

151129

申請日期	79. 4. 13
案號	79102970
類別	G11B

公告 A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

一、發明名稱	中文	灰度影像細線化方法
	英文	
二、發明人	姓名	余孝先 蔡文祥
	籍貫 (國籍)	中華民國
	住、居所	新竹市園後街89巷3弄32號4樓 新竹市建功一路86巷3號2樓
三、申請人	姓名 (名稱)	財團法人工業技術研究院
	籍貫 (國籍)	中華民國
	住、居所 (事務所)	新竹縣竹東鎮中興路四段195號
	代表人 姓名	林垂宙

經濟部中央標準局印製

裝 訂 線

灰度影像細線化方法

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

本發明提出一種利用鬆弛法，進行灰度影像細線化的處理方法。細線化的過程中，將各個影像點，劃分為骨架點或非骨架點二類，再利用一種鬆弛演算法，充分利用輸入之灰度影像資料中所含的脈絡資訊，進行細線化。將待處理的灰度影像點，區分為五種，其中四種依不同方向歸屬於骨架類，另有一種為非骨架類。首先賦予各類影像點一個初始骨架機率值，然後在鬆弛演算過程中，各鄰點的機率值相互影響，在匹配方向影像點的骨架機率值提高，屬於非骨架類影像點的機率值則依預定種類加以修正。鬆弛處理過程經多次循環後，位於骨架上各點達到高的骨架機率值，而其他點的非骨架機率值為一時才停止。應用本發明所揭露的方法，能夠使原先呈直線的影像，經過細線化處理，得到直線性甚佳的細線。

(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：

五、發明說明()

1、背景說明

在許多影像分析(image analysis)的問題中，例如光學式文字辨認(optical character recognition)，文件處理(document processing)等，影像資料的細線化(thinning)是一個重要的處理步驟，因為細線化可以大量減少待處理的資料量，而且可以幫助取得一些重要的影像特徵，以利辨認。

對影像資料做細線化處理時，常會產生一條長直線段被處理成多條短直線段的失真(distortion)，這對於後續的直線抽取(line extraction)處理，有很大的妨礙。

習知的細線化處理方法，大都只適用於二元(binary)影像資料，因此如果原輸入為灰度影像(gray-scaled image)，則必須先用二值化(thresholding)的方法，將之轉換成二元影像，才能進行細線化處理。例如歐洲專利EP266140號(專利權人為Pitney Bowes Inc.)揭露一種光學文字辨認方法，該方法使用光學影像感應器(optical image sensors)，掃描有文數字的印刷品，拾取文數字影像，送入影像細線化控制器，將寬厚的文數字影像縮減為由單一像素(pixel)所構成的影像骨架(skeleton)。該細線化的二元影像在一連結分辨器中找出並存放各個連結的起點和終點。然後以處理器產生一代表該文數字位置特徵的矩陣，並依據該矩陣的構成辨認所輸入的文數字。

歐洲專利EP138373號(專利權人同樣為Pitney Bowes Inc.)揭露一種影像細線化方法。該方法依像素(pixels)定義一個影像。該影像的每一個水平和垂直像素串(horizontal and vertical string of pixels)移動預定的像素數目，每個移動過的水平和垂直串給予加權後自行旋轉，選取對應於預定規則的水平垂直加權旋轉像素。這些選取的像素與原影像像素相加，然後保留兩者共通的像素，經一預定的濾波矩陣(filter matrix)，該保留像素即轉換為已細線化的影像。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

151129

五、發明說明()

前述二項前案揭露的細線化方法，僅適合處理二元影像資料，或未對處理直線抽取過程，所要求的低失真的細線化，提出妥善的對策。

A.Rosenfeld和 A.C.Kak的書中("Digital Picture Processing" VOL.II, Academic Press, 1982第231頁-第233頁)，提出一種細線化的方法，但這種方法會使許多直線無法保持，有關此種方法與本發明所揭露方法的比較，將在具體實施例中加以進一步說明。

T.Y. Zhang和 C.Y. Suen在一篇論文中("A fast parallel algorithm for thinning digital patterns" Communications of the ACM, 27:236-239 Mar.1984)，提出另一種將影像加以細線化的方法。此種新方法所產生的細線化結果雖較前引A.Rosenfeld等人之方法為佳，但仍有許多直線被破壞，有關此種方法與本發明的比較，亦將在具體實施例中加以進一步說明。

習知的細線化的處理方法，簡單說明如下。

圖1表示有灰度影像資料的例子。為說明方便，將各種不同種類的影像點，給予不同的名稱。舉例如下：

- 1、物體點(1)(object point)指屬於影像中物體之像素。
- 2、背景點(2)(background point)指屬於影像中背景部份之點。

3、鄰點(neighbors)：圖2表示由八個像素(pixels)構成的鄰點。為便於說明，將該九個像素中的 N_0, N_2, N_4, N_6 ，四個像素，稱為像素P點的四鄰點(4-neighbors)，將 $N_0, N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6$ ，和 N_7 ，稱為P點的八鄰點(8-neighbors)。

4、邊界點(3)(border point)指其鄰點中有背景點存在之物體點。

5、內部點(4)(internal point)指其鄰點中沒有背景點存在之物體點。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

