

醫用超音波專題

5 月 15 日進度報告

葉文俊、呂仁碩、李承諺

本次的進度報告，著重的地方在於如何更正確地求得 B - mode 影像的彈性係數分佈情形。根據上次報告的缺失，改進的方向大概有二個地方：第一是希望能改進斑點追蹤的正確性，第二是希望能根據斑點追蹤的結果，經由適當的轉換方式來呈現更正確的彈性係數分佈結果。

關於改進斑點追蹤的正確性部份，研究發現比對區塊(Match Block)大小對影像斑點追蹤的結果會有很大的影響，如果選取的比對區塊太小，則所包含的斑點數目較少，較難表現此區塊所呈現的斑點特徵，可能會造成很大的斑點追蹤誤差，如果選取的比對區塊過大，則對於比對區塊內的細微變化反而很難偵測得到，所得到的斑點追蹤結果可能會比實際上的位移小。同時，不同類型的影像所需選取的比對區塊大小又可能會不同，因此，如何正確的選取比對區塊的大小是本次研究很重要的課題。此外，為了簡省斑點追蹤的速度，本研究是採用多層式(Multilevel)的斑點追蹤方式，但是在上次的研究中發現多層式的斑點追蹤方式雖然會簡省計算時間，但是準確性可能會下降，因此改以 2 層式的搜尋方式，第一層為選取影像上的九點來搜尋，找到大致上影像位移的趨勢後，第二層則是針對第一層所決定的區塊，附近的每一像素點做搜尋，經由此折衷方法發現斑點追蹤的結果與 Full Search 的方式幾乎相同，同時又能簡省數倍的計算時間。

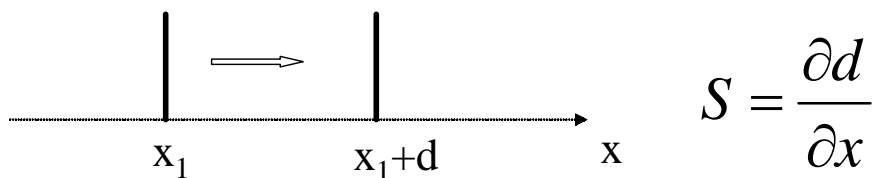
關於如何根據斑點追蹤的結果來呈現更正確的彈性係數分佈結果方面，由於上次報告所使用的估測彈性係數的方式，只是簡化的影像應變量，因此並未考慮物體受擠壓時的伸長或收縮情形，以及形變的方向性，所以希望將來能對這方面的問題加以探討。

研究原理：

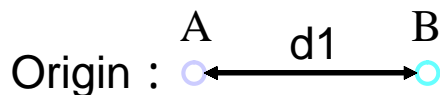
由於要以 B-Mode 影像計算出彈性係數分佈的情況並不容易，因此一般是以應變分佈情形來替代，所謂應變(Strain)即是隨著不同位置而改變的位移量，如下圖所示： $S = \frac{\partial d}{\partial x}$ ，而本研究是以 $S = \frac{|d1 - d2|}{d1}$ 來近似。假設影像上有 A、B 兩點，A 和 B 之間的距離為 $d1$ ，當影像受到擠壓時，A 和 B 會分別移動至 A' 和 B'，A' 和 B' 之間的距離為 $d2$ ，則可將 AB 線段所受到的應變以 $\frac{|d1 - d2|}{d1}$ 來逼近。

