

統一發票自動對獎系統

林宜賢、黃新賢、陳瑞錡

正修科技大學電子工程系

摘 要

本研究以統一發票對獎當做欲辨識的對象，以模式辨認(Pattern Recognition)為基礎發展出快速且準確率高的辨識系統。不採用類神經網路是因為其需要大量的樣本以作事前的學習才能達到有效的辨識率，而本文所使用之方法比之所需要的樣本數較少且辨識效率也可達所需求，再者發票上的號碼是阿拉伯數字且為鉛字印刷類型，並不需要使用到太過複雜的方法。

在發展過程中發現模式辨認的辨識效率雖好，卻無法克服圖像旋轉的問題，因此最後利用發票旋轉後之發票號碼的傾斜角求出旋轉之角度，再將圖片轉正後再透過模式辨認來辨識號碼，經過傾斜角度由 50° 到 -49° 等 100 張不同角度之圖片的測試與使用實際發票 200 張測試證實此方法確實可行。

關鍵字：光學字元辨識、模式辨認、統一發票



Automatic Prized System for Uniform Invoice

Yi-hsien Lin、Sin-San Huang、Ruey-Chi Chen

Department of Electronics Engineering, Cheng Shiu University

ABSTRACT

In order to develop a fast and high accuracy of the recognition system, we used the pattern recognition to identify the uniform invoice in this paper. The artificial neural network is not used in the paper, because a large number of samples must be learned in advance to achieve the effective recognition rate. The approaches, we propose, only need a few of samples and can meet the effective recognition rate. Furthermore, the invoice numbers of the font structure belong to printing type, there is no need to use the complicated method.

In the recognition process, we found that the pattern recognition has a good recognition effect, but can not overcome the problem of rotated image. Therefore, we proposed a new method to deal with above problem. First, the angle of the rotated invoice number image is calculated and turned back the rotated invoice number image by image processing techniques. Then, the template matching is performed to identify invoice numbers. Finally, we tested 100 rotated images from 50° to -49° and 200 real invoices. Experimental results show that the proposed method of the paper is feasible.

Keywords: Optical Character Recognition, Pattern Recognition, uniform invoice



一、前言

根據財政部的統計，自 97 年 9-10 月期將統一發票特獎中獎組數從 1 組增加為 3 組起，至 99 年 3-4 月期止，共開出 288 張特獎，已兌領統一發票特獎的發票張數有 198 張，也就是說，共創造 198 位百萬富翁；另外，在未兌領的 90 張特獎發票中，除了有 13 張是 98 年 11-12 月期統一發票，因尚未到兌獎期限（99 年 5 月 5 日）外，其餘有 77 張已逾領獎期限。雖在 288 張特獎中，創造了 198 名百萬富翁，但同樣也有總計 1.54 億元的獎金充公，等於有四分之一幸運兒和財神爺擦身而過。

統一發票的對獎過程是單調及乏味的工作，當發票數量並不多的時候，以人工的方式來處理還可以勝任；但若某些公司行號需處理大量的發票時，再以人工的方式來進行，非但執行的速度慢且人員可能因長時間重複一樣的行爲而導致精神與生理上的疲憊，進而發生對獎錯誤或遺漏的情形，如能使用一個快速且準確率高的對獎系統以取代人工對獎的方式，除了可提升執行速度外更可以避免對獎錯誤及遺漏的情形發生。

