

# 逢甲大學學生報告 ePaper

## 相機鏡頭檢測

## Testing for camera lens

作者：王郁淇

系級：自動控制工程學系二甲

學號：D0075296

開課老師：林宸生 老師

課程名稱：光機電工程(一)

開課系所：自動控制工程學系

開課學年： 101 學年度 第 1 學期



## 中文摘要

隨著時代的進步，現在不僅能使用相機拍照，手機、網路攝影機更是普及，各式各樣此種類的產品，如何辨認好壞?我們可以利用簡單的方法來自我檢測相機鏡頭。測試的主要設備為電腦、機器視覺標定模板，使用方法:在此先量測固定距離來拍攝機器視覺標定模板，再將照片上傳利用電腦附屬應用程式-小畫家來測量、自我檢測 CCD 攝影機或數位相機的鏡頭，不需花長時間就能小小的做個簡單的測試。大部分的相機或手機都繪標示一些基本格示，像素、廣角、感光...等，如果沒有，可以透過以上實驗簡單檢測相機鏡頭的品質。MTF 用來比較鏡頭的成像品質，暗角用來測光圈大小，畸變則測廣角。

不過測量出來的答案僅參考用，畢竟外在因素太多，像是燈光分布不均、焦距不一樣，都有可能造成誤差。

**關鍵字：**鏡頭、暗角、畸變



## Abstract

With the development of progress, we not only can use the camera, but also use mobile phones and webcams to take pictures. A variety of this type of product, how to identify good or bad? We can use a simple method to detect the camera lens by ourselves.

Equipment: computer, machine vision calibration template. The method: First, measured in a fixed distance and shot machine vision calibration template. Second, upload the photo Computer Accessories - Paint to detect the lens of the CCD camera or digital camera. Without having to spend a long time will be able to take a simple test.

Most of the cameras or mobile phones are mark some of the basic cell shown in pixels, wide-angle, photosensitive ... If not, the quality of the camera lens through the simple detection of the above experiment. MTF is used to compare the imaging quality of the lens, and hidden corners used to measure the aperture size, distortion is measured wide-angle. However, measuring out the answer reference only, after all, too many external factors, such as the lights are unevenly distributed, and the focal length is not the same, are likely to cause the error.

**Keyword** : Lens 、 vignetting 、 distortion

## 目 次

中文摘要	1
英文摘要	2
目次	3
實驗內容	4
1.1 『暗角』現象之觀察	4
1.2 影像之點素代表的實際尺寸估算	4
1.3 MTF 與 Tilt 現象之觀察	5
1.4 Distortion (畸變) 現象之觀察	9
參考文獻	16