Displacement and Strain

- Strain



- Our approach



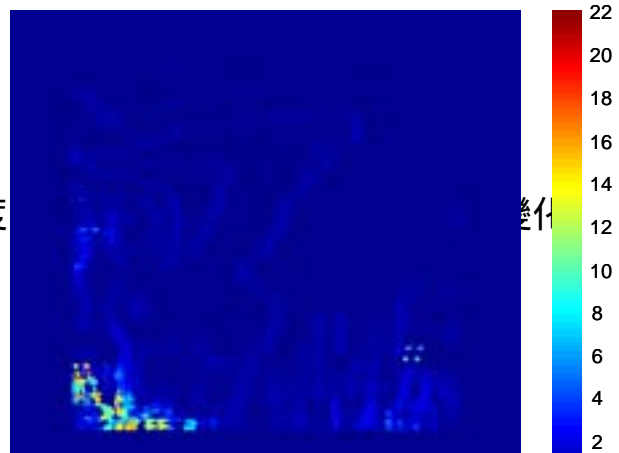
下圖即為根據上述方法所得到的結果，左圖為實際取得的 B-Mode 影像，右圖計算所得到的應變影像，可發現雖然應變影像不能很清楚地標示出物體的邊緣，但還是能顯示出大致上的變化趨勢，因此希望本研究能尋找出更佳的方法來求得解析度較好的應變影像。

- Image Size : 450 X 450 pixels
Block Size : 50 X 50 pixels

Thyroid Image



Strain Image



情形就必須要有更大的差異，也就是將影像施以較大的形變力，可是如此一來，斑點間的相關性就會下降，因而增加斑點追蹤結果的誤差，另一方面，如果為了增加斑點追蹤的準確性，也就是提高斑點間的相關性，則兩張影像間的形變改變量就不能太大，甚至會無法得到斑點的位移值，所計算得到的應變影像解析度自然就會比較差，因此如何在應變的變化量和斑點追蹤的正確性之間取得平衡點是很重要的議題。

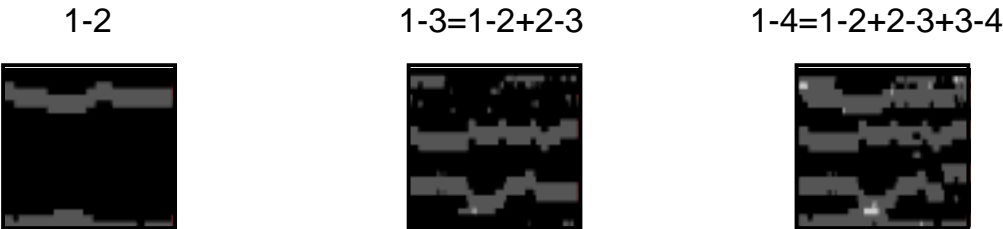
為了兼顧應變的變化量和斑點追蹤的正確性，本次研究採用下圖的方式來解決，下面 3 圖應變量由左至右是逐漸增加，如果以原本的做法想要得到較好解析度的應變影像，則影像間的應變變化情形就必須要有更大的差異，也就是將影像施以較大的形變力，因此會選則第 1 張和第 3 張影像來計算應變量，可是如此選擇的結果，斑點間的相關性就會比較低，因而增加斑點追蹤結果的誤差。為了解決此問題，本次研究所採取的新方式是將第 1 張影像和第 2 張影像所計算得到的斑點追蹤結果加上第 2 張影像和第 3 張影像所計算得到的斑點追蹤結果當成是第 1 張影像和第 3 張影像所計算得到的斑點追蹤結果，相對於第 1 張影像和第 3 張影像，由於第 1 張影像和第 2 張影像間的應變化化量較小，斑點間的相關性會比較大，所以斑點追蹤的結果也會較正確，將此結果加上第 2 張影像和第 3 張影像所計算得到的斑點追蹤位移也會較直接將第 1 張影像和第 3 張影像計算斑點追蹤來得準確，而計算影像間的應變量時，仍是以第 1 張和第 3 張影像來計算應變的變化量，因此，此做法應該可以解決上述有關應變的變化量和斑點追蹤正確性之間的取舍問題。

- nst_{13} (new speckle tracking between 1st and 3rd images) = $st_{12} + st_{23}$
- ost_{13} (original speckle tracking between 1st and 3rd images) = st_{13}