光學字元辨識(Optical Character Recognition, OCR)是屬於圖形辨識的一門學問，是一套完整的辨識系統中重要的一環，文字的影像對於電腦而言不過是一張張的圖像，而所謂的 OCR 技術就是利用電腦的運算能力，結合影像處理再加上適當的演算法，對文字的特徵做出有效的抽取及分類，使得電腦對所擷取的文字的影像得以順利且正確的完成辨識的工作。1993 年 Huttenlocher[1]等人，利用邊跡影像(Edge image)中的點做為特徵樣板，進行點對點之間的交互比較。透過邊跡檢測後所得之邊跡影像中的某些特徵點進行比對，因此只要部份的特徵點比對成功，便認定是物件所在，如此便可提高對缺陷的強健性能力同時具有十分高的抗雜訊能力。不過此方法依舊是利用原本的樣板所得的邊跡影像進行比對，因此仍無法克服旋轉不變性的問題。1992 年 Stein 與 Medioni [2]整合了前人的發展，提出了完整的層次性特徵索引技術。而 1999 年 Mayez [3]採用了鏈碼的特徵抽取技術以及層次性特徵索引技術，使得物件重疊或是缺陷問題不再影響辨認的結果，物件辨認的強健性在此獲得完滿的解決。但是結構圖形識別無法有效率地處理複雜物件的影像的缺點依舊存在。1999 年，莊志鴻[4]使用結合機率統計與圖樣比對的統計辨識法，WMMS(Weighted Mask Matching System)來做車牌字元的辨識，WMMS 主要分為訓練模式與辨識模式兩個部份。在訓練模式時，將參考圖樣每一點出現的機率以機率統計的方法計算，並藉此同時完成訓練與建立參考圖樣的動作；當參考圖樣建立完成後，使用圖樣比對的方式對待辨字元作辨識，而圖樣比對法所用的相似性量測則為待辨字元與參考圖樣間的條件機率。1999 年 Yi [5]等人為解決旋轉不變量比對過程複雜的問題，提出了線段轉換法。此方法不但克服旋轉不變量的問題同時也克服了樣板縮放的問題。這個方法雖成功的解決了影像中單一物件的辨認，然而，要一個圖像物件僅透過輪廓便清楚的描述，就必須擁有充足的點數才行，所以這類比對方法的計算量可說是相當龐大，而且當目標物件上的線段特徵因為與其他物件交錯或是雜訊干擾，而造成線段的破碎或是不完整，此時的線段將不能再成為特徵。同時為了要將線段抽取出來形成特徵，並計算出每一條線段的角度以轉換到參數座標軸上，在抽取這些特徵前處理將會耗費不少計算量，無論接下來的



比對過程如何有效率，這個方法在整體系統的比對效率上是非常地不成功。另外類神經網絡圖形比識別(Neural Network approach)[6, 7]也是常被提出的辨識的方法，但是類神經網絡圖形識別與統計圖形識別具有相同的特性，就是必須經過學習(learning)或稱訓練(training)的過程，並且爲了具有足夠對分類的強健性，在學習過程中必須要有夠多的範例樣本(sample template)。

1995 年，Rekeczky [8]以圓環形概念進行特徵萃取的學者，其採用的方法乃將物件置於多個同心圓環的中心，並累計物件在各同心圓上的像素值以作爲特徵，此方法的概念是利用同心圓上所累計的像素值並不會因爲物件的旋轉或移動而有所改變，而且由於所提取的特徵值僅爲同心圓上所有像素值的累加，不僅達到旋轉不變性的要求，也使得特徵的取得更加容易且降低了運算的複雜度，如此便不會爲克服旋轉不變性而使計算效率變差。然而爲使得能夠高效率的搜尋灰階影像中的物件，而使用了低解析度的同心圓，使得精確度降低，故此方法在需要高度精確定位及辨認的情況下並不適用。

此外，2009 年陳等人[9]將車牌字元辨識系統建構於 DSP 實驗板上，旨在驗證完全交由硬體系統來獨立完成之可能性。該系統不僅使用內容可定址記憶體來取代傳統記憶體，更採取所謂的樣式累加向量法來進行車牌字元辨識。透過模擬實驗，該系統不但可達到 99.56% 之辨識率，所需時間也比使用傳統記憶體的對照組還要短。這證明了車牌字元辨識系統在硬體化上的可行性。