## 實驗內容

### 1.1 『暗角』現象之觀察

理想鏡頭於均勻光線下，自中心到邊緣的光分佈應為相同，但實際上卻不容易做到，於是形成『暗角』現象。通常暗角會發生在廣角端，因為光圈越大越容易有此情形。



圖一 拍攝白紙的影像

圖一影像中心點素的灰階值為 R=128 G=131 B=128

圖一影像左上角點素的灰階值為 R=92 G=88 B=87

圖一影像右上角點素的灰階值為 R=108 G=110 B=122

圖一影像左下角點素的灰階值為 R=83 G=78 B=72

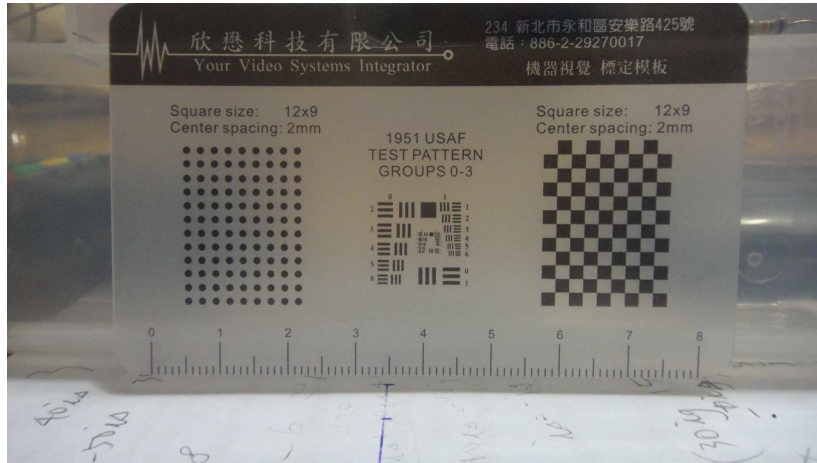
圖一影像右下角點素的灰階值為 R=80 G=75 B=69

### 1.2 影像之點素代表的實際尺寸估算

利用 PC 攝影機、手機、或數位相機拍攝校正板中 2mm 方格的影像，拍攝距離為 88 (mm)。

影像之大小為(以 M×N 格式表示)，校正板中的 2mm 方格在圖二影像中為  $\frac{(1560-1259)}{9} = 33.4$  個點素。

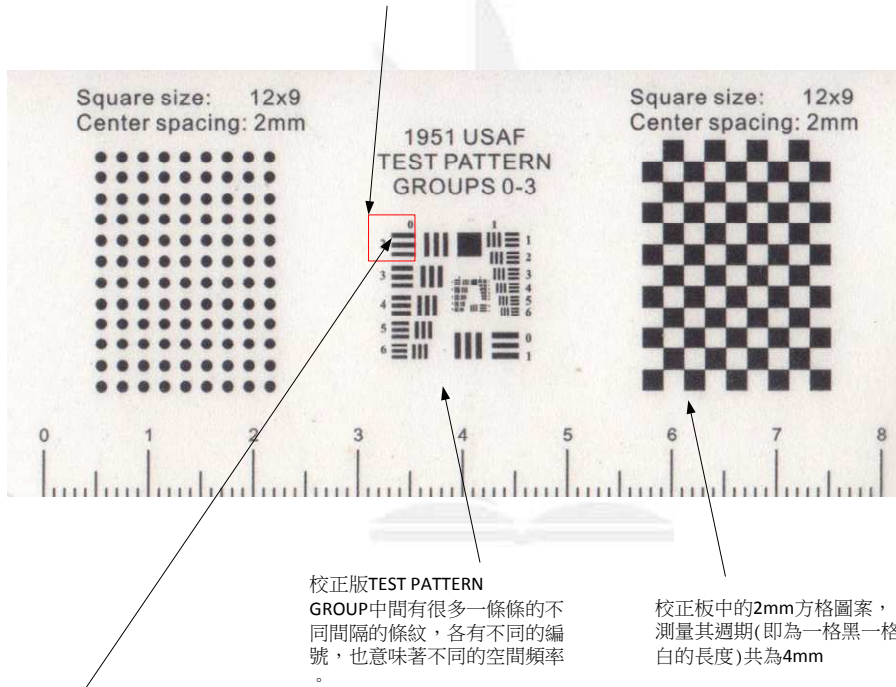
因此 圖二影像中 1 個點素代表實際的尺寸(長度)為  $2/33.4=0.06\text{mm}$ (例如校正板中的 2mm 方格在影像中為 n 個點素，則圖二影像中 1 個點素代表實際的尺寸為 2n mm)。



圖二 校正板中 2mm 方格影像

### 1.3 MTF 與 Tilt 現象之觀察

假設作業 2 已可求出影像中 1 個點素代表實際的尺寸(長度)為  $a$ (例如:  $1/23 \text{ mm}$ )，而 2 號條紋之週期為  $b$ (例如: 20)個點素，因此其週期為  $a \times b$ (例如:  $1/23 \times 20 = 20/23 \text{ mm}$ )，而其空間頻率為  $1/(a \times b)$ (例如:  $23/20 \text{ lp/mm}$ )。



