

衛星遙測影像處理技術之改良與其在漁業上之應用

水產養殖系 施文鴻·林志遠·徐崇仁

一、前言

影像處理的目的在於使人們更快速、正確了解圖片的訊息，更配合機器自動辨識的理念，提高處理效率。處理影像有 3 種方式：光學影像處理 (optical processing)、類比影像處理 (analog processing)，以及數位影像處理 (digital image processing)。光學影像處理即是以光學原理處理影像，例如沖洗相片；類比影像處理是指將影像變為電子類比訊號，再調整訊號求取良好的影像，例如調整電視的旋轉鈕，達到色彩、明暗、對比的均勻；數位影像處理是利用電腦將數位化的影像資料加以運算處理。

本文所探討的對衛星數位影像品質加以改良是屬於數位影像處理之範疇。雖然，本所遙測中心所使用之 NOAA-HRPT 系統中，原公司 SeaSpace 已提供衛星影像處理之基本架構，如從原始的類比訊號至海面水溫的顯像，再修飾、強化、加註至成品等，但由水溫顯像至成品此一階段，原軟體提供的方法只有影像合成、影像疊合、英文加註，其他必要之諸多功能尚稱匱乏，而無一完整的流程，影像成品較不利於分析或說明，且常影響系統自動化之程序，實有自行加寫軟體之必要，本研究以 C 語言加寫其它功能，並串連原軟體成一個較具實用性的處理流程，此對作業漁民或研究單位，亦可提供更快、更多、更良好的訊息。

二、衛星影像處理改良之流程

(一)直接塗改法和雜點去除法：

衛星水溫影像常遇到的兩個問題，一是經原軟體濾雲設定過濾雲區後，仍常有未被濾除的薄雲使水溫呈現較低溫，容易誤認為低溫水團，二為衛星訊號接收不良時，會產生許多不正確的水溫區塊，在水溫影像上呈現許多雜點。原軟體並未提供任何方法改良上述兩項問題，故自行設計直接塗改法和雜點去除法兩種方

法解決之。直接塗改法乃針對未盡濾除的薄雲部份，操作 mouse 直接塗去不正確的部份，本程式採用 mouse 的用意，是因為 mouse 操作靈敏，比鍵盤操作更為迅速；至於雜點去除法的目的則在去除不正確影像的雜點，影像中的每一點稱為像素 (pixel)，本衛星影像每一像素代表 $1.1 \times 1.1 \text{ km}^2$ 之平均水溫值，而每一雜點的面積皆很小，以像素計算，一般不會超過 50 個點，因此本項作法需設定兩項參數一過濾的區域和雜點區塊之像素點，以程式偵測設定區域內各區塊之像素點數（包括雜點或非雜點的所有區塊），若小於設定值則視該區塊為雜點而塗去。

(二)影像合成 (image composing)：

此項功能在原軟體中即有。

影像合成即是將多張影像合成為一張影像，其目的在於獲取更廣範圍的水溫資訊，或內差推測無影像資料時的海況情形。合成方式可採用湊合平均法、或依優先次序組合影像資料的作法、或者採取每一像素點最大值的作法、或者採取每一像素點最小值的作法。最常採用的是湊合平均法，將每張影像有水溫值的同一像素點加起來平均。

(三)影像平滑化 (image smoothing)：

影像平滑化的目的在使水系、水團會較具平滑化，便利於分析或繪製等溫線。原衛星影像具有 $1.1 \times 1.1 \text{ km}^2$ 解析度之特性，對廣海域的海洋而言，可以很細微地顯示水文狀況，但過於細密的影像點，造成水系輪廓較模糊，又因海流因素、水汽狀況、日照影響，也容易產生很多小梯度的水塊，使整體海況較不清晰，且進行下一步驟的邊緣萃取時，會產生過於紊亂的等溫線，因此需要加寫此項功能。

影像處理中常採用濾波的方法，使影像更合乎研究者的需要。影像濾波有三種方式：低通濾波 (low pass filtering)、高通濾波

(high pass filtering)、中間值濾波(median filtering)。低通濾波的目的使影像均勻；高通濾波可使對比強化；中間值濾波以非線性濾波方法濾除雪花。其中以低通濾波的方法對衛星影像處理較有幫助，本研究的影像平滑化是類似低通濾波的方法，採用 3×3 的遮罩(mask)方塊（一般影像處理也常用 3×3 遮罩方塊），設定遮罩方塊中9個像素的加權值皆為1，且設定9個像素中至少4個像素有水溫值即進行加權運算，可降低雲塊影響，並以其水溫加權平均值更新中央像素點的值。