6、端點(5)(end point)指恰有一鄰點為非背景點之邊界點。

7、獨立點(6)(single point)指鄰點全為背景點之邊界點。

8、簡單點(7)(simple point)指鄰點中的物體點全部連在一起的邊界點。又分為端點(5)(end point)和非端點(8)(non-end point)兩種。

9、連接點(9)(connection point)指不屬於獨立點或簡單點之邊界點。

10、骨架點(skeletal point)指連接點、端點或獨立點。

11、轉角點(10)(corner point)指相鄰兩面為背景點之邊界點。

12、叉點(11)(fork point)指連接點之一種，為兩條或兩條以上之線段相交所構成。

圖1乃各種影像點的一個舉例，並非唯一的情況。

圖3表示影像點(image point)的分類樹狀圖，此圖清楚指出不同影像點之間的關係。

在習知的技術中，如前述的A. Rosenfeld等人提供一種方法，可以判定某一影像點P是否為簡單點。例如欲判定某一北面有背景點之邊界點時，可用下列的式子的值來決定P點是否為簡單點：

$$\bar{w}*(sw)*\bar{e}+\bar{w}*(sw)*\bar{e}+\bar{w}*(s)*\bar{e}+\bar{w}*(se)*\bar{e}+\bar{s}*(se)*\bar{e}$$

若上式為0表示P點為簡單點。式子中的n, e, s, w, (nw), (ne), (se), (sw), 分別代表北, 東, 南, 西, 西北, 東北, 東南, 西南, 方向的點, 其中

*表示邏輯AND運算

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

打

線

+ 表示邏輯 OR 運算

- 表示邏輯 NOT 運算

同樣也可以用類似的式子來判別東、南或西方有背景點的邊界點是否為簡單點。

如果依序反覆地從北、東、南、西各方向，將非端點的簡單點去除，則留下的骨架點，即是影像細線化的結果。

此種方法雖然簡單，但無法保持直線性。

另一種習知的細線性技術，如前引 T.Y. Zhang 和 C.Y. Suen 論文，揭露不同的方法。它分成兩個步驟，第一個步驟用來去除東南方的邊界點與西北方的轉角點。第二個步驟則用來去掉西北方的邊界點與東南方的轉角點。在第一個步驟中，所有滿足下列三個條件的點都會被去除。

- 1、在其 8 鄰點中只有一個背景點至物體點的變化；
- 2、8 鄰點中有 2 至 6 個物體點；
- 3、4 鄰點滿足二個預定的布林邏輯式者。

$$(a) N_0 * N_2 * N_6 = 0$$

$$(b) N_0 * N_4 * N_6 = 0$$

在第二個步驟時，則將上述的第三條件改為

$$(a') N_0 * N_2 * N_4 = 0$$

$$(b') N_2 * N_4 * N_6 = 0$$

其中 * 表示邏輯 AND 運算

五、發明說明()

此法的結果較A.Rosenfeld等人的方法為佳，但仍有許多直線被破壞。

2、發明的要點說明

本發明之目的在於處理由影像掃描器，或電視攝影機所取得之影像，並進行細線化，以供後續之直線抽取處理使用。本發明係利用鬆弛法(relaxation method)，將待處理之原始影像的像素，依其方向特徵，賦予不同骨架機率值，並不斷依預定演算方法加以調整，利用鄰近各點的脈絡資訊(contextual information)，引導調整的方向和數量，經多次循環後，可得直線性甚佳的細線化結果。

3、圖示說明

本發明的內容，可由下列各圖來說明灰度影像細線化方法的具體實施例：

圖1為影像點的種類舉例；

圖2為一個影像像素及它的鄰點；

圖3為影像像素點各種類相互的關係；

圖4為實施本發明所需的系統方塊圖；

圖5為本發明所揭露方法的實施流程圖；

圖6為四個直線方向的種類；

圖7(a)-(c)為用以定義匹配值的三種狀態，(a)為強支持，(b)為弱支持，(c)為無支持；

圖8顯示用以更新箭頭所指直線方向機率值的鄰點，以黑點表示；圖9，10，11(a)-(c)為細線化處理結果三例，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

打

線

151129

五、發明說明()

(a)為原影像，(b)為本發明方法的結果，(c)為前案處理結果；

圖12(a)-(c)為中文常見形狀細線化處理結果三例，(a)-(c)為原影像，(d)-(f)為使用本發明所得結果，(g)-(i)為前案處理結果。

4、發明的詳細說明

圖4表示處理灰度影像細線化的系統方塊圖。自影像輸入單元12之影像掃描器(如全友公司MSF-400GS image scanner)，取得待處理物之灰度影像，此輸入之影像資料可視為具有明暗度之像素點排列(如 3×3)，稱之為鄰點視窗(neighborhood window)。此視窗之大小可調整。

影像處理單元13接收到有明暗度之影像點排列後，依本發明所揭露的方法，進行影像的細線化處理。影像處理單元13的一個具體實施例為Sun公司工作站電腦(編號Sun3/60)，該單元將影像細線化的結果，送至顯示單元14顯示，並在該單元中繼續進行影像辨認等處理。

圖5表示本發明實施步驟的流程圖。

輸入影像(15)