以下是根據上述的方法所得到的一些初步結果：

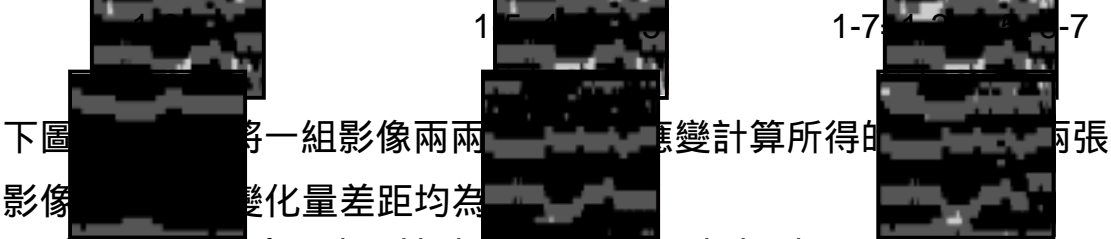
下圖的結果是將一組影像兩兩影像間做應變計算所得的結果，每兩張影像間的應變變化量差距均為 1%，計算應變的方法即如前述，如計算第 1 張和第 3 張影像間的應變，即將第 1 張影像和第 2 張影像所計算得到的斑點追蹤結果加上第 2 張影像和第 3 張影像所計算得到的斑點追蹤結果(1-3=1-2+2-3)。

- Summation of strain with the 1% strain variation between 2 images.

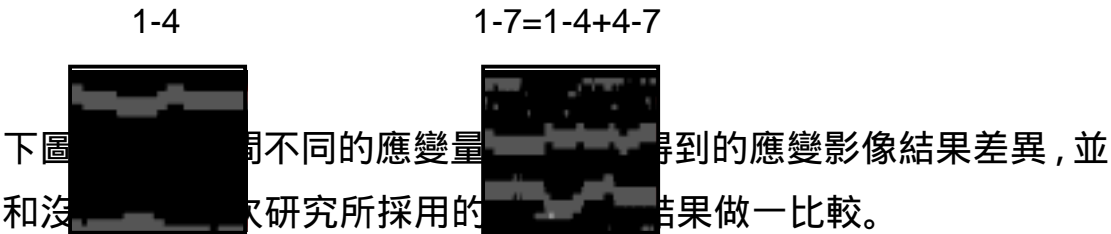


下圖的結果是將一組影像兩兩影像間做應變計算所得的結果，每兩張影像間的應變變化量差距均為 2%。

- Summation of strain with the 2% strain variation between 2 images.



- Summation of strain with the 3% strain variation between 2 images.



Summation of strain with the 1% strain variation between 2 images. Summation of strain with the 2% strain variation between 2 images.



Summation of strain with the 3% strain variation between 2 images. No summation of strain with the

由以上的結果發現，當影像間的應變量差距愈小時，使用應變加總的方法較能顯示出影像上不同的應變程度，相對於原先的方法而言，所呈現的結果也較正確。

結論與未來工作：

關於改進後的應變影像，雖然有比原本所使用的方法更能偵測到不同的應變情形，但是結果仍不是很完美，將來也許可以想到更好的方法來加以改善，如關於斑點追蹤的正確性部份，可只考慮針對相關性高於某個閾值(Threshold)的結果來做處理，低於閾值的結果即捨棄，所缺少的結果可由相關性較高的結果內插而得。但由於目前為增進斑點追蹤的速度，而以 SAD(Sum of Absolute Difference)的方法來評估相似性，因此，如何選取閾值也是一個需要考量的因素。

至於如何根據斑點追蹤的結果來呈現更正確的彈性係數分佈結果方面，也是未來工作的重點，由於上次報告所使用的估測彈性係數的方式，只是簡化的影像應變量，亦即只考慮一維方向的應變量，同時認為物體受擠壓時只有收縮的情況，因此並未考慮物體受擠壓時有可能會伸長或收縮，以及形變的方向性，所以希望將來能對這方面的問題加以探討。