

工程圖尺寸標示之偵測*

Detection of Dimension Sets in Engineering Drawings

梁恩輝

En-Hui Liang

淡江大學資訊管理學系

Department of Information Management

Tamkang University

Tamshui, Taipei, Taiwan, R.O.C.

ehliang@mail.im.tku.edu.tw

許南妮

Nan-Ni Hsu

淡江大學資訊管理學系

Department of Information Management

Tamkang University

Tamshui, Taipei, Taiwan, R.O.C.

gail@mail.im.tku.edu.tw

謝志明

Zhih-Ming Xie

淡江大學資訊管理學系

Department of Information Management

Tamkang University

Tamshui, Taipei, Taiwan, R.O.C.

xzming@mail.im.tku.edu.tw

趙象華

Hsiang-Hua Chao

資訊工業策進會

Institute for Information Industry

Taipei, Taiwan, R.O.C.

chao@iii.org.tw

摘要

在工程圖中，尺寸標示(dimension set)是一項重要資訊。在其他的相關研究中，如果遇到尺度線中斷或箭頭被尺度界線穿過時，箭頭便無法偵測。在本論文中，我們提出了一個新的偵測尺寸標示之方法，並解決了上述問題。在實驗中，我們提出的方法能產生良好的偵測結果

關鍵詞：尺寸標示、箭頭、尺度線、尺度界線

Abstract

In engineering drawings, dimension sets provide important information. In other related research, arrowheads can not be detected if its dimension line is broken or the arrowhead is passed through by a witness line. In this paper, we propose a method to detect dimension sets and solve the problems mentioned above. In the experiment, a good detection result can be obtained using the proposed method.

Keywords: Dimension set, Arrowhead, Dimension lines, Witness lines

1. 緒論

隨著電腦科技之進步，電腦的應用範圍也日益增加。其中對圖形、影像之儲存、管理及應用即為一明顯例子。目前在工程圖的繪製上，傳統的手繪工作已被 CAD/CAM 取代，但過去有許多工程圖仍是以傳統的紙張來表示及儲存。有保存，管理不易及佔用大量空間之缺點，因此有必要將紙張上之工程圖加以數位化，使得對工程圖之存取及管理能更快速、有效。

在工程圖中，尺寸標示(dimension set)是解讀該工程圖最主要的資訊來源。沒有尺寸標示之資訊，工程圖將無法解讀。尺寸標示之表示方式是由一組元素

本研究由經濟部資助委託財團法人資訊工業策進會 MOEA86-EC-2-A-17-0208 支持。

包括①尺度線(dimension lines)、尺度界線(witness lines)及導引線(leader lines)；②尺度線及導引線端點之箭頭(arrowhead)；③表示長度、角度等之文數字。尺寸標示各元素之間關係的如圖 1 所示。

Dori[1,2]利用網形語法(web grammar)來偵測工程圖的尺寸標示元素，但在偵測箭頭時卻未明確定義箭頭比對時的一些重要特性，而這些特性卻是偵測尺寸標示元素之演算法的重要關鍵。Min[8]則提出了一個以箭頭比對為基礎的網形語法解決了此問題。

Lai[6]提出了一個偵測尺寸標示元素的方法。該方法使用一些規則將工程圖上的文數字自工程圖中分離出來並加以去除；接著再利用箭頭的特性及 ANSI 製圖標準中對箭頭畫法的規定來偵測箭頭；然後再利用工程圖中物件細線化(thinning)後的骨架，由箭頭處開始追蹤，並使用一些追蹤的方法來偵測尺度線、尺度界線和導引線。然而其方法對於文數字有旋轉以及箭頭有被線穿過(如圖 2 之箭頭 A)的情況並無法處理。我們則利用形態學[9]及細線化[11]等影像處理技術提出一較佳偵測箭頭的方法。

Lin[7]提出另一個偵測尺寸標示的方法。該方法利用圖中全部的黑色像素(pixel)和物件總個數之平均值和標準差來進行圖文分離；接著將工程圖上的物件細線化後之骨架，利用一些追蹤方法[4]來找出尺度線，然後再利用骨架上點的特性來找出箭頭的位置，最後再由箭頭來找尋尺度界線。然而該方法仍無法解決箭頭被線穿過的問題；另外當尺度線發生斷線或和另外一條線相交時，該方法便無法找出箭頭的位置。