在輸入影像步驟(15)中，用電視攝影機或影像掃描器(12)，取得有灰度之影像(gray-scaled image)。影像上每一點以座標 (x, y) 表示，該點影像的灰度值以 $G(x, y)$ 表示。整張影像的最大灰度值以 G_{max} 表示。

電視攝影機攝取類似中文字線條形狀有灰度的影像，可視同為具有不同明暗度之點的排列，物體點較背景點為暗(亦即明暗度之值較小)。

為抽取影像中線條的延伸骨架，本發明所揭露的鬆弛法可視同一種影像點分類的過程，將每個點歸屬於五個種類中

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

的一種，這五個種類包括一個非骨架點種類 (nonskeletal point class) 和四個骨架點種類 (skeletal point class)。四個骨架點種類對應於四個直線的方向，分別為 0° ， 45° ， 90° ，和 135° 。

圖 6 表示，由於不考慮直線的方向， 180° ， 225° ， 270° ， 315° 的方向分別視為與 0° ， 45° ， 90° 和 135° 相同。使用這四種骨架點種類是假設，細線化後得到的骨架點，從該點向外看，至少位於此四個方向其中之一的某一線段上。惟如需要使用超過四個以上方向的線段亦無不可。本實施例所揭露使用的四個線段方向，對於處理中文字細線化，應已足夠。

五個影像點種類可分別由 λ_0 ， λ_1 ， λ_2 ， λ_3 ， λ_4 代表， λ_4 表示非骨架點類。

令 $P_{x,y}^{(0)}(\lambda_4)$ ：某像素 (x,y) 的初始非骨架機率值。

令 $P_{x,y}(\lambda_i)$ ：表示某點屬於 λ_i 種類的機率。

令 $S_{x,y} = \sum_{i=0}^3 P_{x,y}(\lambda_i)$ 稱為點 (x,y) 的骨架機率值。

影像點初始機率值步驟 (16)

通常一條粗線條的邊界點 P 的灰度強度值 (gray intensity value) 大於該線條的內部點 Q，而 P 為骨架點的機率小於 Q 為骨架點的機率，因此，可以將任何一點 (x,y) 初始骨架機率值 $(S_{x,y}^{(0)})$ 定義為

$$S_{x,y}^{(0)} = \frac{G_{\max} - G(x,y)}{G_{\max}} * \alpha_1$$

α_1 為小於 1 的正實數，作為調整初始骨架機率值的參數， α_1 愈大，該機率值愈大。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（ ）

設定骨架點種類的初始機率值步驟 (16)

為了估計四個骨架點種類的初始機率值，使用5*5鄰點的初始骨架機率值。設 d_k 值表示某點 (x,y) 的初始骨架機率值與 $k.45^\circ$ 方向($k=0,1,2,3$)中5*5鄰點初始骨架機率值之間差異的總和：

$$d_0 = \frac{1}{4} \sum_{\substack{i=-2; \\ i \neq 0}}^2 |S_{x,y}^{(0)} - S_{x+i,y}^{(0)}|,$$

$$d_1 = \frac{1}{4} \sum_{\substack{i=-2; \\ i \neq 0}}^2 |S_{x,y}^{(0)} - S_{x+i,y+i}^{(0)}|,$$

$$d_2 = \frac{1}{4} \sum_{\substack{i=-2; \\ i \neq 0}}^2 |S_{x,y}^{(0)} - S_{x,y+i}^{(0)}|,$$

$$d_3 = \frac{1}{4} \sum_{\substack{i=-2; \\ i \neq 0}}^2 |S_{x,y}^{(0)} - S_{x-i,y+i}^{(0)}|,$$

d_k 值愈小，表示 $k.45^\circ$ 方向之初始骨架機率值相近，即較可能有此方向之線段存在。

利用上述 d_0, d_1, d_2, d_3 的定義，再對某點 (x,y) 在各方向骨架的初始機率值，依下式加以定義：

$$P_{x,y}^{(0)}(\lambda_k) = \frac{\alpha_1 - d_k}{\sum_{i=0}^3 (\alpha_1 - d_i)} * S_{x,y}^{(0)}, \quad k=0,1,2,3$$

設定匹配值步驟 (16)

應用鬆弛過程決定某一已知影像點 (x,y) 能否保留作為骨架點時，只考慮該點與它的9*9鄰點之間互動關係。

五、發明說明()

圖7表示，某點 (x,y) 在 λ_j 方向的線段的存在，是否受到某鄰點 (u,v) 在 λ_k 方向線段存在的支持，要看鄰點 (u,v) 是否位於 (x,y) 點的 $j.45^\circ$ 方向而且 λ_k 是否等於 λ_j 。圖7(a)表示 $\lambda_k = \lambda_j$ ，即 (x,y) 點受到 (u,v) 點的完全支持。圖7(b)表示 $\lambda_k \neq \lambda_j$ ，即支持程度較小。圖7(c)表示， (u,v) 點不在 (x,y) 點的 $j.45^\circ$ 方向上，故完全沒有支持。

