

243515

公告本

申請日期	82.3.26.
案號	82102283
類別	Godfr 11/62, 11/72

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明
新型 專利說明書

一、發明 名稱 創作	中文	單迴平行細線化處理方法及其裝置
	英文	
二、發明 人 創作	姓名	1 吳瑞堯 2 蔡文祥
	籍貫 (國籍)	均中華民國
	住、居所	1 台北市信義區大合里9鄰信義路五段150巷401弄19號6樓 2 新竹市明湖路648巷102弄38號
三、申請人	姓名 (名稱)	財團法人資訊工業策進會
	籍貫 (國籍)	中華民國
	住、居所 (事務所)	台北市和平東路二段106號11樓
	代表人 姓名	果芸

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

四、中文發明摘要(發明之名稱：單迴平行細線化處理方法及其裝置)

一種影像細線化處理方法及其裝置，可將黑白影像中的粗線轉化為單一影像點寬之細線，以利影像之分析與辨識。本影像細線化處理方法採平行處理架構，故可快速處理細線化工作，解決循序處理方式費時之困擾。當影像訊號輸入本發明之細線化處理裝置後，該裝置即將影像中的物體(黑點部份)由外層向內層一層一層剝離，直到物體剩下單一線寬之骨幹為止。影像中之黑點是否為物體之邊緣點由內建於該裝置中的樣型決定，所有影像點之邊緣點判別及剝離步驟同時進行，因此可立即獲得細線化結果。細線化之物體骨幹擁有許多良好的特性，包括維持原物體的連接性，避免對雜訊的敏感，沒有過度剝離現象等，更重要的是，此骨幹為一完美的8連接骨幹，是一完全的細線化結果，不需要後處理。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

英文發明摘要(發明之名稱：)

附註：本案已向 國(地區) 申請專利，申請日期： 案號：

本案在向中華民國申請專利前未曾向其他國家提出申請。

五、發明說明(1)

本發明係關於一種單迴平行細線化處理方法及其裝置，特別是關於一種使黑白影像之粗線轉化為細線之方式及裝置，影像細線化(Image Thinning)是指將影像中之物體細線化成單一線寬之物體骨幹(Skeleton)之工作。所謂單一線寬是指其線寬為單一影像點(Pixel)。換言之，細線化可將影像中的粗線轉化為細線。但此細線化骨幹必須保有原物體的特性，尤其是線的連接性，也就是原來兩相交的粗線必須轉成兩相交的細線，不可在交點斷線；原來單一的粗線必須轉成單一的細線，不可轉成許多小線段。^

細線化是影像處理的一項非常重要的工作，許多影像分析及辨識工作(例如文字辨識、圖章辨識、指紋辨識、圖形向量化...等等)都需要先作細線化處理。原因是粗線的物體很難抽取特徵，而沒有特徵則無法進行分析及辨識。另一方面，細線化也簡化了影像中的資料，許多沒有用的點都被去除了，因此可以加速分析及辨識工作，甚至可節省儲存空間。影像細線化方法可分為兩類，一類是使用循序方式進行影像之一點一點地剝離，然而，如果使用循序方式進行細線化，則細線化工作本身就非常費時，因為處理器必須依序對影像中所有的點一點一點地判別是否為物體的邊緣，並決定是否剝離，對於較大的影像及解析度高的影像需花費相當多的時間，而往往無法實用。^

另一類影像細線化方法是利用平行處理的方式，同時判斷所有影像點是否應予以剝離，因此對一個擁有一百萬個影像點的影像而言，平行處理的速度將可達循序處理的一

五、發明說明(2)

百萬倍，細線化工作瞬間完成。然而，平行處理亦有其問題存在，一是成本問題，因為必須有成千上萬個處理元(Processing Element)來處理各個影像點。更嚴重的是，循序處理所採用的處理方法不再適用，如果將循序處理的方法用於平行處理，則線寬為偶數點的線將會被完全消除，而無法得到正確的結果，為解決此問題，有人提出一種多迴平行(Multi-Pass Parallel)處理的方式來做細線化，也就是將物體邊緣點剝離的動作分成好幾次進行。例如，第一次先剝離物體的左邊緣點，剝完後，再剝離上邊緣點，然後剝離右邊緣點及下邊緣點，這種依序剝離左、上、右、下邊緣點的方式稱為四迴平行細線化。也有人使用先剝左邊緣點再剝右邊緣點或先剝上邊緣點再剝下邊緣點的方式，稱為雙迴平行細線化。但是，不管四迴或雙迴處理方法，都會造成處理時間的增加，因為它必須循序剝離不同方向的點。另一方面，多迴平行處理也造成了成本的增加，因為判別不同方向的邊緣點必須有不同的處理元來處理，而且處理的半成品必須有額外的暫存器來儲存，成本將大幅增加，這對硬體成本本來就高的平行處理器來說，影響頗大。

因此，要加速細線化速度，降低處理裝置成本，處理裝置必須具備兩個特性：一是處理裝置必須具有單迴平行細線化功能，另一是各處理元必須簡單化。

從細線化品質來看，好的細線化骨幹必須具有以下特性：

五、發明說明(3)

- (一) 必須保持原物體的連接性，連接性之定義有兩種--4連接或8連接，但因8連接之骨幹較細，易於進一步分析辨識，因此以8連接為佳。
- (二) 不能有過度剝離現象，亦即線的端點必須保持，不能因為過度剝離使部份線段消失。
- (三) 不能受雜訊影響，亦即在物體邊緣的雜點不能嚴重影響細線化結果。
- (四) 細線化骨幹之拓撲結構(topological structure)必須與原物體相同。

過去亦有人從事單迴細線化發明，例如在1987年，Holt等人使用鄰近點是否為邊緣點之資訊去組成布林(Boolean)運算式，再依該運算式決定是否將一測試點剝離，而發明了一個單迴平行細線化處理法，但是它所獲得的細線化結果是不完美(imperfectly)的8連接骨幹，必須使用後處理將階梯狀的線再細線化，增加處理時間及成本。