由以上的回顧可知一套優良的字元辨識演算法必須具備即時辨認以及能夠克服物件旋轉不易辨識的問題。而樣板比對法與環形轉換原理分別在這二樣條件上有優異的表現。就即時辨認而言，樣板比對法具有流程簡單，不需要複雜的比對步驟等優點，因此在物件沒有旋轉的情況下樣板比對法較其他演算法更能達到即時辨認的要求。相反的，若在物件旋轉的情況下爲達到旋轉不變性與強健性，則必須使用複雜的步驟來克服物件旋轉的問題，但也會增加辨認的執行時間，因此本研究中利用發票號碼字元的特性，使用簡單的方程式與影像處理方法，在辨識前將旋轉的發票做角度的校正，如此一來，既可以克服物件旋轉的問題，同時也保留了樣板比對法即時辨認的優勢，因此提高了系統自動化執行的可行性。

本論文除簡介外，第二部分將描述本系統之硬體架構，第三部分會說明所使用的視覺檢測原理，第四部分將詳細描述本系統檢測流程，實驗結果與討論則在第五部分加以敘述，最後結論在第六部分說明。

二、辨識系統的硬體方塊圖說明

本研究目的在使用機械視覺開發一套發票自動對獎系統，利用機械視覺快速穩定等優點取代人工對獎所可能帶來的錯誤，並搭配一辨識設備以達到定位、取像、影像分析到最後號碼辨識都能在很短的時間內完成。本系統之硬體架構如圖 1 所示，分述如下：

1. 取像單元：使用 USB 介面 CMOS 攝影機，解析度爲 1280X1024。
2. 一部主電腦：主要負責影像處理運算和透過 USB 介面 I/O 控制卡控制光源的開與關。
3. 光源與打光系統：視覺系統光源與打光機構的設計，就是要讓「有用的清楚沒有用的部份



視而不見。」，是決定視覺系統是否能成功之相當重要的前處理步驟。一個好的前處理，遠勝過於使用繁瑣的影像處理法則，以致花費昂貴的硬體設備及冗長的處理時間。本系統使用高亮度紅色二極體的光源，並將其組合成環形光源。這類光源的最大好處是壽命長、低消耗功率、快的工作週期，譜線寬度窄，雜訊比能提高很多。打光方法分別採用正面照明法。正面照明法能夠獲得較清晰的表面特徵、紋理與形狀的影像，適用於檢測表面缺陷或文字辨識。

4. 光源控制器：主要是利用電腦透過 USB 介面 I/O 控制卡控制光源開與關。在取像前開啓環形光源，取完像關閉光源，如此可以延長光源壽命。
5. 置物平臺：爲了得到較好的取像效果，在置物平臺放置待測發票，以增加辨識時的穩定度及精確度。

三、視覺檢測原理

影像處理技術方面，主要是以模式辨認 (Pattern Recognition) 的技術爲基礎，模式辨認又稱爲樣板比對，其處理的方式是將待測物的特徵與記憶中物件模式的特徵做比較，即用式(1)做運算， r 值代表待測物與物件模式的相似程度，計算出來的 r 值會以百分比的方式表示， r 值越高表示待測物與物件模式越相似，當 r 值爲 100% 時，表示待測物與物件模式完全相似。若 r 值爲 0 時，則表示待測物與物件模式完全不相關。

$$r = \frac{N \sum IM - \sum I \sum M}{\sqrt{[N \sum I^2 - (\sum I)^2] [N \sum M^2 - (\sum M)^2]}} \quad (1)$$

其中 M ：表示記憶中物件模式的特徵

I ：待測物的特徵

式(1)則是經過了正規化相關(Normalized Correlation)係數的處理，因此求得待測物相似程度的運算便不會受到待測物的背景強光干擾的影響。

爲了克服模式辨認對旋轉角度變化的容忍度較差的缺點，本研究提出可以解決當待辨識統一發票有旋轉角度變化的問題，即利用 Blob 分析中對於傾斜的號碼所記錄的最低字元與最高字元的高低差，求出兩點之斜率再轉換成角度（如圖 2 所示），然後使用 cubic B-spline 內差方法[10]再將旋轉的發票影像校正回來（圖 3 所示）。但是若對整張影像進行校正幾何運算其計算速度會非常慢，固在此僅針對有字元的範圍作旋轉校正。