為了表示將某點 (x,y) 指定屬於 j 類與指定其 9×9 鄰點某點 (u,v) 屬於 k 類的支援程度，定義下面的匹配值(compatibility coefficient values)如下：

$$C((x,y),j;(u,v),k)$$

$$= \begin{cases} 1, & \text{如點}(u,v)\text{位於點}(x,y)\text{的}j.45^\circ\text{方向且}k=j; \\ \alpha_2, & \text{如點}(u,v)\text{位於點}(x,y)\text{的}j.45^\circ\text{方向且}k \neq j; \\ 0, & \text{其他情形。} \end{cases}$$

$$j, k = 0, 1, 2, 3,$$

α_2 為小於1的正實數。利用 α_2 這個參數，可以用來控制兩線段叉點附近簡單點的骨架機率值，使它低於其他點，因此，叉點附近的骨架，可以在兩線段其他部份的骨架決定後再行決定。從而降低叉點附近細線化的失真彌補習知技術的缺點。

判定各影像點所屬的種類步驟(17)

輸入待處理的影像，其各點所屬的種類，即某點為背景點、內部點、端點、非端點之簡單點，連接點或獨立點，可依前述「背景說明」部份所做的定義，逐一加以判定，判定的方式，一如前述，可用習知技術加以判定。

判斷是否完成細線化的步驟(18)

當各點所屬種類經判定皆屬於骨架點時，則細線化工作即已完成。如否，則進入下述步驟，調整各點五個屬性種類的骨架機率值，調整的方式係依據當期的骨架機率值，影像點種類以及鄰點的影響等因素計算，方法詳下。此種稱為鬆

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

弛過程 (relaxation process)，不斷循環，直至所有剩餘各點皆判定為骨架點後才停止。

計算非骨架點和骨架點的機率增量步驟 (19)

在多次循環 (iterations) 的鬆弛過程中，每次必須重新計算各點的骨架機率值和非骨架機率值，而計算此二值之前必須先計算二者的增量 (increment)。在修改每次循環中，某點 (x, y) 的骨架或非骨架類的機率值，必須要計算該點的 9×9 鄰點對該點機率值的淨影響 (第 r 次循環，第 k 種匹配係數的淨影響以 $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_k)$, $k=0, 1, 2, 3, 4$ 表示)。 $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_4)$ 的計算與 $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_0)$, $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_1)$, $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_2)$, $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_3)$ 的計算不同。前項主要係根據點 (x, y) 的種類而定，而後者則根據前次估計的點 (x, y) 機率值以及相關的匹配係數加以計算。

對所有非背景點，可依各點的類別，計算該點的非骨架機率淨增量 (nonskeleton probability net increment)。各影像點所屬類別，可利用前述背景說明中所示的習知技術加以判定，然後對不同類別的各點，依不同方法賦予不同的非骨架機率淨增量。例如某點 (x, y) 經判定為非端點的簡單點，終將不會成為骨架點，應予去除，因此在各次循環中，碰到這種類別的點，應提高它的非骨架機率值。如果某點 (x, y) 經判定為內部點，因未知它是否會成為骨架點，故不改變它的非骨架機率值。如果判定出某點 (x, y) 屬於端點、獨立點、或連接點，可確定為骨架點，因此賦予一個負數值， $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_4)$ ，以降低它的非骨架機率值。

根據以上的規則，某點 (x, y) 的非骨架機率淨增量可定義如下：

$$Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_4) = \begin{cases} \beta_1 & , \text{如點 } (x, y) \text{ 為非端點簡單點；} \\ 0 & , \text{如點 } (x, y) \text{ 為內部點；} \\ \beta_2 & , \text{如點 } (x, y) \text{ 為連結點，端點，或獨立點。} \end{cases}$$

此地 $\beta_1 > 0 > \beta_2$

計算骨架機率增量的步驟 (20)

在各次循環中，同時更新每個影像點的骨架機率值。本實施例考慮某點的 9×9 鄰點。更新某點 (x, y) 在 $j.45^\circ$ 方向的骨架方向的機率值 $P_{x,y}(\lambda_j)$ ，只考慮在 $j.45^\circ$ 和 $j.45^\circ + 180^\circ$ 方向的鄰點。

圖 8 表示使用於更新箭頭方向種類機率值的各鄰點，以黑點 (•) 表示。

對於四個骨架點種類 ($\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$) 的骨架機率淨增量，其調整方法類似，今以 λ_0 (即在 0° 和 180° 水平方向) 為例說明。

定義水平骨架種類 (λ_0) 的機率增量為：

$$Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_0) = \beta_3 * \sum_{i=1}^4 \sum_{k=0}^3 \left[\frac{P_{x+i,y}^{(r)}(\lambda_0) * C((x,y),1;(x+i,y),k) * M_i * N_i + P_{x-i,y}^{(r)}(\lambda_0) * C((x,y),1;(x-i,y),k) * m_i * n_i}{C((x,y),1;(x-i,y),k) * m_i * n_i} \right]$$

* 此地

$$M_i = \begin{cases} \gamma, & \text{如 } (x+i, y) \text{ 為骨架點,} \\ 1.0, & \text{反之;} \end{cases}$$

$$m_i = \begin{cases} \gamma, & \text{如 } (x-i, y) \text{ 為骨架點,} \\ 1.0, & \text{反之;} \end{cases}$$

$$N_i = \begin{cases} 1.0, & \text{如 } N_{i-1} = 0, \text{ 且 } (x+i, y) \text{ 不屬於背景點,} \\ 0, & \text{反之;} \end{cases}$$

$$N_0 = 1.0;$$

$$n_i = \begin{cases} 1.0, & \text{如 } n_{i-1} = 1.0, \text{ 且 } (x-i, y) \text{ 為背景點,} \\ 0, & \text{反之;} \end{cases}$$

$$n_0 = 1.0;$$

又 $\gamma > 1$ ，且定義 β_3 隨循環次數 (r) 增加而減少，使循環過程得以收斂。

函數值 M_i 和 m_i 用以增加已確定屬於骨架點的影響；反之 N_i 和 n_i 用以排除不在 0° 方向與某點 (x, y) 直接連結各點的影響 (亦即某點 (x, y) 被背景點隔離者)。因係 9×9 鄰點，故 i 值取 1 至 4。

