

利用模擬數位化衛星雲圖自動分析雲速

蘇良石

中正理工學院物理系

(中華民國七十三年一月十五日收件)

摘要

本文利用兩組 40×40 的矩陣來模擬數位化衛星雲圖。引進“ISODATA”分析法則進行分族、配對的分析工作，經考慮亮度加權並採用兩種不同的分族法，每幀圖片均能獲得所謂群落性極佳的雲族。由預先設定的幾個參數，可隨意選擇不同的配對法，且能控制雲族的數目，同時在電視監視幕上亦可顯示諸雲點的位置及其變化。

經比較兩種不同的適配法，並由四組分析結果中求出了計算雲速的最佳分析法則。今後若能配合即時之數位化雲圖資料，將得出之風場資料應用在數值預報模式中，相信定能改進其預報結果。

一、前言

利用數位影像處理技巧從事衛星雲圖的自動分析工作，目前國外許多氣象單位及研究機構早已展開研究工作。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，他們在此方面的研究成果，已是衆所皆知。而國內從事這方面的研究尚屬起步階段。本研究小組在國科會的支助下（NSC-70-0202, M014-02）曾擬訂了“利用衛星圖照自動分析雲速”的研究計劃，其中第一部份，滾筒式掃描轉換器的研製作業已完成。至於第二部份中的軟體設計工作，正積極進行之中。

由已發表的文獻中，吾人僅能獲得有關理論分析上，原則性的參考資料，如 Fujita (1968)，Endlich et al (1971, 1977)，Smith (1975)，Leese et al (1971) 等學者在這方面的研究均有獨到的見解，而在實際參與軟體設計時，發現仍有若干尚待解決的問題。

本文引進“ISODATA”分析法，利用兩組

40×40 的矩陣來模擬數位化衛星雲圖。經考慮亮度加權，並採用兩種不同的分族法（Grouping），每幀圖片均能分離出所謂群落性極佳（Well clustered）的雲族（Groups）。經適配（Matching）的分析後，由分析結果得悉，利用兩幀圖片平均亮度中心之位移當作 MATCHING-2 副程式中的初始平均位移，僅需一次反覆計算即可得出 8 組理想的位移向量。據此，只要知道此二幀圖片攝取時間的間隔，立即可換算出 8 組風場資料。如此，今後若能配合即時之數位化雲圖資料，將求得之風場值應用在數值預報模式中，相信定能改進其預報結果。

二、研究方法

本文引進 Endlich (1971) 所提有關圖形辨識的分析技巧，利用兩組 40×40 之模擬數位化衛星雲圖資料（圖 1~2），藉 Apple II 型計算機（64K）進行分族、適配的分析工作。由預先設定的幾個參數，可隨意選擇不同的配對法，且能控制雲族的數目，而在電視監視幕上亦可顯示諸雲點的

位置及觀察及變化。經比較兩種不同分析法和四組分析結果，可求出計算雲速的最佳分析法則。

(一)資料選取：進行雲圖自動分析，應考慮下列幾個重要因素：

1 衛星雲圖的解析度 (Resolution)

GMS (APT) 圖片之解析度約為 4 Km。若將每一像素 (Pixel) 所示之灰度 (Gray level) 取為一個資料點 (Data point)，那麼 120 × 120 個資料點組成之矩陣，其涵蓋的地表範圍當為 480 Km × 480 Km。若採用 HRPT 圖片，其解析度為 1 Km，則同樣大小的矩陣所涵蓋之範圍可縮小至 120 Km × 120 Km。即謂可作較細微的掃描。

由於計算機的容量有限，若將 3 個像素的灰度值平均後方取作一個資料點，如此，利用 40 × 40 的矩陣作運算，當可節省不少運作的時間。將這些資料點分析後，如能獲出 5 至 10 組風場資料，因其涵蓋範圍是 480 Km × 480 Km，故可將之應用於網格點間距約為 50 Km ~ 100 Km 的網格上。這對中尺度天氣數值預報的改進，定當有所助益。

2 考慮計算機記憶體的容量

本研究採用 Apple II 計算機進行分析工作，因記憶體容量有限 (64 K)，同時亦考慮軟體設計程式便於擴充至大型計算機上的應用，故矩陣的平面坐標仍分作 120 × 120 個單位，實際運作時僅選取 40 × 40 個資料點。每一雲點的亮度以 0 ~ 150 共等分成 16 階之灰度表之。

