

DT  
448.6  
4441.1  
100  
225281



國立勤益科技大學  
電子工程系研究所

碩士論文

應用形狀及紋理特徵之條碼搜尋與辨識系統

Bar-Code Searching and Identifying System  
Based on Shape and Texture

研究 生：林柏君

指 導 教 授：黃世演



中華民國一〇〇年七月

國立勤益科技大學圖書館



225281

# 國立勤益科技大學

## 博碩士論文全文上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在國立勤益科技大學

電子工程系資訊科技組 99 學年度第乙學期取得碩士學位  
之論文。

論文題目：應用形狀及紋理特徵之條碼搜尋與辨識系統

指導教授：黃世演

### ■ 同意

本人具有著作權之論文全文資料，非專屬、無償授予本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或數位化等各種方式重製與利用，提供讀者基於著作權法合理使用範圍內之線上檢索、閱覽、下載及列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

校內區域網路	<input checked="" type="checkbox"/> 立即公開
校外網際網路	<input checked="" type="checkbox"/> 立即公開

授權人：林柏君

簽名：林柏君

中華民國 100 年 8 月 6 日

國立勤益科技大學  
研究所碩士班

論文口試委員會審定書

本校 電子工程系 碩士班 林柏君 君

所提論文 應用形狀及紋理特徵之條碼搜尋與辨識系統

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

論文口試委員會：

召集人：黃啓瑞

委員：林大生  
黃世濱

指導教授：黃世濱

所長：林熊綸

中華民國一〇〇年七月十五日

# 應用形狀及紋理特徵之條碼搜尋與辨識系統

研究生:林柏君

指導教授:黃世演

國立勤益科技大學電子工程系研究所

## 摘要

自 1949 年發明條碼以來，至今已有悠久的歷史，現今廣泛應用條碼作為物品標籤，是迄今最經濟、最實用的一種自動識別應用。條碼運用在商品流通方面具有許多優點(例如:輸入速度快、可靠性高、採集訊息量大、靈活運用)。基於前述優點，公文在各機關傳遞及管理也採用條碼技術。在數位化密集的時代，政府部門提升行政效率，必須將機關間或內部公文之傳遞及管理以數位化進行。尤其當紙本公文數位化歸檔儲存時，也必須以紙本公文的條碼作為檔案的搜尋建(Key)，以利於後續之存取。

由於條碼的應用十分普遍，也帶動條碼定位的相關研究。其主要研究方向以紋理特徵及形狀特徵為主。紋理特徵的重要技術有賈柏轉換法[1] (Gabor transform)、方向梯度運算[2] (gradient Operation) 和

霍夫轉換法[3]（Hough Transform）等。賈柏轉換法[1]是使用旋積(convolution)的方法來擷取紋路的能量，主要借助條碼區域的紋路具有重複性故取其向量連續的特徵；方向梯度運算[2]及霍夫轉換[3]，主要是以不同角度的方向梯度運算來做為其判斷條碼的依據，當角度劃分越精細，其程式運算量就越大但目標物就越容易辨識。反之，若角度的劃分粗略，則沒有運算到的角度就會漏失目標物。

形狀特徵的主要技術是以型態學的原理取出條碼外在的形狀特徵來做為定位條碼的依據。前述以形狀特徵及紋理特徵的兩大研究方向都有其優缺點。其中紋理特徵為核心的運算量較大，但是精準度高，而形狀特徵為核心的運算量較少，但是精準度較低[4]。

本論文主要特徵在於運用簡單的形狀及紋理特徵，即可正確搜尋到正確的條碼位置，並予以解碼。尤其，本論文利用條碼的規則化紋理以及高通濾波器之特性，採用對應尺寸的遮罩 Sobel[9]濾波器，僅經簡單的濾波運算，即可獲得條碼的矩形外觀，並據此定位到條碼的正確位置。克服了傳統條碼搜尋所需要的繁複運算。

關鍵字：一維條碼、形狀特徵過濾、紋理特徵過濾、Sobel、定位、解碼

# **Bar-Code Searching and Identifying System Based on Shape and Texture**

Student: Po-Chun Lin

Advisor: Shih-Yen Huang

Institute of Electronic Engineering

National Chin-Yi University of Technology

## **Abstract**

As the application of barcode is extremely wide, which pushes forward the relevant study of barcode locating; where, the traditional study is focused on the texture and shape. The texture based is including: Gabor Transform [1], Directional gradient[2] and Hoff Transform[3].

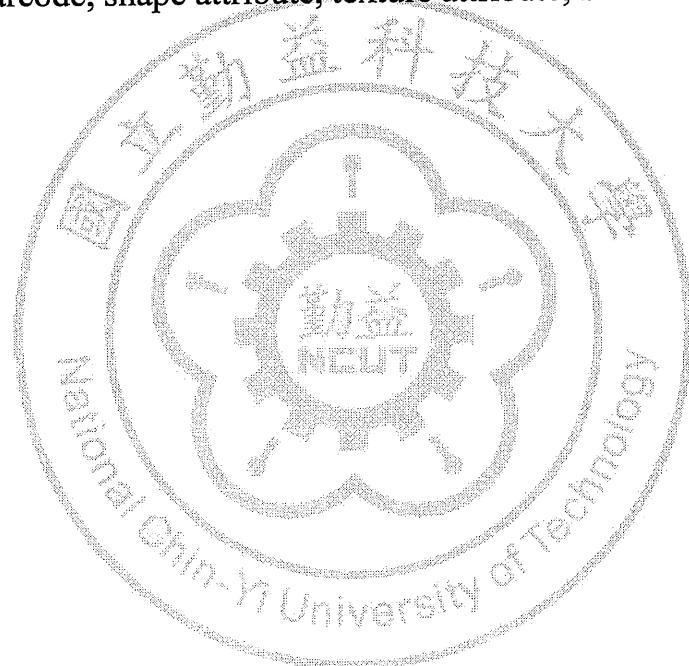
Gabor Transform is to adopt convolution to take the energy of texture, which primarily takes the repetition property in barcode area that the attribute of vectors were taken .The directional gradient and Hoff Transform based on directional gradient in different angle. The deficiency of this method is that when angle gradient divided in more detail, the computing cost is more either. Reversely, if angle divides roughly, the target with the angle out of the algorithm shall be missed.

Besides, the shape based method is to retrieve the shape characteristics as the base of positioning the barcode. Briefly, the algorithm based on texture attribute get higher accuracy but higher computing cost, by contrast, based on shape attribute the computing cost is less but with lower accuracy. [4].

Since the barcode locating is a primary process to decode barcode automatically. This is proposed a barcode locating method that adopts

shape attribute in initializing the suspected target so as to reduce the computing cost, then follows the texture attribute in confirming and then the barcode can be located. Finally, this thesis defined a scan line which went across the located barcode from the left margin to the right margin, and then decoded it according to the pixel value of this scan line. This thesis applied this proposed barcode locating method to 200 templates can locate 99.5% correctly. Obviously, the proposed barcode locating method can locate barcode with high accuracy.

Keywords: barcode, shape attribute, texture attribute, Sobel filter, locate



## 誌謝

本論文得以順利完成，首先感謝我的指導教授黃世演老師及兩位口試委員黃啟瑞教授及林灶生教授對於本論文的指導與建議讓本論文更完整的呈現。

在研究期間老師們的教導，實驗室的學長保發、任民、育庭及同學們的啟發與各種協助還有孟鴻、志強、慶豪、子儀…朋友們的相挺在此感謝你們的扶持與照顧。

感謝我的家人與女朋友能夠讓我順利的完成學業；尤其感謝爺爺奶奶的從小悉心拉拔，在此恩情重大無法以言語表達。

在本人學習期間需要感謝的人太多，不管是正面的協助或是負面的激勵本人在此深深表達謝意。

林柏君

民國 100 年 8 月

# 目錄

中文摘要 .....	i
英文摘要 .....	iii
誌謝 .....	v
目錄 .....	vi
圖目錄 .....	ix
表目錄 .....	xii
<b>第一章 緒論 .....</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景 .....	1
1.1.1 數位典藏計畫概論 .....	1
1.1.2 條碼(Barcode)概述 .....	2
1.1.3 39 碼介紹 .....	3
1.2 研究動機與目的 .....	8
1.3 本論文架構 .....	10
<b>第二章 文獻探討 .....</b>	<b>11</b>
2.1 紹理特徵的重要技術 .....	12
2.1.1 賈柏轉換法[1] .....	12

2.1.2 方向梯度運算[2] .....	15
2.1.3 霍夫轉換法[3] .....	16
2.2 形狀特徵的主要技術.....	17
<b>第三章 型態運算條碼定位法.....</b>	<b>18</b>
3.1 影像前處理.....	20
3.1.1 二值化運算.....	21
3.1.2 形態學處理.....	24
3.2 影像尺寸縮放.....	25
3.3 形狀特徵過濾.....	27
3.4 紹理特徵過濾.....	30
3.5 條碼資訊辨識.....	33
<b>第四章 高通濾波條碼定位法.....</b>	<b>36</b>
4.1 Sobel 濾波器遮罩尺寸對於條碼的影響 .....	36
4.1.1 Sobel 濾波器遮罩尺寸對於條碼的影響分析 .....	36
4.1.2 Sobel 濾波器遮罩(Mask)尺寸對於條碼的影響探討 .....	48
4.2 高通濾波條碼定位法.....	51
<b>第五章 實驗結果.....</b>	<b>54</b>

第六章 結論與未來 .....	60
參考文獻 .....	62



## 圖目錄

圖 1.1 Code 39 條碼結構圖 .....	5
圖 1.2 Code 39 字元編碼方式圖 .....	5
圖 2.1 條碼長寬尺寸示意圖 .....	17
圖 3.1 型態運算條碼定位法流程圖 .....	19
圖 3.2 影像前處理流程圖 .....	20
圖 3.3 影像分群示意圖 .....	21
圖 3.4 影像尺寸縮放流程圖 .....	25
圖 3.5 將原始二值化影像縮小為 SBI .....	26
圖 3.6 形狀特徵過濾流程圖 .....	27
圖 3.7 處理 SBI 得各候選條碼物件 SROI .....	29
圖 3.8 紹理特徵過濾流程圖 .....	30
圖 3.9 原始二值化影像的兩感興趣區域 ROI .....	32
圖 3.10 條碼資訊辨識流程圖 .....	33
圖 3.11 條碼資訊辨識說明圖 .....	35
圖 4.1 公文文本的影像 .....	37

圖 4.2 遮罩大小為 3x3 的運算結果.....	38
圖 4.3 遮罩大小為 5x5 的運算結果.....	39
圖 4.4 遮罩大小為 7x7 的運算結果.....	40
圖 4.5 遮罩大小為 9x9 的運算結果.....	41
圖 4.6 遮罩大小為 11x11 的運算結果.....	42
圖 4.7 遮罩大小為 13x13 的運算結果.....	43
圖 4.8 遮罩大小為 15x15 的運算結果.....	44
圖 4.9 條碼區塊測試原始圖像.....	45
圖 4.10 條碼區塊 Mask 3x3 輸出圖像.....	45
圖 4.11 條碼區塊 Mask 5x5 輸出圖像.....	46
圖 4.12 條碼區塊 Mask 7x7 輸出圖像.....	46
圖 4.13 條碼區塊 Mask 9x9 輸出圖像.....	46
圖 4.14 條碼區塊 Mask 11x11 輸出圖像.....	47
圖 4.15 條碼區塊 Mask 13x13 輸出圖像.....	47
圖 4.16 條碼區塊 Mask 15x15 輸出圖像.....	47
圖 4.17 高通濾波條碼定位法流程圖.....	52
圖 4.18(a)原始圖像(b)Sobel 濾波器後圖像(c)形狀特徵過濾後圖像	53

