

利用數位影像處理技術分析雲速

蘇良石

中正理工學院應用物理系

(中華民國七十四年一月四日收件，二月八日修正)

摘要

本研究旨在嘗試運用一套數位影像處理系統裝置，將衛星雲圖微縮片經掃描攝像、數位化等轉換過程從中獲取數位化雲圖資料，供作雲塊追蹤分析之用。

關於圖片定位、資料修勻、亮度歸一，等資料整理步驟以及如何自微電腦記憶區抽取特定範圍之數位資訊，並配合軟體程式進行分族、適配、和計算雲速諸項工作均予詳盡之探討。由預先設定的參數，可藉電視監視幕以觀察各種分族情形。

最後，將分析結果與日本衛星氣象中心發佈之衛星風場資料比對，大致相符。將來若能配合即時資料，把分析結果應用在數值預報模式中，相信對其預報結果，當能有所助益。

一、前言

利用數位影像處理技術從事衛星風場的分析工作，目前國外許多氣象單位及研究機構已列為正式作業之中。諸如：美國芝加哥大學、威斯康辛大學、史丹佛研究中心以及日本氣象廳等機構。曾氏（1984）曾就目前國內外的研究現況提出說明。筆者（1984）曾利用兩組 40×40 的矩陣作為模擬數位化衛星雲圖資料，同時引進 Endlich et al（1971, 1977）之分析法進行研究，經比較各種不同的分族、適配方法後，得出了計算雲速的較佳分析法則。

本文除了在分析方法上作了改進外，最主要的是嘗試利用衛星雲圖微縮片經掃描攝像，數位化轉換等過程而獲取數位化雲圖資料。有關訊號轉換，以及如何自微電腦記憶區中抽取特定範圍之數位資訊並配合軟體程式進行自動分析工作均予詳盡之探討。最後將計算所得雲速結果，與日本衛星氣象中心發佈之衛星風場資料予以比對。

二、研究方法

(一) 數位影像處理系統之建立

首先將衛星雲圖微縮片 (Microfilm) 放大投射至半透明的屏幕上，經一透鏡使電視攝影機能作近距 (Closed up) 攝影。攝影範圍可藉監視幕 (Monitor) 精確調整，此步驟務需精確，方能得悉每一像素 (Pixel) 所對應的實際地理位置。訊號經過類比—數位轉換器 (A-D Converter) 和介面之轉換後以 256 種 (0—255) 不同的灰度 (Gray level) 儲存於微電腦之隨機存取記憶體 (RAM) 中，供作進一步分析之用。或可轉存於磁碟片中，以備日後需用。這些具有 256 種灰度之雲點資料亦可將其重行分作 16 等分，利用 Apple II 的低映像圖形型指令 (GR) 顯示於監視幕上。

(二) 數位資訊之獲取

數位資料是儲存在 RAM 中 \$4500—\$8600 的位址 (\$ 代表以 16 進位制記數的符號)，它們以 128×129 個資料點構成的矩陣儲存，每列開

始的第一個資料點為掃描線終止訊號，其值恒為4，藉此以鑑別掃描線的起始位置。故真正的像素資料僅為 128×128 個。

Apple II 在執行高映像度圖形型 (HGR) 時是自一塊由8192個位元組 (Bytes)，稱作畫面暫存區 (Picture buffer) 處 (由\$2000~\$3FFF) 的記憶區組成)，拿取資料再以280點寬，192點高之點矩陣顯示於監視幕上。

茲將每一像素之灰度值利用五種不同之顯示方式，即依灰度之高低以0—4個點數將點陣示出。故原先存於RAM中的 128×128 個像素資料理當在監視幕上形成 256×256 的點陣，但限於HGR顯像之特性僅能將其中 192×280 之部份像點顯現，但每列自257—280行並無資料，因此真正顯現之雲圖範圍其亮點數實為 192×256 (圖1)，這相當於RAM中所存矩陣大小為 96×128 。

(三) 圖片定位

選取適當範圍之微縮片 ($10^\circ \times 10^\circ$) 經放大、攝像、數位化等步驟後將資訊存於RAM中。此時經由監視幕，將間隔10度之經線調整至 192×256 之亮點陣的左右邊界上。10度緯線之間隔因超出了192個亮點的範圍，故僅能對準一端，他端之正確位置可經攝像屏幕上所呈緯線位置以內插法間接換算求得。

