

# 生醫工程實驗

Exp 3

第一組

B93502050 郭昱昇

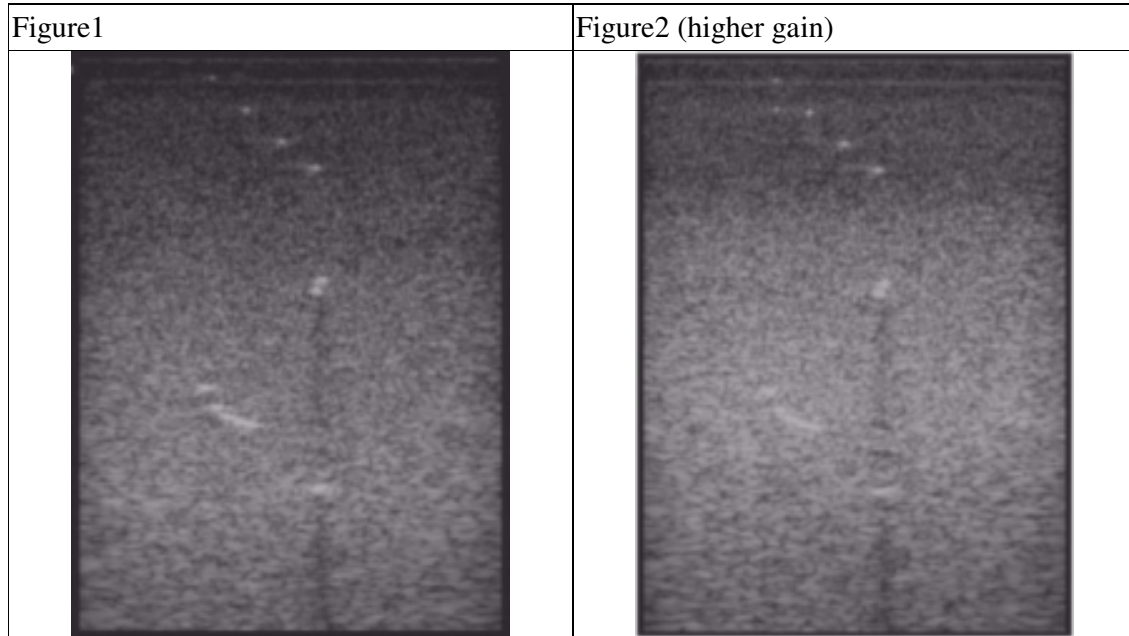
B93502054 溫昌懌

B93901101 溫仁揚

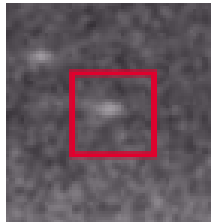
# HW1 HW2

## PSF size 部分

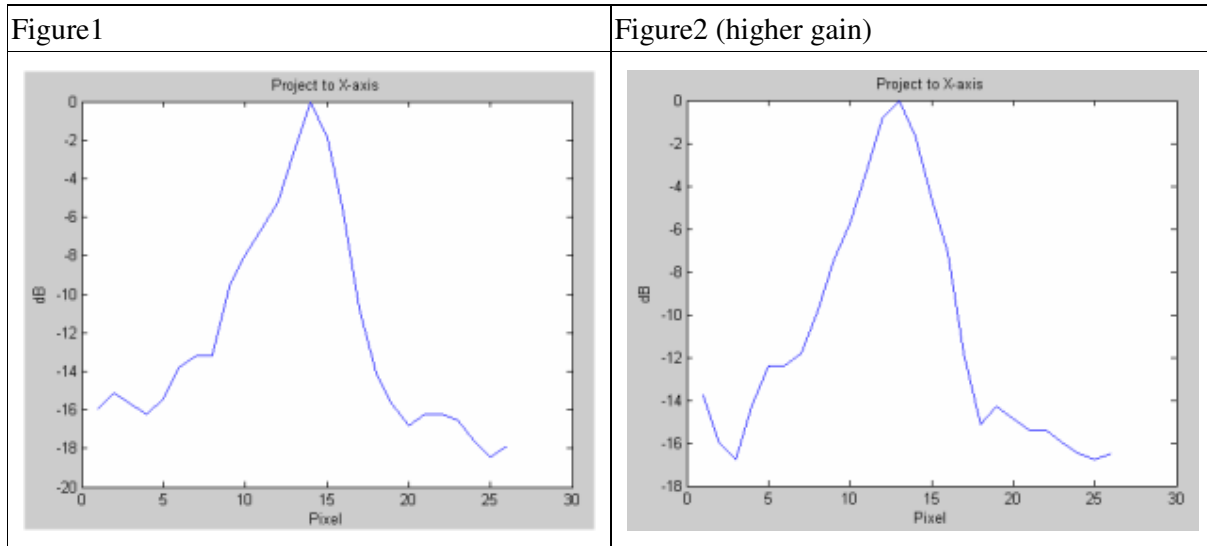
使用兩張 gain 不同的圖片



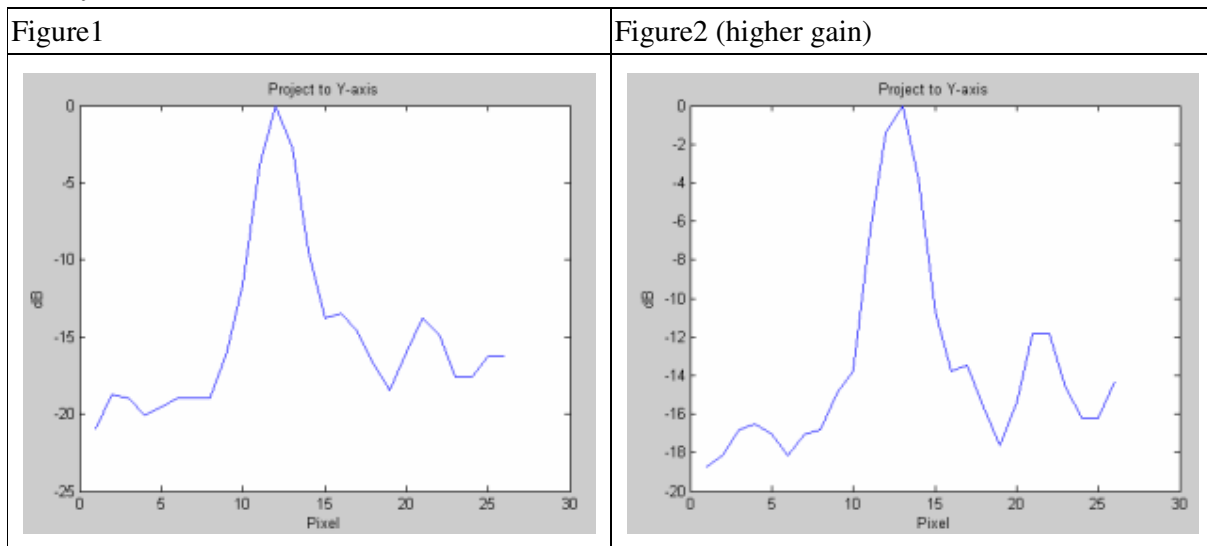
考慮紅色框框所選取的範圍計算 PSF size



對 X axis 投影，並令最大值為 0 dB



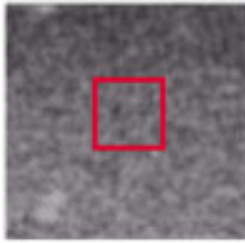
對 y axis 投影，並令最大值為 0 dB



PSFsize(pixel)	lowergainX	lowergainY	highergainX	highergainY
deep	4.66044	2.7702	5.6667	3.1962
shallow	3.0663	3.0744	3.6335	2.9693