同樣在1987年，Chin等人使用一組3 x 3的細線化樣型(Template)及兩個(1 x 4及4 x 1)還原樣型(Restoring Template)來判別一點是否應剝離，但是其結果會造成過度剝離現象。

1990年，蔡文祥教授及其學生使用影像平面及一由影像平面抽取之密集影像平面，並為兩個影像平面各設計一套匹配樣型，用以判斷一點是否需剝離，也可做到單迴平行細線化，但其結果並非完美的8連接骨幹，亦即所獲骨幹

五、發明說明(4)

有些是 8 連接，有些是 4 連接。

有鑑於前述習知方法之諸多缺點，本發明之目的乃為提供一種影像細線化之方法，該方法利用單迴平行方式處理細線化，但其製造成本較低，而且兼具前述細線化處理之所有優良特性，且經此方法完成之細線化為一完美的 8 連接骨幹，無須再做後處理。

本發明對細線化之處理原理，也是由物體的外層一層一層往內剝離，在判斷一黑點是否應剝離時，使用一組已預先內建於處理裝置之樣型，此組樣型可用來正確決定一黑點是否為物體的邊緣點。也就是當一黑色影像測試點之鄰近樣本 (Pattern) 與該組樣型之任何一個樣型完全匹配的話，則該黑點可剝離，否則該黑點不能剝離。

為說明本發明之原理及其優點，茲以下列圖式配合較佳實施例之說明敘述如下，其中：

圖 1 所示為根據本發明之單迴平行細線化處理方法之流程圖；

圖 2 所示為內建於本發明之處理裝置中之所有樣型，根據此樣型是否與輸入影像匹配之方式，得判斷影像黑點是否應予剝離；

圖 3 所示為以測試點 P 為例，與樣型匹配有關之鄰近點；

圖 4 所示為本發明之單迴平行細線化處理裝置之構成方塊圖；

圖 5 所示為根據本發明之每個樣型處理元之邏輯線路圖

五、發明說明(5)

;

圖6(a)-6(b)所示分別為影像原圖和根據本發明之方法以電腦模擬所得到之影像圖形；

圖7(a)-7(b)所示為以電腦模擬本發明之方法製得之影像與習知方法製得之影像之比較，其中圖7(a)所示為影像原圖、7(b)為根據本發明之方法細線化後之影像，圖7(c)-7(e)則為依據習知方法作影像細線化之結果。

✓現請先參考圖1和圖2所示，其中圖1所示為本發明的處理方法的流程圖，圖2所示為樣型匹配時所必須使用的所有樣型。圖1的處理步驟S1先輸入欲細線化之影像訊號，處理步驟S2清除一用來決定是否繼續做細線化處理的正反器為低電位(LOW)。步驟S3對每個點的鄰近樣本與圖2中的每個樣型同時進行比對，若有任何樣型與一點之鄰近樣本完全匹配，則進行步驟S4將該點清為白點，並將正反器設定為高電位(HIGH)，否則直接進行步驟S5，若步驟S5中測得正反器之電位為高電位，表示至少有一黑點被清為白點，物體可能還沒完全細線化，必須再往內剝一層，因此跳回步驟S2繼續處理；若測得之信號為低電位信號，表示細線化完成，所剩之黑點均為物體之骨幹點，因此進行處理步驟S6將結果輸出，結束處理。

上述處理步驟S3在進行樣型匹配時所必須匹配之樣型，如圖2所示，共有(a)到(n)之14個樣型。各樣型中有許多符號，每個符號表示一個影像點，其中符號'c'表示測試點，符號'x'表示不須比對之點，符號'0'表示該點必須

A6
B6
修正 8月 日
補充

五、發明說明 ()

為白點，符號 '1' 表示該點必須為黑點。符號 'y' 較為特殊，在每個樣型中，符號 'y' 均成對出現，表示該兩點必須至少有一點為白點。進行處理步驟 S3 之匹配時，若測試之鄰近點與一樣型之須比對點 (符號 '0'，'1'，及 'y' 部份) 完全一樣，則稱其與該樣型匹配。只要 (a) 至 (n) 之任何一個樣型與其匹配，則將測試之黑點清為白點。

因為只要任何一個樣型與鄰近樣本匹配即將測試之黑點清除，表示只要測試點之近鄰與任一個樣型匹配即代表該測試點為物體之邊緣點且不為骨幹點。換句話說，樣型 (a) 到 (n) 表示了所有邊緣點且不為骨幹點的情況。其中樣型 (a) - (d) 分別表示測試點為物體的右、下、左、上邊緣點，樣型 (e) 為右上邊緣點，樣型 (f) 及 (g) 為左下邊緣點，樣型 (h) 為右下邊緣點，樣型 (i) 及 (j) 為左上邊緣點，樣型 (k) - (l) 則分別為上、右、下、左四邊的雜訊。

對於一垂直線而言，其右邊緣點可用樣型 (a) 判別，相對地，其左邊緣點應使用如下之樣型即可判別：

y 1 1

0 c 1

y 1 1

上述樣型匹配方式對循序處理方法而言是正確的，但運用在單迴平行處理方法時就有問題，當垂直線被剝到兩點寬時 (或其原寬度即為兩點寬)，其左邊緣點與如上之樣型匹配，右邊緣點與樣型 (a) 匹配，則整條線都將被剝離而

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
打
線

五、發明說明(7)

消失。針對此一問題，本發明設計了樣型(c)與樣型(a)搭配，當垂直線很寬時，樣型(a)可剝離右邊緣點，樣型(c)與左邊緣點的鄰近點並不匹配，故左邊緣點不會剝離，而成為垂直線的骨幹。所以使用樣型(a)與(c)的搭配，即可使用單迴平行處理方式將垂直線細線化。同理，水平線的細線化也可以使用樣型(b)與(d)的搭配來處理。

