

腦電信號採集實驗的介紹：

受試者坐在刺激屏幕的前面，刺激屏幕會產生若干個不同頻率閃爍的方塊，在實驗中，要求受試者按次序的注視特定的閃爍的方塊，同時受試者的腦電信號會被記錄下來用作以後的離線數據分析（採樣頻率為 600Hz），記錄的儀器是 g.tec 的腦電信號放大器（<http://www.gtec.at/>）。

實驗設定：

在這次實驗中，刺激屏幕會產生 5 個不同頻率的閃爍方塊（可能的閃爍頻率是 17.14，15，13.33，12，10.9，10，9.23，8.57，8 和 7.5Hz），如下圖所示：

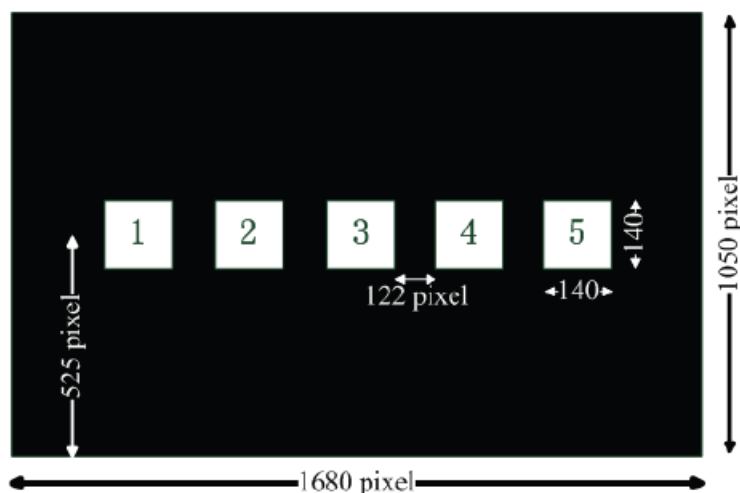


圖 1 刺激屏幕

整個實驗會分為兩組實驗，第一組實驗使用的頻率為 17.14，15，13.33，12 和 10.9Hz；第二組則使用另外 5 個頻率 10，9.23，8.57，8 和 7.5Hz。每一組實驗中會要求受試者按順序的注視這 5 個閃爍方塊，過程為：一開始刺激屏幕會出現提示“1”，讓受試者知道注視的目標，提示出現的時間持續 4 秒鐘，接著開始閃爍（5 個目標同時閃爍），受試者只注視目標“1”，持續時間為 6 秒鐘，到這裡為止，我們把這個過程當作一個回合，然後繼續要求注視下一個目標“2”，這樣的回合我們會進行 15 次，一組實驗會包括 15 個回合，注視的目標次序為 123451234512345，第一組實驗我們會重複 3 遍，那麼對應每個不同的閃爍目標，我們總共採集了 9 個回合的腦電數據。

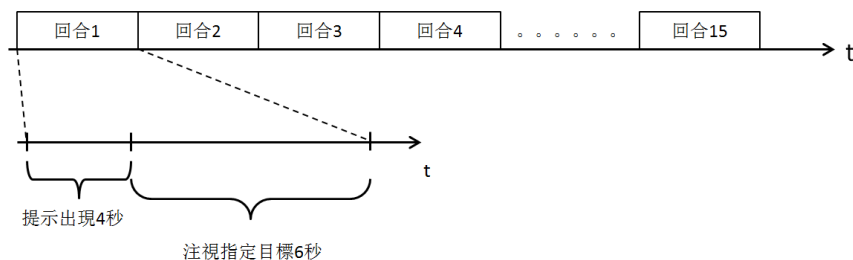


圖 2 採集 SSVEP 信號實驗的過程

在實驗過程中，爲了把受試者的腦電數據記錄下來，我們會為受試者的頭部佩戴安裝了電極的帽子，電極的位置分佈是按照國際標準而定的，從不同的電極位置記錄的腦電信號會不同的，通常在枕區可以記錄到比較強烈的 SSVEP 腦電成分，所以電極位置為 p3, p4, o1, o2, poz, oz, p1, p2, po3, po4, po5, po6, po7 和 po8，因此我們記錄下來的腦電數據共有 14 個通道的數據。