四、系統視覺辨識流程

一般機器視覺作檢測時，可分爲『視覺教導』與『視覺辨識』兩個流程。視覺教導目的是教導電腦記憶物體的特徵，以便在視覺辨識流程中作待測發票比對之依據，分敘如下：

I. 視覺教導流程



統一發票號碼必須先視覺教導流程規劃後，才可以進行自動對獎流程。視覺教導流程流程圖如圖4，說明如下：

1. 定義處理區：為使得系統在進行字元訓練時能夠有更好的品質，因此在這裡以人工的方式將發票號碼的位置定義出來，以減少系統計算的時間加快教導過程。
2. 計算並調整二值化閾值：本篇論文中使用動差守恆法[11]作為取得二值化閾值的方法並紀錄之。
3. 輸入訓練用發票號碼：此動作只要是為告知系統所記錄是樣本特徵是屬於哪個數字。
4. Blob 計算與分析、整體號碼分割、各數字分割與分類：本系統在訓練時，會將整體的號碼分割成是一個大的 Blob，而其他的數字則分割成 8 個小 Blob。如此作法是為了在實際辨識時，以大的 Blob 來做發票號碼的定位，而小的 Blob 則是要辨識待測發票的號碼用。
5. 抽取特徵參數並儲存：此步驟主要是將上一個動作所分割出來的 Blob 做各自的分類儲存。

II. 視覺辨識流程

利用教導訓練後的特徵參數，作為辨識時的依據，辨識流程圖如圖5，分述如下：

1. 輸入當期發票對獎號碼並讀取樣本特徵：輸入當期發票對獎號碼乃作為辨識結果出來後自動對獎所用，而讀取樣本特徵乃是將之前訓練時所儲存的資料讀出以作辨識所用。
2. 設定發票處理區：本系統配合置具平台將處理區固定定義在發票號碼在取像時會出現可能的範圍。
3. 二值化、計算 Blob 個數、調整二值化閾值：利用動差守恆法所取得並紀錄的二值化閾值對影像進行二值化。計算 Blob 個數，若 Blob 個數不等於 8 則自動調整二值化的閾值，並重新二值化。重複以上動作直到 Blob 個數等於 8，會利用 8 作為判斷值是因為統一號碼乃由 8 個數字所組成。因為統一發票的前兩位英文字母字型較小，線條也較細，油墨也較淡，所以透過這個流程配合本系統打光方式就可以剔除這兩位英文字母而保留發票 8 個數字。
4. 旋轉角度校正：模式辨認雖然具有簡單快速的優點，但是對旋轉角度變化的容忍度較差，因此，本研究利用 Blob 分析中對於傾斜的號碼所記錄的最低字元與最高字元的高低差，求出兩點之斜率再轉換成角度來克服這個缺點。
5. 字元定位與分割：在此便是利用訓練時所記錄的樣本來執行，本文比較不同的是所記錄的樣本並非二值化的影像，而是灰階的影像，在其他的論文中多以二值化的影像為主，原因是二值化的影像比灰階的影像，其像素值相對較穩定，不會因像素值的變化而造成誤判的情形。但本文因所採用之照明系統十分的穩定，因此並沒有此項顧慮。
6. 計算字元相似度百分比：本研究中先以整體樣本搜尋出發票號碼的位置，並依照字與字的間隔關係，定出每個數字大致的範圍後，再使用所記錄的樣本特徵做運算求出字元相似度百分比，以辨識出發票的數字。
7. 自動對獎並輸出結果：此動作乃是將辨識出來的數字與一開始所輸入的當期發票對獎號



碼，做自動對獎的動作其中獎結果將會在系統畫面。

五、實驗結果與討論

本研究開發完成之自動檢測系統在WindowsXP作業系統下使用C++ Builder 6.0軟體撰寫完成。本系統首先透過視覺教導流程建立發票字元樣本資料庫，圖6為透過視覺教導流程將發票字元分割後的結果。經過視覺教導取得發票特徵的訓練後，即可正式進行自動對獎的功能，圖7為本系統進行對獎時的結果畫面。本系統需要注意的是所用來訓練的發票，其所有發票的號碼統計必須包含0到9的數字，如此訓練的樣本特徵才會完整。本系統共選用10張發票完成建立發票字元樣本資料庫。