由這些數據可以發現，在測量較深部分的超音波影像時，調高增益會使得 PSF 到-6dB 的寬度增加，不論是在 X 方向或 Y 方向皆然。而在較淺的地方測量時，調高增益反而會使的 Y 方向的 PSF 寬度變小，這是個十分有趣的現象，目前尚未查明是何種原因，推測應該是測量或分析時的誤差所導致。因為當 GAIN 增加時似乎是將各點的亮度作等比例增加，所以亮處和暗處的對比應該會更明顯，PSF 的寬度也應該增加。另外可以發現大致上 X 軸方向的 PSF 寬度較 Y 軸方向的寬度大，由此可推測出用超音波測量時在水平面上的影像精確度較垂直面的高。

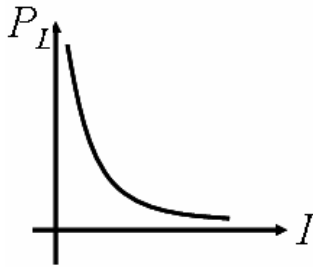
## Speckle 部份：



影像擷取自 phantom

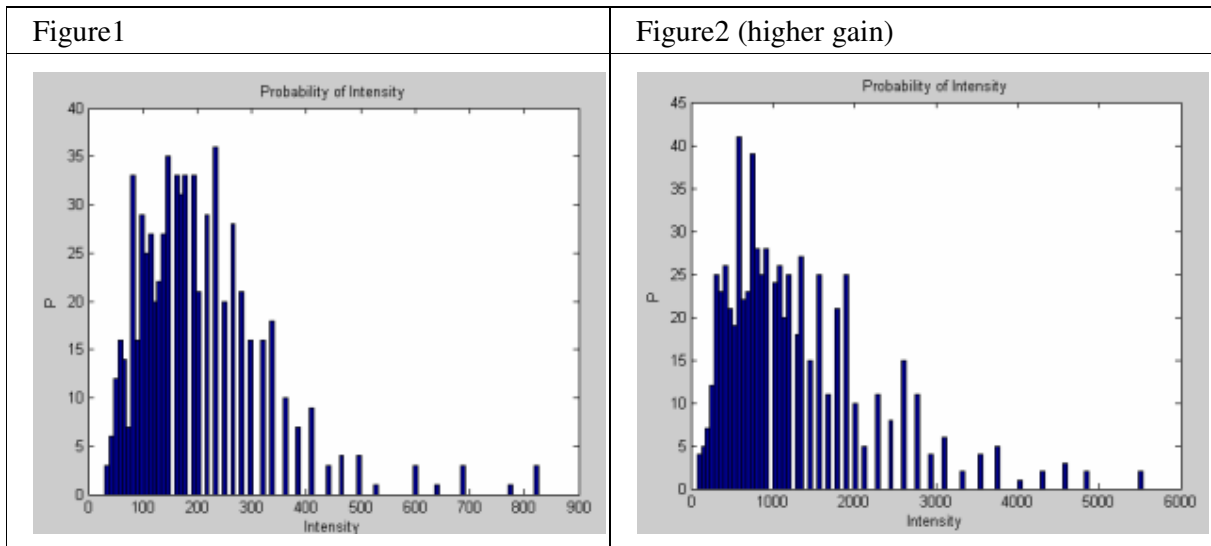
## Intensity:

理論上：



實際上：

Histogram：Probability of intensity

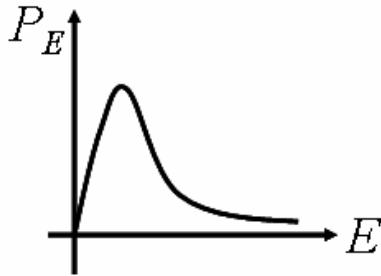


從上圖可知，我們的 intensity 對 probability 作圖在低 intensity 處有比理論值較低的機率。估計原因是因為訊號轉換後取值的關係；也有可能是因為我們為了讓圖形更清晰而讓 gain 以較大的形式表示，造成 intensity 的可能性變高、最後低 intensity 的訊號不多所致。