在本論文中，我們以 CNS 製圖標準[5]為主要依據，提出一個能有效偵測出工程圖中尺寸標示元素，並依尺寸標示元素相關位置將其分群成尺寸標示的方法。

本論文組織架構說明如下：在第 2 節中說明圖文分離的作法；接著在第 3 節中說明箭頭及其方向的偵測；第 4 節說明尺度線及尺度界線的偵測；而在第 5 節說明如何找到屬於同一組尺寸標示的尺寸標示元

素；第 6 節為結論。

2. 圖文分離

爲了要能夠正確的偵測出箭頭、尺度線和尺度界線，因此有必要先將文數字自工程圖中分離出來。有許多圖文分離的演算法已被提出，如 Fletcher[3]、Hou[4]、Lai[6]、Lin[7]以及 Min[8]等。

在本研究中，我們提出另一個圖文分離演算法。我們認爲通常由同一位製圖者在 一張工程圖中寫下的所有的文數字，其最小邊界矩形 (Minimum Bounding Rectangle, MBR) 之較長邊或較短邊長度應相當接近，因此我們先對工程圖上每個相連的物件分別取其 MBR，並由使用者依據工程圖上文數字大小設定一適當之基準文數字 MBR，並利用該基準文數字 MBR 的較長邊及較短邊長度計算可能是文數字的 MBR 之較長邊及較短邊長度的門檻值 (threshold value) 範圍，我們設定的文數字 MBR 較長邊及較短邊長度門檻值範圍分別爲：

- (1) $0.5 \times H_i \leq$ 物件 MBR 較長邊的長度 $\leq 1.5 \times H_i$
 - (2) $0.5 \times W_i \leq$ 物件 MBR 較短邊的長度 $\leq 1.5 \times W_i$
- H_i 爲基準文數字 MBR 較長邊的長度。
 W_i 爲基準文數字 MBR 較短邊的長度。

但由於文數字可能傾斜，使得其 MBR 之較長邊及較短邊長度無法完全符合(1)、(2)兩個條件。因此若物件 MBR 的較長邊長度或較短邊長度符合(1)、(2)兩個條件之一時，便判斷該物件可能是文數字。

一般來說，若兩個文數字間的距離相當接近，則該兩個文數字應爲同一群文數字。因此我們設定兩文數字 MBR 中心點間的距離小於 $1.5 \cdot W_i$ 時，該兩文數字爲同一群文數字。

3. 箭頭偵測及其方向的偵測

Lai[6]一文中對箭頭詳細描述如圖 3，包括箭尖 (Arrow Tip)、箭尾 (Arrow Back)、上角點 (Upper Corner) 及下角點 (Lower Corner)。此外，並定義了箭高 (Arrow Height) 和箭寬 (Arrow Width) 如下：

箭高：箭尖與箭尾間的距離。

箭寬：上角點與下角點間的距離。

完成圖文分離後，接著利用已去除文數字之工程圖進行箭頭偵測，箭頭偵測的目的是找出工程圖中每一箭頭之箭尖、箭尾座標、方向及角度。

由圖 4 可發現箭頭有被尺度界線穿過之情況，因此爲了提高偵測率，偵測的第一步先進行型態學中的開放 (open) 運算 [9] (即型態學中的侵蝕運算後再接著做擴張運算之結果) 以除去細線，細線包括了尺度線及尺度界線等；首先由使用者依據工程圖上細線厚度設定開放運算結構元素的大小，結構元素爲一圓，其直徑爲較細線稍寬而不及輪廓線之厚度。圖 5 爲圖 4 完成開放運算後的結果。

觀察圖 5，發現工程圖經過開放運算後，箭頭出現的情況可分爲三種：一是與輪廓線相切 (如圖 6(a))、二是與另一箭頭相連 (如圖 6(b))、三是不與任何物件相連 (如圖 6(c))。爲了使箭頭與輪廓線或另一相連箭頭分離，偵測的第二步是進行一次侵蝕運算，此步驟必須確保箭頭不會消失，因此結構元素的決定非常重要；我們由使用者依據工程圖上箭頭的大小