(四) 建立數位化雲圖資料檔

1 將\$4500—\$8600位址所存諸灰度值使用九點平均法，得出由 40×40 個資料點組成之矩陣，此時可建檔存於磁碟片中。

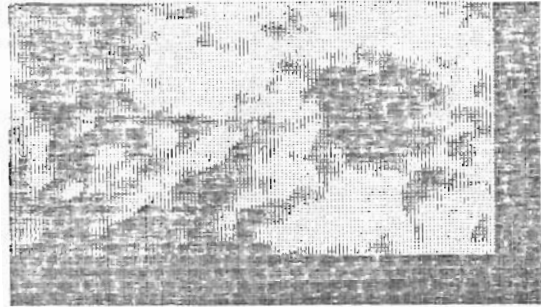
2 由於監視幕顯示之HGR圖形與經由列表機印出者黑白恰相反，因此首先得利用負影像轉換程式將畫面暫存區所存影像資料予以轉換，然後方可得出具五種灰度之雲圖 (圖一)。

(五) 資料整理及選取

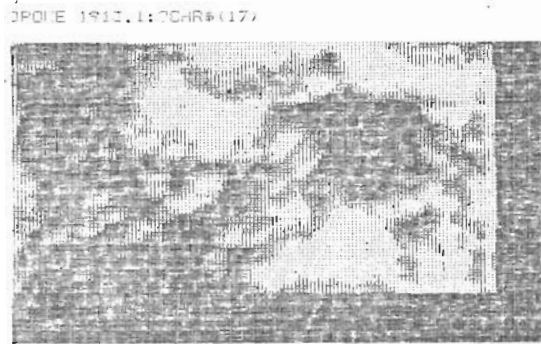
1 亮度修勻 (Brightness smoothing)

若圖片亮度不勻，在選定截取雲點亮度之下限參數 (K1) 時，可能僅截取了圖片中較亮區域之雲點，而略去了部份較暗區域之雲點。為了消除此項弊端，採用 (7×7) 點修勻法。設 (7×7)

個雲點之平均亮度為 \bar{B} ，凡 $B_i - \bar{B} \geq 0$ 之 B_i 予以保留，反之則捨而不計。如此，凡亮度較四周突出的雲點始被選作追蹤之對象。作此項修勻時，四周各有三點資料無法作為項修勻，故經修勻後之數位矩陣僅含 34×34 個資料點 (圖2)。



(1 a)



(1 b)



(1 c)

圖1 GMS-1 以紅外光拍攝，經局部放大之全景圖。時間：民國67年6月25日
(a) 1033 Z (b) 1103 Z (c) 1133 Z



(2 a)



(2 b)



(2 c)

圖2 以 40 × 40 矩陣及 16 種灰度顯示經修勻後之數位化雲圖。

時間：民國 67 年 6 月 25 日 (a) 1033 Z (b) 1103 Z (c) 1133 Z

2 亮度歸一 (Brightness normalization)

由於在不同時刻，衛星攝得之雲圖其平均亮度各異，此項修正旨在確保雲點之灰度不因攝像時刻的不同而產生誤差，此終將影響最後配對之正確性。設 \bar{B}_1 ， \bar{B}_2 分別表兩幀雲圖之平均灰度，若將第二圖片中諸雲點之灰度皆乘以一倍數因子 \bar{B}_1/\bar{B}_2 ，再經四捨五入修整 (Round off) 後作為歸一後之灰度值。經此步驟修正後，此二圖片之平均灰度當可趨於一致。

3 攝像範圍應配合雲圖解析度

雲圖資料取自 GMS-1 微縮片，先就 $10^\circ \times 10^\circ$ 的範圍予以放大，經掃描後得到 128×128 個像素資料，因此每一像素的間距約為 8 Km。而

微縮片 (IR) 之解析度約為 5 Km，故利用此裝置應可作更細微之掃描，為求圖片定位的便利，本研究仍選取 $10^\circ \times 10^\circ$ 範圍予以掃描。

4 考慮計算機記憶體的容量

本研究利用 Apple II 進行分析工作。因記憶體容量有限，同時亦考慮軟體設計程式便於擴至大型計算機的應用。故矩陣的平面坐標仍分作 120×120 個單位，實際運作時則取其 40×40 個資料點。每一雲點的亮度經轉換後以 0—150 共等分成 16 階之灰度表之。

