

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030810

數位流量監控系統

學校名稱：臺北市立龍山國民中學

作者： 國二 林孝承	指導老師： 洪瑞甫
-------------------	------------------

關鍵詞：車流量、數位監控

摘要

本實驗包含兩個部分，一是利用攝影機拍攝圖片，從圖片中物體的長度去判斷實際物體的長度，二是利用一的結果，運用在交通流量上，將攝影機中連續圖片的差異來判斷是否有汽機車通過，進而計算車流量。

壹、研究動機

在 Discovery 上看見學者要進行動物身長大小測量時，需要使用麻醉槍將動物麻醉，但是需要很多的人力和設備，有一次看見他們使用雷射搭配照相機來進行測量，這很特別也很神奇，因此我們決定進行研究背後的原理。學過八年級上學期自然與生活科技的照相機成像原理後，我們認為攝影機的成像與被拍攝物之間是相似三角形，所以照片中的大小應該和實際物體大小有比例上的關係，我想先經過實驗來證實這件事。接著我想利用上面的結果，廣泛運用在生活中。我們發現街上有許多的攝影機，但是通常都只是拿來查看交通狀況而已，我們認為攝影機應該還可以用來進行從圖片上辨識物體，進行流量監控。

作品與教材相關性：

照相機成像---八年級自然與生活科技—凸透鏡成像

圖片中的點顏色---八年級自然與生活科技—光的三原色

圖片中兩點的距離-----七年級數學第一章---線段上兩點距離

照相機成像與被拍攝物之間是相似三角形—九年級上學期數學第一章:相似三角形

照片中的大小與實際物體的大小成比例—七年級下學期第三章:比例式

貳、研究目的：

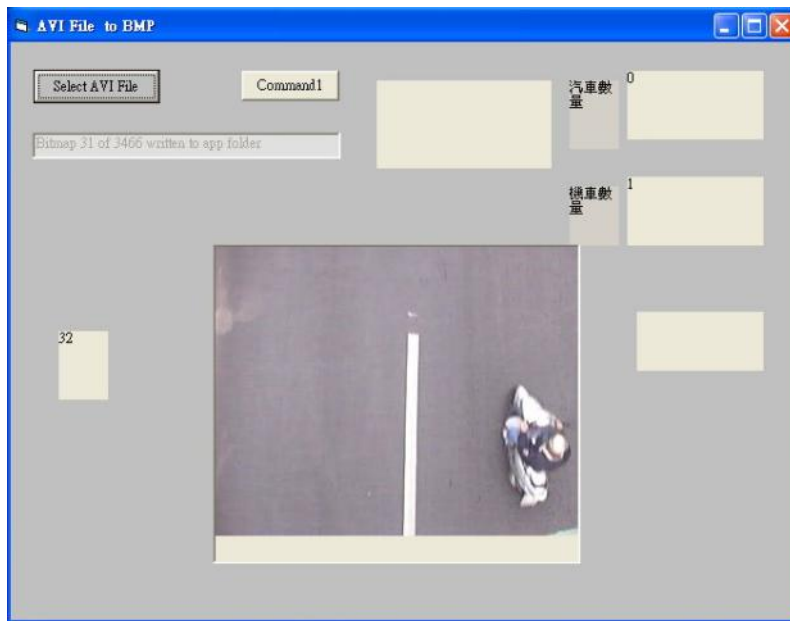
一、找出圖檔中物體長度與真實物體長度的比例。

研究困難程度分析:因要看出物體長度與真實物體長度的比例關係。所以，有兩個變因可以控制，一個是物體至攝影機的距離。另一個是物體的實際大小。先找一個電腦攝影機來實際進行實驗。



二、實作一個可進行流量控管的程式。

研究困難程度分析:要讀出 avi 影像檔內的影格蠻困難的，我們想先將 avi 檔的影格先轉成 bmp 圖檔。用 bmp 圖檔來進行分析比較容易。等 bmp 圖檔處理沒問題，再去網路上求助有關 avi 影像檔內的影格如何讀取及如何直接從視訊攝影機直接抓出圖檔