在高 intensity 部份有逐漸變少的趨勢，雖然並沒有完美的漸進感覺，但我們推測應該還是高 gain 的影響所導致。

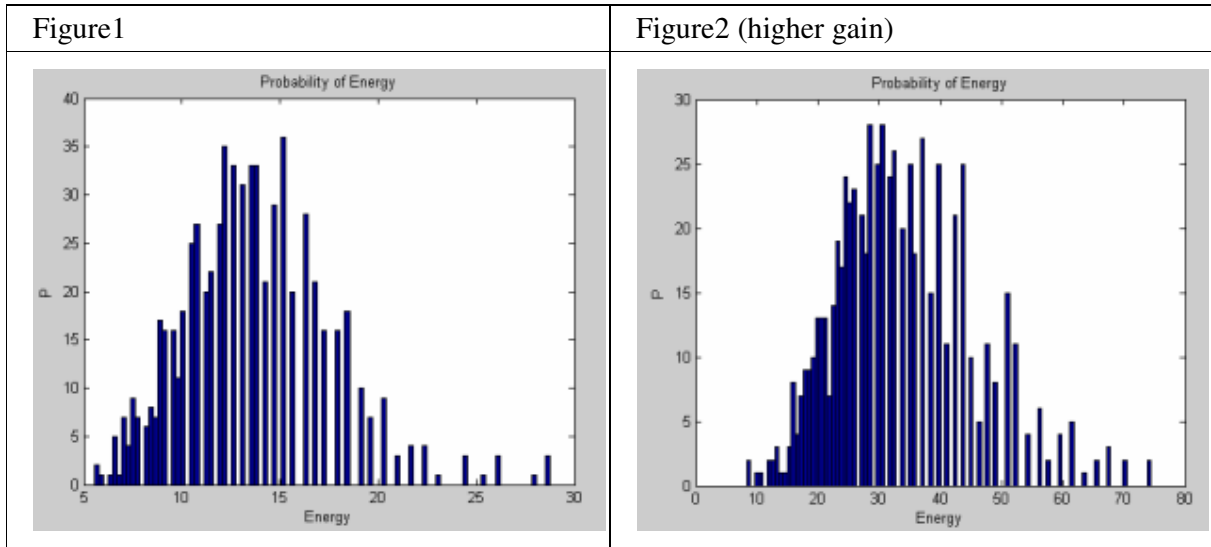
## Energy :

理論上 :



實際上 :

Probability of energy



我們可以看出整體的趨勢很符合理論值，呈 Rayleigh 分佈。但是仍是有些 peak 會突然凸出，應該是雜訊或是 speckle 所導致。

## Standard deviation:

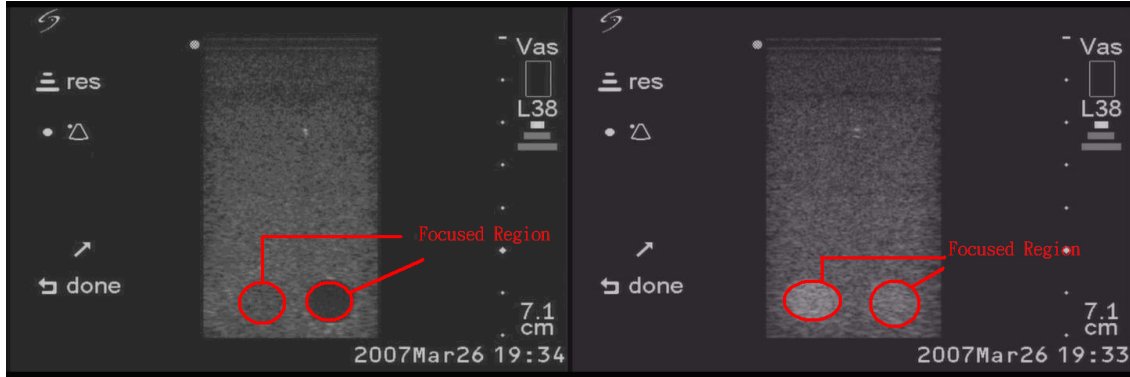
Speckle std = 2.4226

Speckle std = 3.0175 (higher gain)