另外三個方向 ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$) 的骨架機率增量 $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_1)$ ，和 $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_2)$ ， $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_3)$ ，的定義方式，與上述 $Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_0)$ 類似。

正規化的步驟 (21)

計算第 r 次循環的非骨架機率淨增量和骨架機率淨增量後，即可依下面的定義，計算第 (r+1) 循環中，某點 (x, y) 屬於骨架和非骨架類的機率值：

$$P_{x,y}^{(r+1)}(\lambda_k) = \frac{P_{x,y}^{(r)}(\lambda_k) (1 + Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_k))}{\sum_{k=0}^4 P_{x,y}^{(r)}(\lambda_k) (1 + Q_{x,y}^{(r)}(\lambda_k))}$$

為了避免前述鬆弛過程收斂過慢，當任何 $P_{x,y}^{(r)}(\lambda_4)$ 大於某臨限值 (如 0.98)，即設定為 1，不再加以修改，表示指定該點 (x, y) 為背景點而去除。

經過前述步驟的多次循環，當所有剩餘的影像點，都經判定屬於骨架點，停止鬆弛過程。得到原影像的細線化結果。

利用本具體實施例進行細線化時，各步驟中所使用的參數值範圍設定如下：

影像明暗度	0 至 255
	0 為最暗
	最暗影像點成為骨架點時賦予最大的

初始機率值 ($\alpha_1=0.5$)
最明亮點初始機率值為0。

影像大小	96*96
α_1	0.5
α_2	0.1
β_1	0.3
β_2	-0.5
γ	4

本發明所得細線化的結果與習知技術的比較，詳如圖9-11所示。

圖9-11表示三個中文字的細線化結果。

圖9(c)-11(c)表示使用前述Zhang和Suen方法的結果。

圖9(b)-11(b)表示使用本發明所得的結果。

圖12(a)-12(i)表示利用本發明處理叉點細線化和習知方法的比較

圖12(a)-(c)表示包含許多叉點的圖形。經過循環處理，抽取出線段的部份骨架。

圖12(d)-(f)表示依本發明的處理，抽取得到沒有叉點失真的完美骨架。

圖12(g)-(i)表示習知細線化的結果。

與Zhang和Suen方法比較，本發明的優點至為明顯。在影像細線化的結果上，本發明保留的直線化甚佳。至於較長線段的細線化，如果要求更高，可擴大前述鬆弛法的鄰點視窗的大小，惟如此將會增加計算時間。但本發明所揭露的鬆弛法，基本上是個並行方法，在並行硬體上執行時，可大幅縮

減計算時間。此外，本發明亦可用於細線化過程中保留直線性以外的影像特徵。

本發明雖依據一個具體實施例加以揭露，然則該實施例的任何變化和修改，如屬於本發明要旨和範圍者，仍為本發明的申請專利範圍。

151129
六、申請專利範圍

- 1、一種處理影像細線化的方法，包含下列步驟：
輸入由多數個影像點構成的影像，該輸入影像的單位係為預定之多個數的影像點及其鄰點；
設定初始值，依個別影像點の種類，賦予該影像點預定初始骨架機率和該影像點與其鄰點在預定方向的預定匹配值；
判定個別影像點所屬種類，當該影像點種類只包含表示該輸入影像細線化的骨架點時，停止處理；
計算影像點非骨架種類和骨架種類機率增量，依預定方法賦予增減該影像點屬於和不屬於骨架種類的機率值；
計算影像點屬於非骨架和骨架種類的正規化機率值，依預定方法計算次一循環中該影像點屬於非骨架和骨架種類的機率值；
循環影像點種類判定以及非骨架和骨架種類該機率增量和該正規化機率的計算步驟，至所有影像點都屬於該影像細線化骨架點為止。
- 2、如申請專利範圍第1項之方法，其中輸入影像步驟又包含用影像攝取裝置，取得表示影像明暗之由大而小之多數個灰度的影像。
- 3、如申請專利範圍第1項之方法，其中設定初始值步驟又包含：
設定初始骨架機率值，將最小灰度影像點成為骨架點時，賦予最大的初始骨架機率值，並將最大灰度影像點成為骨架點時之初始機率值設定為零。
- 4、如申請專利範圍第1項之方法，其中設定初始值步驟包含：
計算該影像點屬於骨架點影像點種類的初始機率值，又包含：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

151129

六、申請專利範圍

使用該影像點之預定多數個影像點之鄰點的初始骨架機率值，並計算該影像點與多數個鄰點在預定方向初始機率值之間差異的程度，再依預定方式，視該影像點所屬種類計算其初始機率值，當該影像點與其鄰點初始機率相差愈小，該影像點之初始骨架機率愈大。