設定一基準箭頭，並計算其箭高及箭寬，而侵蝕運算之結構元素爲一圓，其直徑爲箭寬之三分之一，圖 7 爲圖 5 侵蝕運算後的結果。

一般而言，同一張工程圖上的箭頭大小應相同，箭頭侵蝕運算後之 MBR 較長邊、較短邊也會在適當的範圍內，因此偵測的第三步是對侵蝕運算後之工程圖 (如圖 7) 上所有物件取其 MBR，根據實驗經驗，我們設定基準箭頭侵蝕後之 MBR 較長邊、較短邊門檻值如下：

1. MBR 之較長邊 $>$ 基準箭頭侵蝕後之 MBR 較長邊 $\times 1.5$ 或
MBR 之較短邊 $>$ 基準箭頭侵蝕後之 MBR 較短邊 $\times 1.5$
2. MBR 之較長邊 $<$ 基準箭頭侵蝕後之 MBR 較長邊 $\times 0.3$ 或
MBR 之較短邊 $<$ 基準箭頭侵蝕後之 MBR 較短邊 $\times 0.3$

若物件之 MBR 滿足條件 1 或條件 2 則認爲該物件不爲箭頭；否則可能爲箭頭侵蝕後之物件，我們稱爲「第三步剩餘物件」，圖 8 中的白色方格之中心點爲所有「第三步剩餘物件」之 MBR 的中心點。

由於掃描時的光暈效果或是繪製時筆觸等原因，使得工程圖中輪廓線的交點處會比輪廓線粗，因此可能誤判成箭頭 (如圖 8 中之 A、B)，因此偵測的第四步之目的爲去除這類的「假」箭頭。第四步的第一部份就是將開放運算後的工程圖做細線化 [11] 以取得骨架，經由分析，骨架上的點可分爲三類：

1. 端點：只有一個 8-Connected 相鄰點，如圖 9 點 A。
2. 交點：三個以上之線段相交在一起的點，如圖 9 點 B。
3. 中介點：除了端點與交點外的其他點，如圖 9 點 C。

根據點的特性可以找出骨架上所有的交點。

基本上，箭頭進行細線化後理想的骨架形態應如圖 10(a)，實際上會出現圖 10(b)-(d) 的骨架形態，根據交點的定義圖 10(a)-(d) 中也會有交點出現，因此必須將 AB 這種與交點相交的短線段去除。

若「第三步剩餘物件」爲真實箭頭侵蝕運算後之結果，則其 MBR 之中心點必離箭尾較近，而且我們已完成去除短線段步驟，因此在以 MBR 之中心點爲中心，而以箭寬爲半徑之範圍內不會有交點出現。我們將符合前述條件之「第三步剩餘物件」稱爲「第四步剩餘物件」；若範圍內有交點出現，則判斷該物件不爲箭頭侵蝕後的物件。判斷之結果如圖 11，圖中的白色方格用來標示「第四步剩餘物件」的位置，方格之中心點爲「第四步剩餘物件」MBR 之中心點。

爲了更精確的表示箭頭的位置，偵測的第五步是找尋「第四步剩餘物件」的箭尖及箭尾座標，並同時對「第四步剩餘物件」進行一次判斷是否爲箭頭之過濾動作；前面曾提過，開放運算後工程圖上之箭頭呈現的情況可分爲三種 (如圖 6)。

第一種：箭尖與輪廓線相切。

第二種：箭尖與另一箭頭之箭尖相連接。

第三種：不與任何物件相連。

因此接著我們討論如何偵測上述三種箭頭。我們

首先在骨架上找尋離「第四步剩餘物件」 MBR 之中心點最近的點做為起始點，沿著開放運算後並完成去短線段之骨架向兩個方向追蹤並記錄長度，當追蹤之長度超過箭高 $\times 2$ 時，則不認為是箭頭；而當遇到端點、交點或另一「第四步剩餘物件」之中心點時，判斷為何種箭頭之方法如下：