參、研究設備及器材：

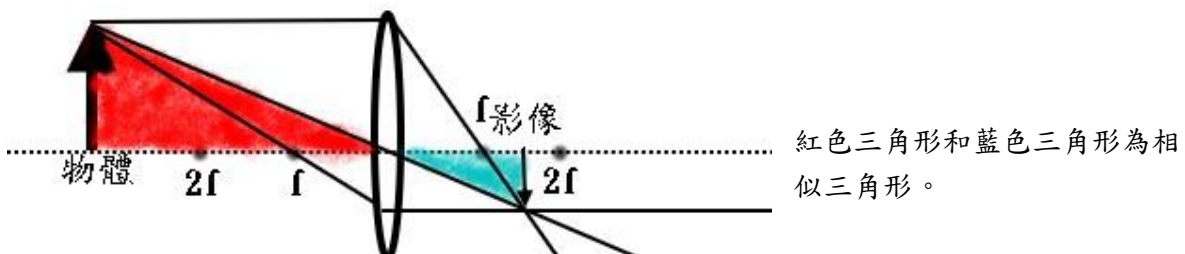
- 一、電腦
- 二、視訊攝影機

肆、研究過程或方法：

因為本研究有兩個目的，分別描述如下：

- 一、找出圖檔中物體長度與真實物體長度之間是否成比例

我們認為因為攝影機的成像與物體實際大小會呈現出相似三角形的關係，應該會成比例。為了證實理論是正確的，本研究使用視訊攝影機由上往下朝直尺拍攝，設計了兩個實驗。



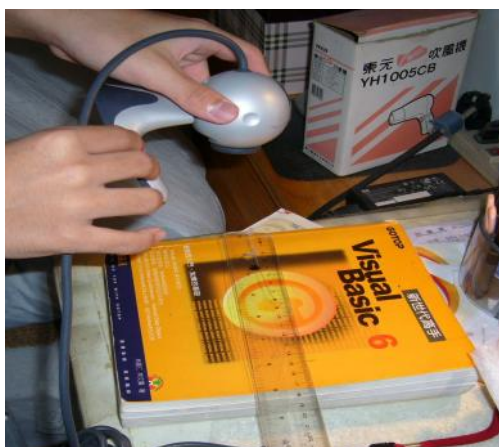
(一)、固定攝影機和直

尺距離，改變測量照片中直尺的長度，觀察實際長度和在照片中的尺寸：

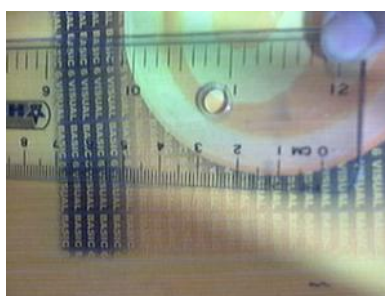
目的：證實距離固定時，在照片中的直尺長度與真實長度是否有成比例。

- (二)、固定照片中直尺長度，改變攝影機和直尺距離，觀察攝影機和直尺的距離會不會影響一個物體在照片中的尺寸：

目的：證實物體長度固定時，攝影機和物體距離跟照片中的尺寸是否有成比例。



固定高度，由上往下拍攝



用直尺來假設物體長度 1、2、3 公分

接著我製作判斷圖檔上兩點距離的程式，只要在圖檔上用滑鼠點起始點跟結束點，就會計算這兩點的距離，並顯示出起始點的座標與結束點的座標，以便確認是否有誤。由這些實驗數據，再去下結論。

Form1

檔案位置

h:\my file\1.jpg

讀入

計算

清空

x	3900	x	3360	結果	540
y	1935	y	1935		

使用自己寫的計算圖片中兩點距離的程式

二、數位流量監控程式

我們決定繼續將我們所知的應用在生活上，因此我們打算進行流量監控。和第一個實驗最大的不同點在於，第一個實驗主要處理的都是單張圖片，但是影片是很多很多張影格所組成的。為了簡化問題，本研究計畫將影格抓出來轉成圖片進行處理。圖片中以 BMP 檔案格式是最簡單的，所以本研究首先必須先了解 BMP 的圖檔格式，以便對圖檔進行操作。接著本研究必須可以從圖片上判斷出物體的存在及數量，最後實際做出一個流量監控程式進行測試。詳細過程，分列如下：

(一)研究 BMP 圖檔格式

本研究主要是藉由上網尋找 bmp 圖檔的資料，本研究參考過

1. 瘋小貓的華麗冒險(<http://crazycat1130.pixnet.net/blog/post/1345538>)
2. BMP(BMP 檔案格式)(<http://andrew.csie.ncyu.edu.tw/DOC2/BMP.doc>)

3. 維基百科(<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=BMP&variant=zh-tw>)

最後我們認為維基百科中的是最完整的資料。

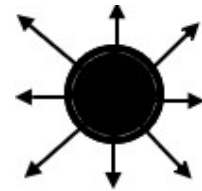
(二)判斷圖片中是否有物體

判斷圖檔中是否有物體?本研究將有物體的照片跟沒物體的照片做比較,很明顯可以發現兩張的照片的顏色幾乎是一樣的,只有在有物體的地方顏色是不同的。所以我們先將一張沒有物體的圖定為背景圖,將背景圖中所有點的 RGB 值存入程式中,當有物體的圖其 RGB 值與原圖(背景圖)不相同的點時,就代表有物體在圖片中。本研究使用從網路上找到 AviToBmp 的軟體將 avi 檔轉成 bmp 檔,一張沒有車的背景圖,一張是有車的圖。本研究將兩張圖的 RGB 相減,並取其絕對值,得到兩點顏色差距,本研究嘗試將當顏色差距大到一定程度時,就將這點設為白色,看相減出來的圖中是否會有物體的影像,另外本研究還測試顏色差距大於 10、25、30、60 及設置紅綠藍三種顏色的差距進行 And 和 Or 的運算。只要這個點和背景色差距很大,本研究就說它是物體的點。

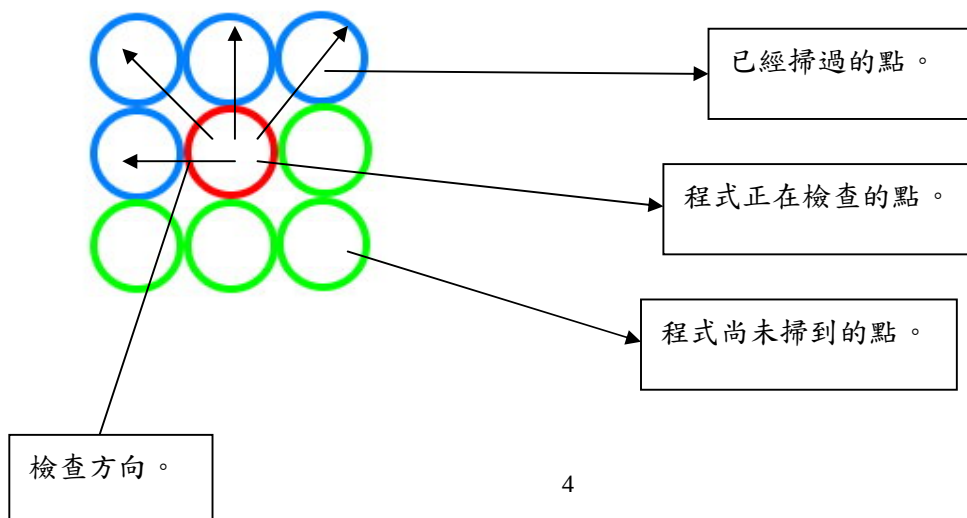
(三)判斷圖檔中有多少個連在一起物體

因為圖片中可能會有同時出現多部車的狀況,所以為了可以分辨有幾部車,我們觀察相減後的圖發現同一輛車的點都相連在一起,所以本研究要判斷有多少個相連的物體。首先本研究先定義什麼是相連的點。