- 5、如申請專利範圍第1項之方法，其中設定初始值步驟包含：

設定該影像點與預定方向該鄰點的匹配值，當該影像點與該鄰點於相同方向且屬於相同骨架種類時，賦予預定最大匹配值，當兩者方向相同，但不屬相同骨架種類時，賦予預定中間匹配值，皆否則賦予預定最小匹配值。

- 6、如申請專利範圍第1項之方法，其中判定影像點所屬種類步驟包含：

判定該輸入影像點的種類分屬於背景點，內部點，端點，非端點之簡單點，連接點或獨立點。

- 7、如申請專利範圍第1項之方法，其中判定影像點所屬種類步驟包含：

區分連結點、端點和獨立點屬於骨架點。

- 8、如申請專利範圍第1項之方法，其中計算影像點非骨架和骨架種類機率增量步驟，包含：

計算該影像點非骨架點的增量，依該影像點所屬的種類而調整，當該影像點為非端點簡單點時，賦予第一預定值，當該影像點為內部點時，賦予零值，當該影像點屬於連結點、端點或獨立點時，賦予第二預定值，其中第一預定值大於零；第二預定值小於零。

- 9、如申請專利範圍第1項之方法，其中計算非骨架和骨架種類機率增量步驟，包含：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

151129
六、申請專利範圍

計算該影像點骨架點的增量，依預定的方法，同時由該影像點之預定方向之鄰點機率值，該鄰點是否屬於骨架點，是否不屬於背景點，該影像點與預定個數鄰點之匹配值，以及循環計算的次數，共同決定該影像點骨架點的機率增量。

- 10、如申請專利範圍第1項之方法，其中計算影像點屬於非骨架和骨架種類的正規化機率值步驟，包含：

計算次一循環該影像點屬於非骨架和骨架機率值，係由經過調整該影像點在本次循環中計算出的機率增量後，求出該指定影像點種類機率值與所有影像點種類機率值總和之比率。

- 11、如申請專利範圍第10項之方法，其中計算次一循環影像點屬於非骨架和骨架機率值步驟中，包含：

設定任何超過預定數值之非骨架機率值為1後不再修改。

- 12、如申請專利範圍第5項之方法，其中設定影像點與預定方向鄰點的匹配值的步驟，包含：

調整預定中間匹配值，用以控制兩線段叉點附近簡單點的骨架機率值，低於其他點，以降低叉點附近細線化的失真。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