1. 若追蹤的結果為一端是交點、一端是端點，則交點處為包含該「第四步剩餘物件」之「候選箭頭」的箭尖。為第一種箭頭。
2. 若追蹤結果為遇到另一「第四步剩餘物件」之中心點，則兩個「第四步剩餘物件」中心點連線之中點為分別包含該兩個「第四步剩餘物件」之兩個「候選箭頭」的箭尖。為第二種箭頭。
3. 若結果為兩端皆為端點，則此種「第四步剩餘物件」屬於第三種箭頭，偵測方法如下：
 - (a) 在開放運算後之工程圖中找尋包含該「第四步剩餘物件」之物件並取其 MBR；
 - (b) 若該物件之 MBR 較長邊大於箭高 $\times 1.5$ ，則判定該物件不為箭頭；反之，記錄該物件與其 MBR 相切點(如圖 12 中之點 W、X、Y、Z)，計算每一切點到物件中所有點的距離和，取得距離和最大的切點(如圖 12 中之點 X)；
 - (c) 比較骨架上兩個端點與該切點之間的距離，取距離最短的端點(如圖 12 中之點 E)；
 - (d) 由於與箭頭相連之尺度界線有時會因為過粗，無法利用侵蝕運算將其去除，使得從步驟(c)中取出端點可能會產生判斷錯誤的情況(如圖 13 中點 A)，因此有必要對步驟(c)中取出端點再加以修正，修正的步驟如下：
 - (i) 在開放運算後的工程圖中找尋該「第四步剩餘物件」之 MBR 中心點及步驟(c)中取出之端點位置。
 - (ii) 判斷自端點至 MBR 中心點的連線中是否有白點，若有則將該端點沿著骨架向離 MBR 之中心點最近之骨架上的點的方向走一個點。
 - (iii) 重複步驟(ii)直到端點到 MBR 中心點的連線中均為黑點為止。
 - (e) 自步驟(d)中得到之端點與該「第四步剩餘物件」中心點的連線，在開放運算後之工程圖上往該端點方向延伸，直到遇到邊界點停止，此一邊界點即為包含該「第四步剩餘物件」之「候選箭頭」的箭尖(如圖 12 中之點 T)。
 - (f) 找到包含「第四步剩餘物件」之「候選箭頭」的箭尖後，由於開放運算後箭頭的骨架，會有內縮或彎曲等情況(如圖 14)，因此不能以骨架的另一端點做為該「候選箭頭」之箭尾，所以我們利用該「候選箭頭」之箭尖與其包含之「第四步剩餘物件」 MBR 中心點的連線，在開放運算後之工程圖上由箭尖向「第四步剩餘物件」 MBR 中心點之方向延伸，直到遇到邊界點停止，則此邊界點為該「候選箭頭」之箭尾(如圖 12 中之點 B 或圖 14 中之點 B)。

偵測的第六步是利用箭頭之箭尖到箭尾厚度由小變大的特性，判斷前面步驟找出之「候選箭頭」是否為箭頭，其方法為：

1. 由「候選箭頭」之箭尖到箭尾的連線，對連線上的每一點求一相交於該點且與連線垂直之線段，並計算此一垂直線與其輪廓相交之兩點間的距離做為該「候選箭頭」在此點的厚度值；
2. 求得「候選箭頭」在連線上每一點之厚度值後，由箭尖往箭尾方向移動，每隔一適當長度計算該此長度間之厚度平均值；
3. 由箭尖往箭尾方向比較相鄰兩個平均值之間關係是「小於」、「相等」或「大於」，並將各種關係分別加以計次；
4. 若「小於」的次數大於「相等」或「大於」的次數，則判斷該「候選箭頭」為箭頭，反之則不為箭頭。

由於在第五步找出之箭頭之箭尖及箭尾座標可能不會在已去除短線段後之原圖細線化後的骨架上，因此偵測的第七步是在已去除短線段後之原圖細線化後的骨架上找一個距離第五步找出之箭尖座標最近的交點做為該箭頭之箭尖，並找一個距離第五步找出之箭尾座標最近的點做為該箭頭之箭尾。

偵測的第八步是判定箭頭的方向；取得每一箭頭之箭尖與箭尾座標後，我們以箭尾為基準點，求得自箭尾至箭尖之連線與 X 軸反時針方向之夾角，如圖 15 之夾角 θ ，該夾角 θ 即為該箭頭的角度：