5 雲點與背景之區分

自數位化雲圖中濾除背景資料 (如海洋、陸地)，僅保留欲作雲族適配的諸雲點資料，乃此部份

的主要工作。最簡便的作法是自圖片中先選取灰度大於某特定參數 (K 1) 的資料。在圖 2 中取 K 1 = 10 , 故灰度 ≥ 20 之雲點方顯示於圖中。由於限於印表機的寬度, 圖中的數位資料均略去了個位數。

(六) 分族 (Grouping)

1 對單一圖片進行分族

(1) 先找出諸雲點平均亮度中心, 然後以修正之標準差 (將標準差乘上一個倍數因子 (S)) 作為半徑, 逐一檢視每個雲點是否位於此半徑內, 若是, 則將之納入此雲族中, 否則, 將其視為另一新雲族的初始猜測中心 (Initial guess center) 。

(2) 依序檢視次一個雲點, 視其距各中心點之遠近以決定究應歸屬那一個雲族; 如果每一距離皆超出了原先所定的半徑之外, 則再將此雲點視作又一新雲族之初始猜測中心。依此, 繼續檢視下去, 直到各雲點皆有雲族所歸而止。

(3) 重行計算各雲族之平均亮度中心、標準差等資料, 俾供下一步進行適配的分析。

2 對系列圖片進行分族

(1) 利用兩幀圖片亮度中心之位移 (X M , Y M) 自第一圖片各雲族中心推出第二圖片諸雲族之猜測中心; 若超出了預先測定的範圍, 則捨棄此雲族。同時設定雲族中之雲點數若少於 3 , 則不視為雲族; 如此可避免在第二圖片中引入新生成的雲族, 同時亦能將消失的雲點剔除, 使適配工作更趨理想。

(2) 重行應用對單一圖片之分族步驟, 計算各雲族之亮度中心、標準差等有關統計資料。

(七) 適配 (Matching)

1 將時間 T 所得諸雲族中心的位置及亮度資料分別讀入計算機: X C (J , T); Y C (J , T); B C (J , T) 。

J = 1 , 2 , …… , K 2 ; T = 1 , 2 ; J 為雲族之編號, K 2 為雲族總數。

2 計算自第一圖片中第 J 個雲族中心至第二圖片中第 K 個雲族中心的位移。

$$DX(J, K) = XC(K, 2) - XC(J, 1)$$

$$DY(J, K) = YC(K, 2) - YC(J, 1)$$

3 定義一個適配函數 (Fitting function)

$$F(J, K) = \{ [DX(J, K) - XM]^2 + [DY(J, K) - YM]^2 + [BC(K, 2) - BC(J, 1)]^2 \}^{1/2}$$

其值表每組雲族配對距整體位移之偏離程度, 在此已考慮了它們相互間亮度的一致性。設適配函數的極小值為 F (I J , I K) , 這表示第一圖片中的第 I J 個雲族與第二圖片中的第 I K 個雲族為最佳配對。

4 將第 I J 及 I K 個雲族分別自兩圖片中剔除; 重複 1 ~ 3 的步驟, 逐次得出其他各組配對。計算過程中, 若 F (J , K) 大過某一預先設定的參數 K 3 , 則此組雲族自不能視為配對, 而應予以剔除。

5 重新計算各組雲族配對的整體位移, 再代回 F (I , J) 中反覆運算, 迄至得出穩定的結果。

(八) 計算雲速

1 網格坐標與地理位置之換算

網格點矩陣之四周邊界所對應的地面位置; 第 (三) 節中已有詳細說明。若 HGR 顯示之雲圖其左右橫寬和上下高度所對應之實際地面距離分別設為 W 及 H ; 則網格點水平間距 h_x 之實際距離當為 W / 127 , 而垂直間距 h_y 之實際距離則應為 H / 95 。設雲族中心的網格坐標為 (X C , Y C) , 則實際地理位置 (x , y) 的計算方法是: $x = h_x \cdot X C$, $y = h_y \cdot Y C$; 坐標軸以向右, 向下方向為正, 原點定在 HGR 畫面的左上角。由於畫面四個角的經緯度已知, 故 (x , y) 所對應的經緯度亦將得知。