3 被追蹤雲點持續存在之時間

由於在選取的時間間隔中，或許有某些雲系生成、消散，甚至移出了原先預定的範圍之外。這將造成某些雲族無法自第二圖片中找到適配對象。吾人可預先設定構成雲族之最少雲點參數，凡少於此數者，則不能構成雲族。如此，當可剔除一些生命期較短而雲貌又不規則的雲點。

4 雲點與背景的分

自數位化雲圖中濾除背景資料 (如海洋、陸地) 僅保留一些欲作雲族適配的諸雲點資料，乃此部份的主要工作。最簡便作法是自圖片資料中先選

取較亮的雲點，而略除較暗的部份。亦即選取灰度值大於某特定參數 (K1) 的資料點。圖 1 ~ 2 中，取 K1 = 50，故灰度大於 60 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。

(二)分族 (Grouping)

1 先找到諸雲點平均亮度中心的位置，然後以標準差作為半徑，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，標準差等統計資料，俾供下一步進行配對的分析。

(三)適配 (Matching)

選取兩幀不同時間所攝之數位化 GMS 圖片，經分族步驟後，每幀圖片均可分得若干個雲族。現在面臨的問題是如何自各雲族中選出最佳配對，以便得出位移向量。知道了位移，將它們除以時間間隔，即可獲得風場資料了。

三、進行步驟

(一)分族：

1 考慮亮度加權 (Weight) 之雲族中心依下式計算：

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i B_i}{\sum_{i=1}^N B_i}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i B_i}{\sum_{i=1}^N B_i}$$

2 三維均方根半徑 RMS (R3) 依下式求得：

$$RMS(R3) = S * [\sigma^2(x) + \sigma^2(y) + \sigma^2(B)]^{1/2}$$

式中，S 為一控制雲族半徑大小的倍數因子，其值愈小則分得的雲族數愈多。 σ^2 表諸雲點之變異數 (

Variance)，依下式計算：

$$\sigma^2(x) = \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X}) / N - 1 ;$$

$$\sigma^2(y) = \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{Y}) / N - 1 ;$$

$$\sigma^2(B) = \sum_{i=1}^N (B_i - \bar{B}) / N - 1$$

(二) 適配

1 MATCHING-1 副程式

(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。XC(J, T); YC(J, T); BC(J, T)

J = 1, 2, …, K2; T = 1, 2

J 為雲族之編號，K2 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) 以兩種不同的方法來求取諸雲族之整體位移 (Modal displacement) XM, YM。

(a) 令 A = 0：以數列 DX(J, K) 及 DY(J, K) 之中數 (Median) 作為整體位移。

(b) 令 A = 1：以兩幀圖片之平均亮度中心之位移作為整體位移。

(4) 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 (Group pair) 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(IJ, IK)，這表示第一圖片中的第 IJ 個雲族與第二圖片中的第 IK 個雲族為最佳配對。

(5) 將第 IJ 及 IK 個雲族分別自兩圖片中剔除，重覆(1)~(4)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 K3，則此組雲族自不能視為配對，而應予以剔除。

(6) 重行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。

2 MATCHING-2 副程式

(1) 第一圖片中諸雲族中心坐標為 XC(K, 1), YC(K, 1); K = 1, …, K2。利用兩幀圖片平均亮度中心之位移 XM, YM 作為整體位移，經下式可計算出在第二圖片中各雲族之猜測中心 (Guess Center)：

$$XC(K, 2) = XC(K, 1) + XM;$$

$$YC(K, 2) = YC(K, 1) + YM$$

如果 XC(K, 2), YC(K, 2) 超出了預先劃定的範圍，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介入新生成的雲族，同時亦能將消失的雲點剔除，使適配工作更趨完美。

