

應用於車牌之傾斜修正方法

吳靖純¹ 林展霈² 危永中¹ 蔡吉昌^{1*}

¹義守大學資訊管理系

²陸軍軍官學校電機系

摘要

許多的文字與圖片的識別過程為了能提高辨識的正確性，大部分都會進行文字與圖片的傾斜修正，因為在實際的生活應用中，所取得的文字與圖片的過程可能因為人為操作的不完美或其他意外等因素而造成文字與圖片的傾斜，這個傾斜問題在文字與圖片的識別過程中若沒有修正過來，將會影響辨識的正確性。

辨識文字與圖片傾斜角度的方法已有許多的方法已被提出來，例如主成分分析法、線性回歸法等。然真正有效地預估傾斜角度之關鍵是在於從文字與圖片中所蒐集的資料，若資料蒐集的正確，則將資料應用於哪種估測方法(如主成分分析法、曲線配適法等)都可得到精確的文字與圖片傾斜角度。

本論文將提出一個應用於車牌傾斜修正方法，此方法由於是利用車牌的定位過程之資料來計算車牌傾斜角度，無須額外蒐集其他的資料，所以不會增加太多額外的計算時間，實驗結果顯示，本方法所蒐集之資料應用於曲線配適法可有效地估測車牌之傾斜角度。

關鍵詞：傾斜修正，主成分分析法，曲線配適法。

*通訊作者：蔡吉昌

1. 前言

識別 (Recognition) 技術在人工智慧 (Artificial Intelligence) 的領域裡站著很重要的地位，許多的應用都靠識別在處理，例如自駕車就大量應用識別的技術去區分道路上的各種物件與狀況，又如無人停車場的管理，亦可用車牌的識別來記錄車輛的進出。然而在識別的技術中引用了許多的其他的相關技術才能完成識別物件的目的，其中偵測物件的傾斜 (Skew) 就是常被用到的技術。

車牌的識別目前已大量應用於贓車自動車牌辨識、停車場自動收費、大樓門禁系統等。車牌的識別主要包含2大部分：車牌的定位與車牌字符的辨識。基本上拍攝車牌的攝影機放置位置及汽車的車牌位置能固定好的話，被拍攝的車牌必定是端正的，然而在現實的生活中並非每一個攝影機或汽車車牌都是處在良好的固定位置，有時因為時間久遠有鬆動的問題或風力等外界因素造成傾斜而使得被拍攝的車牌也發生傾斜的問題。傾斜的車牌在辨識的過程中會造成字符切割的困難，當然在後續的字符辨識錯誤的機率就大增。

傾斜的偵測與修正方法已有許多的論文被提出 [1-6]，例如：投影輪廓法 (Projection Profile) [1]，傅里葉變換法 (Fourier Transform) [2]，霍夫變換法 (Hough Transform) [3]，最近鄰連通法 (Nearest Neighbour) [4]，主成分分析法 (Principal Component Analysis) [5]，線性回歸分析法 (Linear Regression) [6] 等。在

影像沒有汙染 (雜訊) 且帶入演算法的資料具有傾斜代表性的條件下，基本上每一種傾斜偵測方法都能有效的偵測出影像中的物件傾斜角度，這些方法的優劣點如 [7] 所述如下：

霍夫變換法相較於其他的方法有較高的精確性且有抗雜訊干擾的特性但計算量大。投影輪廓法求解直接但效果不佳。最近鄰連通法可用於檢測包含不同類型的字體大小腳本和佈局的傾斜但精確度不夠好。傅里葉變換法可以在不知道本文細節下識別傾斜角度但對大影像的處理需要較多的時間及無法應用於高角度的傾斜。

本論文主要是使用線性回歸分析法或曲線配適法 (Curve Fitting) 來估測車牌的傾斜角度。曲線配適法估測傾斜的角度需要的計算量較低，只要帶入的資料具有傾斜的代表性，就能精確的期預估傾斜角度。

2. 研究方法

本論文主要探討如何估測車牌的傾斜角度並將其修正回來，為了減輕計算量，估測車牌的傾斜所需的資料將取自於車牌定位過程中的資料，如此就不必再額外的找尋估測用的資料，節省計算的時間。為了完整的敘述本方法，本節將分3小節敘述：車牌定位、曲線配適法及傾斜修正演算法