2 由雲族中心之位移計算雲速

由於選取之 GMS 連續雲圖其攝像時隔為 Δt , 每一配對之雲族, 其中心位移為 DX (J , K) , DY (J , K) ; 則雲速的大小即為:

$$V = \{ [h_x \cdot DX(J, K)]^2 + [h_y \cdot DY(J, K)]^2 \}^{1/2} / \Delta t$$

其與 X 軸的夾角為:

$$\theta = \tan^{-1} [h_y \cdot DY(J, K) / h_x \cdot DX(J, K)]$$

三、個案分析

(一)資料來源

自微縮片中選取 JUN. 25, 1978 ; 1033 Z , 1103 Z 和 1133 Z , 連續三幀以紅外光拍攝之全景圖 (Full disk picture) , 經放大後選取 $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 區域 ($0^{\circ}N - 10^{\circ}N ; 140^{\circ}E - 150^{\circ}E$) 予以掃瞄攝像。訊號經數位化轉換後利用微電腦以獲取數位化雲圖資料。

(二)分析結果

1 圖 1. a — 1. c 分別為經由列表機印出以五

種灰度顯示之雲圖。

2 經修勻後之數位化雲圖以 40×40 的矩陣, 及 16 種灰度表示於圖 2a — 2c。圖 2a 之平均亮度為 119.23, 中心位於 (65.67, 50.81) ; 圖 2b 之平均亮度為 111.35, 經亮度歸一後成為 119.17, 中心位於 (68.93, 51.89)。

3 圖 2a 中的資料經分簇 (取 $S = 0.5$) , 共分得 11 個雲族; 剔除其中第 11 個雲族後 (因雲點數少於 3) , 實得 10 個雲族 (圖 3a)。

4. 利用圖 2a 和圖 2b 之亮度中心, 可求出諸雲點之整體位移 (Modal displacement) :



圖 3 以阿拉伯數字顯示諸雲點所歸屬之雲族, 並以 “ C ” 示其亮度中心。

(a) 圖 2a 中取 $S = 0.5$

(b) 圖 2b 中取 $S = 0.4$

(c) 圖 2c 中取 $S = 0.4$

$XM = 3.26$; $YM = 1.08$ 。

若自圖 3a 各雲族中心經 XM , YM 首先推得圖 2b 中各雲族的猜測中心, 然後再經分族 ($S = 0.4$) 可獲出 10 個雲族; 茲將結果示於圖 3b 。

5. 經相同步驟由圖 3b 中各雲族中心推得圖 2c 中各雲族之猜測中心; 經亮度歸一、分族 ($S = 0.4$) 亦可獲出 10 個雲族 (圖 3c) 。圖 3

中阿拉伯數字表示雲點所歸屬之雲族; 符號“C”則表示每一雲族之平均亮度中心。有關圖 3a—3c 中各雲族中之詳細統計資料, 諸如雲點數、標準差等列於表 1—表 3 。

6. 定適應函數之上限 K 3 的值為 20 。第一時隔中 (30 分鐘) 各雲族經適應程式一次反覆計算後得到 6 組配對; 第二時隔中 (亦同樣為 30 分鐘

表 1 圖 3a 中各雲族之部份統計資料。

| The n-th group | No of points | Ave. brightness | Brightness weighted center | Root mean square radius (3 dim) |
|----------------|--------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 75 | 128.67 | (69.95, 53.42) | 27.42 |
| 2 | 30 | 93.33 | (32.94, 23.07) | 50.37 |
| 3 | 56 | 146.25 | (52.27, 23.23) | 13.92 |
| 4 | 22 | 123.64 | (76.76, 23.88) | 31.40 |
| 5 | 38 | 110.79 | (38.62, 48.66) | 31.87 |
| 6 | 56 | 156.61 | (90.86, 65.38) | 12.53 |
| 7 | 18 | 78.33 | (25.15, 61.60) | 35.11 |
| 8 | 16 | 45 | (38.29, 82.54) | 27.12 |
| 9 | 40 | 119.25 | (92.69, 88.53) | 44.91 |
| 10 | 10 | 46 | (33.07, 95.15) | 27.90 |
| 11 | / | / | / | / |