(四)邊緣萃取 (edge extracting)：

此項為自行加寫的功能，其目的在偵測不同溫度之界線，以利電腦自動繪製等溫線。邊緣萃取方法是由影像之左上角開始向右、向下、逐步搜尋溫度分界線所在。本文是以每 1°C 為溫度間隔，邊緣萃取的作法即搜尋每 1°C 之界線，並以影像疊合方法在較低溫的像素點上塗上黑色，標出每 1°C 的等溫線。

(五)標示漁獲位置及中英文字：

原軟體只提供英文輸入，本程式加寫此項功能，對於本身研究用或成果推廣均有所幫助，中文字形是從PC雷射版字型檔轉移至惠普HP9000工作站，有楷書、行書、明體、隸書，各有24、32、40、48、64針點矩陣，且設計有放大倍數之功能，以影像疊合方法點上影像之像素點上，利用影像疊合技巧可保留原像素之水溫值，若有疊合不當的漁獲標註或中文標註，可塗去標註迅速恢復原來的水溫影像。

三、處理實例分析

本文選用兩張影像作分析，分別是1989年11月3日16時47分NOAA-9衛星的影像(圖1)，以及11月6日13時29分NOAA-11衛星的影像(圖2)，影像切取範圍是以北緯 26° 、東經 123° 為中心，南北長512個像點(約560km)，東西寬640個像點(約700km)，兩張影像均是原始的水溫影像，本文將以此兩張影像按照上述之處理流程作實例分析，逐步解說處理後的效果，處理結果再切取臺灣東北海域配合11月4、5日大型鯖鱈圍網船的作業位置，以說明改良後之影像資訊更易於作漁海況研究之資料解析。本實例分析是按照實際的處理流程作解說，故在前面多張影像中均未標明海岸線、經緯度和溫度色標，至於影像中的黑色部份是表示無水

溫資料的區域(雲區、陸地或訊號遺失)，其餘每個顏色各代表 1°C 的範圍，各水溫值可參考圖9右下角的溫度色標。

有水溫資料的兩張影像(11月3日和6日)是相隔3天，而鯖鱈圍網船的作業時間卻是在11月4日的夜間以及5日的凌晨，不僅兩張衛星影像與漁船作業時間相隔較久，難以代表當時漁獲作業時間的海況，而且兩張衛星影像各有很多缺失；以圖1而言，在圖右側被濾除雲層(黑色區域)的邊緣，尚有許多未被濾除的薄雲，使水溫影像呈較低溫的藍色或灰色(圖中箭頭所指處)，此藍色區塊容易誤解為低溫水塊；又以圖2而言，圖中的粗黑線是因訊號遺失而沒有資料，且在其周圍常因不正常的雜訊產生很多不正確的雜點(圖中箭頭所指的方向)，有的呈較高溫的紅色點，有的呈較低溫的藍色點，若單以原軟體提供的影像合成之方法作處理，恐難有理想的結果，因此有必要設計較佳的處理流程以獲取良好的水溫資訊。

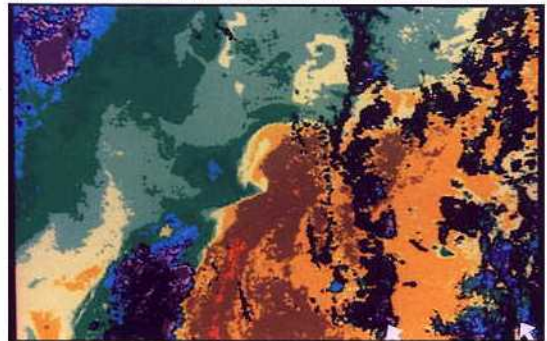


圖1 1989年11月3日16時47分NOAA-9衛星的水溫影像(箭頭指處為未被濾除的薄雲區塊)

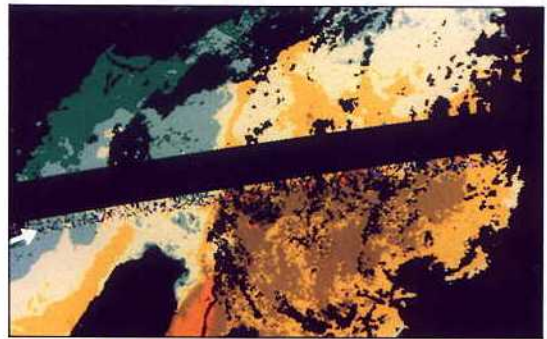


圖2 1989年11月6日13時29分NOAA-11衛星的水溫影像(箭頭所指方向為雜訊產生的雜點)