2.1 車牌定位 [8]

車牌定位過程中會經過下列程序的處理：彩色影像轉換成灰階影像 (如圖1及圖2所示)、影像對比增強 (如圖3所示)、影像

二值化(如圖4所示)、雜訊的去除(如圖5所示)、車牌字符定位(如圖6所示)等。其中在雜訊的去除與車牌字符定位的過程中又會使用到8連通的處理，其目的是找出影像中黑色區域的地方，然後針對車牌字符的特性，如字符的大小、形狀及集中性等特質去刪除不可能的字符的區域，並定位出字符所在的位置。



圖1.彩色影像



圖2.灰階影像



圖3.對比增強後的灰階影像



圖4.二值化影像



圖5. 不可能的黑色區域之影像

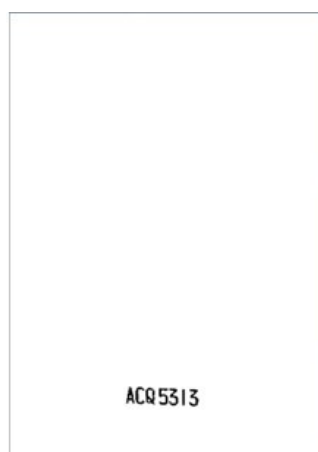


圖6. 車牌字符定位

當車牌的字符定位出來後，即意味車牌的位置被定為出來。在正常的情況下，

也就是攝影機定位正確及汽車車牌亦定位正確下，取得的車牌是一個沒有傾斜得車牌，此時就可進行車牌的識別。然而在某些因素下有可能取得傾斜的車牌，例如攝影機因外力(颱風)造成傾斜等，此時為了能順利進行車牌的識別中的字符切割，就需要事先做傾斜修正。

2.2 曲線配適

本論文將利用直線曲線配適方法來修正車牌的傾斜，直線曲線配適是以一條直線來近似平面中所有的座標點，如圖7[9]，座標點的選擇好壞決定了傾斜估測準確與否。本論文的座標點是取自車牌數個字符的上端頂點，因為現實理想的車牌字符的頂點是平齊的。為了達到即時的處理，本方法所選取的”點”並不需要再額外的計算獲得，因為在車牌定位過程中[8]就會以8連通方法尋找車牌字符中的所有點，此時只要將數個字符的頂點取出，並帶入直線曲線配適的公式中就可算出配適的直線，再利用此直線與水平的夾角即可算出車牌傾斜的角度。

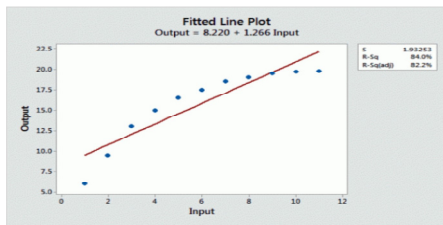


圖7.直線曲線配適[9]

直線曲線配適的公式[10]介紹如下：

假設以直線方程式

$$y = a + bx \quad (1)$$

配適(Fitting)下列點

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$$

將點帶入直線方程式中，得到下列式子

$$y_1 = a + bx_1$$

$$y_2 = a + bx_2$$

⋮

$$y_n = a + bx_n$$

以矩陣表示如下，

$$\begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

設

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, M = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix}, v = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