圖 3 用於記錄腦電波信號的帽子 (<http://www.gtsensor.com/>)

爲了便於離線的數據分析，我們必須在採集腦電信號的時候記錄閃爍信號的起始時刻是在什麼時間（我們稱它為同步信號，把閃爍信號與腦電信號同步），例如：我們要在數據中知道在圖 2 中何時開始回合 1 的閃爍等等。所以我們的刺激屏幕程序在閃爍開始的時候會從計算機的並口發送一個脈衝到腦電放大器的 I/O 口，這樣就可以記錄到閃爍的開始時刻，我們會在數據分析中再介紹這個同步信號。

實驗中的設備簡介：

可以分爲兩部分：1 是硬件部分：包括腦電波放大器，安裝了記錄腦電波電極的帽子，產生刺激屏幕的計算機和連接腦電波放大器的計算機，2 是軟件部分：包括記錄腦電波放大器的軟件（購買 g.tec 腦電信號放大器時已經配備）和產生刺激屏幕的軟件（使用 VC + DirectX 7.0 技術編寫），可以參考下圖理解：

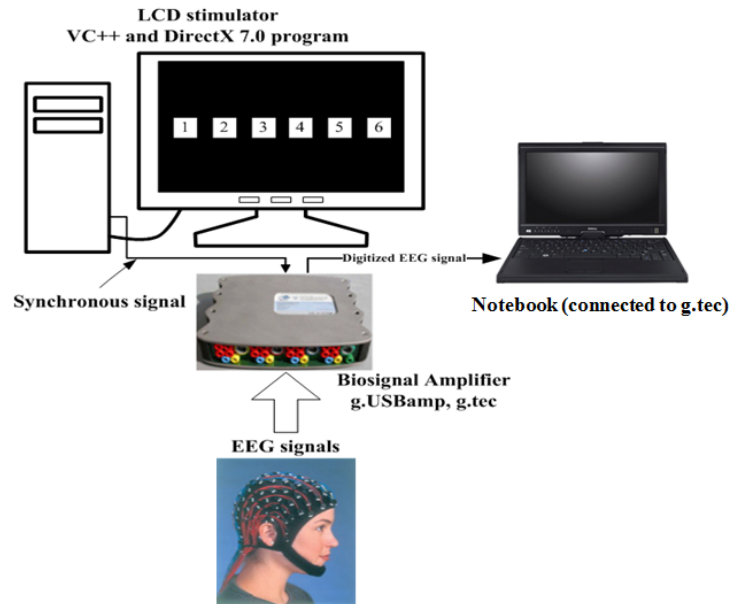


圖 4 採集 SSVEP 信號實驗的系統組成

離綫的數據分析：

在實驗完成之後，我們可以得到若干個腦電數據，例如：ssvep_20110824_wcm_1a，ssvep_20110824_wcm_2a，ssvep_20110824_wcm_3a，ssvep_20110824_wcm_1b，ssvep_20110824_wcm_2b 和 ssvep_20110824_wcm_3b，名字中的 1a 的 a 表示第一組實驗，1 表示第一次實驗，而 ssvep_20110824_wcm_1b 中的 b 表示第二組實驗；

我們通常使用 Matlab 去分析數據，簡單地可以使用下列命令去觀察數據：

```
load ssvep_20110824_wcm_1a
subplot(2,1,1);plot(y(1,:),y(2,:));axis([0 y(1,end) -100 100]);
subplot(2,1,2);plot(y(1,:),y(end,:));axis([0 y(1,end) -10 100]);
```