為了證明本研究所提出的方法對統一發票旋轉角度容忍性有明顯的改善且可提高辨識率，所以將一張發票先做50°到-49°等不同角度的旋轉，利用所提出的方法作角度的校正，結果如表1所示，結果發現有角度校正的效果非常良好。此外，本系統實際測試200張發票，對沒有進行角度校正的辨識率與有進行角度校正的辨識率做比較，其結果顯示表2。由結果顯示本研究提出改善發票旋轉問題的角度校正方法，明顯地大大提高辨識率，辨識失敗主要原因是有些發票商家的印章蓋得太過於靠近發票上的號碼而造成系統誤判，儘管如此，本系統仍然適用於絕大多數的發票。

表 1、發票旋轉之辨識率比較

旋轉角度	總張數	有角度校正之辨識率	無角度校正之辨識率	辨識時間 (秒)
50° ~ -49°	100	98/100 (98%)	8/100 (8%)	0.8

表 2、發票之辨識率比較

發票張數	有角度校正之辨識率	無角度校正之辨識率
200 張	195/200 (97.5%)	146/200 (73%)

六、結論

本研究運用機械視覺模式辨認技術作為辨識系統的核心，同時提出統一發票有旋轉角度的校正方法，解決模式辨認對旋轉圖案的底容忍性的缺點，不只保留了模式辨認簡單快速的特點，更解決了需要繁雜運算或特徵取樣繁複才能克服的旋轉問題。在硬體機構上搭配良好的取像設備、光源控制模組及光源正面打光方式下，使得系統具有更高度的穩定性以及更準確的辨識率。從發票取像、字元定位、分析、辨識字元到對獎結果輸出，整個過程都能即時辨識完成，所以本研究開發完成之『統一發票自動對獎系統系統』不只提供一個簡單易操作的機器視覺對獎系統之外，且經過多組發票的測試下，結果顯示本研究開發完成之系統可達到高準確度及有效率之辨識，可以有效解決統一發票人工對獎之缺點。



誌謝

- 感謝楊瑞祥同學於研究期間協助系統的程式撰寫與測試。

參考文獻

1. Huttenlocher, D. P., Klanderman, G. A., and Rucklidge, W. J., "Comparing images using the Hausdorff distance," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, no. 9, pp.850-863, 1993.
2. Stein, F. and Medioni, G., "Structural indeing : efficient 2-D object recognition," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.14, no.12, pp.1198-1204, 1992.
3. Mayez, A. M., "An efficient indexing scheme for image storage and recognition," IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.46, no.2, pp.429 - 439, 1999.
4. 莊志鴻, "以 WMMS 法做車牌字元辨識",國立交通大學電機語控制工程學系碩士論文, June 1999。
5. Yi, X. and Camps, Octavia I., "Line-based recognition using a multi-dimensional Hausdorff distance," IEEE. Trans. On Pattern Analysis And Machine Intelligence, vol.21, no.9, pp.901-916, 1999.
6. Jain, A. K., Mao, J., and Mohiuddin, K. M. , "Artificial neural networks: A tutorial," Computer, pp31-44, 1996.
7. Haykin, S., "Neural Networks: A Comprehensive Foundation," Prentice-Hall, New Jersey, 1999.
8. Rekeczky, C., Ushida, A., and Roska, T, "Rotation Invariant Detection of Moving and Standing Objects Using Analogic Neural Network Algorithms Based on Ring," IEICE Trans. on Fundamentals, Vol. E78-A, No. 10, pp 1316 ó 1329, 1995.
9. 陳永平、張仲賢, "以 CAM 為基礎之樣式累加向量法在車牌字元辨識系統之應用," 國立交通大學電機與控制工程系所碩士論文, June 2009。
10. Unser, M., Aldroubi, A., and Eden, M., "B-Spline Signal Processing: Part 1-Theory," IEEE Trans. Signal Processing, 41, 821-833, 1993.
11. Tsai, W. H., "Moment-Preserving thresholding : a new approach," Computer Vision,Graphics and Image Processing, 29, pp.377-393, 1985.