151129

圖式

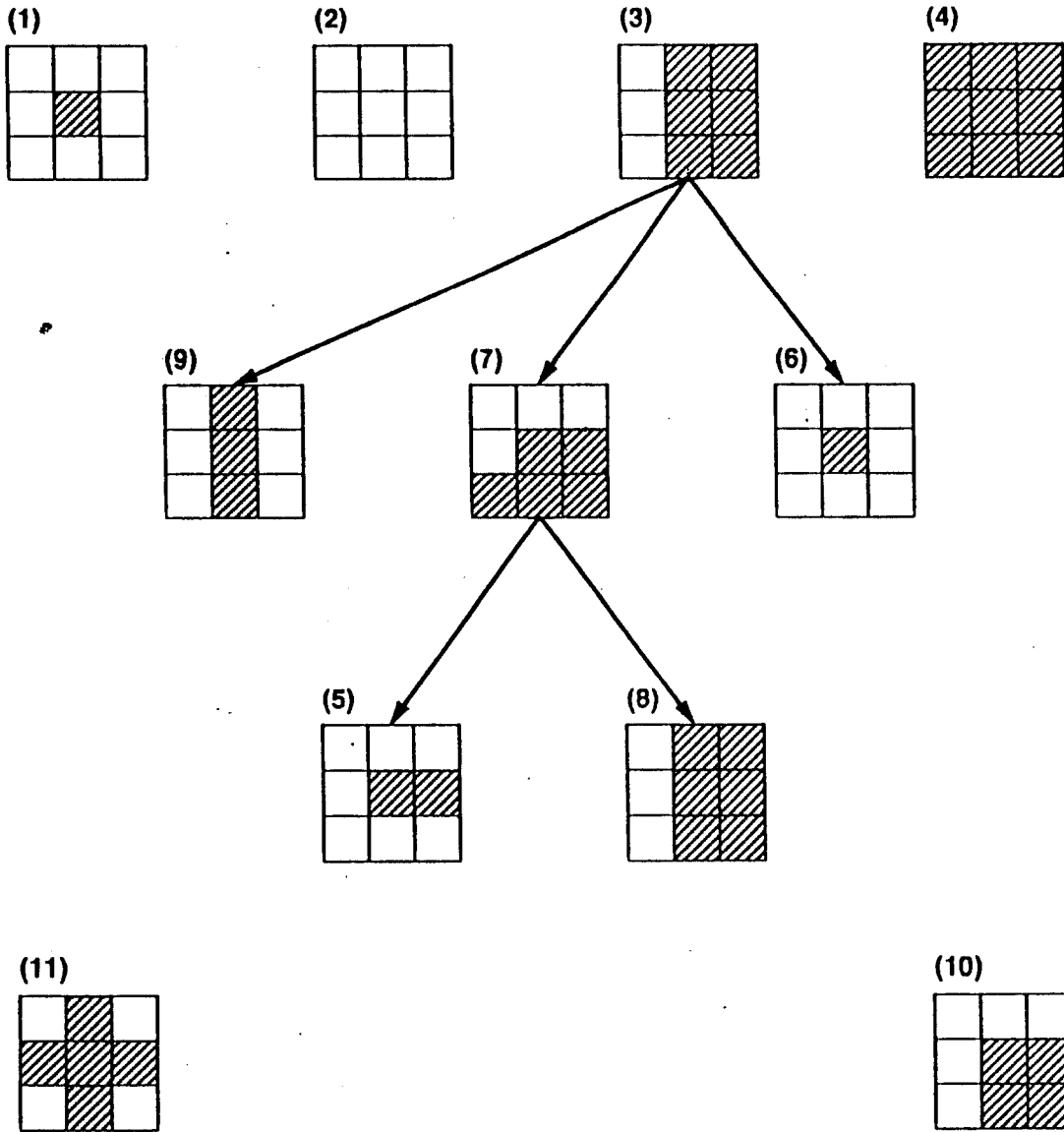


圖 1

n_3	n_2	n_1
n_4	P	n_0
n_5	n_6	n_7

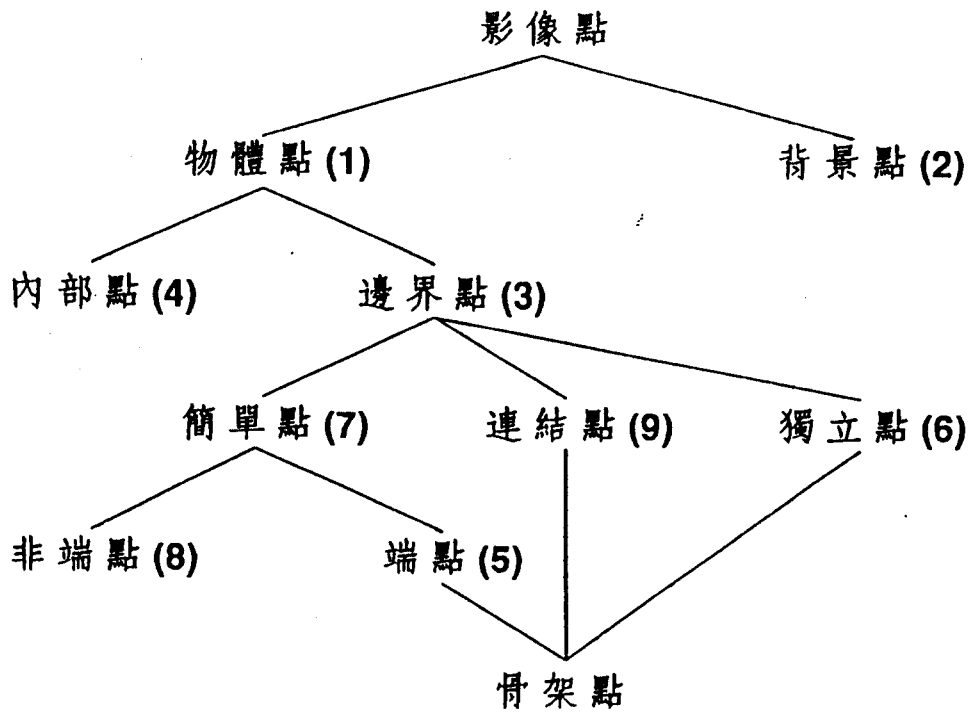
圖 2

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝
訂
線

151129

圖式



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝
訂
線

圖 3

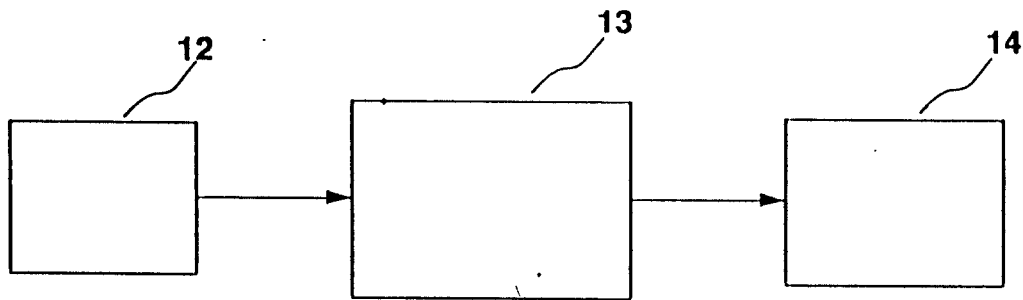


圖 4

圖式 (可繪於本頁上或另以甲4號紙繪製)