式子(2)可簡寫為

$$Mv = y$$

若這些點非共線(Collinear)，則問題就是要求出

$$v = v^* = \begin{bmatrix} a^* \\ b^* \end{bmatrix}$$

使得

$$\|y - Mv\|$$

最小化。

從[10]得知，利用方程式(3)可計算出 a^* 及 b^*

$$v^* = (M^T M)^{-1} M^T y \quad (3)$$

因此

$$y = y^* = a^* + b^* x \quad (4)$$

為配適點的直線方程式。

2.3 傾斜修正演算法

假設車牌各字符的區域在車牌的定位過程中已取得，圖8是本論文所提出的傾斜修正方法。

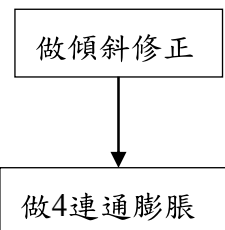
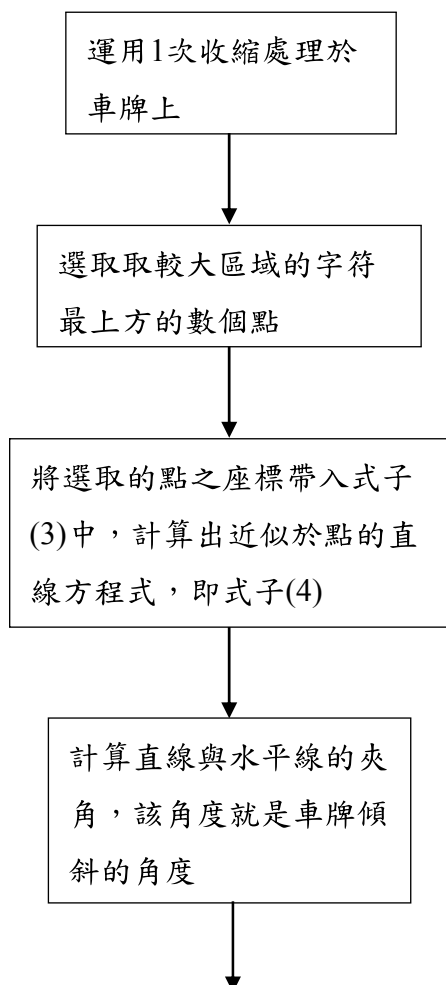


圖8.傾斜修正演算法

在演算法中，第1步所做的收縮處理其目的是要消除車牌字符上的污染(雜訊)，並使在車牌上的其他污染在此收縮運作上能斷開並縮小，以免將污染判斷為字符。最後步驟的4連通膨脹處理主要目的是恢復字符的原來的寬度，因為在現實生活中的車牌是不可能不受到污染的，而此污染是隨機分布在車牌的任何位置，有可能會使字符增大或斷開，因此在修正完傾斜修正後，使其恢復原字符寬度(但已無法恢復原面貌，因為1步驟的收縮處理是屬於不可復原的處理)以利後續的其他處理。

3. 實驗結果

為了驗證本論文提出的傾斜修正方法的有效性，實驗得車牌取自實體的車牌，因此車牌的本身與字符已有污染在其上。實驗並假設車牌定位以處理完，故只對車牌本體作處理。實驗中分別先對車牌做不同方向及大小角度的傾斜，來檢驗本論所提出的傾斜修正之有效性。