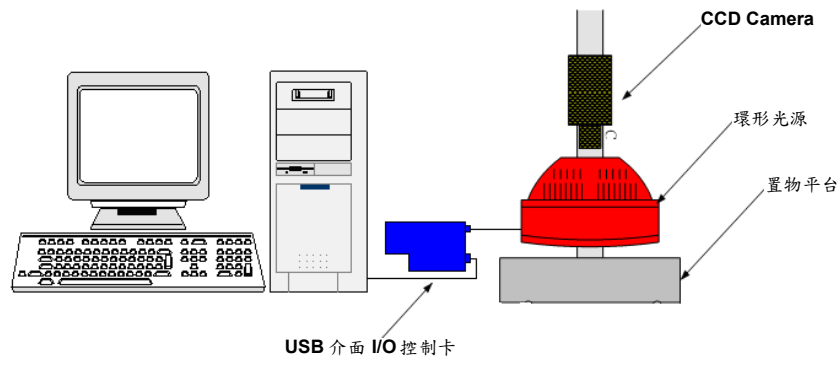


圖 1、系統之硬體架構圖

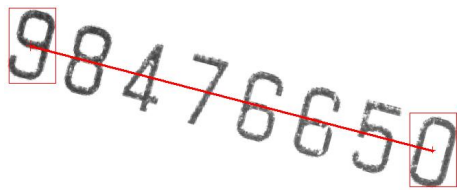


圖 2、系統解決發票旋轉方法示意圖