表 2 圖 3b 中各雲族之部份統計資料。

| The n-th group | No of points | Ave. brightness | Brightness weighted center | Root mean square radius (3 dim) |
|----------------|--------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 58 | 127.41 | (72.26, 60.22) | 37.44 |
| 2 | 37 | 123.24 | (37.96, 23.05) | 45.78 |
| 3 | 40 | 144.75 | (55.36, 25.10) | 23.17 |
| 4 | 24 | 97.92 | (76.84, 25.83) | 36.06 |
| 5 | 25 | 92.4 | (45.92, 48.05) | 42.62 |
| 6 | 51 | 148.82 | (90.45, 65.32) | 22.48 |
| 7 | 18 | 51.67 | (25.23, 57.29) | 34.07 |
| 8 | 5 | 24 | (56.25, 75) | 11.67 |
| 9 | 34 | 132.94 | (95.46, 88.39) | 38.55 |
| 10 | 7 | 28.57 | (28.05, 92.7) | 13.97 |

表 3 圖 3c 中各雲族之部份統計資料。

| The n-th group | No of points | Ave. brightness | Brightness weighted center | Root mean square radius (3 dim) |
|----------------|--------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 48 | 135.62 | (74.59, 61.53) | 24.43 |
| 2 | 38 | 110 | (38.13, 24.63) | 36.74 |
| 3 | 39 | 135.38 | (56.52, 28.01) | 21.63 |
| 4 | 21 | 97.62 | (77.84, 28.35) | 35.13 |
| 5 | 21 | 88.57 | (49.22, 51.61) | 43.09 |
| 6 | 52 | 142.31 | (90.80, 67.78) | 18.99 |
| 7 | 11 | 48.18 | (24.74, 60.68) | 25.07 |
| 8 | 16 | 105 | (63.66, 75.91) | 42.79 |
| 9 | 29 | 143.45 | (96.35, 89.06) | 17.00 |
| 10 | 11 | 42.73 | (27.13, 88.98) | 23.13 |

)却能得到9組配對；其配對優先順序，可依各組配對之適配函數由小至大以A、B、……順序示於表4a，4b。

7. 雲族中心之位移示於圖4；圖中之○，□，和△形符號分別為圖3a—圖3c中各雲族中心。

8 網格點之水平和垂直間距經計算為：

$$h_x = 8682.73 \text{ m}$$

$$h_y = 8111.39 \text{ m}$$

雲族中心之對應地理位置以及雲速資料分別示於表5，表6；將表中所列諸雲速資料，另以地理

表4. 經適配程式各次反覆計算所得之適配函數及其配對優先順序。

(a) 圖3a及圖3b (取K 3 = 20)

(b) 圖3b及圖3c (取K 3 = 20)

| Matching priority | Fitting function | |
|-------------------|---------------------|---------------------|
| | The n-th iteration | |
| | n = 0 | n = 1 |
| A | $F(3, 3) = 1.74$ | $F(3, 3) = 2.28$ |
| B | $F(6, 6) = 4.46$ | $F(6, 6) = 3.19$ |
| C | $F(1, 1) = 5.99$ | $F(1, 1) = 6.06$ |
| D | $F(9, 9) = 13.75$ | $F(9, 9) = 13.77$ |
| E | $F(5, 5) = 18.89$ | $F(10, 10) = 18.97$ |
| F | $F(10, 10) = 19.63$ | $F(5, 5) = 19.29$ |
| G | $F(4, 4) = 25.94$ | $F(4, 4) = 25.79$ |

(4a)

| Matching priority | Fitting function | |
|-------------------|---------------------|---------------------|
| | The n-th iteration | |
| | n = 0 | n = 1 |
| A | $F(4, 4) = 0.42$ | $F(4, 4) = 0.94$ |
| B | $F(7, 7) = 3.97$ | $F(7, 7) = 4.14$ |
| C | $F(5, 5) = 4.43$ | $F(5, 5) = 4.93$ |
| D | $F(6, 6) = 6.58$ | $F(6, 6) = 6.58$ |
| E | $F(1, 1) = 8.39$ | $F(1, 1) = 8.35$ |
| F | $F(3, 3) = 9.37$ | $F(3, 3) = 9.46$ |
| G | $F(9, 9) = 10.70$ | $F(9, 9) = 10.55$ |
| H | $F(2, 2) = 13.33$ | $F(2, 2) = 13.26$ |
| I | $F(10, 10) = 15.68$ | $F(10, 10) = 15.24$ |
| J | $F(8, 8) = 81.25$ | $F(8, 8) = 81.27$ |