(2) 重行應用分族步驟，計算各雲族的亮度中心，標準差等有關統計資料。

(3) 重覆 MATCHING-1 中各項步驟，直到獲致穩定結果。

四、結果及討論

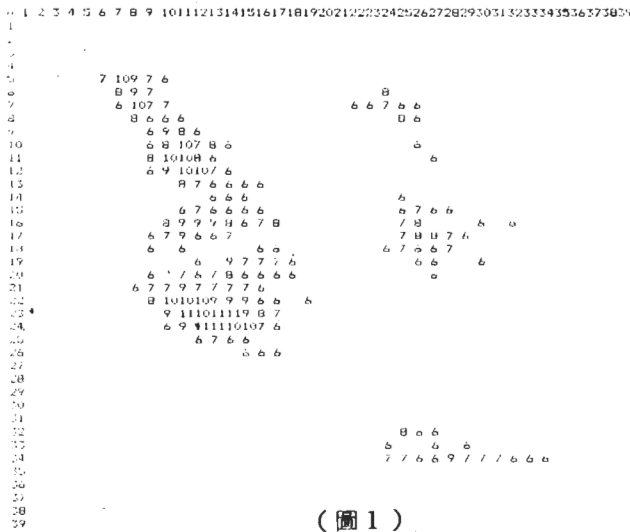
(一) 圖 1 中取 S = 0.6 共得到 11 個雲族，剔除其中第 9, 11 個雲族 (因雲點數少於 3)，實得 9 個雲族 (圖 3)。圖 3 中阿拉伯數字表每一雲點所歸屬之雲族。符號 "C" 表每一雲族之平均亮度中心。詳細統計資料見表一。

(二) 圖 2 中取 S = 0.5 經分族步驟，可分得 11 個雲族，剔除其中第 2, 4 個雲族，實得 9 個雲族 (圖 4)。詳細統計資料見表二。

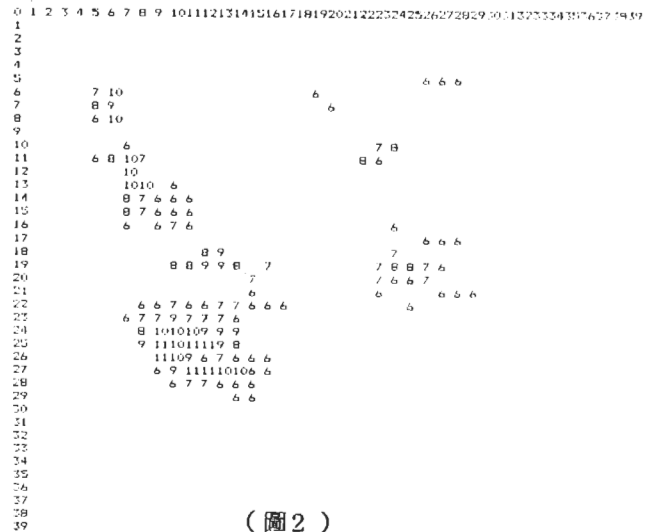
(三) 由第一圖片各雲族中心，利用兩幀圖片之平均亮度中心的位移，求出第二圖片中諸雲族中心。有關各雲族中之部份統計資料列於表三。

(四) 採用 MATCHING-1 副程式

1 設 A = 1; K3 = 17 即選用 DX(1, 1), DY(1, 1) 作為初設之整體位移，經一次反覆，可得到 8 組配對 (表四)。經比較第 H 和第 I 組配對之適配函數，可知若設 K3 ≥ 10 同樣可得出相同的配對結果。再者，第 I 組配對之適配函數



(圖 1)



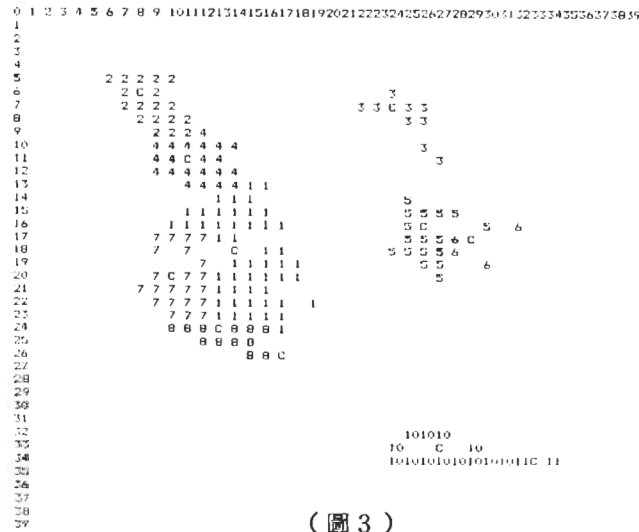
(圖 2)

Fig.1. A digitized cloud pattern using a 40 × 40 matrix of locations and a 16-level gray scale for the time stage T = 1 .