圖 3、校正後影像圖



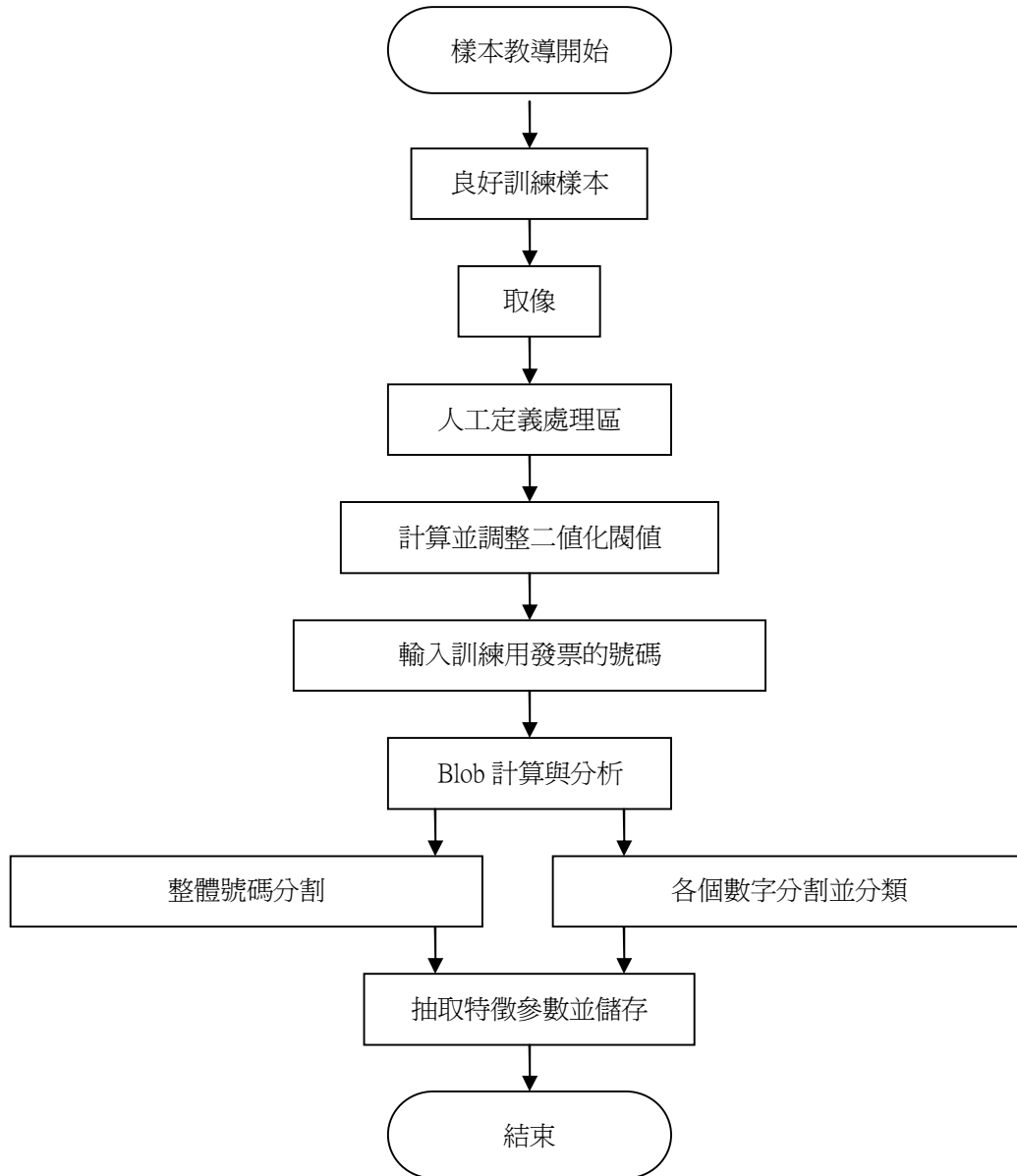


圖 4、視覺教導流程圖



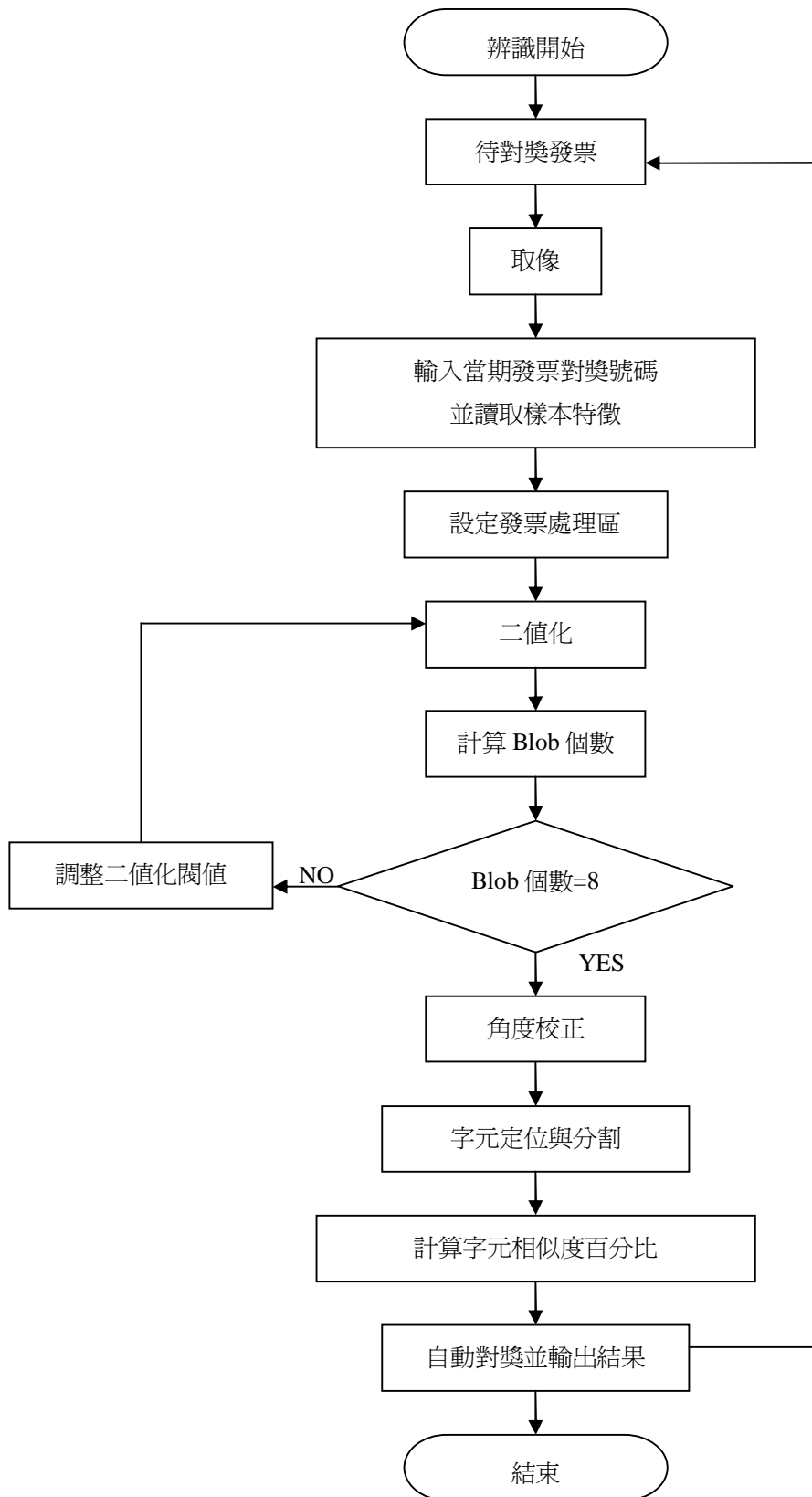