校正版TEST PATTERN GROUP中間有很多一條條的不同間隔的條紋，各有不同的編號，也意味著不同的空間頻率。

校正板中的2mm方格圖案，測量其週期(即為一格黑一格白的長度)共為4mm

白的條紋平均亮度  $I_{\max}$  為 219，黑的條紋平均亮度  $I_{\min}$  為 91

$$MTF = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

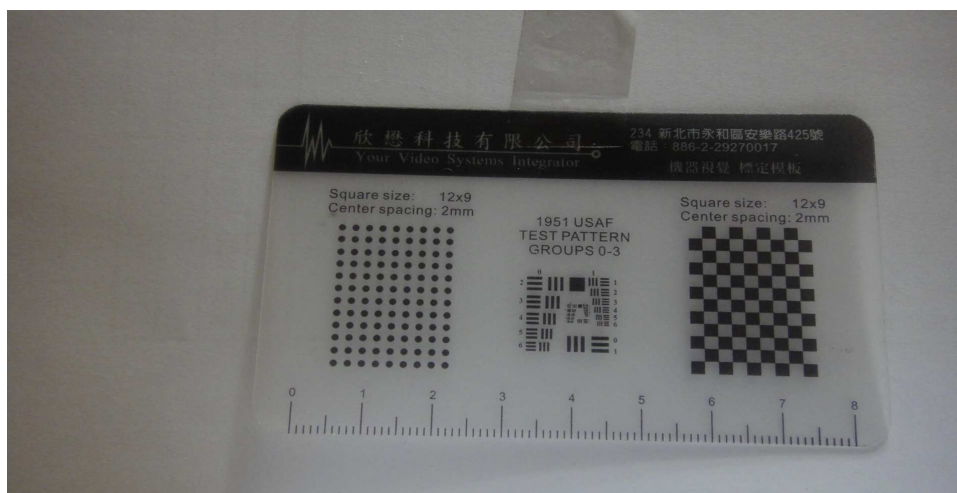
計算得到對比值(MTF)為 0.412903

圖三 機器視覺標定模板

光學鏡頭解像力通常以光學系統的傳遞函數來考量，也就是利用不同寬度黑白相間細條紋，通過鏡頭後，在影像感測器所得到的結果，一般而言，空間頻率(每 mm 幾條， $1\text{p/mm}$ )越高，光學系統的傳遞函數即下降，而鏡頭中央之解像力又比鏡頭四周為高，一般舊型的相機之截止空間頻率約在  $20\text{-}50 \text{ lp/mm}$  之間。

空間頻率指的是每 mm 幾條條紋，單位為  $1\text{p/mm}$ ，校正板中的 2mm 方

格圖案，測量其週期(即為一格黑一格白的長度)共為 4mm，換句話說，每 mm 有 0.25 條條紋，亦即其空間頻率為  $1/4 = 0.25$ 。校正版 TEST PATTERN GROUP 中間有很多一條條的不同間隔的條紋，各有不同的編號，也意味著不同的空間頻率。假設圖一已可求出影像中 1 個點素代表實際的尺寸(長度)為 a(例如:1/23 mm)，而 2 號條紋之週期為 b(例如:20)個點素，因此其週期為  $a \times b$ (例如:  $1/23 \times 20 = 20/23 \text{mm}$ )，而其空間頻率為  $1/(a \times b)$ (例如:  $23/20 \text{ lp/mm}$ )。



圖四 校正板中 TEST PATTERN GROUP 在畫面中央的影像

校正板中 TEST PATTERN GROUP 在畫面中央的不同空間頻率之測試圖案，其空間頻率為何?