在較大的 gain 中 Speckle std = 3.0175 也較大，以此可以看出他的 contrast 程度變大所以影響到 std 的變動。雖然我們的數據並不夠多以證明他們呈現正相關，但是在這個程度內，其影響仍是可見的。

# HW3

CNR=6.5481



當我們欲計算測量訪體時的 CNR 時遇到了一些困難，我們利用 PHOTOIMPACT 來處理我們的影像，然後用 MATLAB 來做計算。

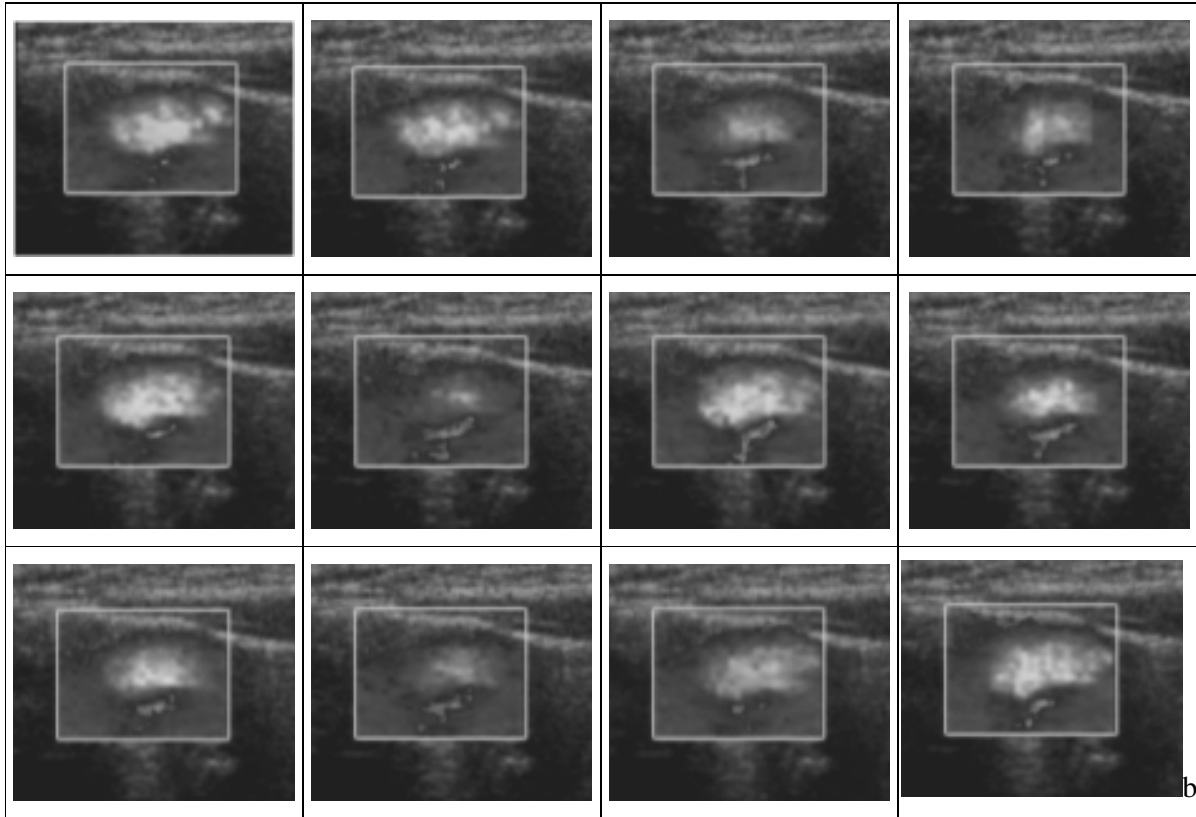
當我們將超音波圖片焦距內的圓形剪下貼在白色的背景上時，發現在我們剪下的圓形和白色背景的邊緣，有些像素的亮度介於純白(255)和圖形的灰階(<100)之間，因為這些突兀的信號並不存在原本的超音波照片中，我們只能推斷是當我們將圖片剪下重新貼在白色的背景上時，PHOTOIMPACT 自動幫我們把邊緣做了柔和的效果，所以才會出現既不是純白，也不屬於原本圖片亮度的像素，這些像素對於我們計算 intensity 的時候有很大的影響，因為經過了柔和處理的影像邊緣已經失真了，所以算出來的數據必然會差很多。由於我們找不到關掉柔和邊緣的設定方法，所以我們後來決定在取焦距內影像時並不取整個圓形，而是從中取樣一塊矩形的圖案，如此就可以避免掉將圖片貼在新檔案時會留下的圖形和背景的邊緣，所以每個像素也都不會由於太銳利的邊緣而被柔和失真了；至於焦距外的影像我們也是採用了取樣一塊矩形來分析。經過這樣的取樣後我們順利的避免了因為邊緣被柔和而失真的像素，而我們在分析了四個 FOCUSED REGION，發現從左數來第二個圓圈是最明顯的，他的 CNR 經過計算後是 3.7141，但是根據我們在網路上找到的資料顯示：