(一)去除不正確水溫區塊：

在11月3日NOAA-9衛星的影像(圖1)中，箭頭指處的薄雲區塊從深灰色至淺黃色，共

有13個較低溫的色階，不但分布零散，且其面積、形狀無一規則性，無法在程式中設計一些規則作自動濾除的工作，而以操作 mouse 直接塗去最為簡便，其結果在圖 3，尚餘留一細微薄雲係人為誤差，就整體而言，效果已十分良好。在圖 1 中左上角的大陸區域與中左下方的臺灣陸地部份，並非本研究所需的海溫資訊，且在後面的處理流程中將會以一黑色的底稿覆蓋，在此第一項步驟無需塗去。

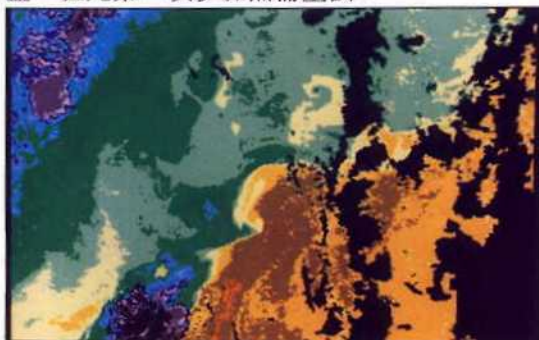


圖 3 將圖 1 以直接塗改法去除薄雲後的結果

11月6日 NOAA-11 衛星的影像 (圖 2) 則為影像雜點的類型，箭頭所指方向的雜點皆為細小的區塊，因此，由程式中偵測各區塊內像素總合，若小於設定值 (50 個點) 即視為雜點而濾除，此種作法最為迅速，圖 4 為其結果，所有的雜訊點皆被塗以黑色。

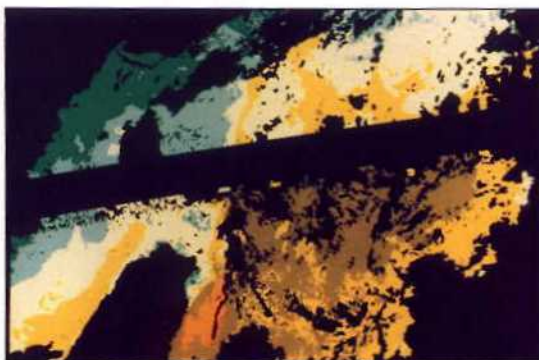


圖 4 將圖 2 以雜點去除法濾除雜點後的結果

(二) 影像合成：

延續上一步驟，將圖 3 和圖 4 以湊合平均法合成，結果如圖 5 所示，可推估圖 5 約為 11 月 5 日凌晨 3 時的水溫分布情形，可清楚顯示台灣東部的黑潮水 (土黃色系列) 與西北方之陸棚水交匯產生明顯的黑潮鋒面，且原先往東北方向的黑潮水受陸棚阻擋而轉向東方，黑潮次表層水湧升產生的梯度 2°C 的冷渦 (由淺藍

色至綠色)，另外，蔓延大陸沿岸的大陸沿岸冷水 (綠色部份)，以及在臺灣西岸的海峽水 (黃色系列) 均是相當明顯，且由圖 3、圖 5、圖 4 (11月3日至6日) 的連續變化，可較清楚顯示冷水團逐漸消失的趨勢。

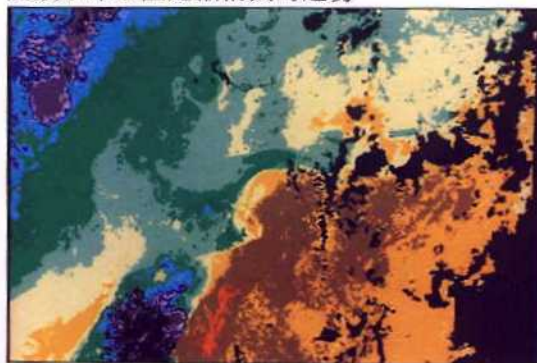


圖 5 將圖 3 和圖 4 作影像合成的結果

(三) 影像平滑化：

影像平滑化有助於了解水系的輪廓，但也會使影像失真，據本研究觀察結果，將原水溫影像平滑化兩次的結果最為恰當，將圖 5 平滑化兩次的結果，如圖 6 所示，可與圖 5 比較，很多細微的水塊被遮罩運算處理而消失，且水系的輪廓及界線更加清楚，至於臺灣東北外海冷水團，其勢力甚強，觀察其反時鐘方向的渦流甚至可牽動大陸沿岸水。再則，以影像平滑化後的結果再進行邊緣萃取，不致因太多小水塊影響使等溫線過於紊亂。