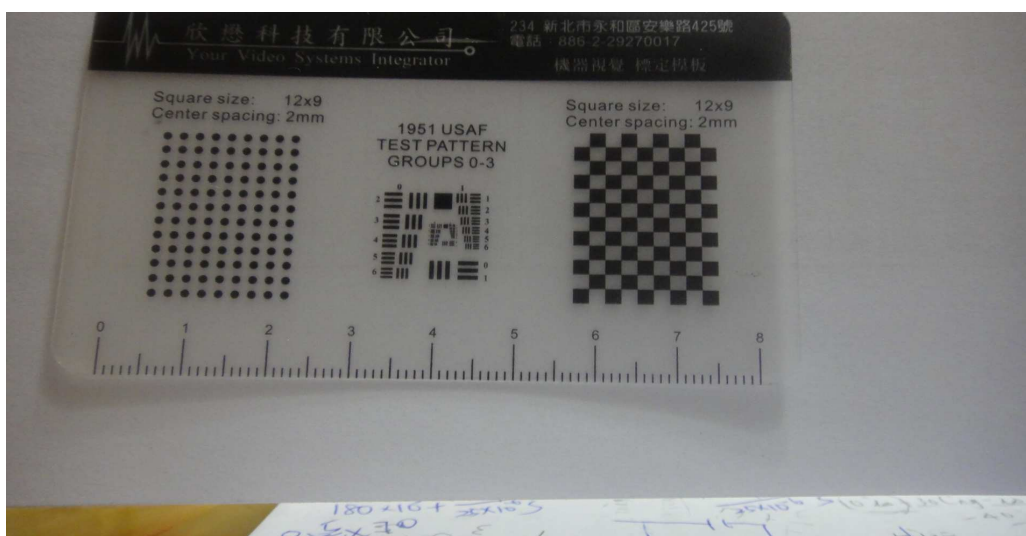
空間頻率=1.39

空間頻率=1.51

空間頻率=1.67

空間頻率=2.08

空間頻率=2.38



圖五 校正板中 TEST PATTERN GROUP 在畫面左上角的影像  
校正板中 TEST PATTERN GROUP 在畫面左上角的不同空間頻率之測試圖案，其 MTF 值為何？

空間頻率=1.39

空間頻率=1.51

空間頻率=1.67

空間頻率=2.08

空間頻率=2.38

檢測 MTF(傳遞對比度的能力):依照機器視覺方式，利用 CCD 偵測電腦螢幕上呈現的光柵影像，分析其 MTF 值

透鏡之調制函數定義如式 1 所示。

$$MTF = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (1)$$

測量不同間隔的條紋之後，再找一條白的條紋平均亮度  $I_{\max}$ (或最大值)和一條黑的條紋平均亮度(或最小值)  $I_{\min}$ ，然後代入公式計算其對比值(MTF)，例如白的條紋平均亮度  $I_{\max}$  為 219，黑的條紋平均亮度  $I_{\min}$  為 91，計算得到對比值(MTF)為 0.412903，如白的條紋平均亮度為 219，黑的條紋平均亮度 0，計算得到對比值(MTF)為 1，如白的條紋平均亮度為 159，黑的條紋平均亮度 159，計算得到對比值(MTF)為 0。

校正板中 TEST PATTERN GROUP 在畫面中央的不同空間頻率之測試圖案，其 MTF 值為何？

$$\text{空間頻率}=1.39, MTF = \frac{104 - 39}{104 + 39} = 0.455$$

$$\text{空間頻率}=1.51, MTF = \frac{105 - 40}{105 + 40} = 0.448$$

$$\text{空間頻率}=1.67, MTF = \frac{105 - 41}{105 + 41} = 0.438$$

$$\text{空間頻率}=2.08, MTF = \frac{105 - 46}{105 + 46} = 0.390$$

$$\text{空間頻率}=2.38, MTF = \frac{115 - 51}{115 + 51} = 0.386$$

校正板中 TEST PATTERN GROUP 在畫面左上角的不同空間頻率之測試圖案，其 MTF 值為何？

$$\text{空間頻率}=1.39, MTF = \frac{88 - 34}{88 + 34} = 0.442$$



相機鏡頭檢測

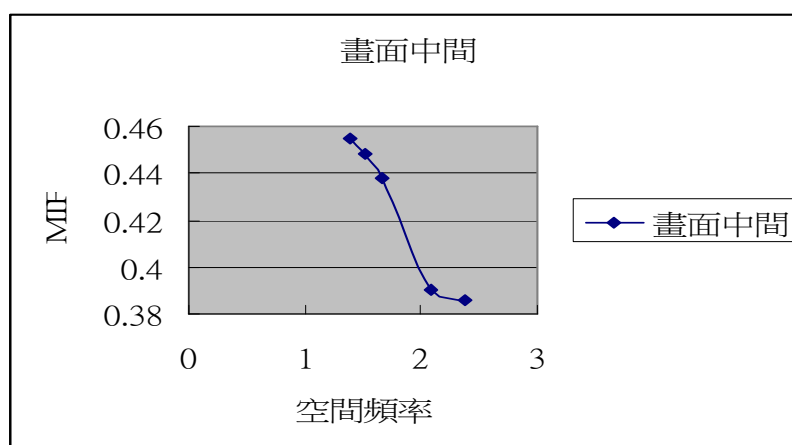
$$\text{空間頻率}=1.51, \text{MTF}=\frac{78-31}{78+31}=0.431$$