我們將 2π 的角度均分為八個部份，每個部份代表一個方向，再利用每一箭頭之角度 θ ，將箭頭區分為八個方向(如圖 16)，例如：

若箭頭角度在 $\frac{\pi}{8}$ 到 $\frac{3\pi}{8}$ 之間，則此箭頭方向為 1。

圖 17 為箭頭方向的標示圖，箭尖旁的數字即代表該箭頭之方向。

4. 尺度線及尺度界線的偵測

尺度線或尺度界線都是與箭頭連接的線段，因此尺度線及尺度界線偵測的第一步即是將已去除文數字的工程圖加以細線化[11]來取得物件骨架，並去除連結在交點上的短線段。

偵測的第二步便是由箭尾沿骨架向外追蹤，當遇到端點時，則此線段為尺度線(如圖 18 之 EF 線段)；而當遇到另一箭頭之箭尾時，則此線段為尺度線(如圖 18 之 CD 線段)。

偵測的第三步由箭尖沿骨架向外追蹤，當遇到端點或遇到另一箭頭之箭尖則停止，再判斷此線段之角度和起始箭頭之角度是否接近，若角度接近則判斷該線段為尺度線(如圖 18 之 AB 線段)，否則即為尺度界線(如圖 18 之 HI 及 GH 線段)。

完成尺度線及尺度界線的偵測後，接下來便是在已偵測出的尺寸標示元素中找出屬於同一組的尺寸標示元素。

5. 尺寸標示元素之分群

完成尺寸標示中各個元素之偵測後，接著便是找出屬於各組尺寸標示中屬於該尺寸標示的尺寸標示

元素，我們稱為分群。分群共有三個步驟，一是箭頭的分群、二是文數字群與尺度線的分群、三是尺寸標示的調整與修正。

5.1 箭頭的分群

尺度線兩端可能均連接箭頭(如圖 19(a)-(f))，或是一端有連接箭頭而另一端沒有(如圖 19(g)-(h))。對於兩端皆連接箭頭之尺度線，我們先將該尺度線兩端之箭頭歸為同一組尺寸標示。對於屬於同一組尺寸標示但兩個箭頭間沒有尺度線相連的箭頭(如圖 19(g)-(h))，我們依據箭頭之方向、角度等定出下列判斷箭頭是否為同一組尺寸標示之條件，當某個箭頭與另一個箭頭滿足下列條件時，則判斷該兩箭頭屬於同一組尺寸標示；若未能和其他箭頭組合者，則將該箭頭稱為「單獨箭頭」(如圖 19(i)-(j))：

- 條件 1：兩箭頭方向相反；
- 條件 2：兩箭頭之箭尖不相等；
- 條件 3：兩箭頭之箭尖連線的角度與箭頭本身的角度相差 10° 以下；
- 條件 4：兩箭頭之箭尾間的距離要大於箭尖間的距離；

5.2 文數字群與尺度線的分群

在 CNS 製圖標準中，文數字群在一組尺寸標示中可能出現的位置如圖 19 中之小方框所示，而且同一組尺寸標示中，文數字群的 MBR 中心點到尺度線之垂直距離應是最短的。因此我們依據文數字群與第 4 節中偵測出來的尺度線之相對位置及距離，依據下列二個步驟判斷屬於同一組尺寸標示之文數字群與尺度線，假設文數字群之 MBR 中點為 (x, y) ：

步驟 1：找尋所有符合下列條件的尺度線：

- x 在尺度線兩端點之 X 軸範圍內 或
- y 在尺度線兩端點之 Y 軸範圍內

步驟 2：自符合步驟 1 條件之尺度線中找尋與文數字群中點之垂直距離為最短且小於 2 倍基準文數字較長邊長度之尺度線。

利用步驟 1 與步驟 2 可找到屬於同一組尺寸標示之文數字群及尺度線。

5.3 尺寸標示之調整與修正

在完成箭頭分群和文數字群與尺度線的分群後，我們已找出許多組的尺寸標示。但有時會發生一組尺寸標示中包含了二個文數字群(如圖 20 中的文數字群 A 及文數字群 B)，這是因為該兩組箭頭，符合 5-2 節之箭頭分群法則，而將兩者誤判為屬於同一組尺寸標示，對於此類的誤判情況，我們是直接將該二箭頭分開成二組尺寸標示。