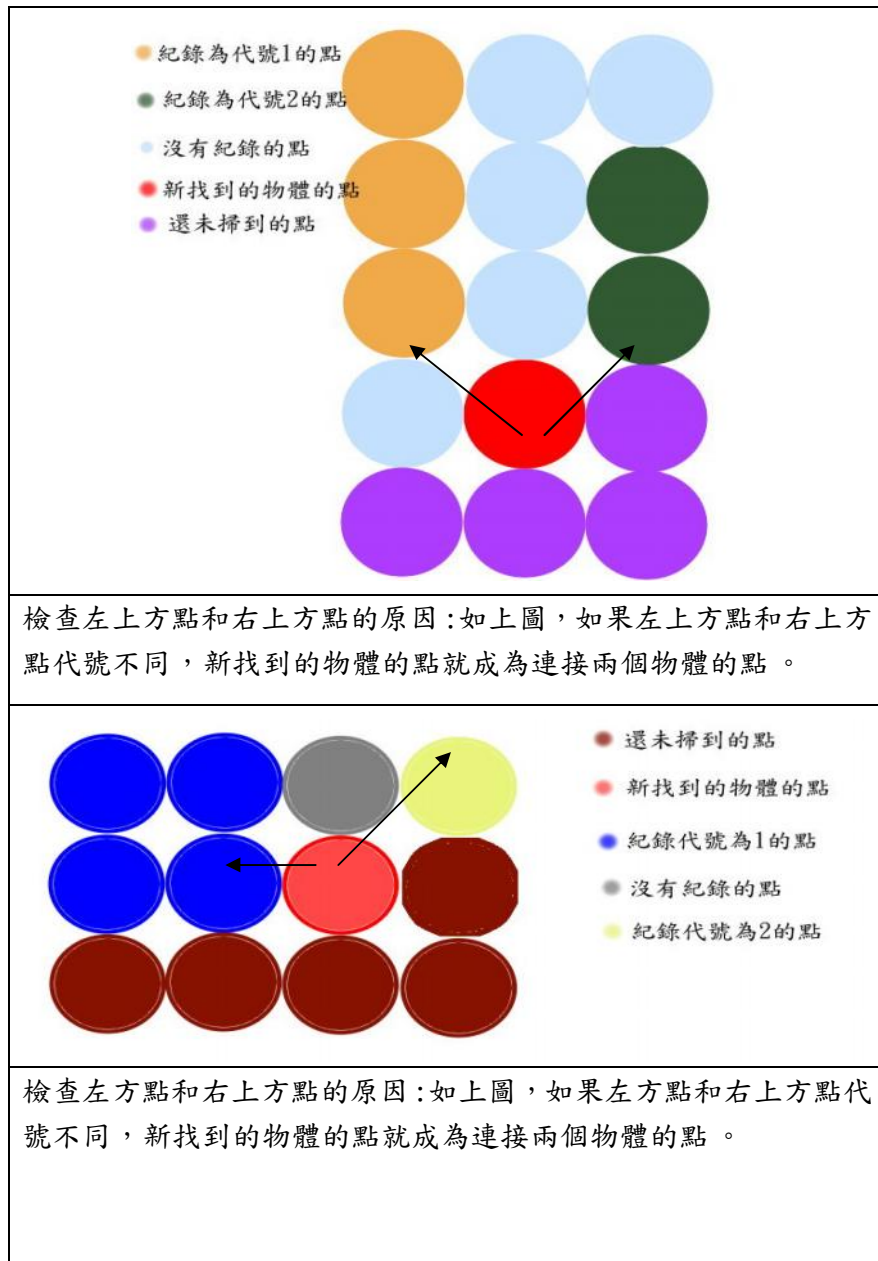
相連的點就是:只要有一個物體的點其四面八方也有物體的點,本研究就認定為是相連的點。



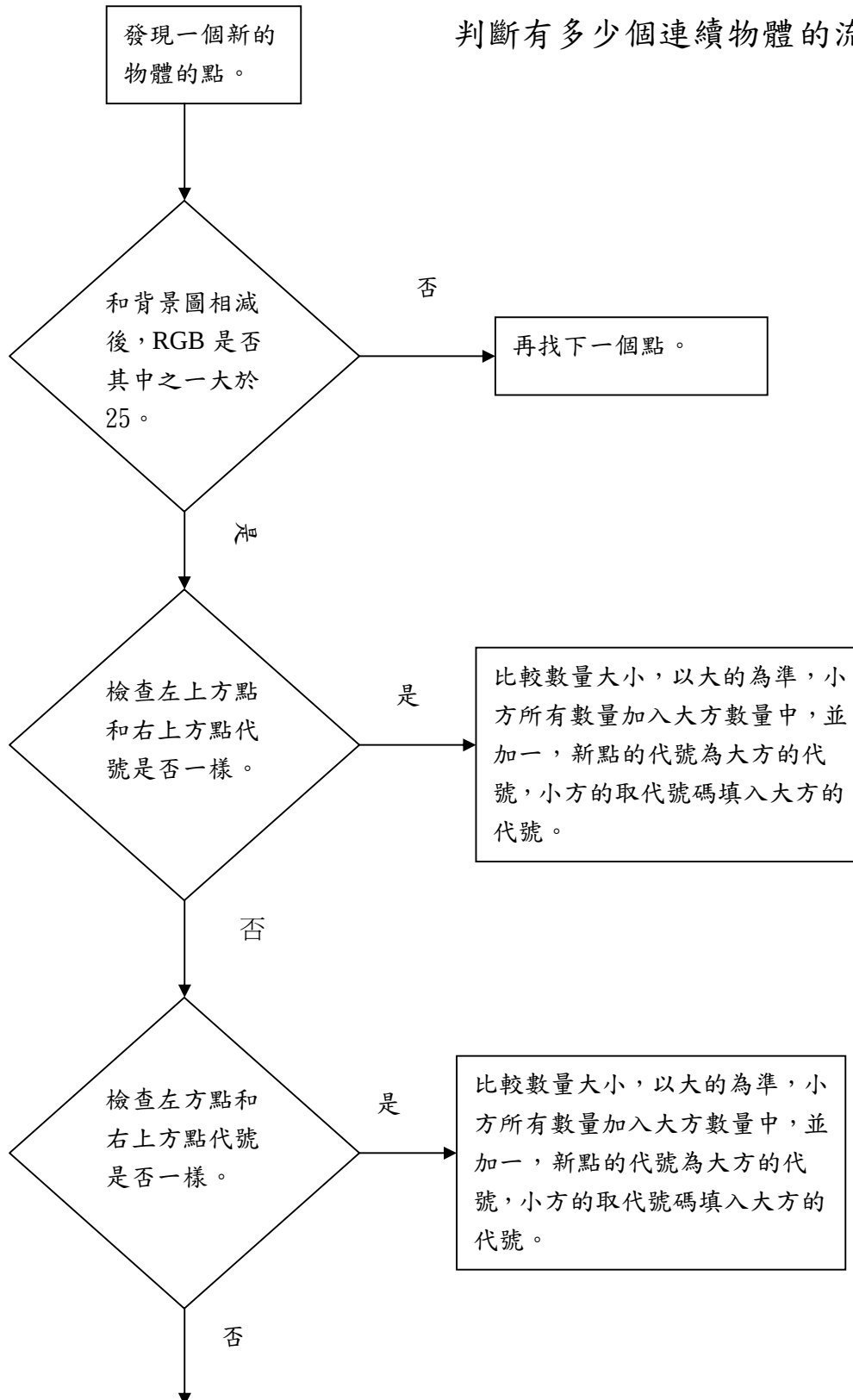
為了要讓程式可以判斷這是一個或多個物體,我們檢查一張照片中有多部汽機車,發現人的眼睛可以一眼看出是否是一個連續的物體,但電腦不行。電腦必須一一列的讀圖檔資料,由其中去找規則才可判斷是否連續。本研究使用方法是如果找到一個物體的點,本研究就從它的左方、左上方、上方、右上方的點來判斷,其他地方因為還沒讀到所以沒辦法檢查,除了檢查這四個方向外,還要檢查左上方和右上方的點是否一樣,及左方和右上方的點是否一樣,因為如果不一樣的話,象徵著加上這個物體的點之後左方和右方的兩個物體要變成同一個物體,新發現的物體的點就是連接這兩個物體的關鍵,其他種可能因為兩點都相連因此不會有不相連的狀況。