(4b)

表5 利用GMS-1所攝雲圖照片計算出民國67年6月25日1033Z至1103Z之平均雲速分佈(平均亮度 $\bar{B} = 119.23$)。

| Fitting function | Data of picture 1 | | | | Cloud vel. (m/sec, deg.) | |
|--------------------|-------------------|-----------------|--------|------|--------------------------|------|
| | Group center | Ave. brightness | Long. | Lat. | Speed | Dir. |
| $F(3,3) = 2.28$ | (52.27, 23.23) | 146.25 | 144.12 | 8.31 | 17 | 299 |
| $F(6,6) = 3.18$ | (90.86, 65.38) | 146.61 | 147.15 | 5.23 | 2 | 98 |
| $F(1,1) = 6.06$ | (69.95, 53.42) | 128.67 | 145.51 | 6.10 | 33 | 340 |
| $F(9,9) = 13.17$ | (92.69, 88.53) | 119.25 | 147.30 | 3.54 | 13 | 267 |
| $F(10,10) = 18.97$ | (33.07, 95.15) | 46 | 142.60 | 3.06 | 27 | 115 |
| $F(5,5) = 19.29$ | (38.62, 48.66) | 110.79 | 143.04 | 6.45 | 35 | 266 |

表6 利用GMS-1所攝雲圖照片，計算出民國67年6月25日1103Z至1133Z之平均雲速分佈（平均亮度 $\bar{B} = 119.17$ ）。

| Data of picture 1 | | | | | Cloud vel. (m/sec, deg.) | |
|---------------------|----------------|-----------------|--------|------|-----------------------------|------|
| Fitting function | Group center | Ave. brightness | Long. | Lat. | Speed | Dir. |
| F(4,4) = 0.94 | (76.84, 25.83) | 97.92 | 146.05 | 8.12 | 12 | 337 |
| F(7,7) = 4.14 | (25.23, 57.29) | 51.67 | 141.99 | 5.82 | 15 | 9 |
| F(5,5) = 4.93 | (45.92, 48.05) | 92.40 | 143.62 | 6.49 | 23 | 315 |
| F(6,6) = 6.58 | (90.45, 65.32) | 148.82 | 147.12 | 5.24 | 20 | 303 |
| F(1,1) = 8.35 | (72.26, 60.22) | 127.41 | 145.69 | 5.61 | 13 | 298 |
| F(3,3) = 9.46 | (55.36, 25.10) | 144.75 | 144.36 | 8.17 | 14 | 337 |
| F(9,9) = 10.55 | (95.46, 88.39) | 132.94 | 147.52 | 3.55 | 5 | 305 |
| F(2,2) = 13.26 | (37.96, 23.05) | 123.24 | 142.99 | 8.32 | 7 | 353 |
| F(10,10) = 15.24 | (28.05, 92.7) | 28.57 | 142.21 | 3.24 | 17 | 165 |

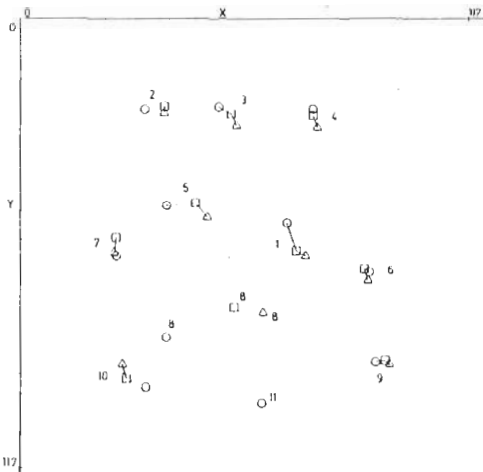


圖4 圖3a—3c中諸雲族中心經配對後之情形。
○, □, 及△符號依序為第一、二、三張
雲圖之雲族中心；阿拉伯數字表雲族編號。

坐標繪圖（圖5a, 5b），如此更容易顯示出當時之雲速分佈。

9. 圖5之分析結果經與日本衛星氣象中心（J.M.S.C）發佈之衛星風場資料比對，大致相符。茲將結果示於圖6；圖6中除了將JUN. 25, 1978, 1200Z之衛星風場（J.M.S.C 發佈