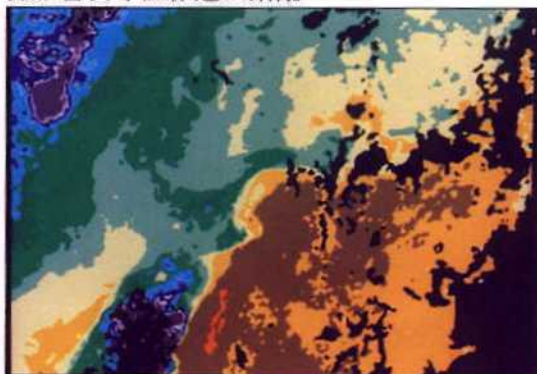


圖 6 將圖 5 作影像平滑化的結果

(四) 邊緣萃取：

在進行邊緣萃取之前，需先以一黑色底稿覆蓋陸地部分，因為陸地部分的表面溫度並非為研究對象，無需萃取其等溫度線而耗費時間。繼續將前一步驟的結果 (圖 6) 以邊緣萃取法標出黑色之等溫線，並自動偵測等溫線位置

疊上溫度值，為避免過於雜亂，對於太小的水塊並未疊上溫度值，其結果在圖 7，更可清楚顯示黑潮主軸水的表面水溫約從 24℃ 至 27℃，臺灣海峽水約從 23℃ 至 25℃，大陸沿岸水約從 18℃ 至 22℃，而臺灣東北外海之冷水團約由 19℃ 至 21℃。將圖中的水溫顏色皆改為白色（圖 8），即成為黑白的等溫線圖，以彩色硬拷機印出，可立即傳真給作業漁民或研究單位，不需再人工描繪一遍，可達到水溫速報的真正要求。

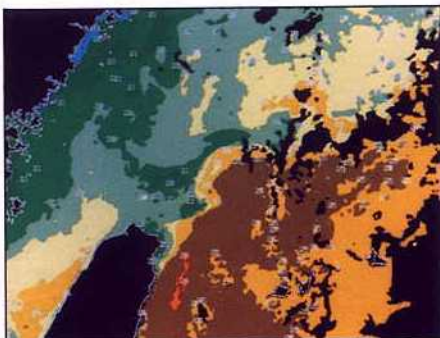


圖 7 將圖 6 作邊緣萃取再疊上溫度值的結果

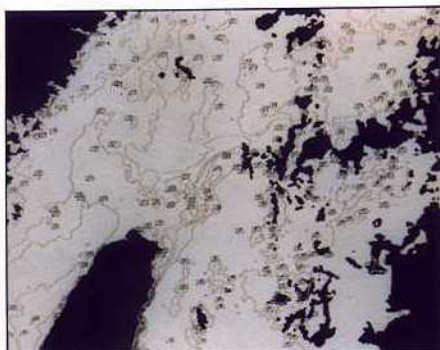


圖 8 將圖 7 轉為黑白影像，可作水溫速報用

(五) 漁獲加註及中文加註：

臺灣東北彭佳嶼海域，受冷渦湧升作用以及黑潮鋒面溫鹽障壁因素，不但是富營養鹽區

、高生產力區，也是良好漁場所在，亦為臺灣大型鯖鱈圍網主要作業漁場。由圖 7 切取臺灣東北海域，以影像疊合方式標示經緯度線、漁獲位置及中文解說（圖 9），紅色圓圈是 11 月 4 日夜間及 5 日凌晨時漁獲位置，圓圈大小表不同的漁獲量，並以不同中文字體註解說明漁獲時間、漁獲位置、衛星海面水溫、魚羣深度以及漁獲量，由所標示的漁獲位置可推測黑潮水與陸棚水交匯的潮境區域是形成漁場的一個重要因素，且經長期的資料印證，發現彭佳嶼海域漁獲位置成兩大集結，一在冷渦內之周圍，一在黑潮鋒面處（將於另一篇繼續討論），進一步而言，衛星水溫影像可對鯖鱈漁場作適當的研判，是故，運用良好的影像處理技術獲取水溫情報は相當重要的。

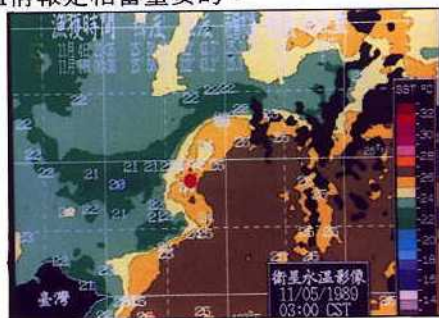


圖 9 將圖 7 切取臺灣東北海域後，加繪經緯度、漁獲位置、中文說明的影像成品

四、結語

回顧圖 1 和圖 2 的原始水溫影像至圖 7、8、9 的改良成品，成效可算相當良好。衛星水溫影像可掌握廣海域的水文變化，配合漁獲位置更可了解漁場的特性，但有時遇到天候不佳或訊號不良的情況，可採用上述之處理流程作適當的彌補，此對水系動態的觀察、水溫速報的發佈，以及漁場位置的研判，均有莫大的幫助。