對於左上到右下的斜線，其右上邊緣點可用樣型(e)剝離，左下邊緣點可用樣型(f)剝離。注意樣型(e)與(f)也不對稱，這種不對稱設計也是為了單迴平行細線化處理一斜線時，當斜線寬度為兩點寬時，右上邊緣點因與樣型(e)匹配而被剝離，但左下邊緣點則因其鄰近點與樣型(f)不匹配而可保留為斜線的骨幹，因此樣型(e)與(f)的搭配即可用單迴平行處理方式對方向為左上到右下之斜線進行細線化。但是這樣的搭配在樣型(g)的情況出現時，無法保持完美的8連接，因此，樣型(e)和(f)再搭配樣型(g)之設計，使骨幹確保完美的8連接特性。同理，對方向由右上到左下的斜線，亦可使用樣型(h)、(i)及(j)之搭配進行單迴平行細線化。

樣型(k)-(n)是用來剝離雜訊，分別為出現於上、右、下、左邊緣之雜訊點。雜訊點如果沒有適當處理，往往會形成非期望之分叉。透過樣型(k)-(n)之處理，即可避免這類問題。

根據圖2所示之樣型，對一測試點p而言，與樣型匹配有關之鄰近點只有十點，如圖3所示。因此在硬體線路的

五、發明說明(8)

設計上，每個用來做樣型匹配的處理單元只要從這十個鄰近點輸入資料即可。

圖4所示為本發明之硬體設計方塊點，如圖所示，本發明之處理裝置主要由一輸入控制單元41、影像資料暫存器42、樣型匹配處理器43、一輸出控制單元44和一正反器45所組成。影像訊號係自該輸入控制單元41輸入該影像資料暫存器42中；每一細線化輪迴開始時，先將該正反器45清為低電位。該樣型匹配處理器43中則內建有如圖2所示之樣型組，該樣型匹配處理器的每個處理元從暫存器中輸入十個鄰近點資料，做完匹配後將結果寫回影像資料暫存器，若有黑點因與一樣型匹配而被清為白點，則設定正反器45為高電位，此樣型匹配與邊緣點剝離動作一直重覆到沒有任何一個黑點被改為白點，即正反器45處於低電位時為止。此時影像資料暫存器中的影像即為細線化之結果，此細線化影像最後經由該輸出控制單元44輸出影像訊號。

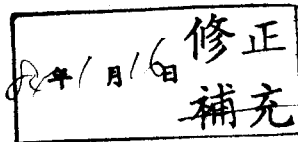
本發明之每個樣型匹配處理元之邏輯閘線路圖如圖5所示，此線路圖是將圖2之樣型以簡單的邏輯閘設計製作，因為完全是組合線路(Combinational Circuit)，所以速度非常快。

圖6(a)和(b)所示是將本發明以電腦模擬製作，以印證本發明之功效之結果，此模擬將'台'與'中'兩個中文字細線化，圖6(a)為原影像資料，圖6(b)以符號'p'標示之部份為細線化後之骨幹，以符號'·'標示之部份為細線化處

五、發明說明(9)

理所剝離的點。此模擬顯示本發明之細線化結果是一個完美的8連接骨幹，且不受雜訊干擾，沒有過度剝離現象，而且保持了原物體的拓樸結構。圖7(a)-(e)所示為本發明之細線化結果與依據習知方法細線化之結果比較。同樣地，圖中以符號'p'標示細線化後之骨幹，符號'·'標示被剝離的點。圖7(a)部份為影像原圖，7(b)部份為根據本發明之方法的細線化結果，7(c)，7(d)，7(e)部份則分別為Holt等人、Chin等人、陳進松及蔡文祥教授等人所揭示之方法的細線化結果。其中圖7(c)部份之結果並沒有使用Holt等人所提之後處理，而7(d)部份則因Chin等人之發明並不會自動停止，因此只做8個輪迴(iteration)即停止。由此實驗，我們發現本發明之處理結果，即圖7(b)，仍然具有前一實驗之所有優良特性；而圖7(c)則不是一個完美的8連接細線化結果，尤其在斜線部份，很多地方都是4連接骨幹；7(d)部份則在水平及垂直線端點都有過度剝離現象；7(e)部份也不是完美的8連接細線化結果。

綜上所述，明顯可知依據本發明之處理方法，可以得到一單一線寬之骨幹，且為完美的8連接細線化之結果。該方法不僅可改良習知方法之不足，尚能提供優於任何已知方法之特性。本發明之方法同時可以一硬體線路達成，故其特性實應符合一新發明之要件，而其發明性及功能當獲頒為一發明專利。然而以上所敘述之實施例僅係用以說明本發明之原理，並非用以限制本發明之範圍。本發明之範圍當如後列之申請專利範圍所述。



六、申請專利範圍

1. 一種影像細線化處理方法，係利用單迴平行處理方式進行影像細線化之處理，該方法將用以與輸入影像匹配之樣型內建於一樣型匹配裝置中；並依下列步驟進行影像細線化：
- (1) 輸入一影像資料，並將該資料儲存於一影像暫存器中；
 - (2) 清除一用來決定是否須進一步剝離邊緣點的正反器為低電位 (LOW) ；
 - (3) 自該影像暫存器中輸入每個影像點的鄰近點於樣型匹配處理器之各個處理元中，進行樣型匹配，如一影像黑點之鄰近點與內建於該樣型匹配處理器之任一樣型匹配，則將該影像黑點清除為白點，儲存於影像暫存器中，並設定正反器為高電位；以及
 - (4) 重覆步驟 (2) 和 (3)，直到正反器為低電位為止；其中

該樣型係包含下列 14 個樣型

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1 1 y	1 1 1	y 1 1 x	y 0 y		
1 c 0	1 c 1	0 c 1 1	1 c 1		
1 1 y	y 0 y	y 1 1 x	1 1 1		
			x 1 x		
(a)	(b)	(c)	(d)		
x 0 0	x 1 1	0 1 0	x 1 x	0 0 x	0 0 0
1 c 0	0 c 1	0 c 1	1 c 0	0 c 1	0 c 1
x 1 x	0 0 x	0 0 0	x 0 0	x 1 1	0 1 0
(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
0 0 0	1 0 0	1 1 1	0 0 1		
0 c 0	1 c 0	0 c 0	0 c 1		
1 1 1	1 0 0	0 0 0	0 0 1		
(k)	(l)	(m)	(n)		