尺度界線和箭頭相連，因此我們利用屬於該尺寸標示之箭頭找到與其相連之屬於該尺寸標示之尺度界線。圖 21 顯示所偵測出之全部的尺寸標示元素及尺寸標示元素之分群情況，圖中之數字相同者代表該尺寸標示元素屬於同一組尺寸標示，而箭頭 A、B、C 為已偵測出，但為單獨之箭頭。

6. 結論

工程圖中許多重要之資訊是利用尺寸標示來表示，因此在數化的過程中，能自動的將這些資訊擷取出來並輸入電腦是一項重要的工作。本研究乃針對這項工作提出一有效的方法，其中利用到了細線化及形態學影像處理之運算。

在本研究中利用物件的 MBR 來判斷文數字，並利用文數字間的距離及角度將文數字分群；接著再使用侵蝕運算以及開放運算，並設定過濾條件來偵測出箭頭的位置；接著利用箭頭來找尋尺度線及尺度界線。最後再將所有判斷出來的尺寸標示元素依其相關位置加以分群。

在其他的相關研究中，如果遇到尺度線中斷或箭頭被尺度界線穿過時，箭頭便無法偵測，而我們的方法解決了此一問題，而在實驗中，我們提出的方法能夠有效的辨認出尺寸標示。

7. 參考文獻

- [1] Dori, D., "Detection of arrows in engineering drawing: A self-supervised approach to pattern recognition," *Machine Vision and Applicat. on Doc. Image anal. Syst.*, Vol. 6, 1993, pp. 69-82.
- [2] Dori, D. and A. Pnueli, "The grammar of dimensions in machine drawings," *Computer Visions, Graphics and Image Processing*, Vol. 42, 1988, pp.1-18.
- [3] Fletcher, L.A. and R. Kasturi, "A robust algorithm for text string separation from mixed text/graphics images," *IEEE Trans. Pattern Anal. and Machine Intell.*, Vol. 10, 1988, pp.910-918.
- [4] Hou, P.L. "Automatic mechanical drawing understanding by image analysis techniques," Master Thesis, National Chiao Tung University, Taiwan, ROC., 1988.
- [5] CNS 3-1 B 1001-1, "中國國家標準 CNS 工程製圖 (尺度標註)", 中華民國 70 年 7 月 20 日
- [6] Lai, C.P. and R. Kasturi, "Detection of Dimension Sets in Engineering Drawings," *IEEE Trans. Pattern Anal. and Machine Intell.*, Vol. 16, No. 8, Aug. 1994, pp. 848-855.
- [7] Lin, S.C. and C.K. Ting, "A new approach for detection of dimensions set in mechanical drawings," *Pattern Recognition Letters*, Vol. 18, 1997, pp. 367-373.
- [8] Min, W., Z. Tang and L. Tang, "Using Web Grammar To Recognize Dimensions in Engineering Drawings," *Pattern Recognition*, Vol. 26, NO. 9, 1993, pp. 1407-1416.
- [9] Serra, J., *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Academic Press, New York, 1982.
- [10] Ting Wdhl, F.M., M.K.Y. Wond and R.G. Gasey, "Block segmentation and text extraction in mixed text/image documents," *Comput. Vision Graphics and Image Processing*, Vol. 20, 1982, pp.315-390.
- [11] Zhang, T. Y. and C. Y. Suen, "A fast parallel algorithm for thinning digital patterns," *Comm. ACM*, 27, 1984, pp. 236-239.