圖 5.1 公文文本定位結果圖 ..... 59



## 表目錄

表 1.1 26 個英文字母對應 Code 39 邏輯值 .....	6
表 1.2 數字 0~9 以及特殊符號對應 Code 39 邏輯值 .....	7
表 2.1 方向梯度矩陣 .....	15
表 4.1 條碼區塊標準差數據表 .....	49
表 4.2 不同種類公文條碼試驗表 .....	50
表 5.1 定位成功率的測試數據 .....	55

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

### 1.1.1 數位典藏計畫概論

自從電腦大量普及與應用，數位化技術、資訊流通與網際網路的高度發展，對社會造成的影响日益深遠。以往電腦是局部工作的應用，現今電腦是普遍在人類的日常生活中高度的被使用，電腦漸漸改變了國人的生活習慣與方式。

電腦的數位化資料型態，一直反覆的出現在國人的生活週遭，又以台灣是一個高科技聞名於世的科技島，每個國人都在無意間接收到了高度數位化所帶來的便利生活。

高度數位化改變了國人的生活方式，也改變了國人閱讀與吸收新知識的來源，不再僅以書本、報章…等的紙本資訊傳遞，而擴展到利用網際網路的搜尋來取得新知識的來源。

「國家檔案數位化典藏計畫」是國家的重大計畫之一，此計畫包含十分廣泛，所涉及的層面包括文化、學術、經濟、教育、外交、社會及民生等，並涵蘊學術研究、產業發展及其他應用等層次，對國家

未來的發展關係甚大。公文檔案編碼利用條碼以利於電子掃描在我國普遍採用，對於檔案管理的數位化影響深遠。

### 1.1.2 條碼(Barcode)概述

自 1949 年發明條碼以來至今已有悠久的歷史，現今廣泛應用作為物品標籤，可以說是最經濟、最實用的一種自動識別應用。條碼運用在商品流通方面具有許多優點（例如：輸入速度快、可靠性高、採集訊息量大、靈活運用）。基於前述優點，公文在各機關傳遞及管理也採用條碼技術。在數位化密集的時代，政府部門提升行政效率，必須將的機關間或內部公文之傳遞及管理以數位化進行。尤其當紙本公文數位化歸檔儲存時，也必須以紙本公文的條碼作為檔案的搜尋鍵(Key)，以利於後續之存取。

條碼主要可分為一維條碼(1D Barcode)、二維條碼(2D Barcode)、三維條碼(3D Barcode)，雖然二維條碼及三維條碼可儲存的資訊相對的比一維條碼來的多，但是目前條碼應用還是一維條碼為主流應用。

一維條碼是以線條(Bar)與空白(Space)相間，按照一定編碼規則所組成的特殊符號，用以代表字母、數位元等資料。在進行辨識的

時候，以條碼掃描機（Barcode Scanner）掃描，得到一組反射光信號，此信號經光電轉換後變為一組與線條、空白相對應的電子訊號，經解碼後還原為原始的字元資料。

### 1.1.3 39 碼介紹

世界上約有 200 種以上的一維條碼編碼規格，一般較常看到的一維條碼編碼有：UPC、EAN、Code 39...，以及書刊管理使用的 ISBN、ISSN。不同的條碼有不同的編碼規則，有些可以編入文字與數字資訊，大部分都只編入數字資訊，有些則是固定條碼位數的編碼方式，故不同的編碼規格就必須以不同的解碼方式進行解碼，也有其不同的應用場合。

Code 39 是 1974 發展出來的條碼編碼規格，對字母（A~Z）及數字（0~9）和 7 種符號共計 43 個的字元標準化的條碼，共有 9 個線條，包括 5 個黑線條、4 個白線條，其中 3 個為寬線條，故得此名。

由於包含有文字與數字、誤讀率低、碼數無強制規定等優點，被 ANSI 制定為標準，並被採用於美國國防部的 LOGMARS（Logistics

Applications of Automated Marking Reading Symbols) 為代表，作為美國汽車產業集團 (Automotive Industry Group , AIAG)、健康產業會議 (Health Industry Business Communication Council , HIBC) 及日本的日本電子機械工業會 (EIAJ) 等官民各業界的規格，因而得到了推廣，我國政府機關的公文條碼也採用此種編碼規格的條碼。





圖 1.1Code 39 條碼結構圖

Code 39 的每一個字元編碼方式，都是藉由九條不同排列的線條編碼而得。

可區分成如之四種類型：

類別	線條型態	邏輯型態	線條數目
粗黑線	■	11	2
細黑線	■	1	1
粗白線	□	00	2
細白線	□	0	1

圖 1.2Code 39 字元編碼方式圖

## 一.英文字母部分

表 1.126 個英文字母對應 Code 39 邏輯值

字元	邏輯型態	字元	邏輯型態
A	110101001011	N	101011010011
B	101101001011	O	110101101001
C	110110100101	P	101101101001
D	101011001011	Q	101010110011
E	110101100101	R	110101011001
F	101101100101	S	101101011001
G	101010011011	T	101011011001
H	110101001101	U	110010101011
I	101101001101	V	100110101011
J	101011001101	W	110011010101
K	110101010011	X	100101101011
L	101101010011	Y	110010110101
M	110110101001	Z	100110110101

## 二. 數字與特殊符號部分

表 1.2 數字 0~9 以及特殊符號對應 Code 39 邏輯值

字元	邏輯型態	字元	邏輯型態
0	101001101101	+	100101001001
1	110100101011	-	100101011011
2	101100101011	*	100101101101
3	110110010101	/	100100101001
4	101001101011	%	101001001001
5	110100110101	\$	100100100101
6	101100110101	.	110010101101
7	101001011011	空白	100110101101
8	110100101101		
9	101100101101		

## 1.2 研究動機與目的

「國家檔案數位化典藏計畫」是國家的重大計畫之一，此計劃的範圍十分廣泛，在此計劃底下，包含國家公文以數位化的型態傳遞或儲存的項目。

國家的運作相當複雜，運作間的訊息溝通就是以公文的形式來傳遞。各機構間運作關係相當密切，需要各機構間互相的配合與聯繫項目何其眾多，因此往來的公文數量也十分可觀，故公文數位化已是一個相當重要的工作。

為了紙本公文的數位管理，常見的作法是以人工方式貼上一維條碼作為檔案號碼。然而，以人工方式黏貼條碼時，會在紙本公文的空白處黏貼，故條碼的位置並無固定位置。

此種類型的紙本文件如果以人工歸檔又需要以人工判讀來找到條碼的位置所在，會耗時而費力。為了解決此問題，本論文以數位影像處理的方法加上條碼的特徵，開發了定位並解讀條碼的自動化系統，以取代人工定位條碼，再以條碼掃描機刷入條碼或人工鍵入條碼資訊的方式。本論文主要特徵在於運用簡單的形狀及紋理特徵，即可正確

搜尋到正確的條碼位置，並予以解碼。尤其，本論文綜合條碼的規則化紋理以及高通濾波器之特性，僅經簡單的濾波運算，即可獲得條碼的矩形外觀，並據此定位到條碼的正確位置。克服了，傳統條碼搜尋所需要的繁複運算。



### 1.3 本論文架構

本論文共分為六章，其內容概述如下。

第一章緒論：研究背景、研究動機與目的、本論文架構。

第二章文獻探討：介紹本論文研究相關方法介紹。第三章型態運算條碼

定位法：主要特徵在於運用簡單的形狀及紋理特徵，即可正確搜尋到正

確的條碼位置，並予以解碼第四章高通濾波條碼定位法：綜合條碼的規

則化紋理以及高通濾波器之特性利用對應尺寸的遮罩 Sobel[9]濾波器，

僅經簡單的濾波運算，即可獲得條碼的矩形外觀，並據此定位到條碼

的正確位置。第五章實驗結果：本文提出兩種條碼定位法的定位成效與

比較。第六章結論與未來：提出本論文結論與改進方向。

## 第二章 文獻探討

由於條碼的應用十分普遍，也帶動條碼定位的相關研究。其主要研究方向以紋理特徵及形狀特徵為主。紋理特徵的重要技術有賈柏轉換法[1]、方向梯度運算[2]和霍夫轉換法[3]。賈柏轉換法[1]是使用旋積的方法來擷取紋路的能量，主要借助條碼區域的紋路具有重複性，故取其向量連續的特徵；方向梯度運算及霍夫轉換法，主要是以不同角度的方向梯度運算做為判斷條碼的依據，當角度劃分越精細，其程式運算量就越大但目標物就越容易辨識。反之，若角度的劃分粗略，則沒有運算到的角度就會漏失目標物。

形狀特徵的主要技術是以型態學的原理取出條碼外在的形狀特徵來做為定位條碼的依據。前述以形狀特徵及紋理特徵的兩大研究方向都有其優缺點。其中紋理特徵為核心的運算量較大，但是精準度高，而形狀特徵為核心的運算量較少，但是精準度較低[4]。

## 2.1 紋理特徵的重要技術

### 2.1.1 賈柏轉換法[1]

賈柏轉換法[1]是使用影像的灰階值  $f(x,y)$  與轉換函數  $G_{\sigma,\phi,\theta}(x,y)$  使用旋積的方法擷取紋路的能量值  $E(x,y)$ ，主要藉助於條碼區域的紋路具重複性故取其向量連續的特徵。

賈柏轉換法[1]是由一個非線性方程式所構成，在轉換式中包含三個參數， $\phi$  頻率(frequency)、 $\theta$  相角(orientation)、 $\sigma$  帶寬(bandwidth)，轉換法定義如下：

$$G_{\sigma,\phi,\theta}(x,y) = g_\sigma(x,y) \cdot \exp(j2\pi\phi(x\cos\theta + y\sin\theta)) \quad (2-1)$$

其中

$$g_\sigma(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \cdot \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right) \quad , j = \sqrt{-1} \quad (2-2)$$

$G_{\sigma,\phi,\theta}(x,y)$  為一複數形態，表示為

$$G_{\sigma,\phi,\theta}(x,y) = G_R(x,y) + G_I(x,y) \quad (2-3)$$

實部：

$$G_R(x, y) = g_\sigma(x, y) \cdot \cos[2\pi\phi(x\cos\theta + y\sin\theta)] \quad (2-4)$$

虛部：

$$G_I(x, y) = g_\sigma(x, y) \cdot \sin[2\pi\phi(x\cos\theta + y\sin\theta)] \quad (2-5)$$

以賈柏函數  $G_{\sigma, \phi, \theta}(x, y)$  對灰階的影像  $f(x, y)$  做旋積，表示如下：

$$G(x, y) = \sum_j \sum_i f(x+i, y+j) \cdot G_{\sigma, \phi, \theta}(i, j) \quad (2-6)$$

$G(x, y)$  實部：

$$G_R(x, y, \sigma, \phi, \theta) = \sum_{j=-k}^k \sum_{i=-k}^k f(x+i, y+j) \cdot G_{\sigma, \phi, \theta}(i, j) \quad (2-7)$$

$G(x, y)$  虛部：

$$G_I(x, y, \sigma, \phi, \theta) = \sum_{j=-k}^k \sum_{i=-k}^k f(x+i, y+j) \cdot G_{\sigma, \phi, \theta}(i, j) \quad (2-8)$$

其中  $k$  值決定於賈柏轉換法遮罩 (Mask) 大小  $M \times M$ ,  $M = 2k + 1$ 。

灰階影像  $f(x, y)$  的像素點能量  $E(x, y)$ ，定義如下：

$$E(x, y) = [G_R(x, y, \sigma, \phi, \theta)]^2 + [G_I(x, y, \sigma, \phi, \theta)]^2 \quad (2-9)$$

灰階影像  $f(x,y)$  的像素點能量  $E(x,y)$  便以解  $\phi$ 、 $\theta$ 、 $\sigma$ ；反之給予  $\sigma$  帶寬 (bandwidth) 已知值， $\phi$ 、 $\theta$  已定值配對，即可以使用各種方向不同角度  $\theta$ ，來生成通道濾波器尋找條碼出現在影像中的位置[1]。