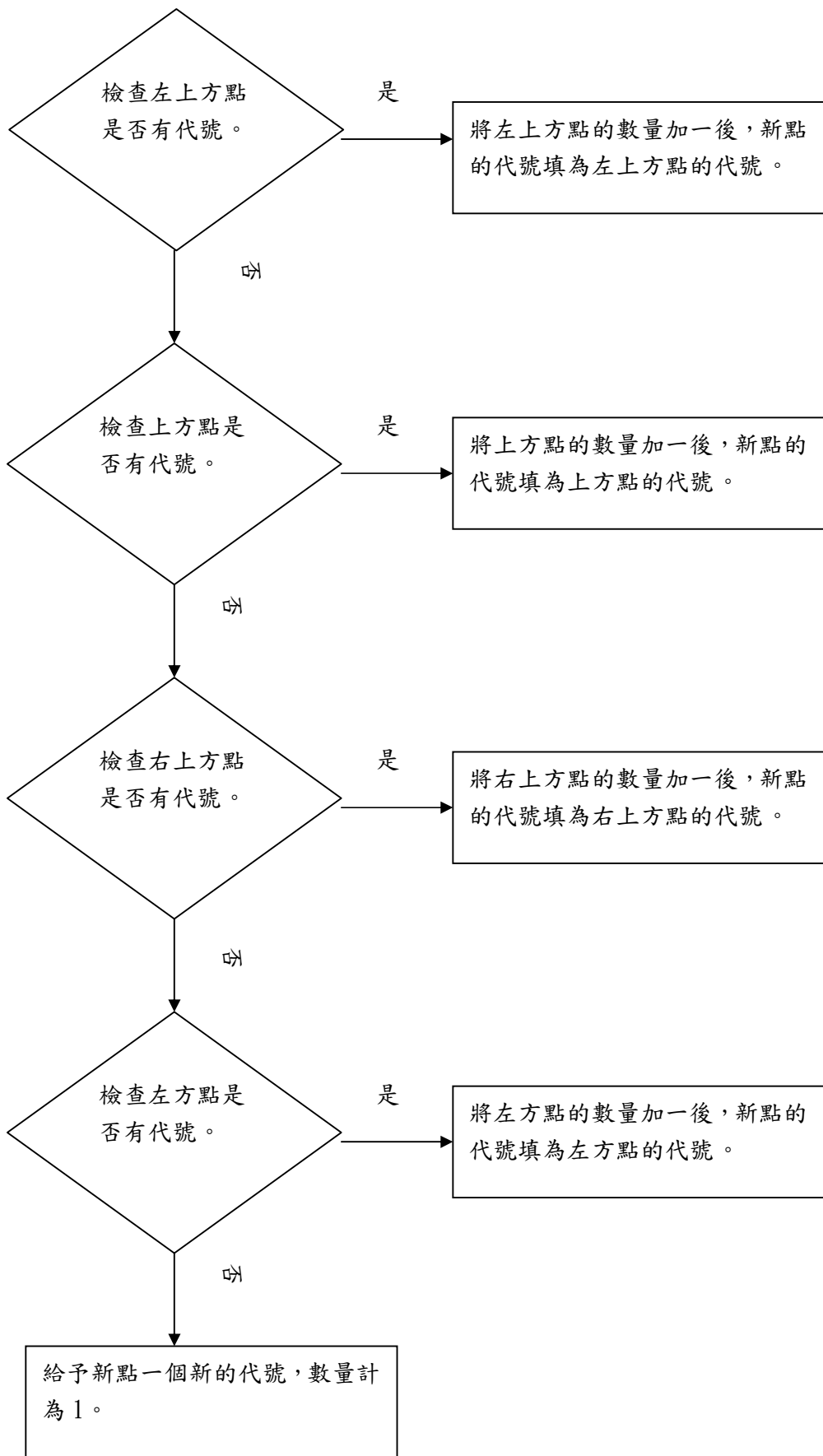


兩個物體會合併成同一個物體的兩種狀況

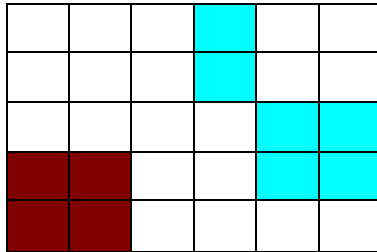


判斷有多少個連續物體的流程圖





接下來介紹程式儲存資料的方法，先設兩個陣列，一個是 $ij(x, y)$ 的二維陣列，大小和圖片大小一樣，用來記錄是否有物體的點，如果是同一個物體的點我們會給它相同的代號。如果是不同物體的點本研究會給它不同的代號，如果不是物體的點預設值就是零。藉由這個陣列我們就可以知道這個物體的輪廓。