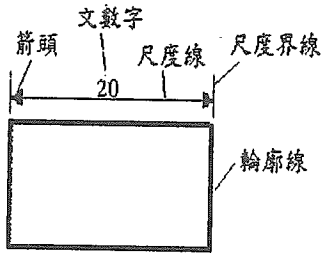


圖 1. 一組尺寸標示之各元素

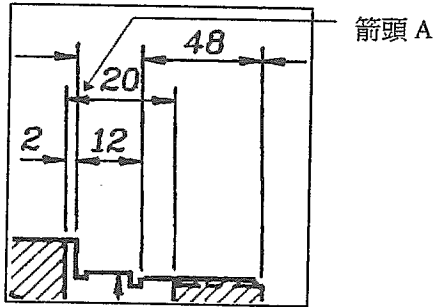


圖 2. 原始工程圖

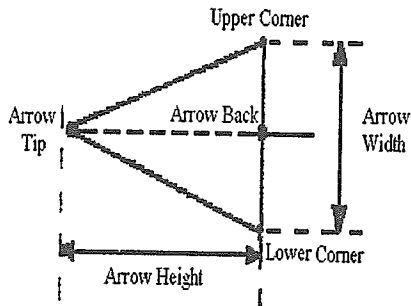


圖 3. 箭頭各項定義的說明

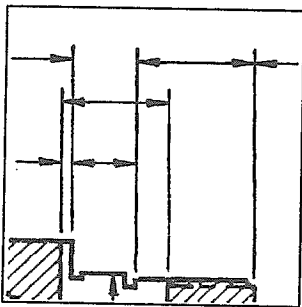


圖 4. 已去除文數字之工程圖

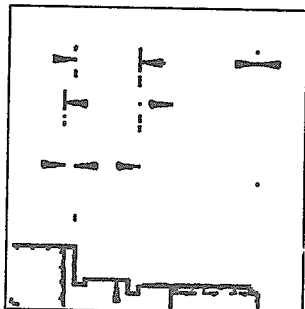


圖 5. 圖 4 開放運算後的結果

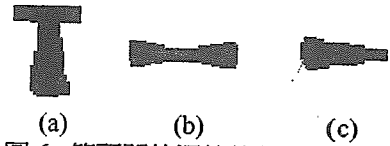


圖 6. 箭頭開放運算後的可能情況

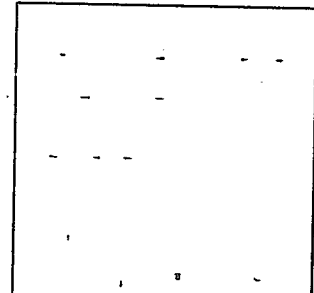


圖 7. 侵蝕運算後之工程圖

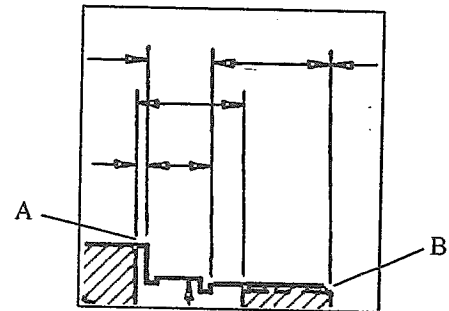
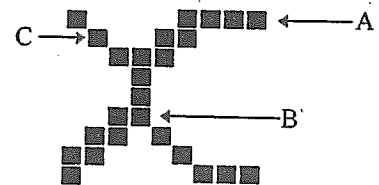


圖 8. 「第三步剩餘物件」位置標示圖



(每一小方塊代表一個 Pixel)