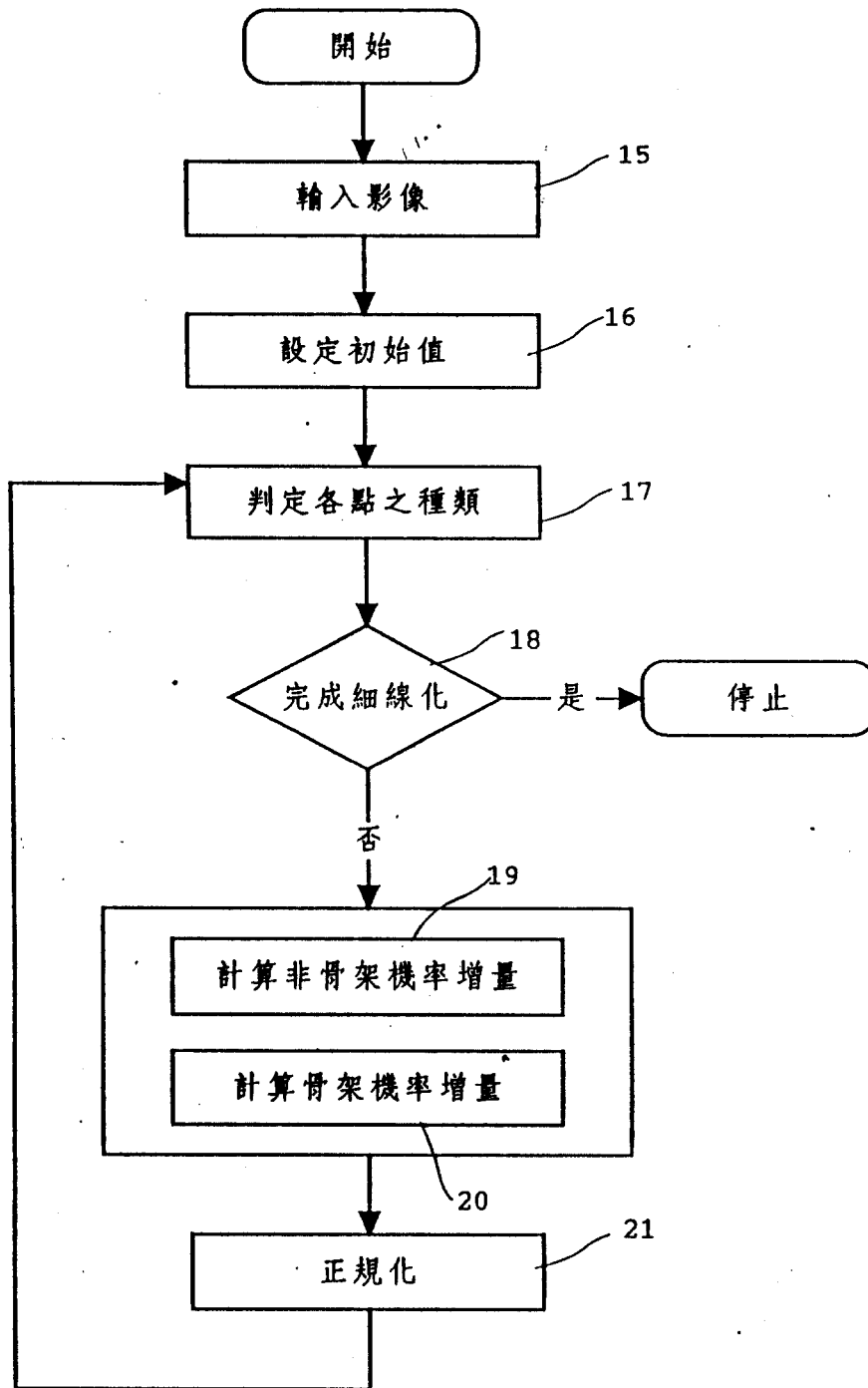


圖 5

裝
訂
線

圖式(可繪於本頁上或另以甲4號紙繪製)

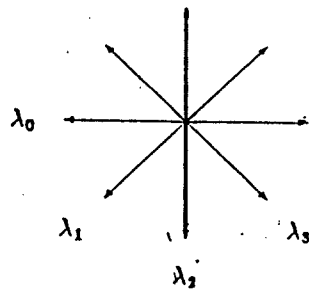


圖 6

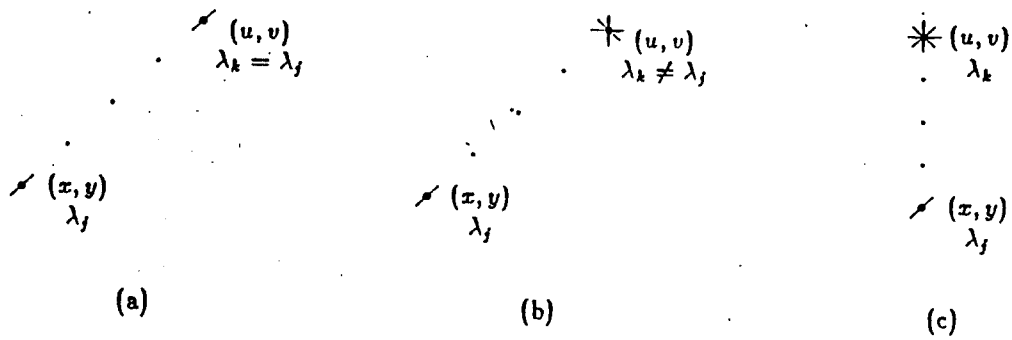


圖 7

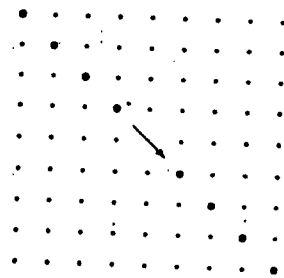


圖 8