結果請看下圖，y 是一個 16 維的數組，它是由腦電信號放大器記錄下來的數據，其中，y(1,:)表示時間，y(16,:)表示同步信號，而第 2 維到第 15 維的數據是從 14 個電極記錄下來的腦電信號；可以看到從時域上看腦電波信號，我們似乎看不到任何有用的信息，而同步信號就是一些脈衝，出現脈衝的地方表示那個時段閃爍方塊正在閃爍，因為受試者的 SSVEP 信號只有在閃爍的時候才誘發出來，所以我們分析數據的時候，可以只看閃爍的時候的腦電數據；

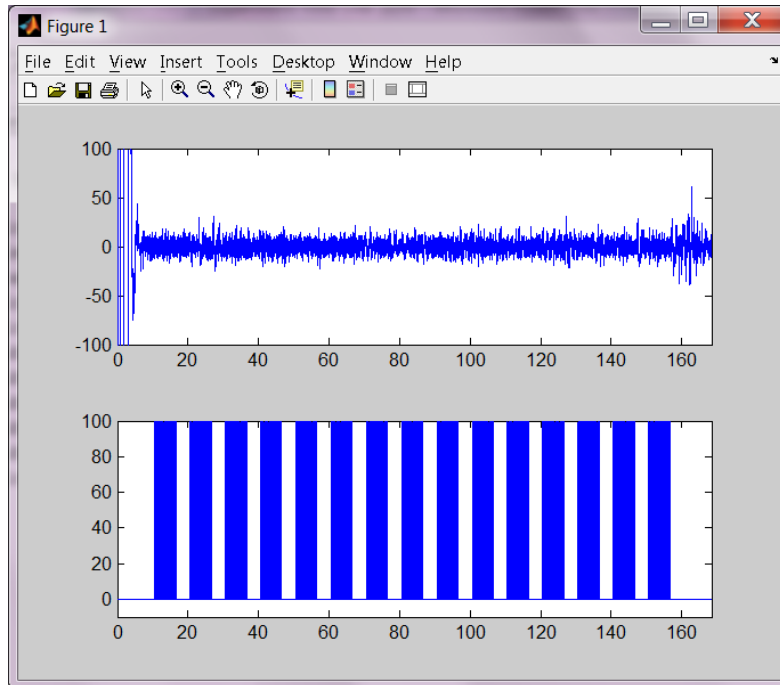


圖 5 第二個通道（P3）的數據與最後一個通道（同步信號）的數據，橫坐標是時間（秒），縱坐標是電壓（微伏，uV），正常的腦電波的大小通常是在 $[-100, 100]$ uV 之間的

而進一步的離綫數據分析，我們會把原始數據先進行分割，根據同步信號的信息把有用的腦電數據提取出來（即只看閃爍時候的數據），然後把數據進行 FFT（快速傅立葉變換），在頻域上分析腦電信號，在幅度譜圖上可以明顯地看到被刺激信號誘發出來的 SSVEP 成分。

請參考我們提供的 M 文件（看附件）去做數據分析，你可以一邊閱讀程序，一邊運程序來把程序的內容搞清楚，最後可以把你的分析數據過程以及把觀察得到的結果寫成實驗報告，總結一下整個學習過程。

附錄：

我們提供的 M 文件是用來做離綫數據分析

Dataset_spilt_20120829_for_internship_project.m:

把原始數據 `ssvep_20110824_wcm_1a.mat`，`ssvep_20110824_wcm_2a.mat`，`ssvep_20110824_wcm_3a.mat` 或者是 `ssvep_20110824_wcm_1b.mat`，`ssvep_20110824_wcm_2b.mat` 和 `ssvep_20110824_wcm_3b.mat` 進行預處理，根據同步信號的信息把原始數據進行切割再存到 `ssvep_20110824_wcm_1a_processed.mat` 或者 `ssvep_20110824_wcm_1b_processed.mat`;

CalculateFFTampphase20120829_for_internship_project.m:

對每段數據進行 FFT，計算幅度譜以及把平均的幅度譜畫出來。

先運行第一個 M 文件，把原始數據進行預處理，然後再運行第二個文件，最後可以看到 14 個通道的腦電數據的平均幅度譜圖。