### 2.1.2 方向梯度運算[2]

方向梯度運算[2]是相對簡單的紋理算法，以一個二維矩陣輸入過濾角度（方向梯度）來進行運算。

$$c(n_1, n_2) = \sum_{k_1} \sum_{k_2} a(k_1, k_2) \bullet b(n_1 - k_1, n_2 - k_2) \quad (2-10)$$

這裡的  $a$  代表輸入影像、 $b$  是過濾角度的二維微分矩陣、 $k_1$  及  $k_2$  是索引，以下為四種角度的過濾矩陣。

表 2.1 方向梯度矩陣

1 水平 微分矩陣	2 垂直 微分矩陣	3 傾斜 45° 微分矩陣	4 傾斜 135° 微分矩陣
-1/4 -1/4 1/4 1/4	1/4 -1/4 1/4 -1/4	0 1/4 0 1/4 0 -1/4 0 -1/4 0	0 -1/4 0 1/4 0 -1/4 0 1/4 0

方向梯度運算[2]利用微分矩陣(方向梯度)進行運算。

### 2.1.3 霍夫轉換法[3]

霍夫轉換法[3](Hough Transform)在 1962 年被提出，應用於線段的檢測，有兩種主要的形式：一種是以斜率表示，另一種是使用角度與半徑的格式。

使用斜率表示的公式如下：

$$c = y - mx \quad (2-11)$$

這裡  $m$  是斜率，僅是將常用的直線方程式移項。在實現方面只要將影像中的每個點代入方程式就可解聯立求得一組  $(m, c)$  通過所有的點。

霍夫轉換最大的缺點是所需的記憶體大及運算速度緩慢，其主要原因是需要對影像中的每一個點作數次的運算，及由於角度刻度的關係，角度刻度如果是 180 度那程式就必須對每個點做 180 次的運算。

## 2.2 形狀特徵的主要技術

長短軸比例過濾法[4]，這是一種基於條碼外在的形狀特徵是利用一維條碼的外型特徵來過濾。標準一維條碼的尺寸是 48.9mm\*8.0mm，其容許尺寸變化為 0.8~2.0 倍。因為長寬尺寸有一定的比例，故利用此特徵定位條碼。示意圖如下所示：



圖 2.1 條碼長寬尺寸示意圖

長寬比公式如下：

$$\text{Bar-code Aspect Ratio} = \frac{\text{Length}}{\text{Width}} \quad (2-12)$$

因此本論文採用其標準尺寸計算其條碼長寬比(Bar-codeAspect Ratio , BAR)BAR=6.125。

### 第三章 型態運算條碼定位法

根據「台灣電子文件發展策略之分析研究」[5]的報告指出：「國家檔案數位化典藏計畫」是各國國家數位化的重點計劃，數位化典藏將紙本文公文(簡稱文本)數位化並建檔管理，建檔時依文本的條碼作為檔案的命名依據。

本論文旨在研發數位化的公文條碼之搜尋與辨識系統，其輸入影像像素為 2480\*3508，經本系統處理後，可自動搜尋條碼並解出其所代表的文字與數字。本系統之處理流程主要分為五個處理方塊進行，方塊 1 影像前處理、方塊 2 影像尺寸縮放、方塊 3 形狀特徵過濾、方塊 4 紋理特徵過濾以及方塊 5 條碼資訊辨識，如圖 3.1 所示。各個方塊的詳細說明如下：

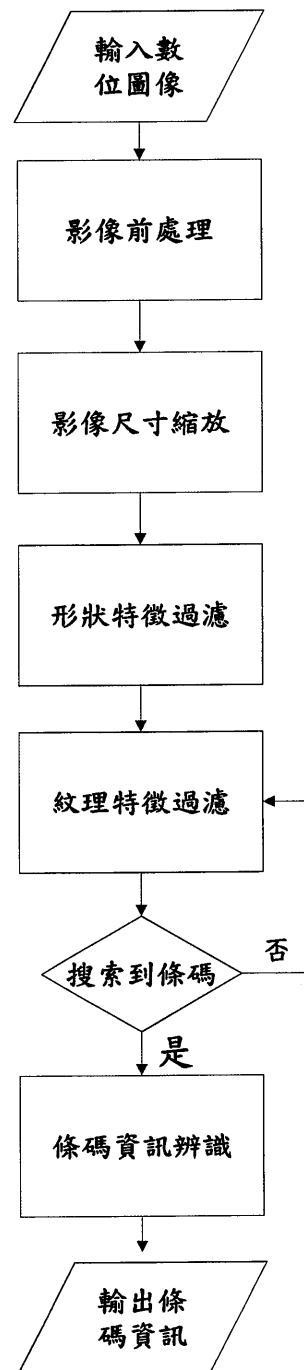


圖 3.1 型態運算條碼定位法流程圖

### 3.1 影像前處理

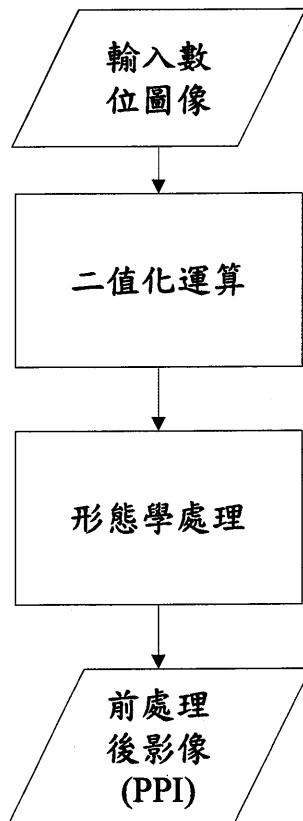


圖 3.2 影像前處理流程圖

本論文的影像前處理之目的在於將原始影像轉換成二值化影像並濾除雜訊，以提升後續演算的效能。作者採用 Otsu[6]技術將原始影像轉換成二值化影像，再以侵蝕、膨脹、濾波等處理得到二值化影像(Pre-processed Image, PPI)。

### 3.1.1 二值化運算

Otsu[6]主要在於找出一個最佳的門檻值  $k$ ， $k$  可使前景群和背景群之群內變異數最小化，群間變異數最大化。 $k$  可將影像分成前景 C1 與背景 C2，如圖 3.3 所示。

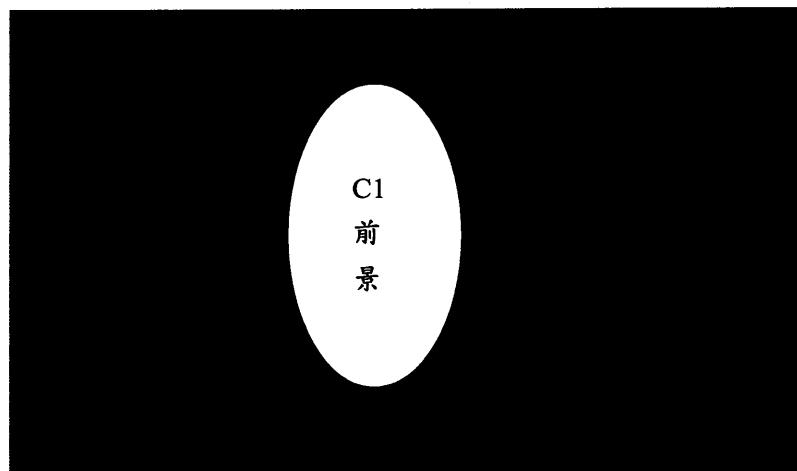


圖 3.3 影像分群示意圖

影像的大小為  $N$ ，灰階值的範圍  $I$ (0~255 則  $I=256$ )， $n_i$  表示灰階值  $i$  在影像中出現的次數，則灰階值  $i$  出現的機率可表示為

$$P(i) = \frac{n_i}{N} \quad (3-1)$$
$$0 \leq i \leq I - 1$$

C1 內的像素個數所佔整張影像的百分比為

$$W_1(k) = \sum_{i=0}^k P(i) = w(k) \quad (3-2)$$

C2 內的像素個數所佔整張影像的百分比為

$$W_2(k) = \sum_{i=k+1}^{I-1} P(i) = 1 - w(k) \quad (3-3)$$

其中  $w_1(k) + w_2(k) = 1$ 。

C1 與 C2 的平均值分別為

$$u_1 = \sum_{i=0}^k P(i) \times i \quad (3-4)$$

$$u_2 = \sum_{i=k+1}^{I-1} P(i) \times i \quad (3-5)$$

此公式用來計算 C1 與 C2 的變異數為

$$\sigma^2(k) = \frac{[u_1(k) \cdot w_2(k) - u_2(k) \cdot w_1(k)]^2}{w_1(k) w_2(k)} \quad (3-6)$$

以公式(3-6)計算得最大值的  $\sigma^2(k)$  時，以  $k$  作為最佳的二值化門檻值。

以此分群的最佳化方法來求取二值化門檻值的問題，比固定閥值的二值化法效果更為優異。



### 3.1.2 形態學處理

輸入影像經由 Otsu[6]技術二值化運算以後，接著使用型態學的侵蝕與膨脹的方法來消除前處理影像的雜訊，此前處理後的影像簡稱 PPI (Pre-processed Image)。

在數位影像處理中，形態學處理[9]為一種與鄰近區域關係的邏輯運算，其運算結果與輸入影像區域周圍的相鄰像素有關，其主要包含四種基本運算，如下所示：

膨脹運算(Dilation):

$$\text{Dilation}(A, B) = A \oplus B = \{(x, y) | B_{(x,y)} \cap A \neq \emptyset\} \quad (3-7)$$

侵蝕運算(Erosion):

$$\text{Erosion}(A, B) = A \otimes B = \{(x, y) | B_{(x,y)} \subseteq A\} \quad (3-8)$$

拓展運算(Opening):

$$\text{Opening}(A, B) = A \circ B = (A \otimes B) \oplus B \quad (3-9)$$

閉合運算(Closing):

$$\text{Closing}(A, B) = A \bullet B = (A \oplus B) \otimes B \quad (3-10)$$

### 3.2 影像尺寸縮放

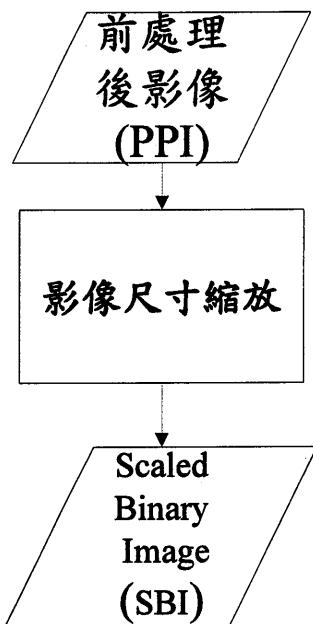


圖 3.4 影像尺寸縮放流程圖

由於 PPI 高達 2480\*3508 像素。為了降低後續的計算量，本系統將 PPI 採用 Kim 等人[7]的雙線性取樣技術，如公式(3-11)。公式(3-11)中要計算  $P(x)$  的像素值， $P(x)$  介於 A、B、C、D 整數值的像素點之間，整數值的像素點 A、B、C、D 與  $P(x)$  的距離已知，距離越小或  $\alpha$ 、 $\beta$  值越大表示對於  $P(x)$  影響越大。運用此公式取樣，可將 PPI 縮小為 248\*350，並稱此縮小影像為 Scaled Binary Image，簡稱 SBI，實例如圖 3.5 所示。由於 SBI 的解析度僅 248\*350 是原始二值化影像 PPI 的百

分之一，故可降低後續處理的計算量。

$$P(x) = (1 - \alpha) \cdot (1 - \beta) \cdot A + \alpha(1 - \beta) \cdot B \\ + (1 - \alpha) \cdot \beta \cdot C + \alpha \cdot \beta \cdot D \quad (3-11)$$