原始圖

0	0	0	2	0	0
0	0	0	2	0	0
0	0	0	0	2	2
1	1	0	0	2	2
1	1	0	0	0	0

Ij 陣列

另一個 $col(x, y, z)$ 三維陣列，記錄物體的代號、個數和是否有跟其他物體合併。藉由 col 陣列我們可以知道有多少個連續的物體。

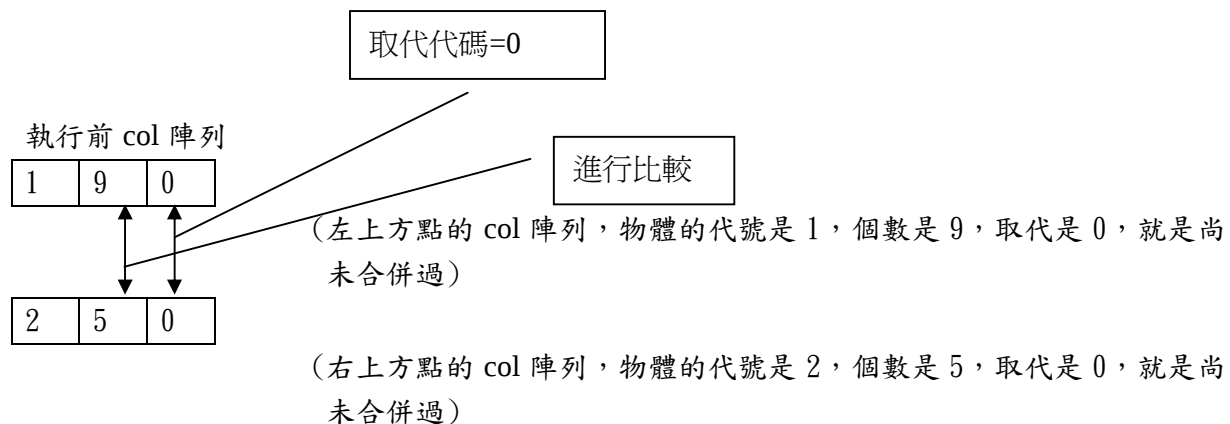
(col 陣列)

記錄代號	記錄個數	記錄取代號碼
------	------	--------

因為在確認物體是否為同一個時，時常會有原本是兩個物體，後來合併成同一個的情況。甚至有合併過後又再跟其他物體合併的情況。我們就以合併過程常發生的三種狀況做解釋。

1. 要合併的兩個物體都尚未和其他物體合併過

當程式找到一個點時，先到 ij 陣列尋找，如果發現左上方點的記錄代號與右上方點的記錄代號不同時，且兩物體都沒有取代號碼時(即取代號碼為 0)，就代表這兩個物體都還沒跟其他物體合併過。



執行後 col 陣列

代號 1 的記錄個數大於代號 2 的，所以將 2 的記錄個數通通加進 1 的中，再加一，

1	15	0
---	----	---

2 的紀錄個數歸零，

2	0	1
---	---	---

將代號 2 的取代代碼設為 1，即 1 取代 2

2. 要合併的兩個物體其中有一個已經合併過

要合併的物體是 1 和 2。但因為物體 1 的 col 陣列有駐記已和物體 3 合併。所以，我們檢查 3 和 2 這兩個物體的個數大小才決定哪一個物體要合併到另一個物體。

執行前 col 陣列

1	0	3
---	---	---

3	9	0
---	---	---

2	5	0
---	---	---

進行比較

執行後 col 陣列

代號 3 的記錄個數大於 2 的，所以將 2 的記錄個數通通加進 3 中，再加一，

3	15	0
---	----	---

代號 2 的記錄個數歸零，記錄取代代號變為代號 3。

2	0	3
---	---	---

3. 要合併的兩個物體兩個都已經合併過

當兩點都有取代號碼時，如要合併的物體是 1 和 2。但因為物體 1 的 col 陣列有駐記已和物體 3 合併，物體 2 的 col 陣列有駐記已和物體 4 合併所以，所以我們檢查 3 和 4 這兩個物體的個數大小才決定哪一個物體要合併到另一個物體。

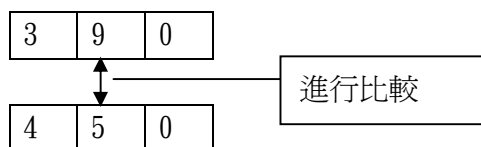
執行前 col 陣列

1	0	3
---	---	---

3	9	0
---	---	---

2	0	4
---	---	---

4	5	0
---	---	---



執行後 col 陣列

代號 3 的記錄個數大於 4 的，所以 4 的記錄個數通通加進 3，再加一，

3	15	0
---	----	---

代號 4 的記錄個數歸零，記錄取代代號變為代號 3 的。

4	0	3
---	---	---

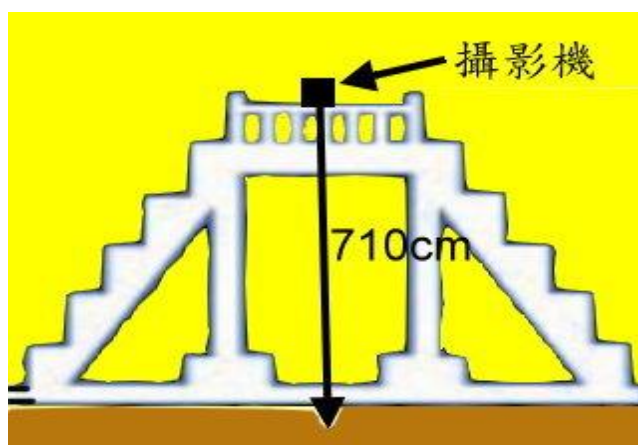
檢查左方和右上方點也都按照這三種狀況來進行。其他狀況就很簡單了，只要在記錄個數加一和填入記錄代號，有取代號碼的話就先取代後在進行上述步驟。

如果都不符合上述的，則我們認它為新的起始點。

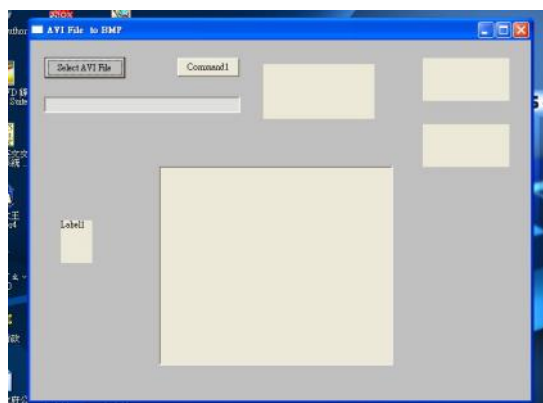
在 col 陣列中記錄新的代號、記錄個數為 1。整張圖都偵測完後，我們使用一個迴圈將所有物體的資料提出，一一比對，如果物體個數大於 10000 本研究就認定為是汽車，如果大於 3000、小於 5000 本研究就認定為是機車