其中符號 'c' 表示測試點，符號 'x' 表示不須比對之點，符號 '0' 表示該點必須為白點，符號 '1' 表示該點必須為黑點，符號 'y' 必須成對出現，表示該兩點必須至少有一點為白點；和

樣型 (a) - (d) 分別表示測試點的右、下、左、上邊緣點；

樣型 (e) 表示測試點的右上邊緣點；

樣型 (f) 及 (g) 表示測試點的左下邊緣點；

樣型 (h) 表示測試點的右下邊緣點；

樣型 (i) 及 (j) 表示測試點的左上邊緣點；

樣型 (k) - (n) 分別表示測試點的上、右、下、左四邊之雜訊，使用時樣型 (e) 須與樣型 (a) 搭配，以處理垂直線的細線化；樣型 (b) 與 (d) 搭配，以處理水平線的細線化；樣型

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

(e)、(f)與(8)須搭配以處理左上到右下之斜線的細線化，以及樣型(h)、(i)和(j)須搭配以處理右上到左下之斜線的細線化。

2. 根據申請專利範圍第1項所述之細線化處理方法，其中該用以與樣型匹配的各個影像點之鄰近點只有10點。

3. 一種細線化處理裝置，可以單迴平行處理方式對影像進行細線化，此處理裝置包含：

一輸入控制單元，用以輸入一欲做細線化的影像資料；
一影像資料暫存器，用以儲存自該輸入控制單元之輸入以及經一樣型匹配處理器匹配處理後之影像資料；

一正反器，用以判斷是否須繼續進行下一輪迴之細線化，在每個細線化輪迴開始時，該正反器先清為低電位，輪迴結束時，若該正反器為高電位表示必須繼續進行下一輪迴之細線化；若該正反器為低電位，則表示細線化已完成；

該樣型匹配處理器包含內建之數組樣型，用以比較該影像資料暫存器中所儲存之各個影像點的鄰近點是否與其內建之樣型匹配，對一影像黑點而言，如其鄰近點與一樣型匹配，則將該影像黑點清除為一白點，並將正反器清為低電位，每一次匹配處理後之影像資料皆暫存於該影像資料暫存器中，若此時該正反器處於高電位，則進行下一輪迴之細線化處理；其中

該樣型係包含下列14個樣型

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1 1 y	1 1 1	y 1 1 x	y 0 y		
1 c 0	1 c 1	0 c 1 1	1 c 1		
1 1 y	y 0 y	y 1 1 x	1 1 1		
(a)	(b)	(c)	(d)		
			x 1 x		
x 0 0	x 1 1	0 1 0	x 1 x	0 0 x	0 0 0
1 c 0	0 c 1	0 c 1	1 c 0	0 c 1	0 c 1
x 1 x	0 0 x	0 0 0	x 0 0	x 1 1	0 1 0
(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
0 0 0	1 0 0	1 1 1	0 0 1		
0 c 0	1 c 0	0 c 0	0 c 1		
1 1 1	1 0 0	0 0 0	0 0 1		
(k)	(l)	(m)	(n)		

其中符號 'c' 表示測試點，符號 'x' 表示不須比對之點，符號 '0' 表示該點必須為白點，符號 '1' 表示該點必須為黑點，符號 'y' 必須成對出現，表示該兩點必須至少有一點為白點；和

樣型 (a) - (d) 分別表示測試點的右、下、左、上邊緣點；

樣型 (e) 表示測試點的右上邊緣點；

樣型 (f) 及 (g) 表示測試點的左下邊緣點；

樣型 (h) 表示測試點的右下邊緣點；

樣型 (i) 及 (j) 表示測試點的左上邊緣點；

樣型 (k) - (n) 分別表示測試點的上、右、下、左四邊之雜訊，使用時樣型 (e) 須與樣型 (a) 搭配，以處理垂直線的細

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

線化；樣型 (b) 與 (d) 搭配，以處理水平線的細線化；樣型 (e)、(f) 與 (g) 須搭配以處理左上到右下之斜線的細線化，以及樣型 (h)、(i) 和 (j) 須搭配以處理右上到左下之斜線的細線化；

一輸出控制單元，用以將影像細線化結果自該影像資料暫存器輸出。

4. 根據申請專利範圍第 3 項之處理裝置，其影像資料暫存器可儲存輸入時之原影像、細線化處理過程中每個輪迴之影像、處理完成之細線化影像。
5. 根據申請專利範圍第 3 項之處理裝置，其樣型匹配處理器包含一組對每個影像點之鄰近點進行樣型匹配之處理元。
6. 根據申請專利範圍第 3 或 5 項之處理裝置，其中該每一樣型匹配處理元包含一組合線路執行樣型匹配。
7. 根據申請專利範圍第 3 項之處理裝置，其中該組合線路係由基本的數位邏輯閘組成，包含一組特定的細線匹配樣型。
8. 根據申請專利範圍第 6 項之處理裝置，其中該組合線路係由基本的數位邏輯閘組成，包含一組特定的細線匹配樣型。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