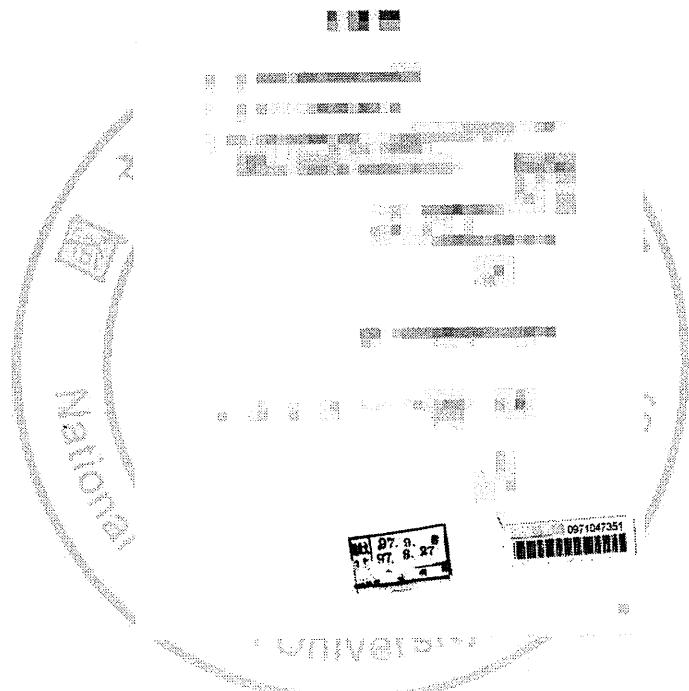


圖 3.5 將原始二值化影像縮小為 SBI

註：為了保護公文內容，條碼以外的資訊加以馬賽克處理(mosaicked)。

### 3.3 形狀特徵過濾

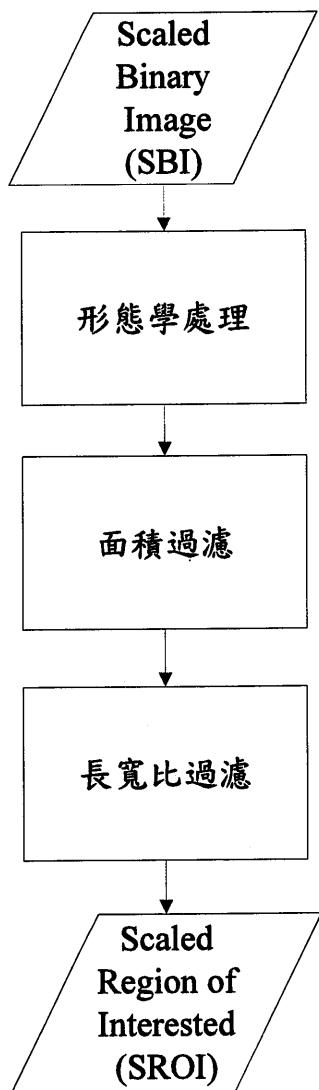


圖 3.6 形狀特徵過濾流程圖

形狀特徵是利用一維條碼的外型特徵來過濾。標準一維條碼的尺寸是 48.9mm\*8.0mm，其容許尺寸變化為 0.8~2.0 倍。由於一般公文採用標準尺寸的條碼，因此本論文採用其標準尺寸計算其條碼長寬比(Bar-code Aspect Ratio , BAR)BAR=6.125。

此項目將 SBI 再次以侵蝕和膨脹處理，以便擷取各候選條碼區塊內外觀近似長方形的連通區塊(簡稱物件)。由於公文所採用的條碼的長度近似，所以物件(即條碼區塊)的面積也相近。因此本論文根據各個物件面積以濾除非條碼物件(例如：圖像中文字與表格…等)。接著計算剩餘物件的長寬比，僅保留所有接近 6.125 長寬比的物件，並將此等物件稱為縮小版感興趣區域(Scaled Region of Interested, SROI)，也就是候選條碼物件，並記錄其座標，實例如圖 3.7 所示。

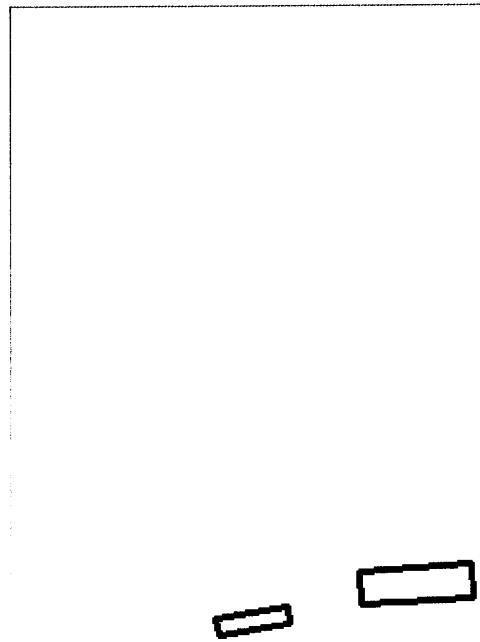


圖 3.7 處理 SBI 得各候選條碼物件 SROI

### 3.4 紋理特徵過濾

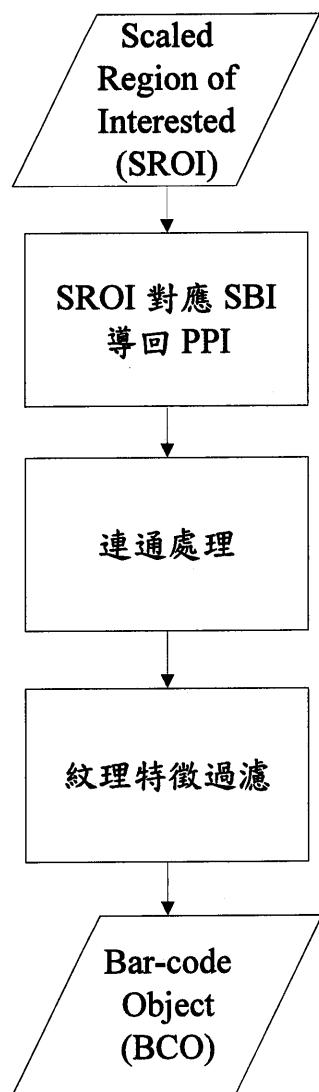
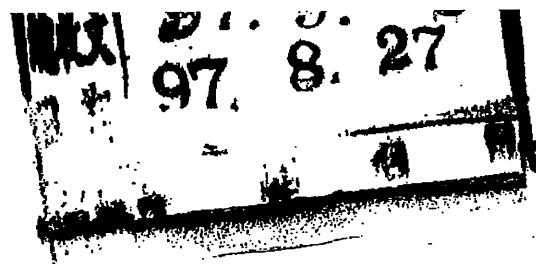


圖 3.8 紹理特徵過濾流程圖

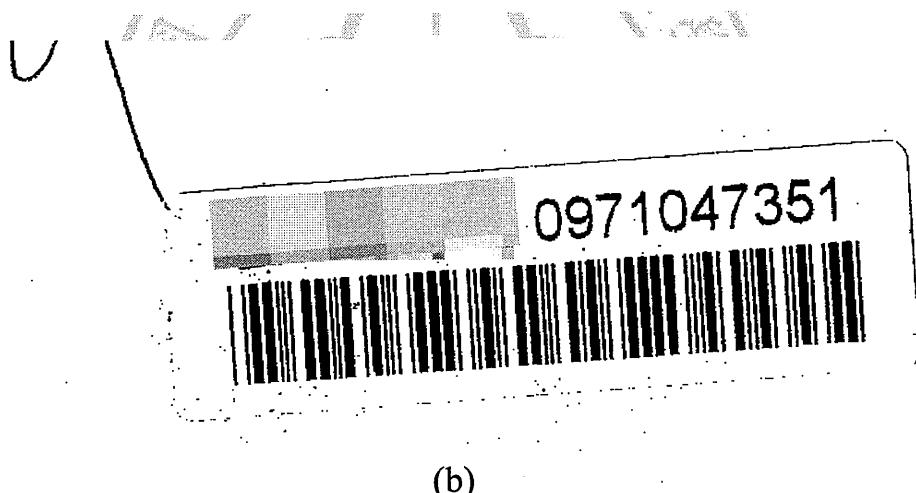
一維條碼是以垂直黑白條紋之密集紋理所構成，其黑白相間為其主要紋理特徵。為了獲取足夠的資訊，本論文將 SROI 的座標由 SBI 對應到 PPI，而取得原始尺寸的感興趣區域(Region of Interested, ROI)，也就是原始二值化影像的候選條碼物件。將圖 3.7 顯示縮小版感興趣區域(SROI)還原的 ROI 如圖 3.9 所示。

每個 ROI 內的各個連通區域稱為子物件(sub-object)，再計算每個子物件的長度與寬度。若此 ROI 內所有子物件有相近長度且其寬度在 1 到 3 倍間，則此 ROI 為條碼物件(Bar-code Object, BCO)。例如圖 3.9 (b) 中的條碼即為 BCO。





(a)



(b)

圖 3.9 原始二值化影像的兩感興趣區域 ROI

(a)第一個 ROI，(b)第二個 ROI。

### 3.5 條碼資訊辨識

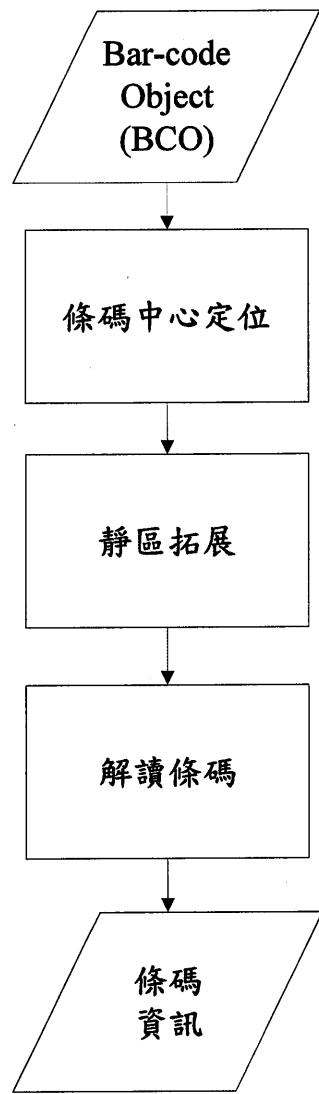


圖 3.10 條碼資訊辨識流程圖

不論是採用何種規則印製的條碼，都由靜區、起始字元、資料字元與終止字元組成。靜區：不帶任何資訊的區域，僅具提示作用。起始字元：第一個字元具有特殊結構，當掃描到此字元便正式開始讀取代碼。資料字元：條碼主要內容。終止字元：最後一個字元一樣具有特殊結構，用於告知條碼讀取完畢，並具有條碼校驗的作用。綜上，本論文採用條碼左右靜區與起始字元與結束字元，以定義辨識條碼的起始與終止。

由 BCO 座標計算出四端點向兩側找到條碼靜區。並由找到的兩側靜區座標  $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$  構成方程式，如公式(3-12)。計算出一直線通過條碼中心座標，依照通過中心座標的直線由左至右依序讀入，判斷出起始字元與結束字元，完成條碼資料解讀。如圖 3.11 所示，點 1、2 為 BCO 座標，點 3、4 為靜區座標，一直線則為條碼讀取線。

$$\frac{(y - y_1)}{(y_2 - y_1)} = \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} \quad (3-12)$$



圖 3.11 條碼資訊辨識說明圖

## 第四章 高通濾波條碼定位法

### 4.1 Sobel 濾波器遮罩尺寸對於條碼的影響

#### 4.1.1 Sobel 濾波器遮罩尺寸對於條碼的影響分析

條碼的紋理很規則，其黑白條紋的寬度僅有兩種。我們可由 Sobel[9] 各種大小遮罩的觀察得知，條碼經由 Sobel[9] 運算，其運算結果會因採用遮罩的大小而異。以下分別以不同大小的 Sobel 垂直梯度  $S_x$  遮罩( $3 \times 3$ 、 $5 \times 5$ 、 $7 \times 7$ 、 $9 \times 9$ 、 $11 \times 11$ 、 $13 \times 13$ 、 $15 \times 15$ )對公文文本的影像運算。由圖 4.2-4.8 的運算結果顯示，隨著 Sobel[9] 遮罩的不同大小，條碼經運算後有顯著的差異(基於公文資訊保護，故在其相關資料處打上馬賽克)。