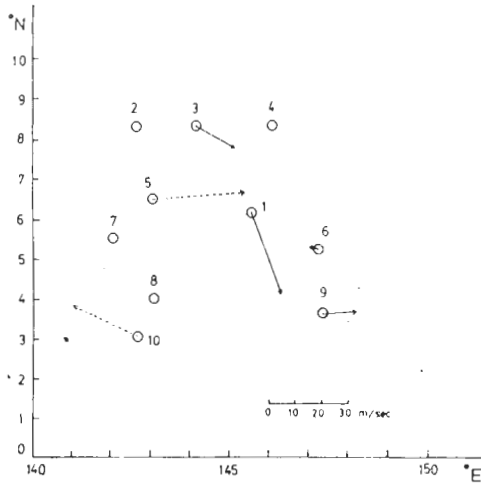
之資料）繪出，同時為便於和本研究之分析結果比對，亦將第二時隔中求出之雲速資料（圖5b）一併繪於圖上。虛線所示範圍即為本研究中，掃描取像之區域。

四、討論及建議

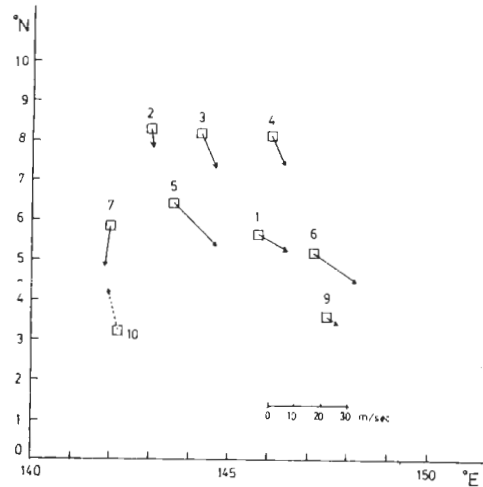
(一) 本研究採用之圖片定位法乃初次試用。因操作便捷，且能獲致相當準確的結果，有實用價值。由於Apple II型微電腦之執行速度受到限制，整個分析過程約需二小時方可完成。然而在雲圖數位化轉換過程中僅需數秒鐘即可達成，因此將來本系統裝置必須與大型計算機配合方能發揮其預期的功能。

(二) GMS-1所攝紅外線雲圖，其正下點之解析度約為5 Km，本系統裝置具有處理128 × 128個像素資料的能力，故應可就地面640 Km × 640 Km範圍予以掃描；如此當可獲取更多的雲速資料。若分析範圍不在衛星之正下點附近時，則掃描範圍之選定應與該處的衛星攝像解析度配合方是。

(三) 分族時宜配合監視幕顯示之實際雲貌，調整



(5 a)



(5 b)

圖 5 利用 GMS-1 雲圖求得之雲速；以阿拉伯數字表雲族編號。雲圖選自民國 67 年 6 月 25 日。

(a) 1033 Z 及 1103 Z

(b) 1103 Z 及 1133 Z

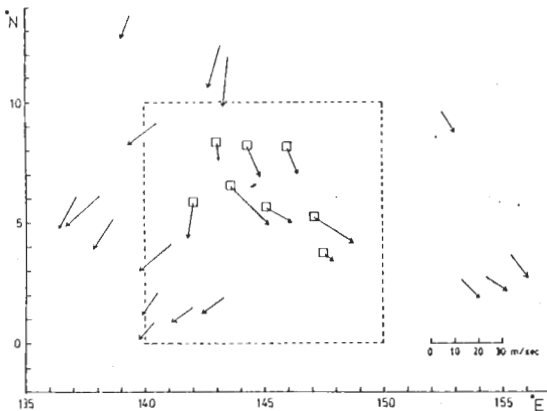


圖 6 日本衛星氣象中心於民國 67 年 6 月 25 日 1200 Z 發佈之衛星風場與圖 5b 之計算結果比較；虛線所示為本文選取資料之範圍

各參數值，務期能使所獲各雲族確能與實際雲胞相對應。否則追蹤雲塊所得之速度極可能僅為雲系中心之移速而非真正欲求之風場。本研究由於計算機記憶容量有限，未能選定較小的 S 參數（倍數因子），致使部份雲族未能代表真正的雲胞（比較圖 1 和圖 3）。故所得之結果僅是雲系中心之移速。