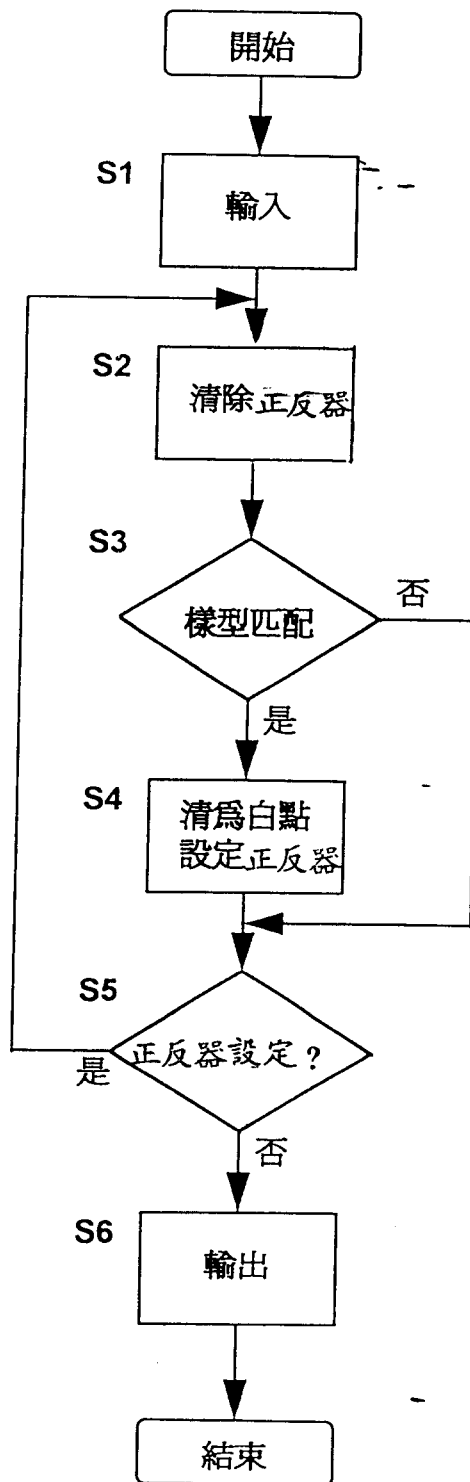


圖 1

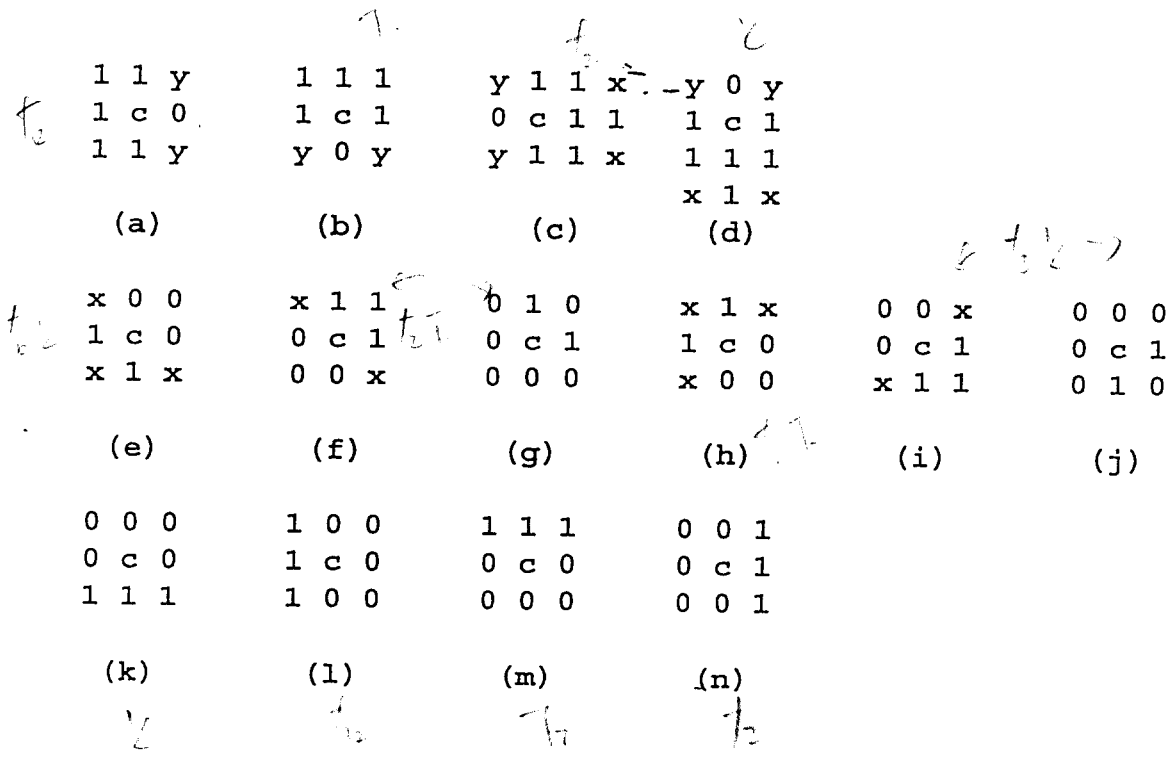


圖 2

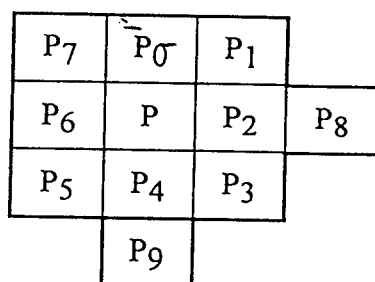


圖 3