五、製作流量控管程式

首先本研究需要一個可以將影片讀成圖的程式，因為這樣的程式需要使用 Windows API 低階處理的部分，太過於困難，因此本研究利用網路進行尋找，一邊上 google 搜尋，一邊到奇摩知識家發問，最後從兩個網站得到了兩個程式，一個是直接從攝影機將圖片抓進來，另一個是將 avi 檔轉成 bmp 檔，本研究將當初進行圖檔比對的程式和這兩個結合，製作出流量控管的程式。我們到天橋上從上往下拍了幾部影片，挑出最好的進行測試，再比對程式數的車輛是否和人數的一樣。



拍攝示意圖



程式的樣子

伍、研究結果：

一、圖檔上判斷實際物體長度的程式

(一)、固定攝影機和直尺距離，改變測量照片中直尺的長度，觀察實際長度和在照片中的尺寸：

1、攝影機和直尺距離為 16.5cm

實際物體長度(cm)	圖片中的長度(誤差值 ± 15)
1	360
2	720
3	1080

2、攝影機和直尺距離為 10.5cm

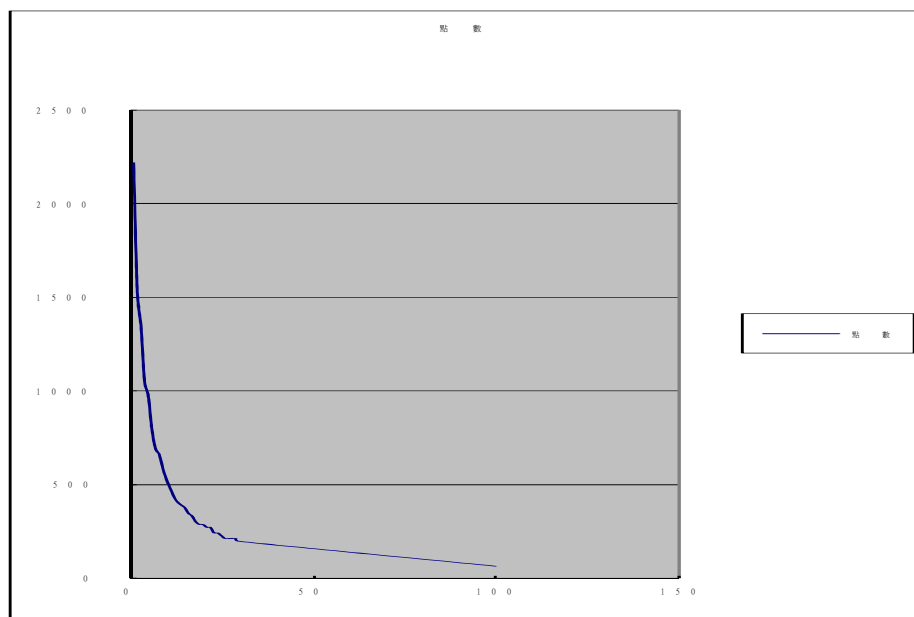
實際物體長度(cm)	圖片中的長度(誤差值 ± 15)
1	525
2	1050
3	1575

從實驗數據可以知道攝影機和直尺距離為 16.5cm 時，實際物體長度每增加 1cm，圖片中的長度會增加 360，而在攝影機和直尺距離為 10.5cm 時，實際物體長度每增加 1cm，圖片中的長度會增加 525 個點。所以當固定攝影機和物體的距離時，實際物體的長度與圖片中物體的長度是成比例的。

(二)、固定照片中直尺長度，改變攝影機和直尺距離，觀察攝影機和直尺的距離會不會影響一個物體在照片中的尺寸：

1. 實際物體長度為一公分

攝影機和直尺距離 (cm)	圖片中的點數(誤差值 ± 15)	攝影機和直尺距離 (cm)	圖片中的點數(誤差值 ± 15)
1	2220	18	300
2	1530	19	285
3	1350	20	285
4	1050	21	270
5	975	22	270
6	795	23	240
7	690	24	240
8	660	25	225
9	585	26	210
10	525	27	210
11	480	28	210
12	435	29	210
13	405	30	195
14	390	100	62
15	375		
16	345		
17	330		

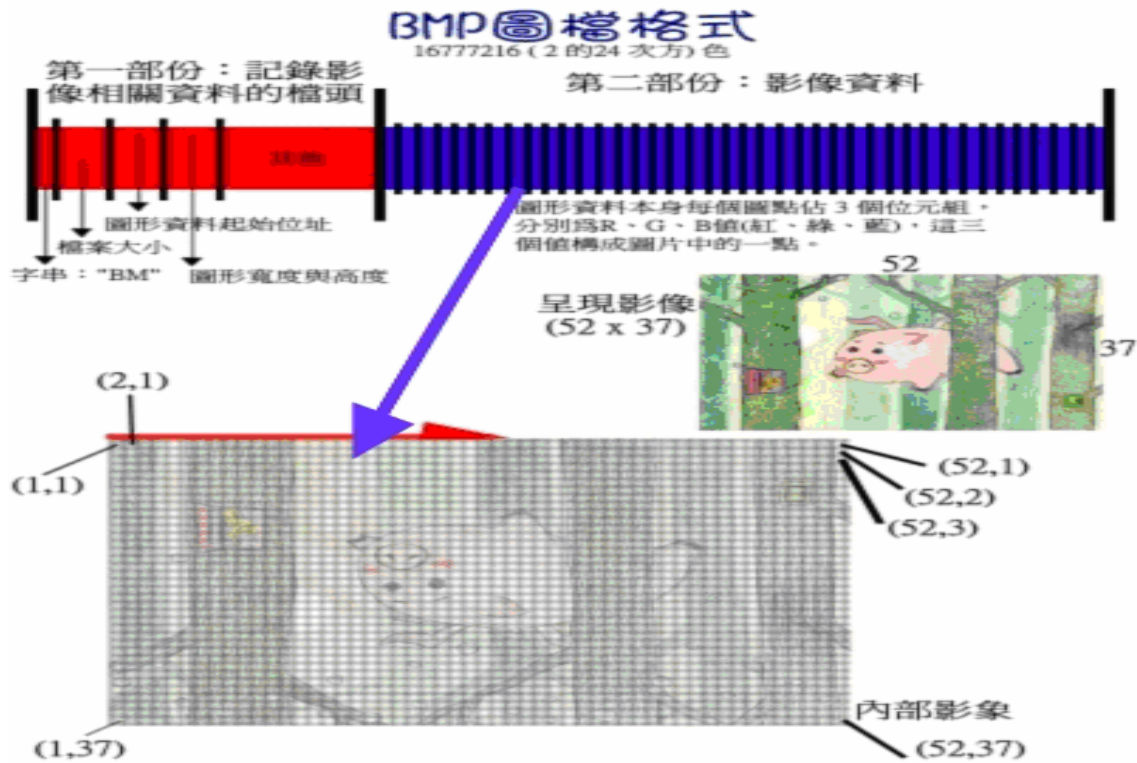


由實驗數據可發現物體長度 1cm，在攝影機和直尺距離分別是 1、2、3、4、5、6、7、8 時，點數會愈來愈小，但是現在所學的無法表示這個方程式，可是看起來似有規則。我們知道了其中的原理後，我們決定將其結果應用在生活中，所以開始進行我們