(四) 適應函數中應另考慮雲族形狀、大小之一致

性；如此，當能使配對結果更為正確。

(a) 表 5 中雖有六組配對，然而其中第 5、10 兩組配對，其適應函數已相當接近所設定之上限（ $K_3 = 20$ ），故不宜取信；茲以虛線向量示於圖 5a。再者，第 10 組配對因雲族亮度遠比全境為低，且方向亦迥異，故知此組雲速可能為低雲所致。

(b) 表 6 中所列九組配對，其適應函數皆低於 16，故所獲雲速資料準確性較高；其中最末一組（第 10 組）配對，因雲族亮度偏低，且方向異於其他各組，故可判定其為低雲使然，茲以虛線向量示於圖 5b。至於各組雲速所對應的實際高度，由於原始資料不足，本文未作更進一步的探討。

(c) 日本衛星氣象中心發佈之衛星風場資料，可由月報中查得，但僅具 00 Z 和 12 Z 時刻資料。本研究即選用 12 Z 發佈之資料予以比對，結果顯示，大致吻合；遺憾的是，在本研究所選取之範圍內，甚少官方發佈之資料可供更進一步核算確實誤差值。

五、結 論

本文嘗試利用衛星雲圖微縮片，經掃描攝像、

數位化等影像處理步驟而獲致數位化雲圖資料；有關圖片定位、資料整理等項技術乃初次試用。分析結果經予日本衛星氣象中心發佈之衛星風場資料比對，大致相符；足見本文所採分析方法應具實用價值。為求得出更佳的结果，在分析過程中仍有許多尚待改進之處；願藉本文拋磚引玉，激起同好者對此領域的興趣，共同參與研究。將來，若能更進一步將分析所得風場資料應用在數值預報模式中，相信對其預報結果，常能有所助益。

致 謝

本研究承國科會支助。雲圖微縮片承中央大學廖學鑑教授提供。進行過程中蒙系上同仁提供寶貴意見，及研究助理呂芳川講師的協助，特此重申由衷感激之忱。

參考文獻

- 1 曾忠一，1984：雲塊追蹤法決定高空風資訊的原理和發展。航空氣象與飛航安全研討會論文集編，民航局，199—206。
- 2 蘇良石，1984：利用模擬數位化衛星雲圖自動分析雲速。大氣科學，第11期，45—56。
- 3 陳宗道譯，1982：Apple II 微電腦繪圖。儒林圖書公司，449頁。
- 4 Endlich, R.M., D.E. Wolf, D.J. Hall and A. E. Brain, 1971: Use of a pattern recognition technique for determining cloud motions from sequences of satellite photographs. J. Appl. Meteor., 10, 104—117.
- 5 ---, D.E. Wolf and D.J. Hall, 1977: Experiments in automatic cloud tracking using SMS-GOES data. J. Appl. Meteor., 14, 1219-1230.
- 6 Leese, J.A., C.S. Novak and B.B. Clerk, 1971: An automated technique for obtaining cloud motion from geosynchronous satellite data using cross correlation. J. Appl. Meteor., 10, 118-132.
- 7 Smith, E., 1975: Man-computer interactive data access system. IEE Trans. Geosci. Electron., GE-13, 123-126.

Application of Digital Image Processing Technique to Cloud Tracking

Liang-shur Su

Department of Applied Physics
Chung Cheng Institute of Technology

ABSTRACT

In this paper, the emphasis is on the design and setting of a digital image processing system for automatically tracking clouds. A description is given of the component parts that perform the following functions: digitize the sequence of pictures obtained from GMS-1 microfilm; geographic registration; smoothing technique; brightness normalization; subdivision of the cloud data into groups; matching groups at two different time stages; and computation of cloud motion vectors.

Selection of different values of the preset parameters would lead to different sets of grouping results; and get a capability of display the cloud patterns on a T. V. monitor.

From the results, the computed cloud motion were reasonable and agreed qualitatively with motions reported by J. M. S. C. Further study is required to process the digitized cloud patterns in real time and with appropriate processing, the results of wind vectors may be proved to be very valuable as input to numerical forecasting models.