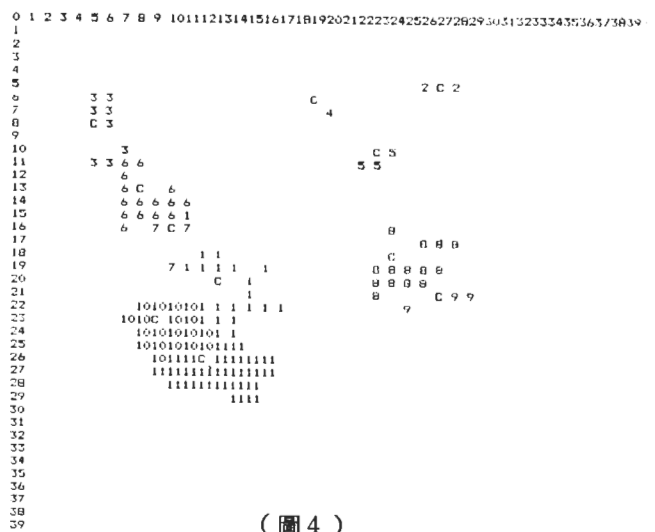
圖 1 以 40 × 40 的矩陣及 16 種灰度顯示之數位化雲圖 (T = 1)

Fig.2. A digitized cloud pattern using a 40 × 40 matrix of locations and a 16-level gray scale for the time stage T = 2 .

圖 2 以 40 × 40 的矩陣及 16 種灰度顯示數位化雲圖 (T = 2)



(圖 3)



(圖 4)

Fig.3. A display of cloud patterns and brightness centers (C' s) in each group using S = 0.6 in picture 1 .

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。(圖 1 中取 S = 0.6)

Fig.4. A display of cloud patterns and brightness centers (C' s) in each group using S = 0.5 in picture 2 .

圖 4 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。(圖 2 中取 S = 0.5)

與第H組相比較，差距甚大，且遠大於設定之K3值。故知這組配對必須剔除。(圖5)

表一 圖1之數位資料經分族所得之部份統計資料 (S = 0.6)

Table 1. A part of statistical data in each group provided by a grouping subroutine from Fig.1 (S = 0.6)

The n-th group	No of points	Guess center	Ave. center	Brightness Weighted center	Root mean square radius(3dim)
1	50	(48.2, 53.0)	(44.3, 55.6)	(43.9, 56.2)	17.7
2	19	(18, 15)	(26.2, 20.5)	(26.0, 20.4)	15.2
3	10	(72, 18)	(74.4, 23.4)	(74.3, 23.2)	10.7
4	22	(36, 18)	(34.8, 33.8)	(34.4, 33.8)	17.0
5	18	(75, 42)	(78.7, 50.5)	(78.6, 50.4)	10.2
6	5	(96, 48)	(88.2, 52.2)	(87.9, 52.2)	8.2
7	22	(27, 51)	(31.5, 60.7)	(31.7, 61.6)	18.8
8	13	(30, 72)	(40.6, 73.8)	(40.4, 73.4)	21.8
9	/	(51, 78)			
10	14	(75, 96)	(81, 100.1)	(81.1, 100.1)	11.5
11	/	(96, 102)			

表二 圖2之數位資料經分族所得之部份統計資料 (S = 0.5)

Table 2. A part of statistical data in each group provided by a grouping subroutine from Fig. 2 (S = 0.5)

The n-th group	No of points	Guess center	Ave. center	Brightness weighted center	Root mean square radius(3dim)
1	21	(40.4, 58.6)	(40.7, 62.3)	(40.4, 62.1)	14.7
2	/	(78, 15)			
3	9	(15, 18)	(17.0, 24.7)	(17.1, 24.1)	17.6
4	/	(57, 18)			
5	4	(69, 30)	(69.0, 31.5)	(69.0, 31.4)	10.0
6	16	(21, 33)	(24.9, 41.1)	(24.4, 40.5)	17.7
7	4	(27, 48)	(30.0, 50.2)	(30.0, 50.7)	10.8
8	15	(72, 48)	(75.0, 56.2)	(74.8, 56.3)	9.8
9	4	(81, 63)	(81.8, 63.8)	(81.8, 63.8)	5.3
10	20	(24, 66)	(28.8, 71.1)	(29.1, 71.8)	19.9
11	25	(39, 75)	(38.6, 80.9)	(38.1, 80.6)	19.5