$$CNR_I = \frac{\text{contrast}}{\text{noise}} = \frac{\Delta\mu}{\text{noise}} = \frac{\mu_{ROI} - \mu_{mean}}{[(\sigma_{ROI}^2 - \sigma_{mean}^2)/2]^{1/2}}$$

根據這個公式，我們的 CNR 其實是 6.5481，而這個公式似乎也比課程投影片上第十三頁的公式合理，因為兩個標準差的平均不是直接相加，應該是用變異數的平均再開根號，所以我們採用了以上的式子。

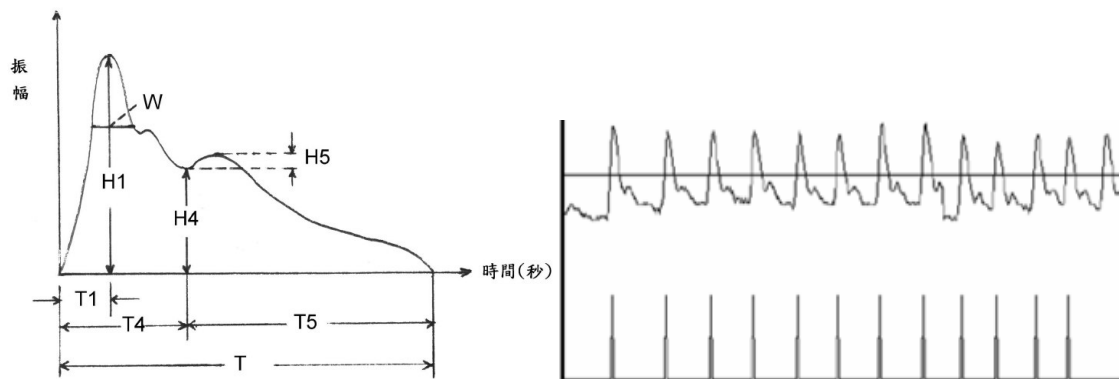