各類所得扣報繳資料更正(註銷)申請書

承辦單位

- 扣繳稅款繳款書  
序報扣免徵憑單  
中報各類所得資料申請書

有誤、申請更正。

更正項目	更正前	更正後	檢附文件
一、扣繳單位與籍	<input type="checkbox"/> 統一編號		<input type="checkbox"/> 月份現金帳影本 <input type="checkbox"/> 料費用帳影本 <input type="checkbox"/> 扣繳繳款書影本 <input type="checkbox"/> 其他
	<input type="checkbox"/> 名稱		
	<input type="checkbox"/> 地址		
	<input type="checkbox"/> 扣繳義務人		
二、所得人資料	<input type="checkbox"/> 統一編號		<input type="checkbox"/> 身分證影本 <input type="checkbox"/> 耕賃印領清冊影本 <input type="checkbox"/> 扣繳契約書及付款收據影本 <input type="checkbox"/> 原扣繳憑單第四聯及更正後第一聯 <input type="checkbox"/> 原各類所得資料申報書第二、三聯及更正後第一至三聯 <input type="checkbox"/> 其他
	<input type="checkbox"/> 姓名		
	<input type="checkbox"/> 地址		
	<input type="checkbox"/> 所得類別		
三、所得內容	2		<input type="checkbox"/> 付款收據影本 <input type="checkbox"/> 契約書影本 <input type="checkbox"/> 原扣繳憑單第四聯及更正後第一聯 <input type="checkbox"/> 原各類所得資料申報書第二、三聯及更正後第一至三聯 <input type="checkbox"/> 扣繳繳款書影本 <input type="checkbox"/> 其他
	3		
	4		
	<input type="checkbox"/> 所得所屬		
<input type="checkbox"/> 扣付日期			<input type="checkbox"/> 月份現金帳影本 <input type="checkbox"/> 料費用帳影本 <input type="checkbox"/> 付款收據影本 <input type="checkbox"/> 扣繳憑單第四聯及更正後第一聯 <input type="checkbox"/> 原各類所得資料申報書第二、三聯及更正後第一至三聯 <input type="checkbox"/> 扣繳繳款書影本 <input type="checkbox"/> 其他
<input type="checkbox"/> 扣付所得年度			<input type="checkbox"/> 耕賃印領清冊影本 <input type="checkbox"/> 付款收據影本 <input type="checkbox"/> 扣繳繳款書影本 <input type="checkbox"/> 契約書影本 <input type="checkbox"/> 扣繳憑單第四聯及更正後第一聯 <input type="checkbox"/> 原各類所得資料申報書第二、三聯及更正後第一至三聯 <input type="checkbox"/> 扣繳繳款書影本 <input type="checkbox"/> 其他
<input type="checkbox"/> 扣付所得類別			
<input type="checkbox"/> 扣繳稅額			
<input type="checkbox"/> 扣付所得淨額			
四、其他			