表三 利用MATCHING-2 副程式所得圖片二中各雲族之部份統計資料 (設 A = 1)

Table 3. A part of statistical data in each group provided by MATCHING-2 subroutine. (Set A = 1)

	The n-th group							
	1	2	3	4	5	6	7	8
No of points	21	10	7	19	8	11	10	35
XC(K, 2)	39.5	17.6	67.5	25.8	71.3	80.1	26.0	36.3
YC(K, 2)	61.8	25.2	26.3	42.4	57.0	58.4	69.7	78.3
BC(K, 2)	71.4	80.0	67.1	70.5	68.8	61.8	75.0	82.0

表四 各次反覆所得之適配函數及其配對優先順序

(MATCHING-1 副程式中設 A = 1 ; K3 = 17)

Table 4. The results of fitting function and matching priority during each iteration. (Set A = 1 ; K3 = 17 in the subroutine MATCHING-1)

Matching priority	Fitting function	
	The n-th iteration	
	n = 0	n = 1
A	F(5, 6) = 0.53	F(5, 6) = 2.28
B	F(1, 1) = 1.86	F(1, 1) = 3.00
C	F(8, 9) = 3.70	F(8, 9) = 4.47
D	F(2, 2) = 6.58	F(4, 4) = 5.19
E	F(4, 4) = 6.93	F(6, 7) = 5.79
F	F(6, 7) = 7.37	F(2, 2) = 5.95
G	F(3, 3) = 8.05	F(3, 3) = 7.54
H	F(7, 8) = 9.71	F(7, 8) = 9.52
I	F(9, 5) = 73.10	F(9, 5) = 73.05

2 設 A = 0 ; K3 = 17 , 即以中數法求出 $X_M = DX(7, 4) = -7.37$; $Y_M = DY(2, 2) = 3.76$ 。經三次反覆雖亦能得出 7 組配對 (表五) , 然而其配對的先後順序略有改變。其中第 H 組配對之適配函數值略大於 K3 , 故不宜採用。(圖 6) 在圖 6 中將以虛線繪出此組位移向量。