圖 5、視覺辨識流程圖



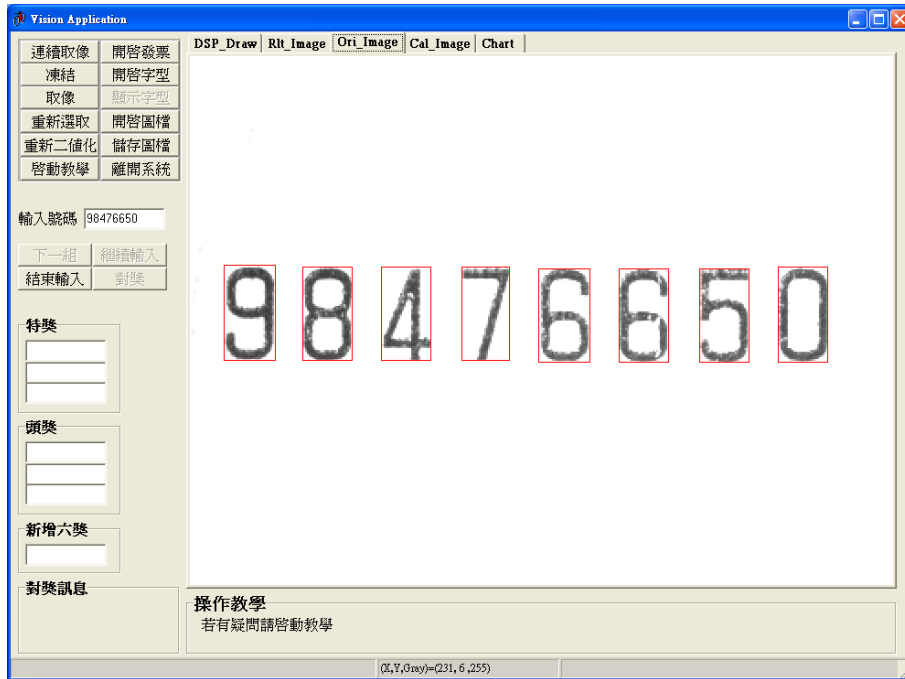


圖 6、透過視覺教導流程將發票字元分割後的結果



對獎結果

圖 7、對獎結果畫面