# HW4

## Color Doppler Mode images (continuous)

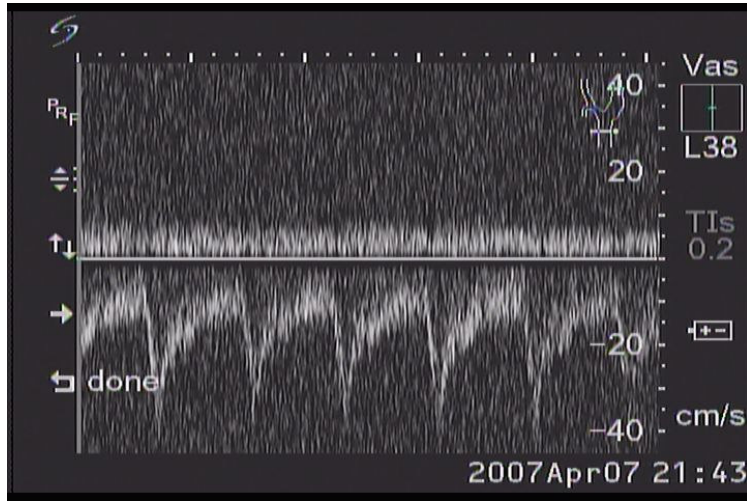
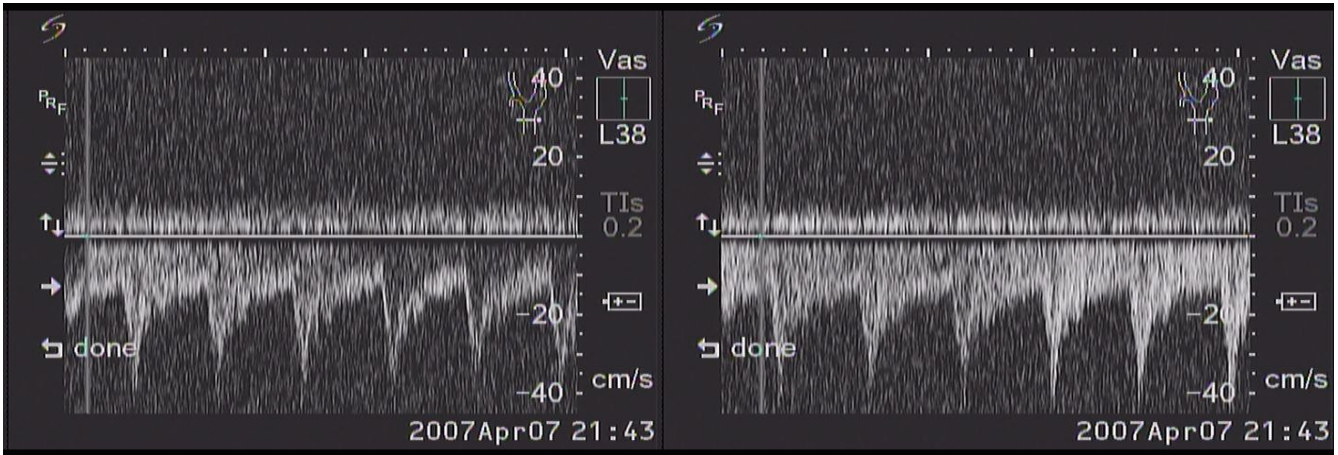


## PW images

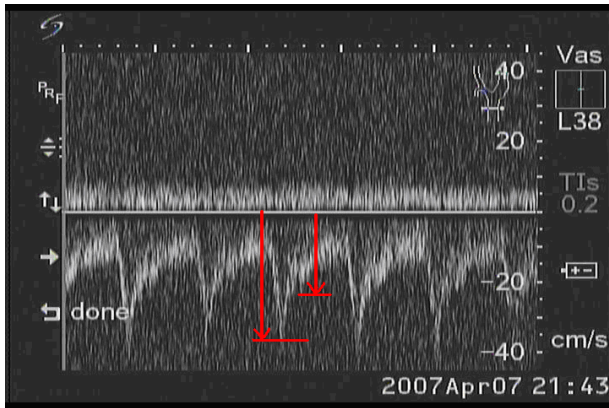
脈波模型圖：



脈波圖參數：以主波高度上三分之一處的波峰寬度為 $W$ （左側 $W_L$ ，右側 $W_R$ ）； $T$ 為心舒縮週期； $H1$ 為主波高度； $H4$ 為降中峽高度； $H5$ 為重搏波高度； $T1$ 為急性射血期； $T4$ 為收縮期； $T5$ 為舒張期。脈波模型如上圖左：