圖 4.1 公文文本的影像

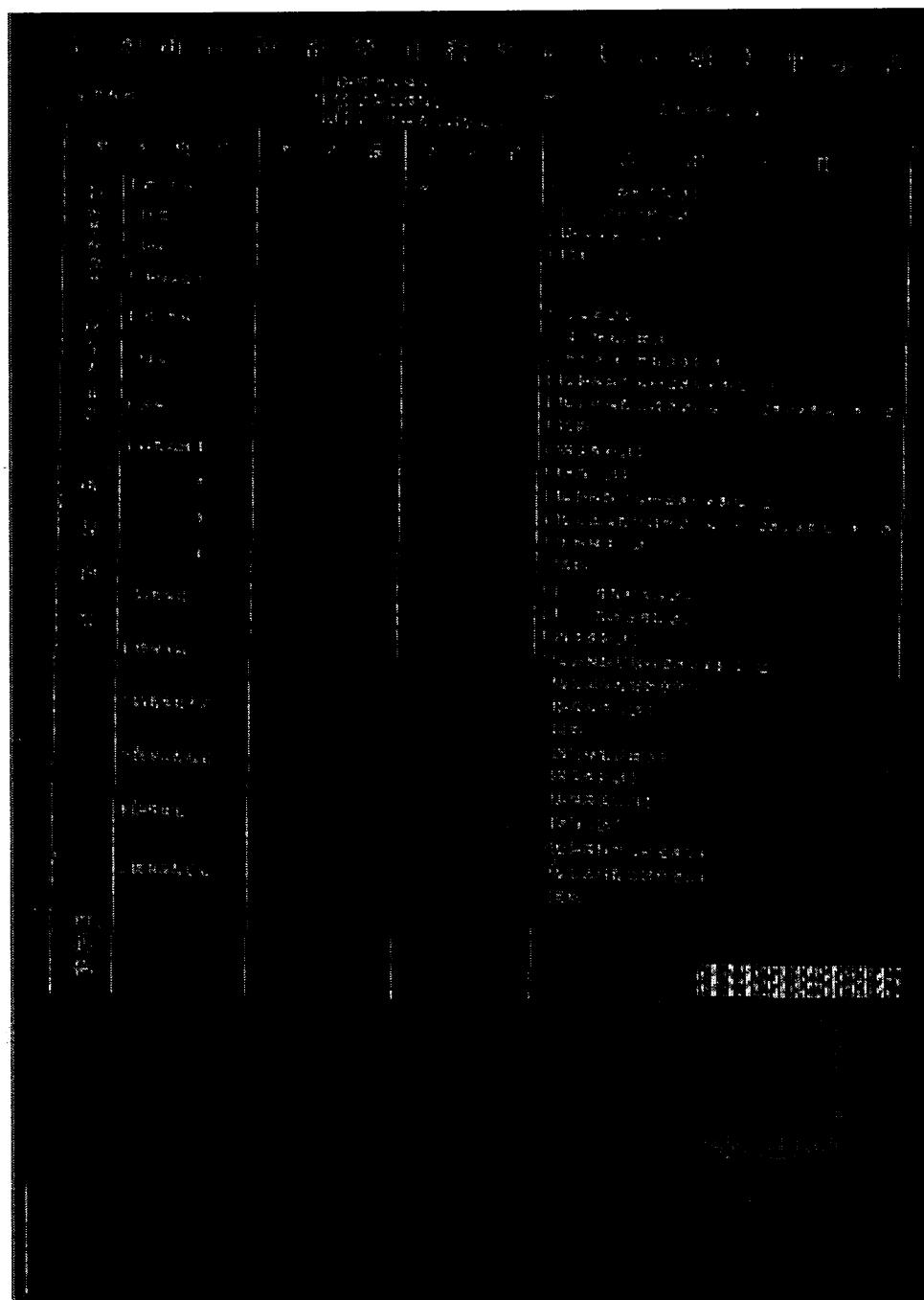


圖 4.2 遮罩大小為  $3 \times 3$  的運算結果

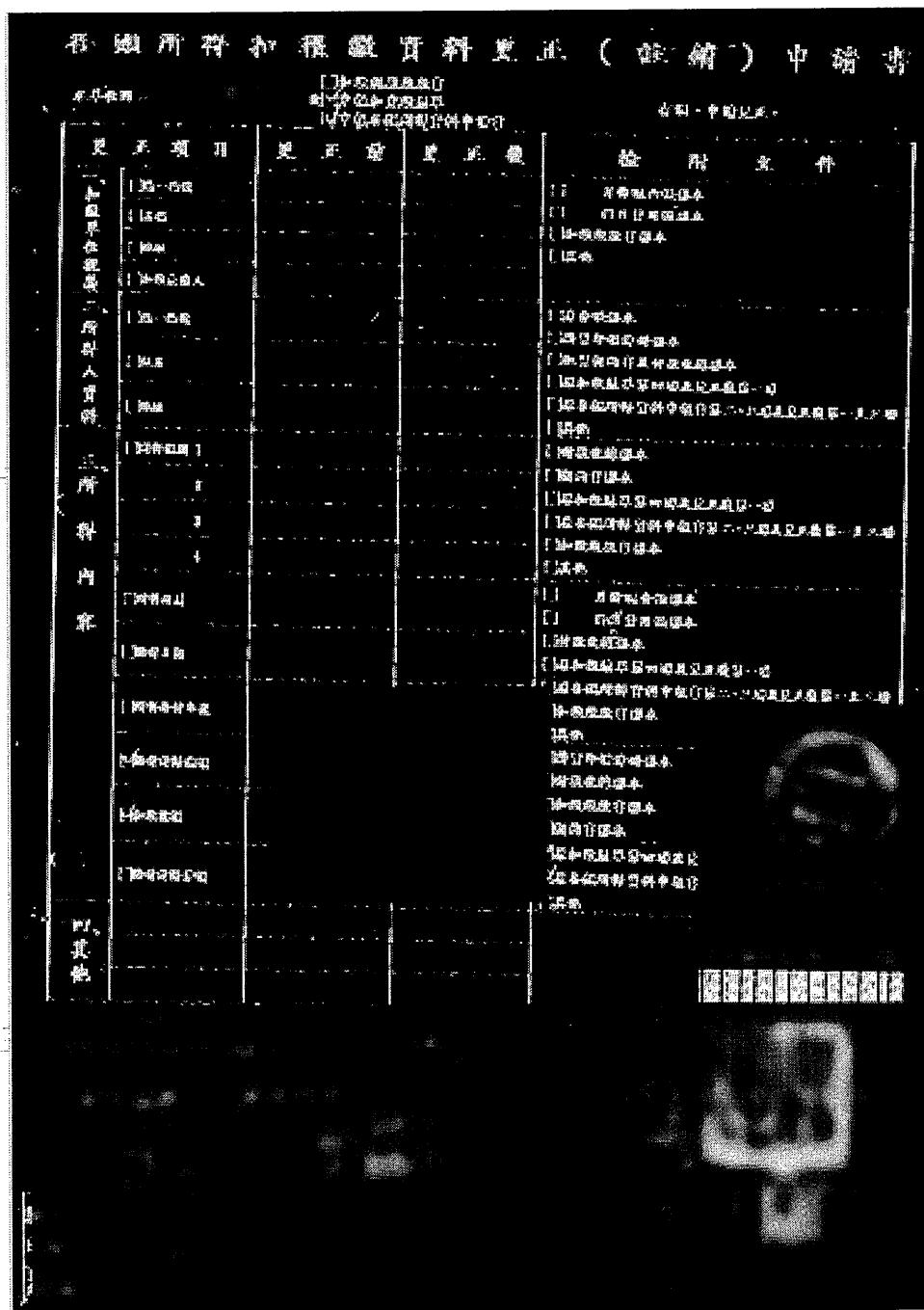


圖 4.3 遮罩大小為  $5 \times 5$  的運算結果

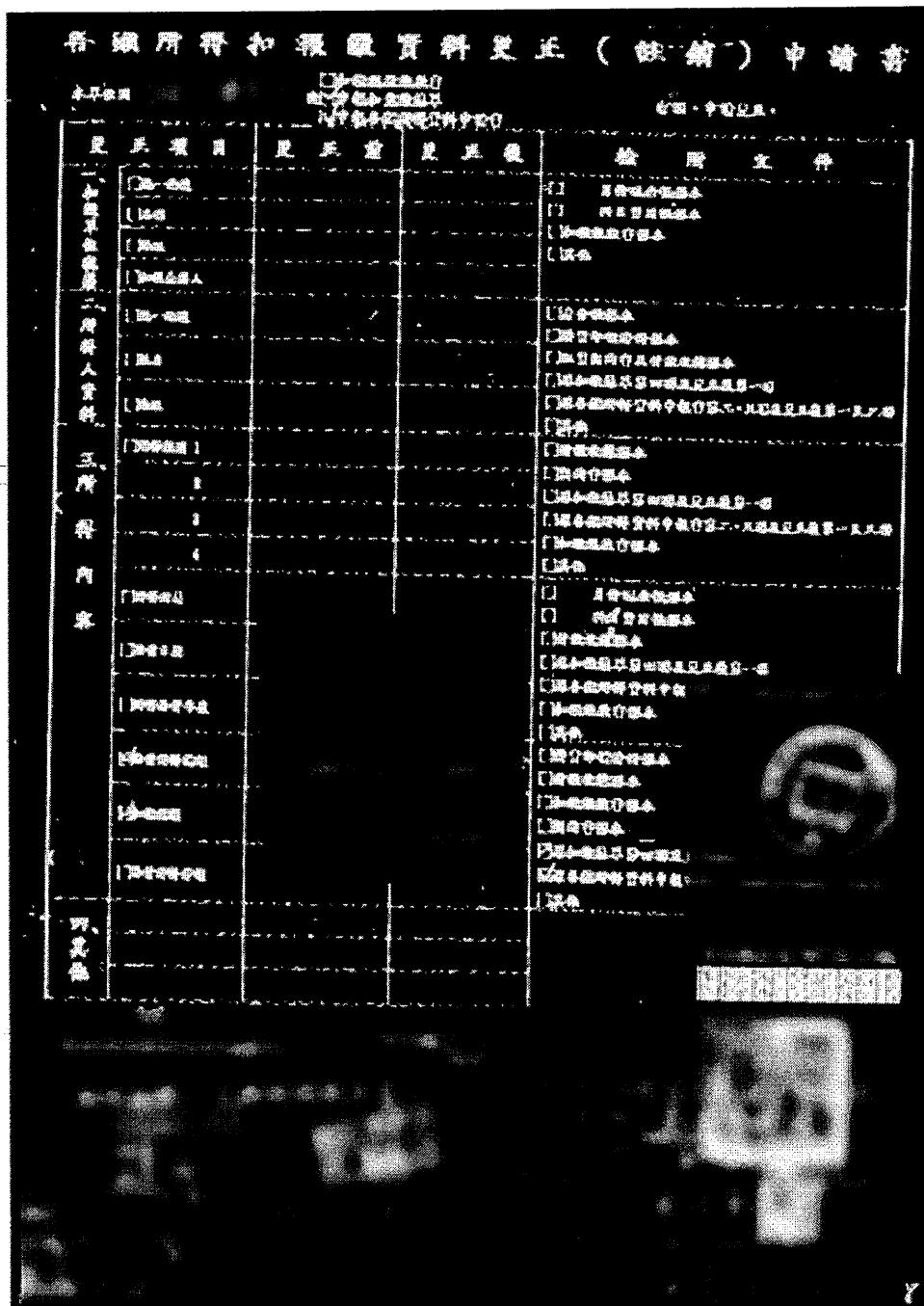


圖 4.4 遮罩大小為  $7 \times 7$  的運算結果

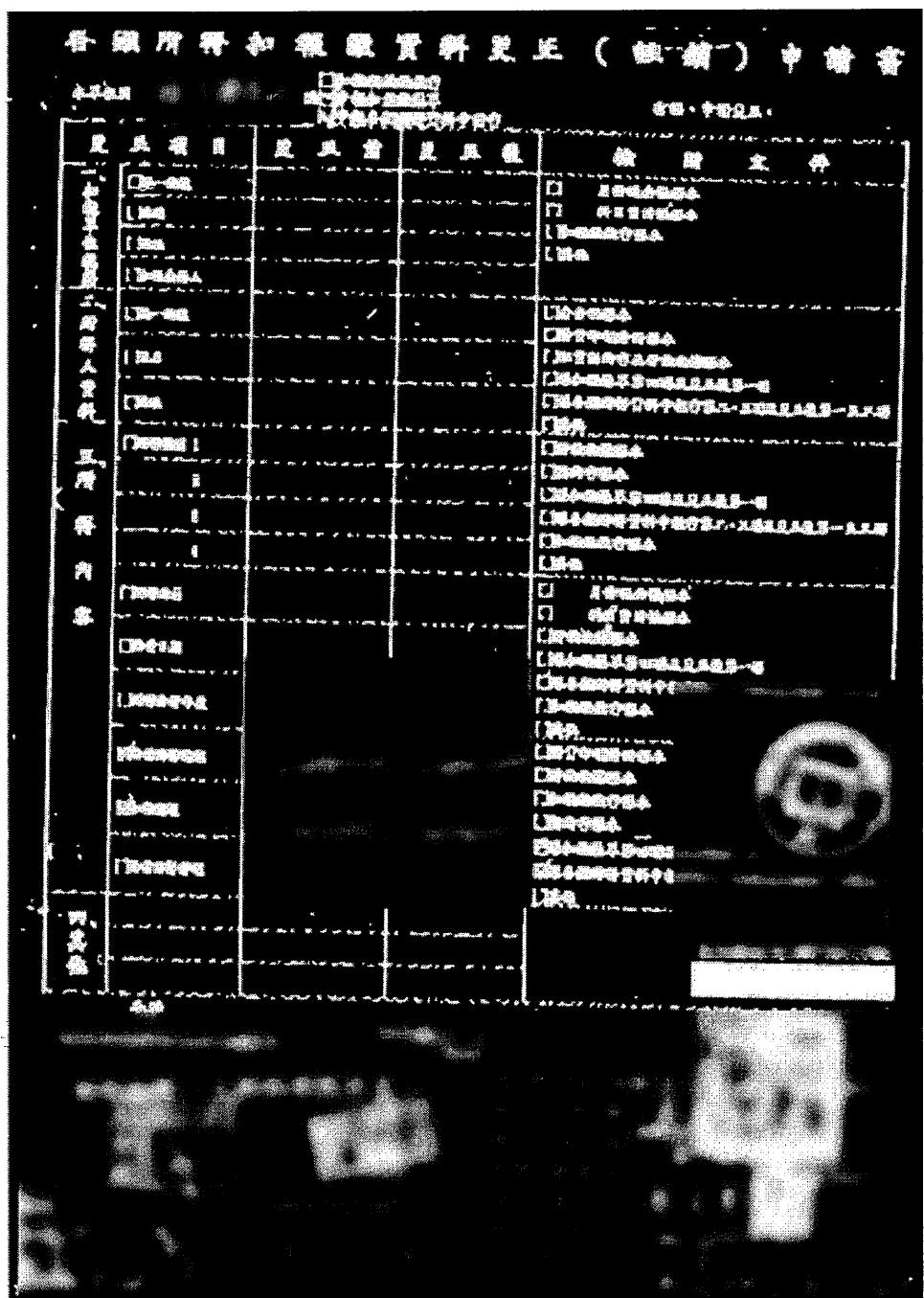


圖 4.5 遮罩大小為  $9 \times 9$  的運算結果

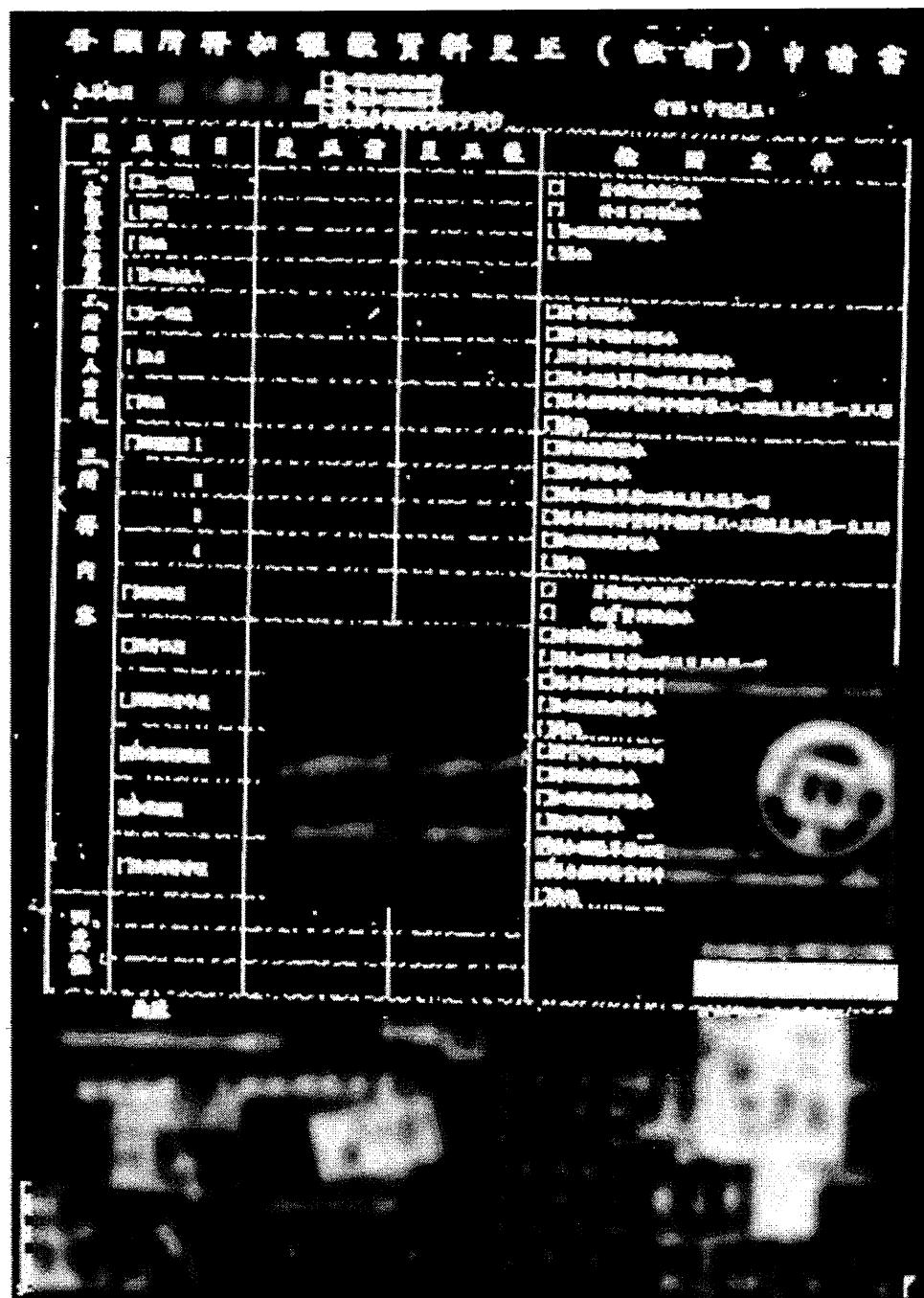


圖 4.6 遮罩大小為  $11 \times 11$  的運算結果

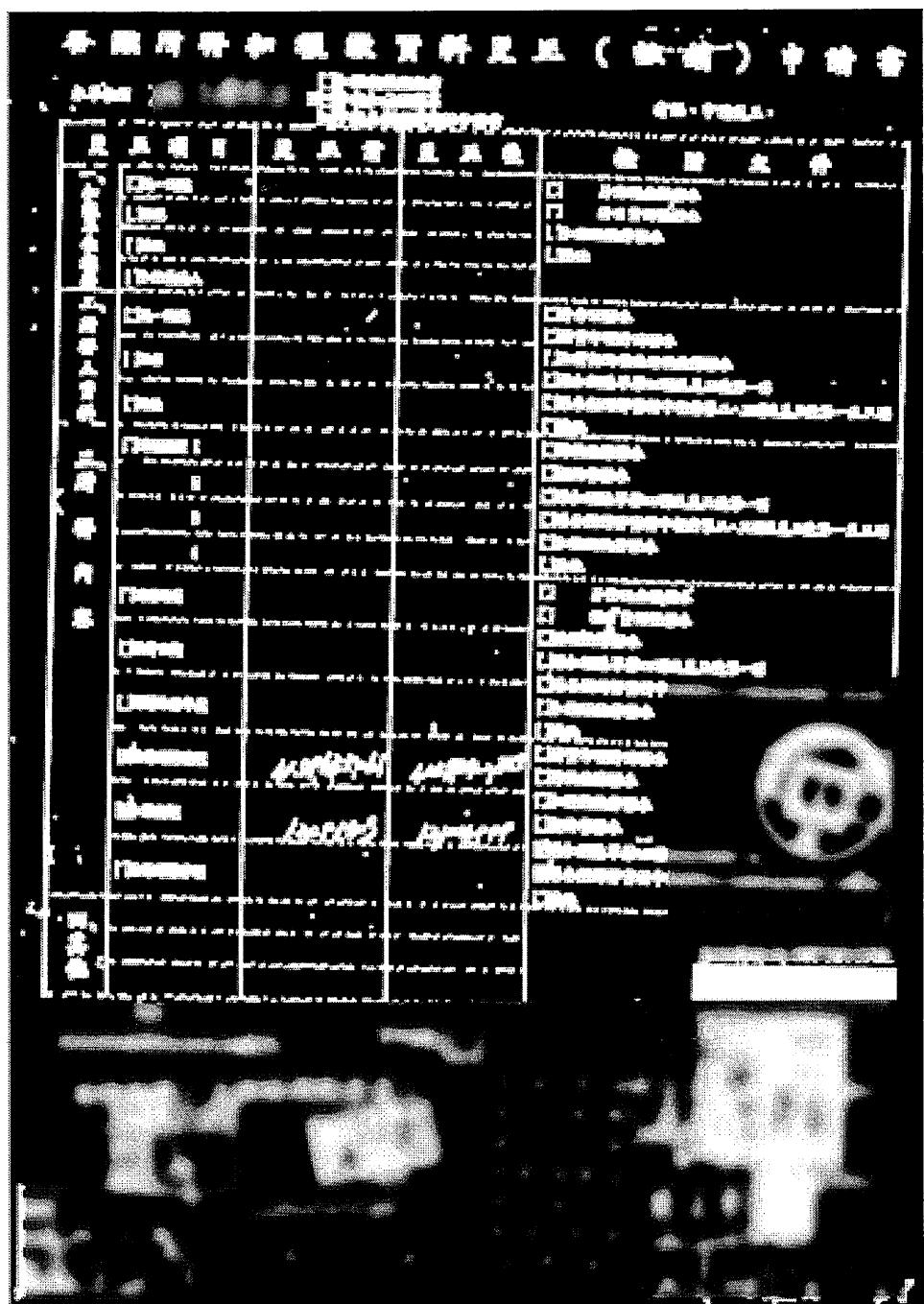


圖 4.7 遮罩大小為  $13 \times 13$  的運算結果



圖 4.8 遮罩大小為  $15 \times 15$  的運算結果

將圖 4.1-4.8 中的條碼放大顯示如圖 4.9-4.16，顯示當 Sobel 遮罩大於  $9 \times 9$  以上時，條碼幾乎已變成一完整的矩形影像。



圖 4.9 條碼區塊測試原始圖像

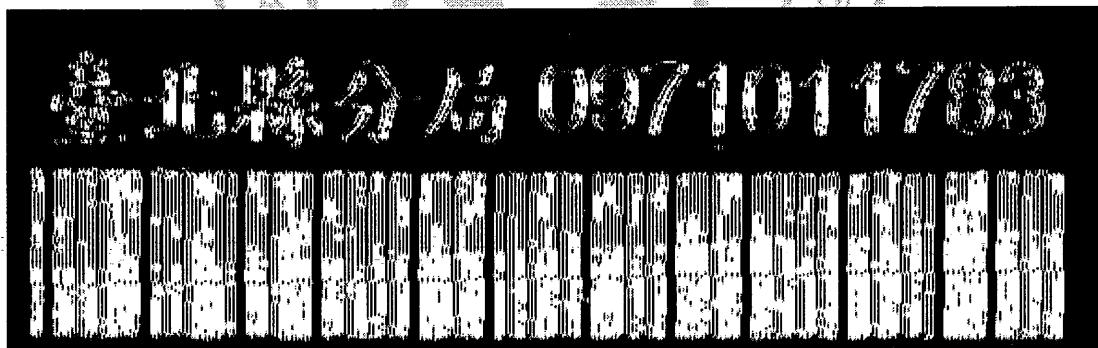


圖 4.10 條碼區塊 Mask  $3 \times 3$  輸出圖像



圖 4.11 條碼區塊 Mask 5x5 輸出圖像



圖 4.12 條碼區塊 Mask 7x7 輸出圖像

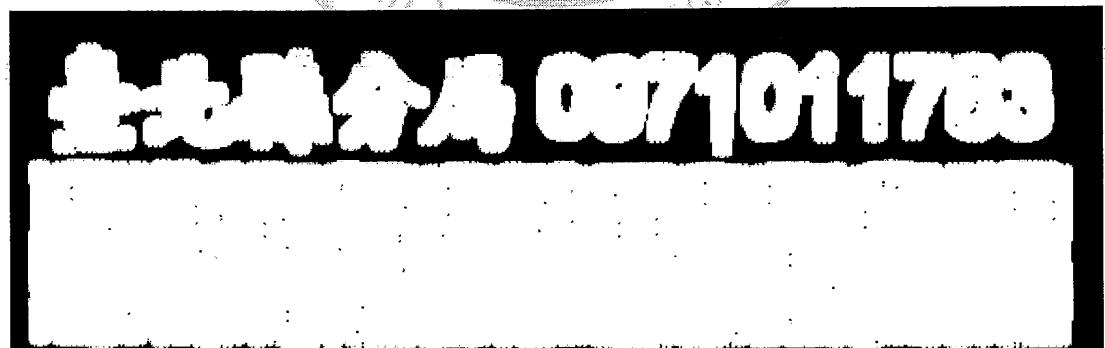


圖 4.13 條碼區塊 Mask 9x9 輸出圖像



圖 4.14 條碼區塊 Mask 11x11 輸出圖像



圖 4.15 條碼區塊 Mask 13x13 輸出圖像

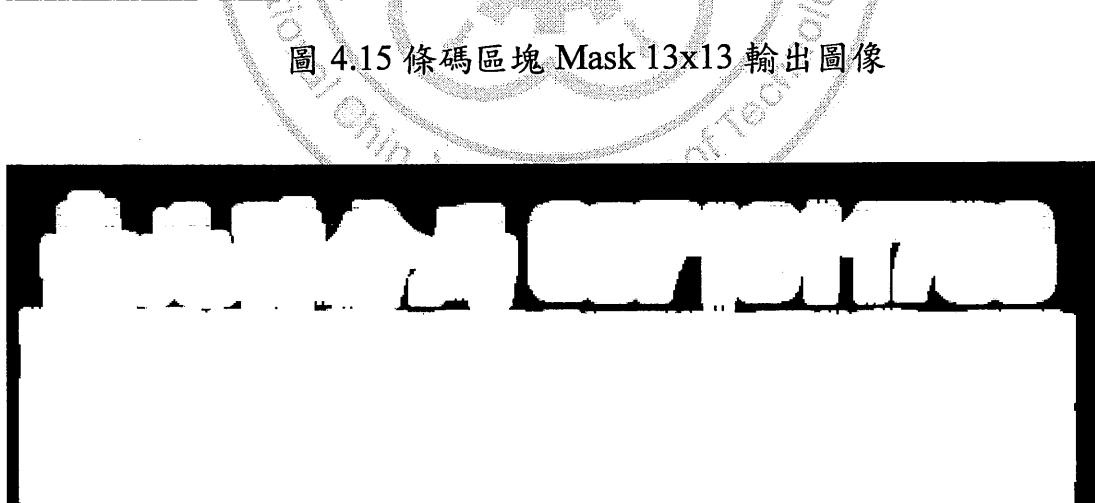


圖 4.16 條碼區塊 Mask 15x15 輸出圖像

#### 4.1.2 Sobel 濾波器遮罩(Mask)尺寸對於條碼的影響探討

根據上節實驗顯示，Sobel 濾波器遮罩(Mask)大於  $9 \times 9$  以後，條碼已變成連通並呈矩形的影像。為了解不同大小的 Sobel 遮罩對條碼運算結果的影響，本節採用標準差(Standard Deviation)分析條碼經 Sobel 不同遮罩大小運算後的均勻度。此標準差的定義如下述。

假設有一組數據  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$ ，則其平均值為：

$$u = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (4-1)$$

得此組數據的標準差為：