的流量監控實驗。

二、研究 BMP 圖檔格式

每個檔案分為檔頭和檔案內容兩個部份，檔頭佔了 54 個 bytes，之後存的是檔案內容。整張圖片在檔案裡是到過來寫的，x 軸一樣，但是 y 軸相反，也就是圖片上的(1,1)是在左下角的位置。位元深度 24，每個點由 3 個 bytes 所儲存，分別是 r(紅色)、g(綠色)、b(藍色)；位元深度 32，每個點由 4 個 bytes 所儲存，分別是 b(藍色)、g(綠色)、r(紅色)。



其長跟寬的資訊分別在檔案的第 19~22 bytes(點陣圖寬度)，第 23~26 bytes(點陣圖高度)。而圖形檔真正的內容在圖形檔的第 55 bytes 開始，我們知道圖形檔的左下角在圖形檔的第 55 bytes 開始，為了循序由下而上，由左而右，掃描整張圖片。我們利用了下列的公式：

(i 是 X 軸座標、 j 是 Y 軸座標)

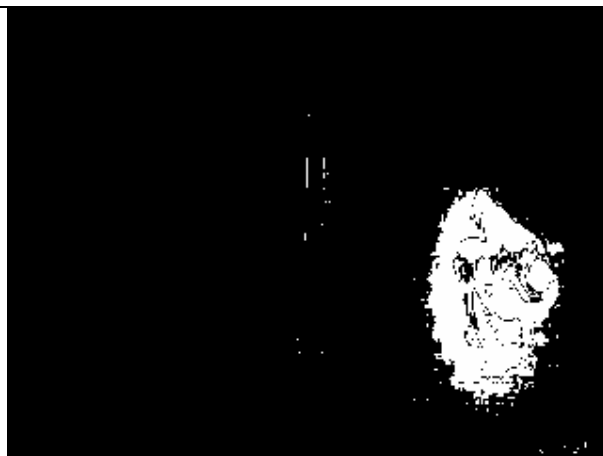
$$\text{第 } i、j \text{ 點的檔案位置} = 3(4) * \text{圖形寬度} * (j - 1) + (i - 1) * 3(4) + 54$$

(因為圖形中每個點都有三或四個 bytes)

三、判斷圖片中是否有物體進入

相減後的 RGB 三個值都超過(And)

相減後的 RGB 其中一個值超過(Or)



(超過 10)



(超過 10)



(超過 30)



(超過 30)

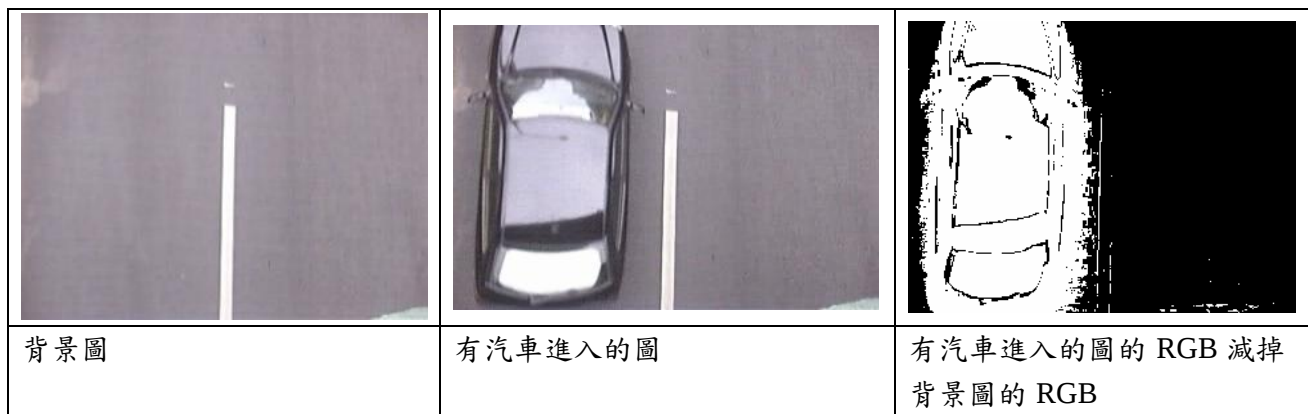


(超過 60)



(超過 60)

由上面測試的結果，我們覺得用 or 運算接近 30 是最好的。所以我們最後決定，如果 RGB 的差距取絕對值後，有任何一個值小於或等於 25 的我們就任為是相同顏色的點，定為黑色。大於 25 的我們就將它定為白色，之後得到一張有車形狀的圖。