由上面幾張圖可算出受測者的脈搏頻率平均是 72(beat/s)，而因為 probe 的關係所以出來的訊號是負值。可以看出 H1 及 H4 的大小：





## 心得：

這次的實驗三相當的有趣，主要是要熟悉以及認識超音波的儀器，使用超音波來量測一些身體構造以及切換不同的 mode 來看；其中 Color Doppler mode 對我而言相當的新奇，因為他能量測到血液的流動，並且用不同的顏色來表示；這些平常在身體表面根本不能看到的景象，在儀器前面一覽無疑；而且看到自己的血管在儀器裡面撲通撲通的跳動，讓我非常的映像深刻。

量測完畢後，在其後影像處理的部份我們需要用到 mat lab 來進行數據分析，其中要算出 ROI 部份以及 random 部份的 standard deviation 和 mean，另外還要探討有關 speckle 部份的相關內容，這些部份則相當的令人困擾，因為之前對於 mat lab 並不是非常熟悉，所以在介面的操作上比別組稍微差了一些，會一直要使用到 help 指令。

在進行 std 的運算時因為要先把截下來的圖檔使用 Photoshop 來操作，弄成我們所要範圍大小的圖，然後再去使用 mat lab 分析，但是在進行運算時數據卻一直有問題，最後才發現，截圖時程式會自動讓邊緣有柔和的效果，結果就是讓我們在前面非常的努力於如何使用程式寫出分開 ROI 和背景的 algorithm，最後卻徒勞無功。

總之，雖然超音波還有許多東西，像是原理、應用之類是我們不了解而還要去學習的，但這次的實驗讓我對於醫用超音波的儀器有了初步的了解。

## 附錄：

使用此程式碼計算出 PSF size

```
%-----PSF counting-----
PSF_row = dBIm(110:135,369:394)
PSF_col = transpose(PSF_row)
target_row = max(PSF_row) - max(max(PSF_row))
target_col = max(PSF_col) - max(max(PSF_col))
for i=2:26
    if (target_row(i)>-6)&&(target_row(i-1)<-6)
        PSF_x1 = i-(target_row(i)+6)/(target_row(i)-target_row(i-1))
    end
    if (target_row(i)<-6)&&(target_row(i-1)>-6)
        PSF_x2 = i-(target_row(i)+6)/(target_row(i)-target_row(i-1))
    end
    if (target_col(i)>-6)&&(target_col(i-1)<-6)
        PSF_y1 = i-(target_col(i)+6)/(target_col(i)-target_col(i-1))
    end
    if (target_col(i)<-6)&&(target_col(i-1)>-6)
        PSF_y2 = i-(target_col(i)+6)/(target_col(i)-target_col(i-1))
    end
end
PSF_size = (2.54 / 72) * (PSF_x2 - PSF_x1) * (PSF_y2 - PSF_y1)
%-----End of PSF
```

## Reference

<http://www.wikipedia.org/>

<http://ultrasound.ee.ntu.edu.tw/chinese.htm>

<http://www.dartmouth.edu/~biolaser/papers/2004/Song%20Appl%20Opt%20Contrast%20to%20Noise%20paper%202004.pdf>

[http://www.nricm.edu.tw/web66/\\_file/1394/upload/21614/17-3/d85.pdf](http://www.nricm.edu.tw/web66/_file/1394/upload/21614/17-3/d85.pdf)

<http://www.wikipedia.org/wiki/Wiki>

<http://www.ljbdev.com/speckle.html>

<http://tw.knowledge.yahoo.com/>

<http://www.cs.sunysb.edu/~mueller/teaching/>

<http://ultrasound.ee.ntu.edu.tw/chinese.htm>

<http://ultrasound.ee.ntu.edu.tw/belab/course.htm>