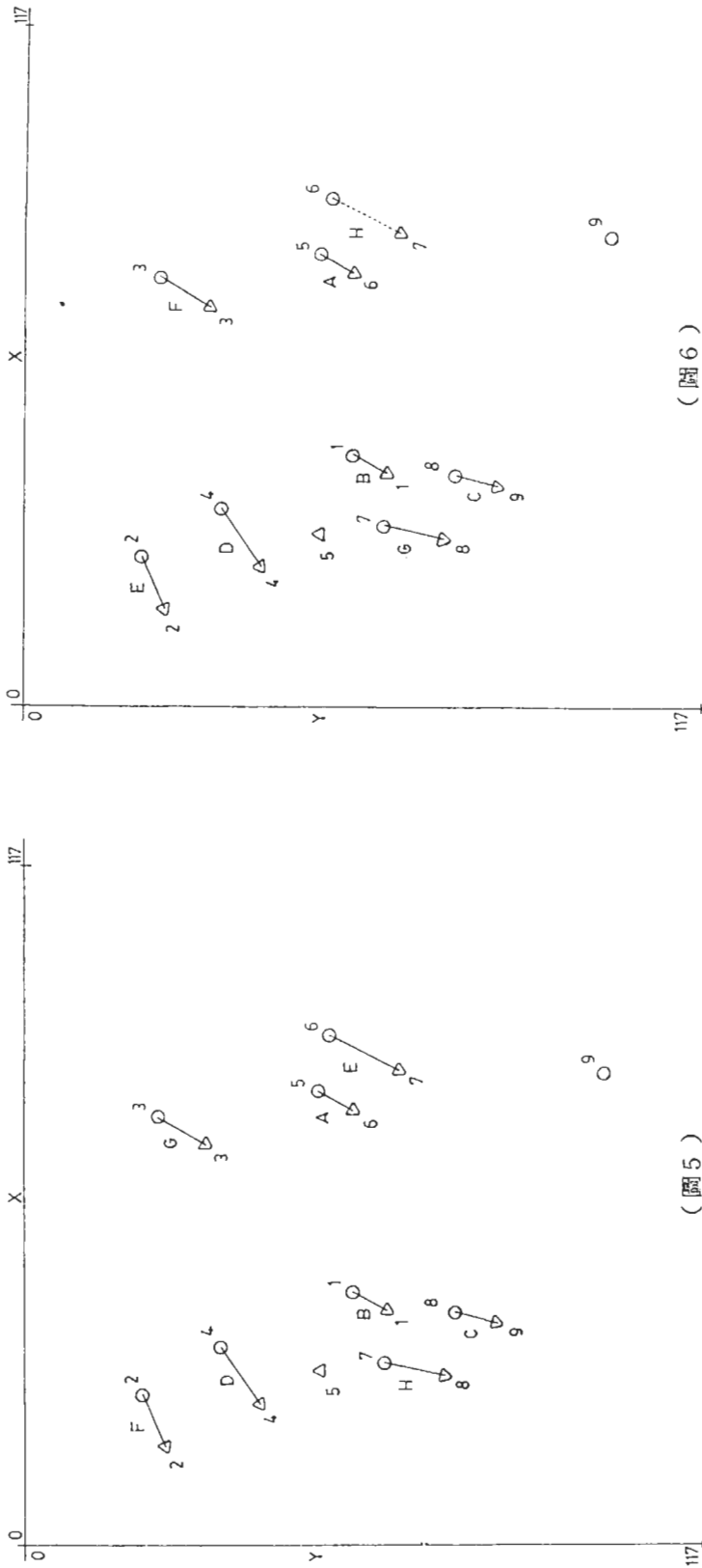
(五) 採用 MATCHING-2 副程式

1 設 A = 1 ; K3 = 14 得到 $X_M = -7.79$; $Y_M = 5.59$ 。經一次反覆即可得到 8 組配對 (圖 7) , 其中各組之適配函數皆小於 7 (表六) 。由此足見採用此項分析法最為適宜且最節省計算時

間。

2 設 A = 0 ; K3 = 14 得到 $X_M = DX(5, 5) = -7.24$; $Y_M = DY(1, 1) = 5.67$ 需經兩次反覆才能得到 8 組配對 (順序與 A = 1 時略有差異) 。參見 (表七) 。其中最末一組配對 (第 H 組) 的適配函數 $F(5, 5) = 13.59$ 僅略小於 K3 , 可知此組配對是十分勉強的, 參見圖 8 。

(六) 表四~表七所示各組配對, 其位移向量分別示之於圖 5~圖 8。在圖中以圓圈符號表第一圖片各雲族中心, 三角形符號表第二圖片中各雲族中心。依各組配對之適配函數由小至大以 A、B、... 的



(圖5)

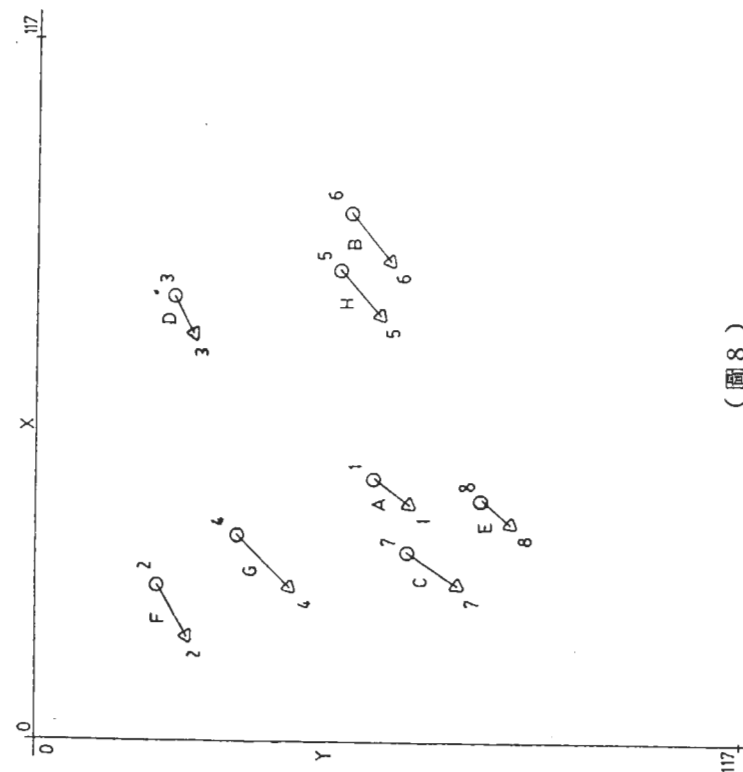
(圖6)