四、判斷圖檔中的物體

我們做了一些測試來確定我們的演算法是可以的，用 PhotoImpact 製造兩張圖。

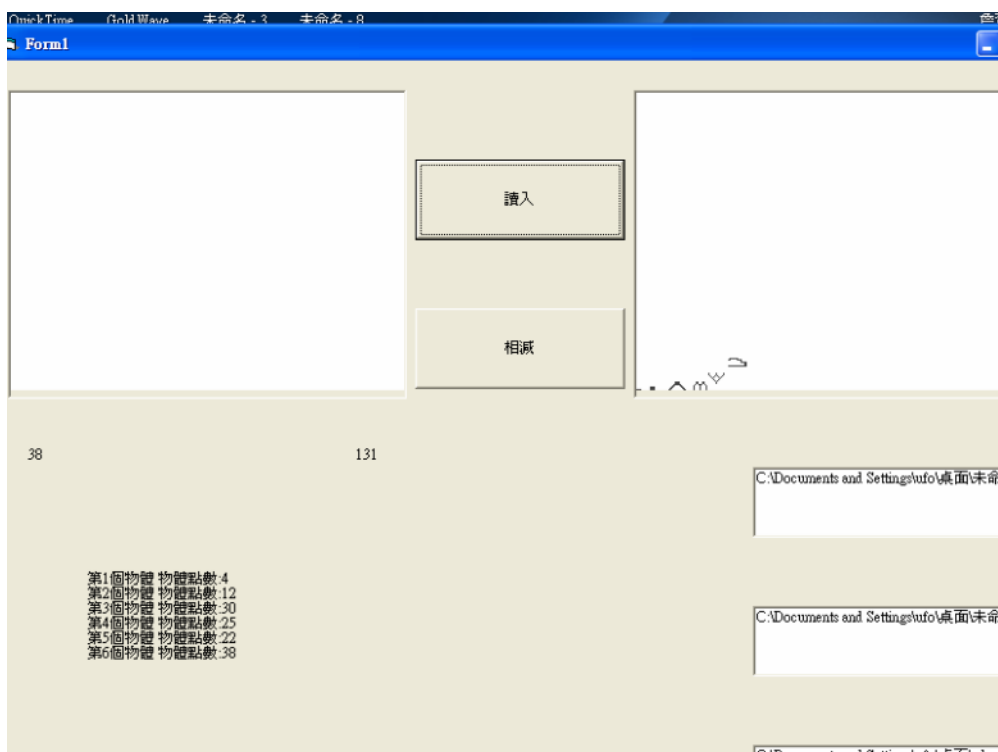
(一)、一張全白的圖做為背景

(二)、一張我們設計的圖(放大 1600 倍)



第幾個物體	物體點數
1	4
2	12
3	30
4	25
5	22
6	38

程式結果

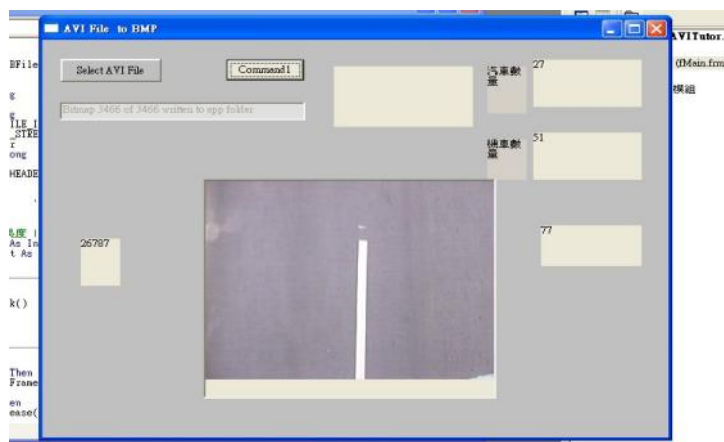


程式所顯示的物體數量還有點數都以我們所設計的一樣，證實我們所使用的演算法是正確的。

四、製作流量控管程式

先讓程式測試不同的影片，結果發現在執行過程中會有很大的問題，同一台機車會出現多張影格上，造成重複掃到相當多次；汽車在離開時，點數會逐漸減少，會擾亂機車的數量。我們為了解決這問題，使用記錄起始位置的方式，在 col 陣列中多加入一個儲存格，專門記錄車子起始點的 y 軸座標，限定如果 y 軸座標在 2 到 38 之間，我們才對它進行判斷是機車還是汽車，這樣果然解決了同一部機車被掃到和汽車離開時出現的問題。

接著我們讓程式跑了一分鐘五十五秒，一邊讓程式數，一邊自己數，之後比對結果，並且找出正確率。



程式執行結果

	人計算結果	程式計算結果	正確率
機車	51	43	84.31%
汽車	27	24	88.89%

車子經過還會有兩種狀況：

- (一)、一台車子從畫面上經過，但程式並沒有進行車輛加一的動作。
- (二)、一台車子從畫面上經過，但程式車輛增加數量超過一。

	車子經過沒有被讀到數量	車子經過被多讀到數量
機車	12	6
汽車	10	5

實驗過程中，我們發現程式計算的值比實際的來得少。主要原因本研究大致可歸類為

- (一)、有公車的體積太大，它的陰影會影響程式判斷。
- (二)、機車騎士的衣服如果跟路面顏色太接近也會導致判別錯誤。

陸、討論：

- 一、目前可以判斷的物體必須是畫面可以容納的下的，公車因為長度超過，所以無法判斷，但如果與地面高度可以增加就有希望解決這問題。
- 二、遇到車速移動太過緩慢時，可能沒有辦法進行判斷，遇到車速太快時，也可能沒有辦法進行判斷，目前還在努力測試可不可以用顏色的記錄來做更好的處理。
- 三、隨著時間，因為太陽的移動，地面上也會產生變化，如物體影子角度的改變、背景的颜色改變，這些都會造成程式的判斷錯誤，我們目前也正研究每過一定的時間就再抓一張圖作為背景圖。
- 四、人衣服的颜色或車子的颜色太接近地面的颜色(和背景圖相減後 RGB 小於 25)，可能會造成相異點數沒有到達標準，程式無法判斷出有車子經過。

柒、結論：

目前正確率可以達到 80%以上，但還是會有誤差，本研究希望可以將正確率提升到 90%以上，對於討論中所述的四種狀況還無法進行判斷，是未來要改進的方向。另外，尚未測試夜間拍攝和雨天拍攝的情況。希望將來能夠二十四小時全年無休的進行流量監控，提供給交通管理單位正確的資訊，以便設定最佳的紅綠燈等待的時間，讓交通更順暢。

捌、參考資料及其他：

- 一、<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=BMP&variant=zh-tw>（應用：BMP 圖檔格式）
- 二、<http://www.andrew.csie.ncyu.edu.tw/Doc3A.htm>（應用：從攝影機抓 bmp）
- 三、<http://www.planet-source-code.com>（應用：從 avi 抓 bmp）
- 四、八年級上學期自然與生活科技－透鏡成像
- 五、八年級上學期自然與生活科技－光的三原色
- 六、七年級上學期數學－絕對值
- 七、七年級下學期數學－直角坐標平面
- 八、七年級下學期數學－正反比
- 九、王俊明，陳世旺，視覺式交通監測系統，國立臺灣師範大學資訊教育研究所，2003.

【評語】 030810

本作品善用電腦科技與電腦軟體對於資料處理能力。惟實驗數據似乎較少，例如可考慮每日不同時段的流量判讀，並重複進行多次實驗，以減少誤差。