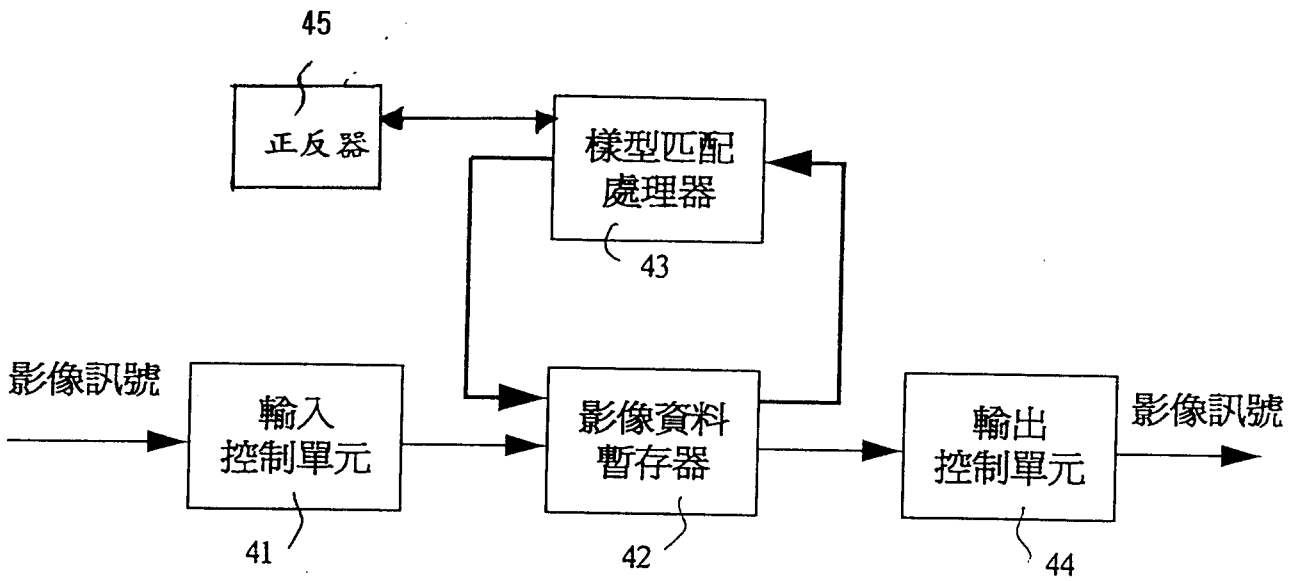
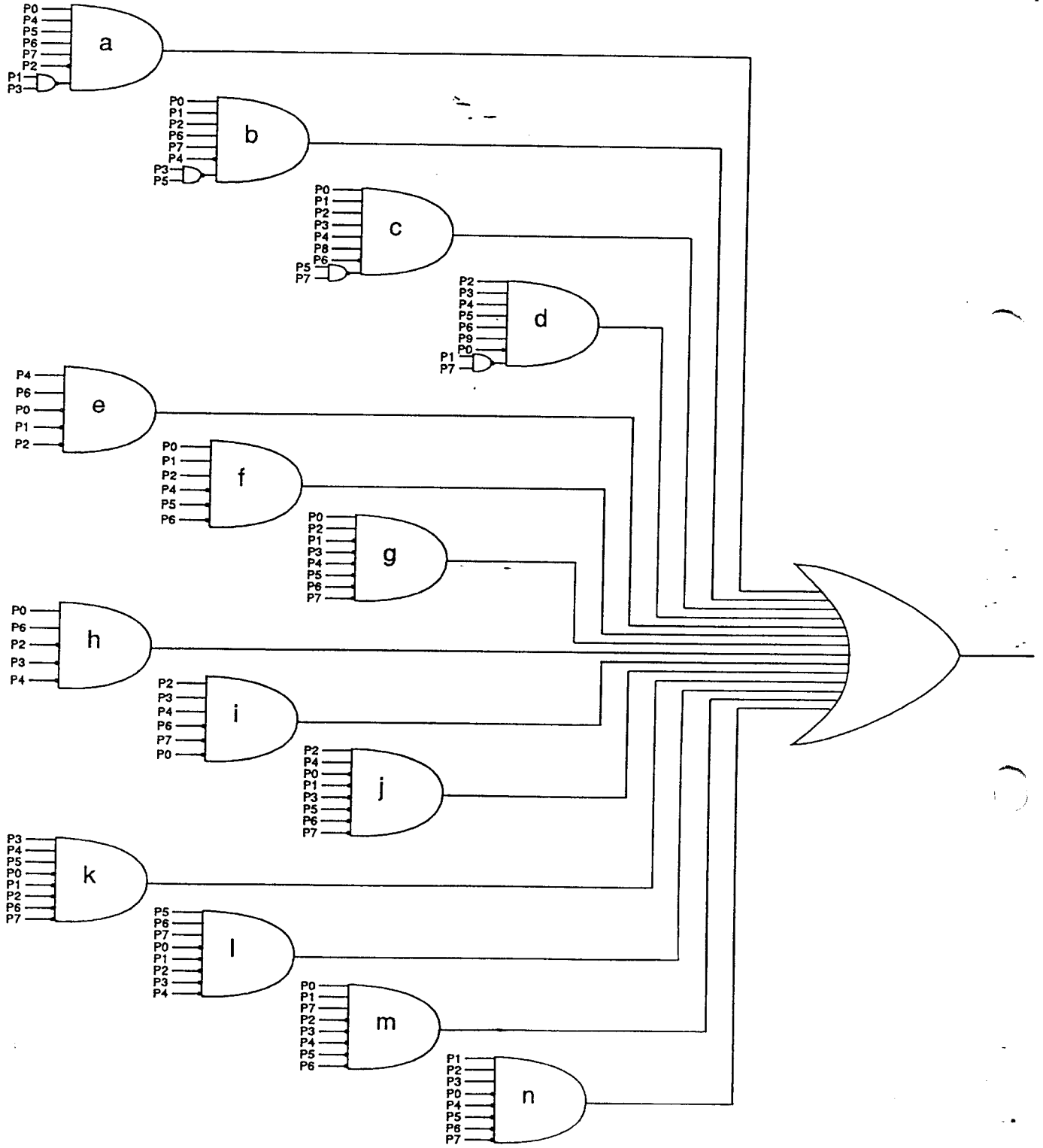
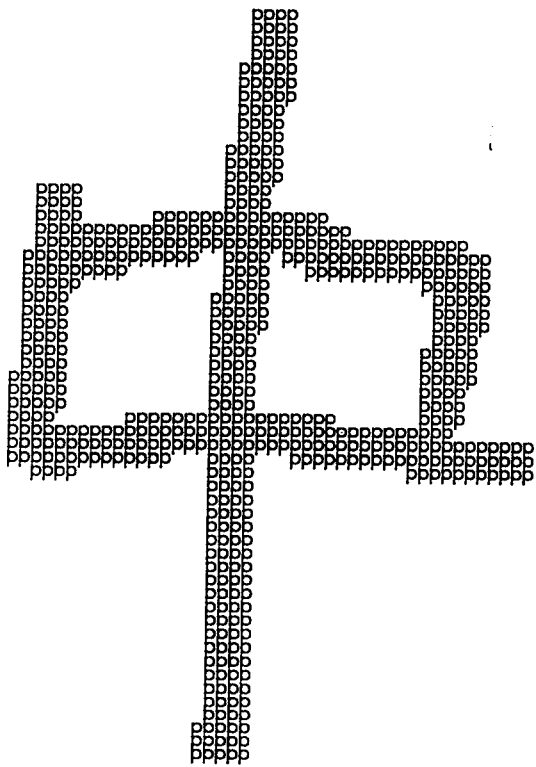
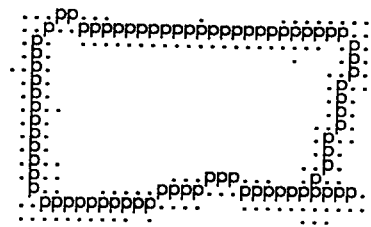