Fig.5. Pairs are matched in the order A, B, ... Brightness centers are denoted in 0 and Δ for $T=1$ and $T=2$ respectively. (Set A = 1 ; K3 = 17 in the subroutine MATCHING-1)

圖5 各雲簇依A, B, ...之順序配對。以0及 Δ 符號分別表 $T=1$ 及 $T=2$ 時刻各雲簇之亮度中心。
(MATCHING-1 中, 設A = 1 ; K3 = 17)

Fig.6 Pairs are matched in the order A, B, ... Brightness centers are denoted in 0 and Δ for $T=1$ and $T=2$ respectively. (Set A = 0 ; K3 = 17 in the subroutine MATCHING-1)

圖6 各雲簇依A, B, ...之順序配對。以0及 Δ 符號分別表 $T=1$ 及 $T=2$ 時刻各雲簇之亮度中心。
(MATCHING-1 中, 設A = 0 ; K3 = 17)



(圖 7)

Fig.7. Pairs are matched in the order A, B,..... Brightness centers are denoted in

0 and Δ for $T = 1$ and $T = 2$ respectively. (Set $A = 1$; $K3 = 14$ in the subroutine MATCHING-2)

圖 7 各雲族依 A, B,.....之順序配對。以 0 及 Δ 符號分別表 $T = 1$ 及 $T = 2$ 時刻各雲族之亮度中心。

(MATCHING-2 中, 設 $A = 1$; $K3 = 14$)

Fig.8. Pairs are matched in the order A, B,..... Brightness centers are denoted in

0 and Δ for $T = 1$ and $T = 2$ respectively. (Set $A = 0$; $K3 = 14$ in the subroutine MATCHING-2)

圖 8 各雲族依 A, B,.....之順序配對。以 0 及 Δ 符號分別表 $T = 1$ 及 $T = 2$ 時刻各雲族之亮度中心。

(MATCHING-2 中, 設 $A = 0$; $K3 = 14$)

(圖 8)

順序繪出其位移向量。

表五 各次反覆所得之適配函數及其配對優先順序

(MATCHING-1 副程式中設 $A=0$; $K3=17$)

Table 5. The results of fitting function and matching priority during each iteration. (Set $A=0$; $K3=17$ in the subroutine MACHING-1)

Matching priority	Fitting function			
	The n-th iteration			
	n = 0	n = 1	n = 2	n = 3
A	$F(5,5) = 8.60$	$F(6,5) = 4.60$	$F(4,4) = 2.78$	$F(5,6) = 1.82$
B	$F(4,3) = 8.80$	$F(5,6) = 7.58$	$F(2,2) = 4.68$	$F(1,1) = 2.68$
C	$F(7,1) = 9.43$	$F(1,1) = 7.95$	$F(5,6) = 8.06$	$F(8,9) = 4.39$
D	$F(1,6) = 9.72$	$F(4,4) = 9.03$	$F(1,1) = 8.52$	$F(4,4) = 5.26$
E	$F(8,8) = 11.09$	$F(8,9) = 9.99$	$F(8,9) = 10.14$	$F(2,2) = 5.68$
F	$F(2,2) = 11.54$	$F(2,2) = 10.88$	$F(3,3) = 10.20$	$F(3,3) = 7.63$
G	$F(6,4) = 19.10$	$F(3,3) = 13.24$	$F(7,8) = 13.40$	$F(7,8) = 9.67$
H		$F(7,8) = 16.25$	$F(6,7) = 24.33$	$F(6,7) = 17.81$
I		$F(9,7) = 52.70$		

表六 各次反覆所得之適配函數及其配對優先順序

(MATCHING-2 副程式中設 $A=1$; $K3=14$)