圖9是小角度向右傾的車牌，圖10是將車牌二值化的影像，圖11是收縮處理後的影像，圖12是選取數個字符上邊緣的數個點之影像，圖13是經旋轉並膨脹處理的

影像。



圖9.小角度向右傾的車牌



圖10.車牌二值化的影像



圖11.收縮處理的影像



圖12.選取數個字符上邊緣的數個點的影像



圖13.經旋轉並膨脹處理的影像

圖14是小角度向左傾的車牌，圖15由左至右，由上至下依序是將車牌二值化、

收縮處理、選取數個字符上邊緣的數個點及經旋轉並膨脹處理之影像。



圖14.小角度向左傾的車牌



圖15.車牌傾斜修正過程

圖16是大角度向右傾的車牌，圖17由左至右，由上至下依序是將車牌二值化、收縮處理、選取數個字符上邊緣的數個點及經旋轉並膨脹處理之影像。



圖16大角度向右傾的車牌





圖17.車牌傾斜修正過程

圖18是大角度向左傾的車牌，圖19由左至右，由上至下依序是將車牌二值化、收縮處理、選取數個字符上邊緣的數個點及經旋轉並膨脹處理之影像。



圖18大角度向左傾的車牌

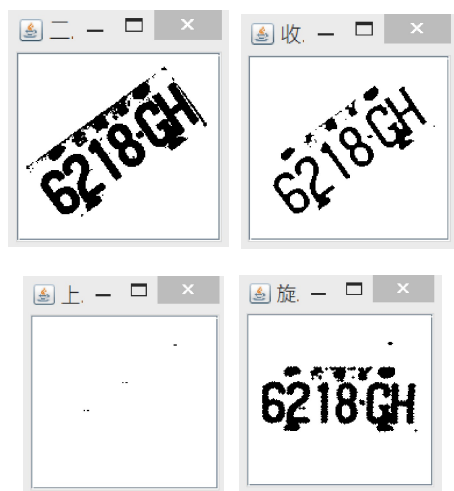


圖19.車牌傾斜修正過程

從實驗結果可以得知，本論文所提之傾斜修正方法確實能將有大小角度及不同傾斜方向的車牌修正回來。

4. 結語

車牌的傾斜在車牌的識別中是一個很重要的問題，因為傾斜的車牌在字符的分割上會造成很難處理的狀況，使得字符識別錯的誤發生機率大增。

本論文所提之傾斜修正方法，運用收縮處理減少雜訊干擾，並選擇車牌數個字符上方的點帶入直線配適方程式，確實能估測出車牌傾斜的角度，而有效地將傾斜修正回來。

參考文獻

- [1]Hull, J., "Document image skew detection: Survey and annotated bibliography", Document Analysis Systems II. World Scientific Pub. Co. Inc. pp. 40 – 64(1998)。
- [2]W. Pstl., "Detection of Linear Oblique Structure and Skew Scan in Digitized Documents", *In Proc. 8th Int'l Conf. on Pattern Recognition*, Pairs, France, Oct.27-31, pp. 687-689(1986)。
- [3]D. Kumar et. al., "Modification Approach of Hough Transform for Skew Detection and Correction in Documented images", *International Journal of Research in Computer Science*, Vol.2. (2012)。
- [4]O' Gorman L, "The document spectrum for structural page layout analysis, IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., Vol. 15, pp. 1162-1173(1993)。
- [5]Basavanna M, S. S. Gornale, " Skew Detection and Skew Correction in scanned Document Image using Principal Component Analysis", *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Vol. 6(2015)
- [6]Shivakumara P., et. al., "A novel technique for estimation of skew in binary text document images based on linear regression analysis", *Sadhana* Vol. 30, pp. 69–85(2005)。
- [7]Deepak, K. and Dalwinder, S. "A Review of Scanned Document Skew Detection and Correction Techniques", *IJCST* Vol. 3, Issue 2(2012)。
- [8] 吳靖純、林展霈等， "自動化車牌識別之研究"，黃埔學報，頁7-16(2018)。
- [9]<https://statisticsbyjim.com/regression/curve-fitting-linear-nonlinear-regression/> (2019)。
- [10]Howard, A. and Chris, R., *Elementary Linear Algebra*, 9th ed., Wiley, pp.468-471 (2005)。

Skew Correction Method Applied to License Plate

Chin C. Wu¹ Zhan P. Lin² Yung C. Wei¹ Jyi C. Tsai¹

¹ Department of Information Management, I-Shou University, Taiwan

² Department of Electrical Engineering, Chinese Military Academy, Taiwan

ABSTRACT

In order to improve the correctness of recognition, most of recognition process of the text and image will perform skew correction of text and images, because in actual applications, the imperfect operations or other unpredictable factors of obtaining text and images can cause the skew of the text and images. If the skew problem is not corrected during the recognition process of the text and the images, it will affect the correctness of the recognition.

There have been many methods for recognizing the skew angle of text and images, such as principal component analysis, linear regression, and so on. However, the key to truly and effectively predicting the skew angle is the data collected from the text and the image. If the data is collected correctly, the estimation method (such as principal component analysis, linear regression, etc.) applied to the data can get accurate skew angle of text and image.

This paper will propose a method for the skew correction of license plate. This method uses the data of the positioning process of license plate to calculate the skew angle of the license plate. It does not need to collect extra data, so it does not add too much processing time. The results show that the data collected by the method proposed and applied to the technique of curve fitting can effectively estimate the skew angle of the license plate.

Keywords: skew correction, principal component analysis, curve fitting