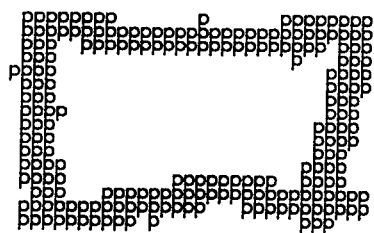
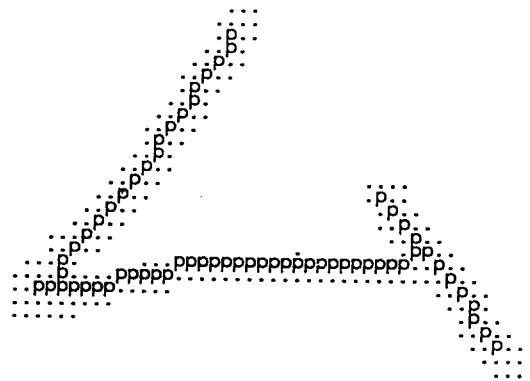
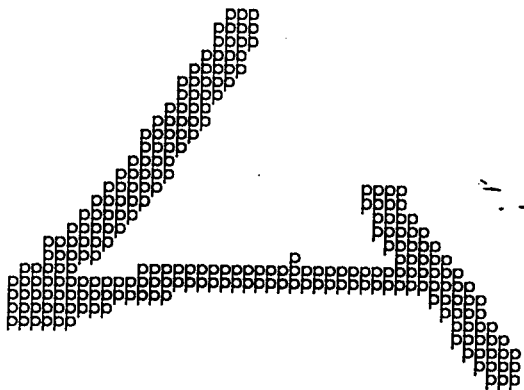
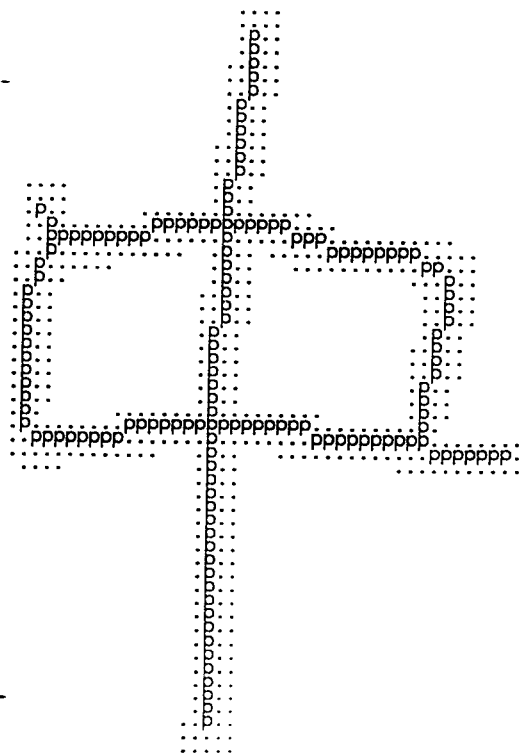