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - u)^2} \quad (4-2)$$

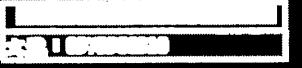
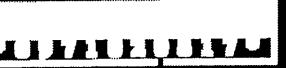
條碼以不同遮罩(Mask)運算後的標準差由表 4.1 顯示，當遮罩大於  $13 \times 13$  以上時，標準差都為零 ( $\sigma = 0$ )。換言之，條碼經 Sobel 運算後，已變成像素值相同且呈矩形之影像。

表 4.1 條碼區塊標準差數據表

圖像名稱	平均值 $u$	標準差 $\sigma$
原始圖像	179.829	116.266
條碼區塊 Mask 3x3	175.684	107.794
條碼區塊 Mask 5x5	230.859	71.967
條碼區塊 Mask 7x7	247.271	40.554
條碼區塊 Mask 9x9	254.891	4.411
條碼區塊 Mask 11x11	254.998	0.436
條碼區塊 Mask 13x13	255.000	0.000
條碼區塊 Mask 15x15	255.000	0.000

進一步的，本節針對三種典型條碼：純文字、文字與數字兼具，符號與數字兼具。以 Sobel 13x13 的遮罩運算此三種條碼。其運算結果由表 4.2 顯示，都可將條碼轉換成均勻的矩形影像。綜上已驗證，利用 Sobel 13x13 的遮罩運算公文文本的影像，可將調碼轉呈像素直均勻且呈矩形的影像。本論文利用此特性，可正確的定位條碼及其座標。

表 4.2 不同種類公文條碼試驗表

條碼一	條碼二	條碼三
 ABCDEFG	 文號: 0978900310	 *0971020817*
		

## 4.2 高通濾波條碼定位法

基於上節的實驗及探討，利用 Sobel 濾波器在遮罩(Mask)大小為  $13 \times 13$  的條件下運算公文文本的影像，可使條碼呈矩形且可保留條碼的長寬比。再者，此矩形面積也會維持在一定的範圍。因此，本論文即可根據長寬比及面積兩參數，辨識出條碼的座標，詳如下述。

本系統之處理流程主要分為五個處理方塊進行，其輸入影像像素為  $2480 \times 3508$ ，各個方塊的詳細說明如下：



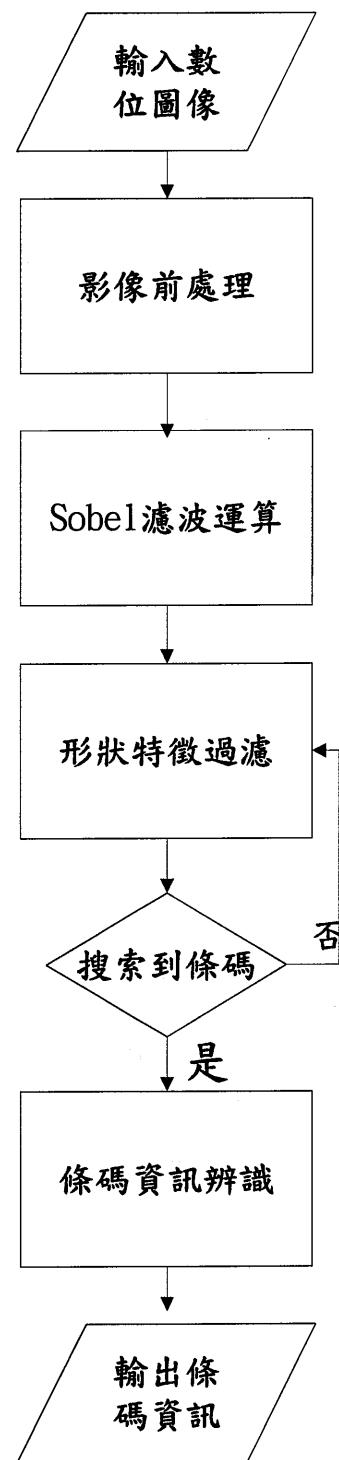


圖 4.17 高通濾波條碼定位法流程圖

本系統讀取公文文本影像(圖 4.18a)後的前處理如 3.1 節所述是採用 Otsu 理論將輸入影像二值化，接著形態學運算濾除雜訊之後，才經 Sobel 濾波器以大小為  $13 \times 13$  的遮罩運算。如圖 4.18(b)為此運算結果。接著以長寬比及面積為參數，辨識出候選目標如圖 4.18(c)所示。最後利用 3.1.5 節分析此候選目標內是否具長度相同，寬度變化在 2 倍之間的 8 相鄰物件 (8-connected object)之後即可辨識正確的條碼座標並予以解碼。