圖 9. 骨架上點的分類

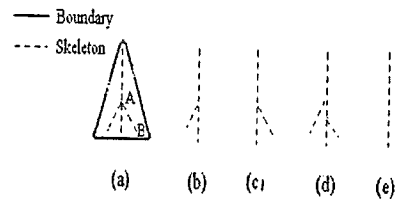


圖 10. 箭頭骨架之可能形態

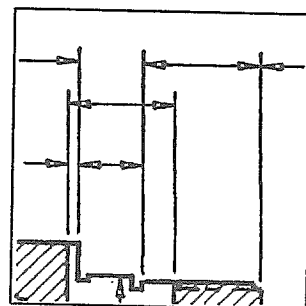


圖 11. 「第四步剩餘物件」之位置標示圖

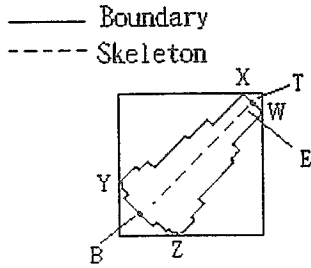


圖 12. 第三種箭頭之 MBR 範例

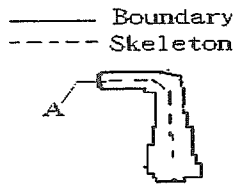


圖 13. 開放運算後需修正之箭頭骨架端點

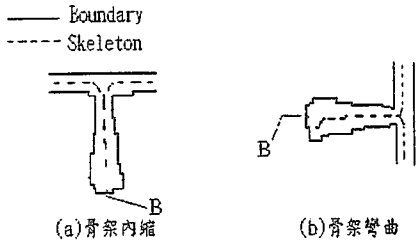


圖 14. 開放運算後箭頭骨架內縮及彎曲之範例

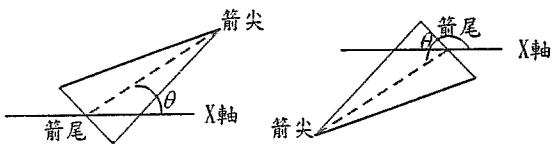


圖 15. 箭頭角度的計算

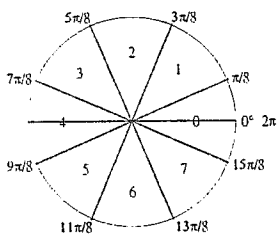


圖 16. 箭頭的方向

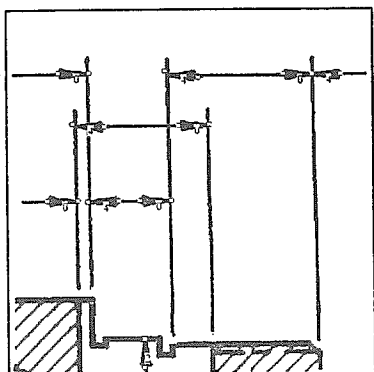


圖 17 箭頭及其方向偵測的成果

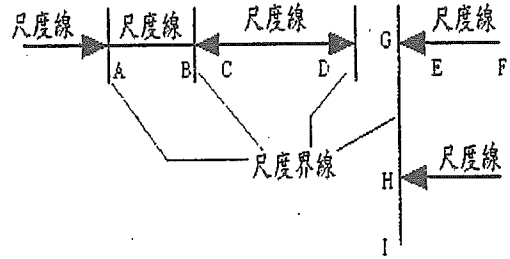


圖 18. 尺度線及尺度界線範例

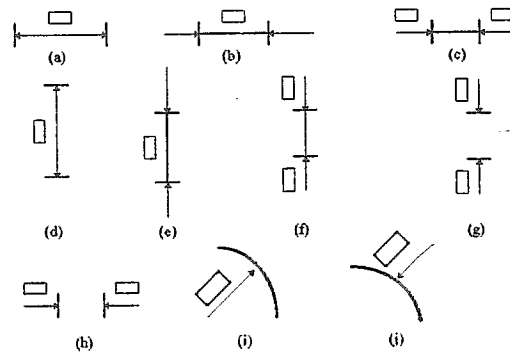


圖 19. 尺寸標示中文數字群可能的位置標示

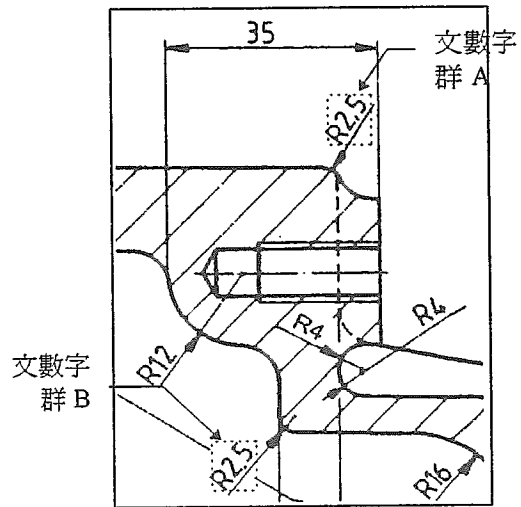


圖 20. 應修正之尺寸標示分群情況

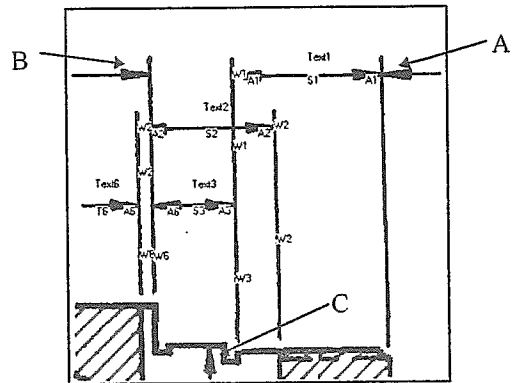


圖 21. 尺寸標示分群之成果