圖 4

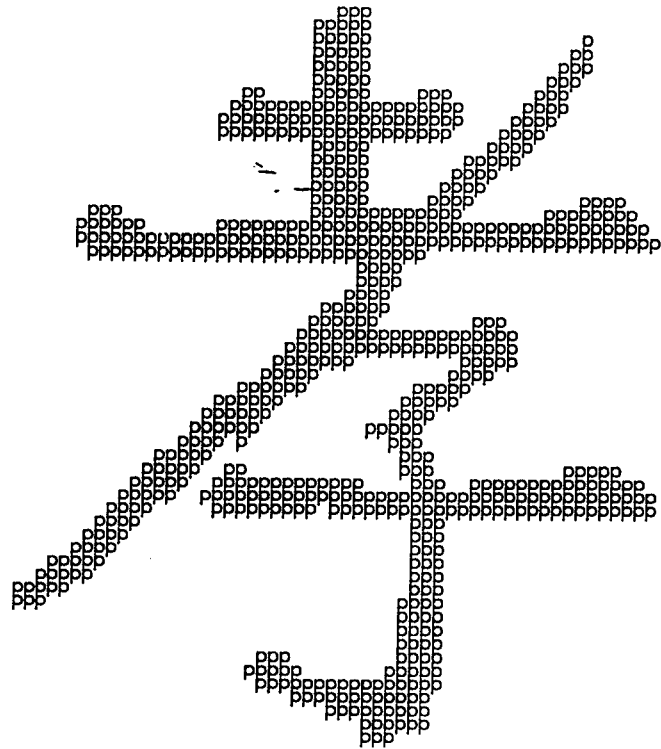




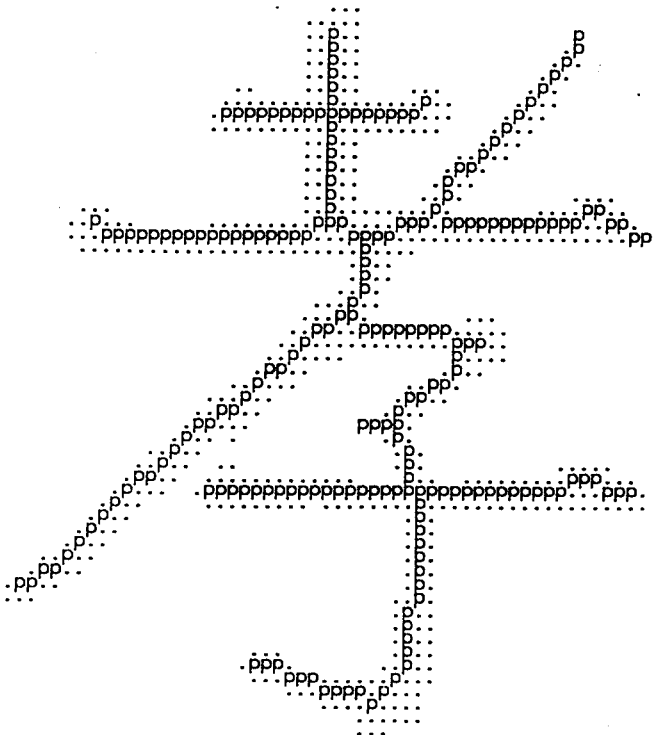
6 (a)



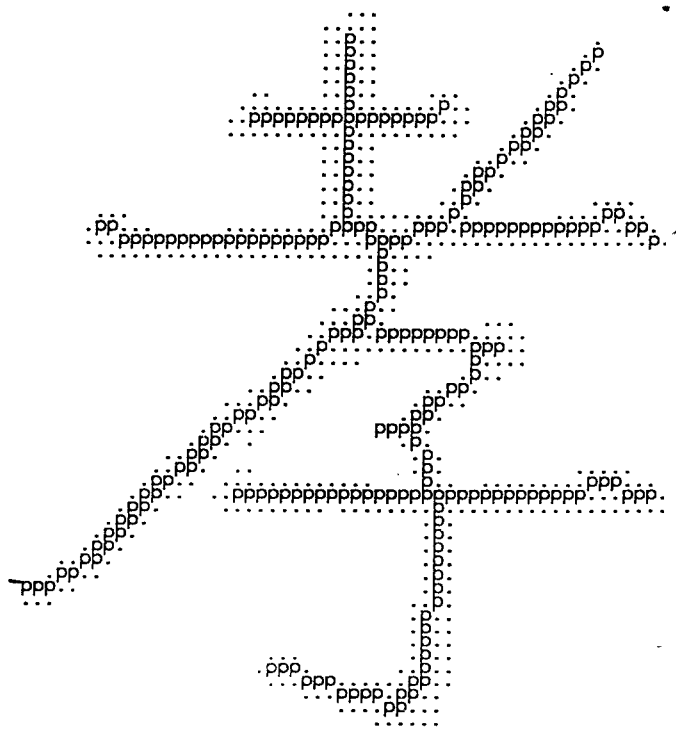
6 (b)



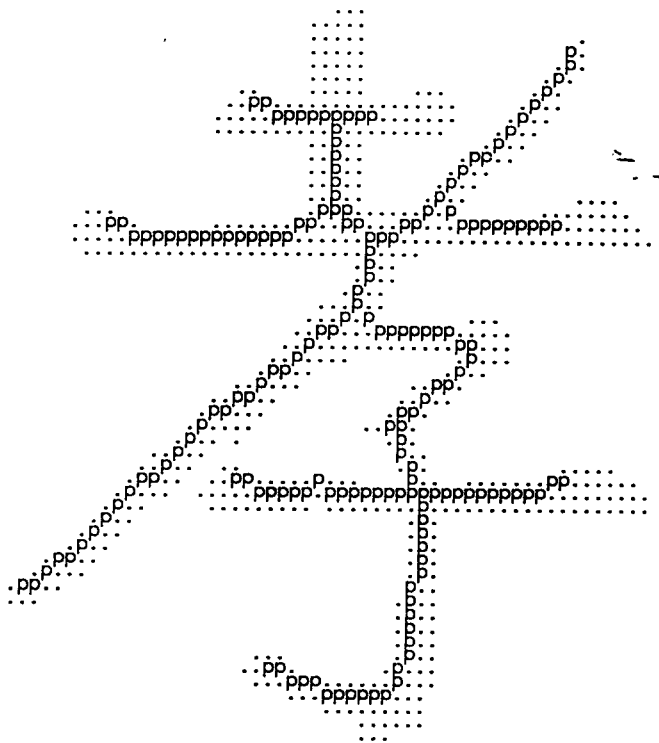
7 (a)



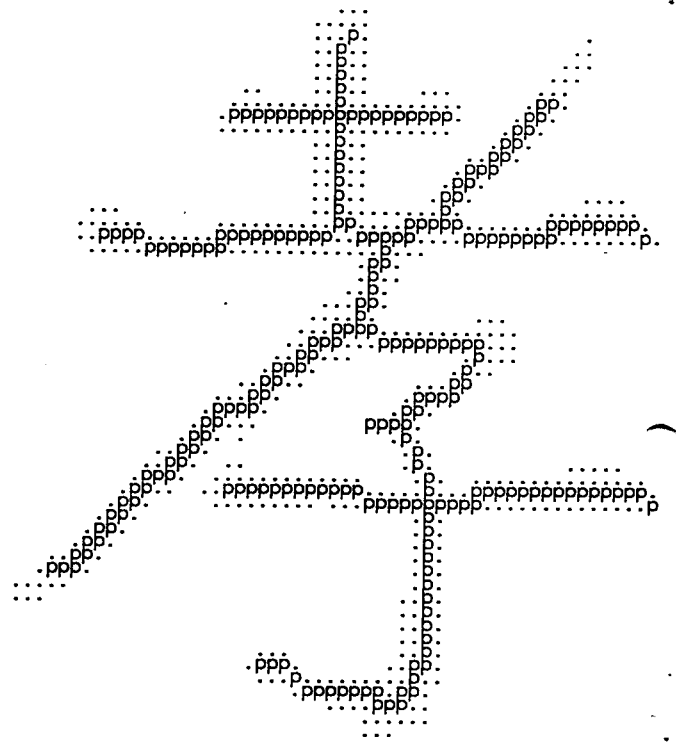
7 (b)



7 (c)



7 (d)



7 (e)

圖 7 (續)