Table 6. The results of fitting function and matching priority during each iteration. (Set $A=1$; $K3=14$ in the subroutine MATCHING-2)

Matching priority	Fitting function	
	The n-th iteration	
	n = 0	n = 1
A	$F(6,6) = 2.25$	$F(1,1) = 2.33$
B	$F(5,5) = 3.38$	$F(6,6) = 2.49$
C	$F(3,3) = 3.43$	$F(7,7) = 2.94$
D	$F(1,1) = 3.45$	$F(5,5) = 3.30$
E	$F(7,7) = 3.72$	$F(3,3) = 3.61$
F	$F(2,2) = 5.34$	$F(8,8) = 5.15$
G	$F(8,8) = 5.74$	$F(2,2) = 5.65$
H	$F(4,4) = 6.60$	$F(4,4) = 6.68$

表七 各次反覆所得之適配函數及其配對優先順序
(MATCHING-2 副程式中設 $A = 0$; $K3 = 14$)

Table 7. The results of fitting function and matching priority during each iteration. (Set $A = 0$; $K3 = 14$ in the subroutine MATCHING-2)

Matching priority	Fitting function		
	The n-th iteration		
	n = 0	n = 1	n = 2
A	$F(1, 5) = 9.68$	$F(3, 3) = 6.92$	$F(1, 1) = 2.33$
B	$F(8, 7) = 10.42$	$F(1, 1) = 7.13$	$F(6, 6) = 2.49$
C	$F(7, 1) = 10.71$	$F(8, 8) = 7.34$	$F(7, 7) = 2.94$
D	$F(3, 3) = 10.85$	$F(6, 5) = 7.57$	$F(3, 3) = 3.61$
E	$F(2, 2) = 13.23$	$F(2, 2) = 10.03$	$F(8, 8) = 5.15$
F	$F(6, 6) = 13.57$	$F(7, 7) = 10.67$	$F(2, 2) = 5.65$
G	$F(5, 4) = 14.64$	$F(5, 6) = 10.91$	$F(4, 4) = 6.68$
H		$F(4, 4) = 12.57$	$F(5, 5) = 13.59$

五、結 論

經比較上述四種分析結果得悉，採用MATCHING-2 副程式同時令 $A = 1$ 是最佳的分析方法。雖然 Endlich et al 曾建議先將兩幀圖片各自用分裂 (Splitting) 指令，使分成 8 個雲族後，再以中數法求出整體位移，筆者認為這未必是最便捷的方法，今後若能配合即時之數位化雲圖資料，將分析所得之風場資料應用在數值預報模式中，相信定能改進其預報結果。

參 考 文 獻

1. 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.
2. ---, D. E. Wolf and D. J. Hall, 1977: Experiments in automatic cloud tracking using SMS-GOES data. *J. Appl. Meteor.*, 14, 1219-1230.
3. Fujita, T., D. L. Bradbury, T. Murino and L. Hull, 1968: A study of mesoscale cloud motions computed from ATS-1 and terrestrial photographs. SMRP Res. Paper 71, University of Chicago, 25 pp.
4. 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.
5. Smith, E., 1975: Man-computer interactive data access system. *IEE Trans. Geosci. Electron.*, GE-13, 123-126.

**An Automated Technique for Determining Cloud Velocity
Using Simulated Cloud Patterns**

Liang - shur Su

**Department of Physics
Chung Cheng Institute of Technology**

ABSTRACT

A pair of simulated cloud patterns, which consist of 40×40 digital gray level values on each picture, have been used as input arrays. An objective computer technique called " ISODATA " was introduced in this study.

Centers of brightness, which are determined on the basis of area and quantified brightness, are found by a grouping subroutine. After using two different kinds of techniques, the well clustered groups are obtained in each picture.

Cloud motions are derived by a matching program that matches brightness centers on two pictures. Selection of different values of the preset parameters would lead to different sets of matching processes, and get a capability of display the patterns of clouds on a TV monitor.

After comparing four sets of results, the best operational technique to obtain cloud motion vectors from GMS data has been developed in this study. Further study is required to process the digitized cloud patterns in real time, and with appropriate processing, the results of wind vectors may prove to be very valuable as input to numerical forecasting models.