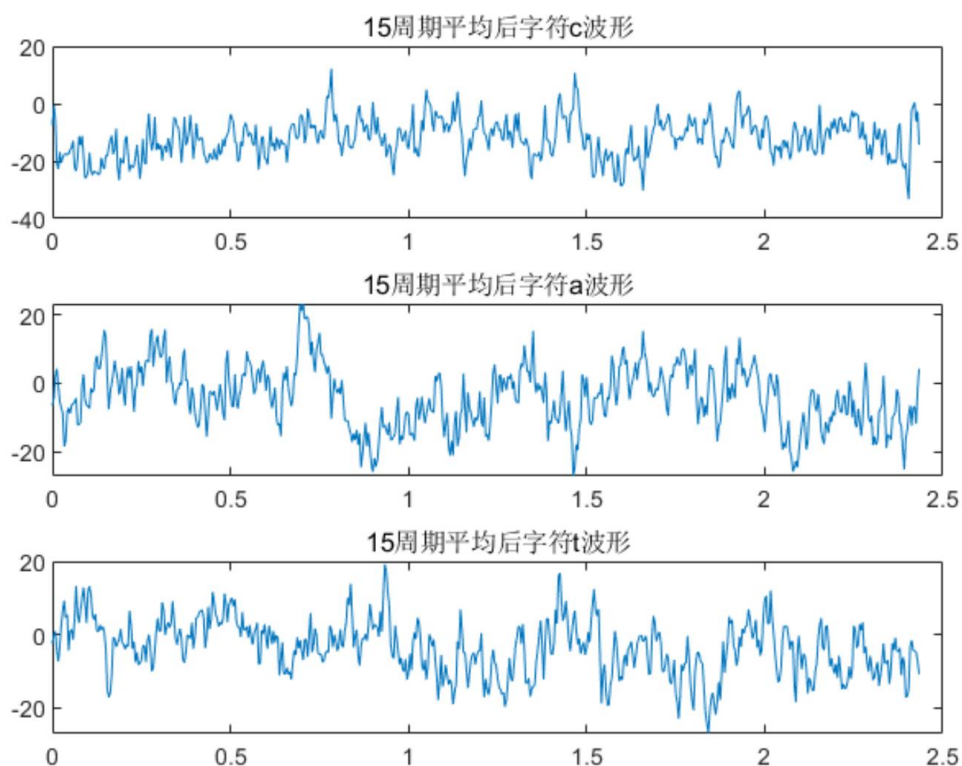


把信号放大，取其中 5 秒来看（0-5,35-40,70-75 秒）

可以明显的观察出突出的 p300 波形



将 cat 段每个字符的取 15 个周期的平均值



P300 频率

它是以 delta（0.5-4hz）脑波为主要贡献和 theta(4-7.5hz)脑波响应的融合

进一步分析，可以添加滤波部分，可以把上面生成波通过低通滤波器，在 MATLAB 中 filter designer 工具箱中生成阻带 12hz,通带 8hz 的滤波器

```
1.
    Hd = lowfilter;
2.%引入滤波器,Hd 包含了 lowfilter 滤波器的各项参数
3.d_1 = filter(Hd,s_1);
4.%通过 filter 函数将信号 y 送入参数为 Hd 的滤波器, 输出信号 d_1
5.d_2 = filter(Hd,s_2);
6.%通过 filter 函数将信号 y 送入参数为 Hd 的滤波器, 输出信号 d_2
7.d_3 = filter(Hd,s_3);
8.%通过 filter 函数将信号 y 送入参数为 Hd 的滤波器, 输出信号 d_3
9.figure(4)
10.subplot(3,1,1)
11.plot(v,d_1);%画出通过滤波器的信号 d_1 的波形
12.title('通过滤波器后字符 c 波形')
13.subplot(3,1,2)
14.plot(v,d_2);%画出通过滤波器的信号 d_2 的波形
15.title('通过滤波器后字符 a 波形')
16.subplot(3,1,3)
17.plot(v,d_3);%画出通过滤波器的信号 d_3 的波形
18.title('通过滤波器后字符 t 波形')
```

效果展示