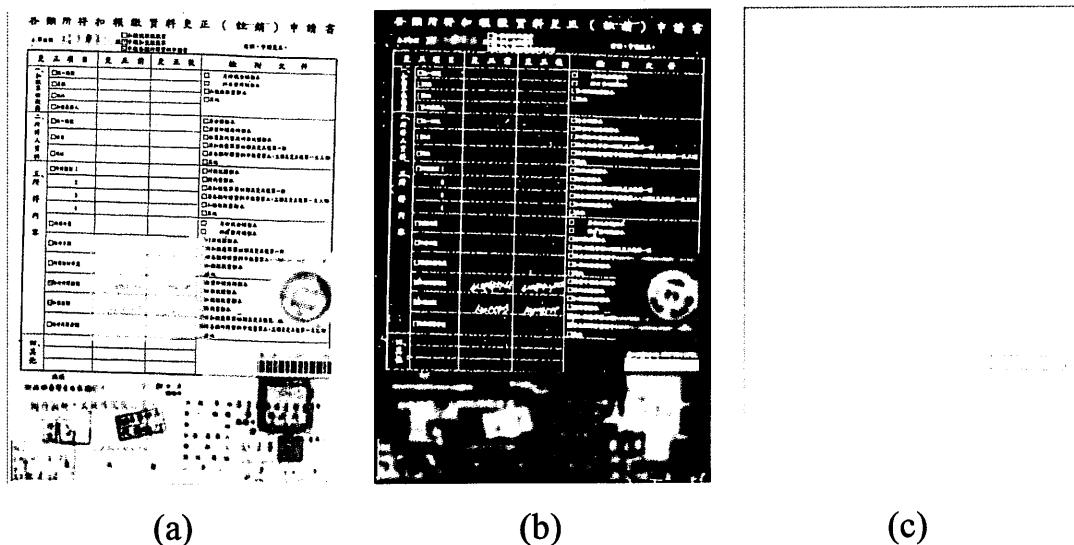


圖 4.18(a)原始圖像(b)Sobel 濾波器後圖像(c)形狀特徵過濾後圖像

## 第五章 實驗結果

為了驗證本論文所提出的技術的功效，本系統掃描 200 份公文文本後得原始灰階影像，再利用前述所述的技術辨識條碼座標並解碼。採用第三章所提出型態運算條碼定位法，即利用侵蝕、膨脹等形態學運算後，將條碼轉換成 8 連通物件，再應用形狀及紋理特徵之條碼辨識座標，僅成功辨識 113 份的條碼，辨識成功率僅 56.5%。進一步地，採用第四章本論文所提出的高通濾波條碼定位法，可凸顯條碼的面積與外觀，故可成功辨識 199 份的條碼，其辨識成功率大幅提升至 99.5%。

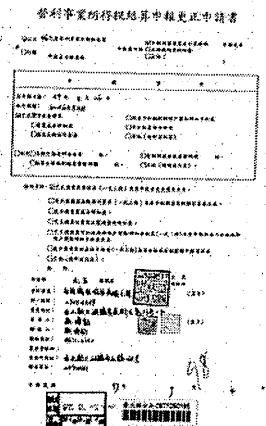
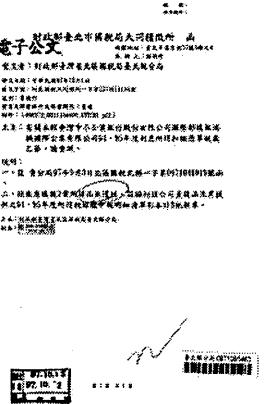
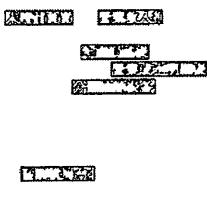
為了說明並比較前述兩種定位法的實驗結果，本論文選擇 10 份公文的掃描影像，如圖 5.1 所示。由此圖可知，運用型態運算條碼定位法，所有候選目標中，僅可正確辨識圖號 1-5 等五張影像的條碼座標。若採用高通濾波條碼定位法，候選目標以內含條碼，再經紋理分析與面積篩選，就可成功地辨識圖號 1-10 條碼座標。

仔細觀察圖 5.1 可了解，運用型態運算條碼定位法容易將紋理較密集的區域，連結成 8 相鄰物件。尤其，當條碼附近有紋理較密集的區

域，會將條碼也連結至該區域。因此得到大面積的 8 相鄰物件，導致後續以面積無法篩選出條碼目標。而高通濾波條碼定位法，選擇垂直梯度運算，故不易連結附近紋理較密集的區域。因此，採用面積即可篩選出條碼候選目標。第三章所提出型態運算條碼定位法簡稱方法一，第四章所提出的高通濾波條碼定位法簡稱方法二。

表 5.1 定位成功率的測試數據

技術名稱	測試公文文本數:200 張	
	定位成功	定位失敗
方法一	113(56.5)	87(43.5)
方法二	199(99.5)	1(0.5)

圖號	原始圖	方法一	方法二
1			
2			
3	<p style="text-align: center;">更正申請書</p> <p>本行因於 96 年營業期間更換負責人，但於 97 年 5 月 19 日申報 96 年結算申報時，未將前負責人之營業收入扣除，現今申請更正並請退還多徵之稅額。</p> <p>檢附 96 年度損益表、基本稅額申報表、資產負債表、營業成本明細表、製造費用明細表、分配盈餘表各一份，懇請貴府准予更正。</p> <p style="text-align: center;">此致 台北縣國稅局台北縣分局</p> <p>立申請書人：久暉機械工程有限公司 負責人：吳國偉 TEL:29949036 通訊地址：台北縣新莊市中興街 18 號</p> <p style="text-align: center;">中華民國 97 年 10 月 6 日</p>		

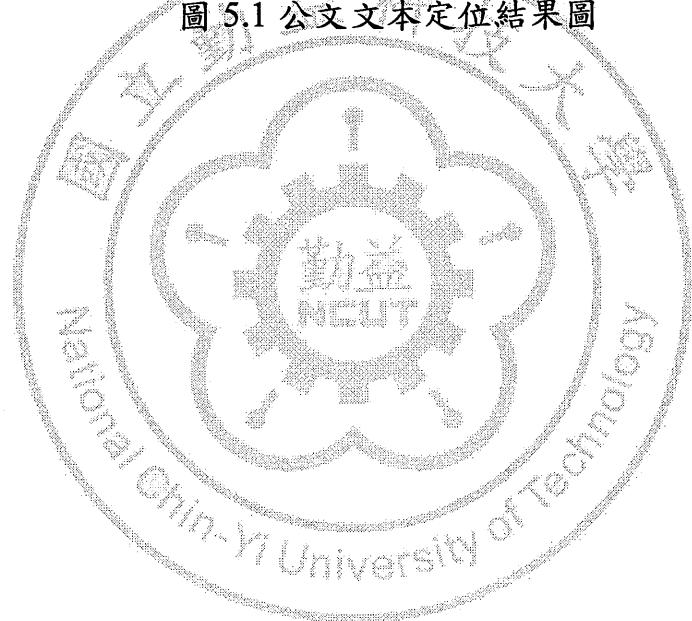


中華書局		5862
收存處：新亞大學圖書館九樓分館		
主 標：新亞1949年印行的中國之亂		
副 標：		
本卷為中文版初印行時一冊兩面均為右頁所列之某葉某 氏，其後本公司於1951年重印時改用左頁內容之葉某（1951），故此卷之正反面 版形及右頁內容完全相同。但民國時期紙張多有變質，現將右頁內容印於左頁 上，使一般讀者更易辨認並免予認真查考，更顯簡便。		
		
中文書名：新亞1949年印行的中國之亂 著者：葉某 版次：1951年 		
		
外文書名：The Chinese Incident 著者：Ye Shengtao 		
		
地點：中文系圖書室 日期：1984年1月2日 		
		
地點：外文系圖書室 日期：1984年1月2日 		
		

10

10			
----	--	--	--

圖 5.1 公文文本定位結果圖



## 第六章 結論與未來

本論文所述條碼定位與辨識系統將該碼定義為此掃描公文的代碼，應用在公文數位典藏，可代替人工建檔，以提升數位典藏之效能，並降低人工成本。

本論文所提出的型態運算條碼定位法，主要應用型態運算將條碼轉成 8 連通物件，提供後續形狀及紋理特徵之條碼辨識與解碼。此方法雖然有運算簡單的優點，但是成功率僅 56.5%。

本論文進而提出高通濾波條碼定位法。突破 Sobel 濾波器僅限於強化邊緣的功效。本論文認為，Sobel 濾波器僅在遮罩大小與邊緣的密度相當時，才具有強化邊緣的功效。反之，若遮罩大小與邊緣密度不相當時，反而會將影像轉換成 8 相鄰影像。尤其，條碼具有規則性的垂直邊緣，若選擇較大的垂直梯度遮罩之 Sobel 濾波器，可將條碼轉成 8 相鄰且均勻的物件。凸顯了條碼的特徵，有利於後續的形狀及紋理分析。實驗 200 份各式各樣的公文掃描影像顯示，可大幅提升辨識條碼的成功率至 99.5%。本論文所提出的高通濾波條碼定位法，除了運算簡單之外，其成功率高達 99.5%。

未來建議蒐集更多的公文掃描影像，提供本論文所提出的高通濾波條碼定位法分析，以檢驗此定位法在巨量公文掃描影像中，是否仍具有此成功率，以進一步奠定其實用價值。



## 參考文獻

- [1] Aliasgar Kutiyawala , Xiaojun Qi , and Jiandong Tian ; “A Simple and Efficient Approach to Barcode Localization”, IEEE/IET, Dec. 2009 ,pp. 1
- [2] Bohdan Demyda and Natalya Kustra,” Localization and searching of barcode objects”, IEEE/IET, Feb. 2009,pp.75
- [3] Safran, M.I . and Oktem, R.,” A Fast Hough Transform Approximation and Its Application for Barcode Localization”, IEEE/IET, June 2007,pp.1
- [4] Chunhui Zhang ,Jian Wang ,Shi Han ,Mo Yi and Zhengyou Zhang ,” AUTOMATIC REAL-TIME BARCODE LOCALIZATION IN COMPLEX SCENES”, IEEE/IET, Oct. 2006 ,pp.497
- [5] Li-Kuei Hsueh and Chiao-Min Lin,The Analysis and study of the Development Strategies of Electronic Records in Taiwan, Graduate Institute of Library ,Information and Archival Studies , winter 2006,pp.197-214
- [6] N. Otsu, “A Thresholding Selection Method from Gray LevelHistograms ” IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. 1979 , pp. 62-66,
- [7] C.H. Kim, S.M. Seong, J.A. Lee and L.S. Kim, “Winscale: An Image-Scaling Algorithm Using an Area Pixel Model,” IEEE Trans.

Circuits and Systems for Video Technology, vol. 13, June 2003,  
pp.549-553.

- [8] Yang Chen , Zhaoxuan Yang , Zhuofu Bai and Jiapeng Wu ,“Simultaneous Real-time Segmentation of Diversified Barcode Symbols in Complex Background1”, IEEE/IET, Nov. 2008 ,pp527
- [9] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods,“Digital Image Processing”,1993.