$$\text{空間頻率}=1.67, \text{MTF}=\frac{82-35}{82+35}=0.401$$

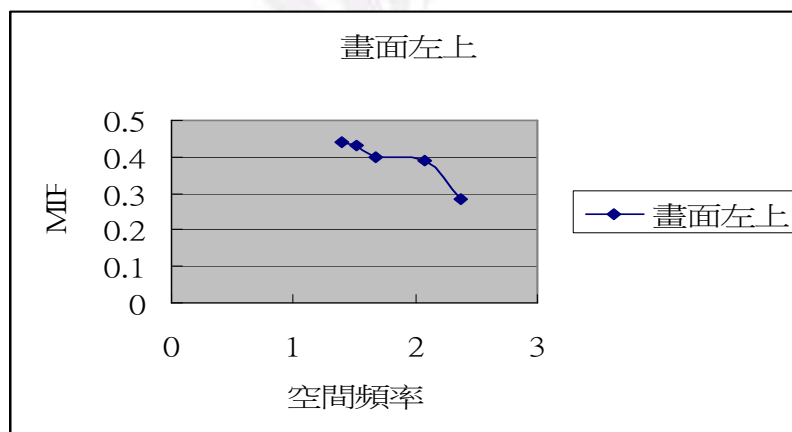
$$\text{空間頻率}=2.08, \text{MTF}=\frac{81-35}{81+35}=0.390$$

$$\text{空間頻率}=2.38, \text{MTF}=\frac{70-39}{70+39}=0.284$$

利用電腦(EXCEL)將空間頻率計算出來



圖五 空間頻率(畫面中間)



圖六 空間頻率(畫面左上)

#### 1.4 Distortion (畸變) 現象之觀察

畸變原因是像點與光軸距離不同其側向放大率亦隨之不同所造成，如拍攝一個正方格子圖片，其畸變可分為枕狀畸變(整體影像變大，故亦可稱為正型扭曲)及桶狀畸變(整體影像變小，故亦可稱為負型扭曲)兩種。針孔相機無畸變的問題，但廣角相機畸變的問題很嚴重，一般而言廣角相機所攝得之影像扭曲情形為桶狀畸變。

步驟概述如下:

1. 校正板中的 2mm 方格在圖一影像中為 68 個點素
2. 先量測畫面正中央一個圓點 (其他的都算旁邊的圓點)  
那麼直徑 1mm 圓點量看看應該直徑大小為 34 個點素左右
3. 將校正版往右移 然後量看看如果圓點直徑大小為 36 個點素左右  
那麼待測點側向放大率為  $36/34$
4. 右移的距離比為橫坐標(橫坐標為待測點與影像畫面中央的距離比--中央為 0%，邊緣為 100%)  
待測點側向放大率為  $\frac{\text{縱座標}}{\text{畫出曲線圖其中之一點}}$
5. 右移的距離一改變  
就再算一次待測點側向放大率  
(因為相機不同，也許要右移好幾次)
6. 全部做出來得到一個曲線，但可以畫出更多曲線(不同軸向的)，校正版往右上角移動可得到一個曲線，校正版往右下角移動可得到一個曲線，校正版往右移得到一個曲線，往左移也得到一個曲線….

校正板中圓點陣列在畫面中央的一個圓點影像直徑大小為  $h_0$  個點素

校正板中圓點陣列在畫面中央偏右的待測點處一個圓點影像直徑大小為  $h_1$  個點素

待測點側向放大率為  $h_0/h_1$

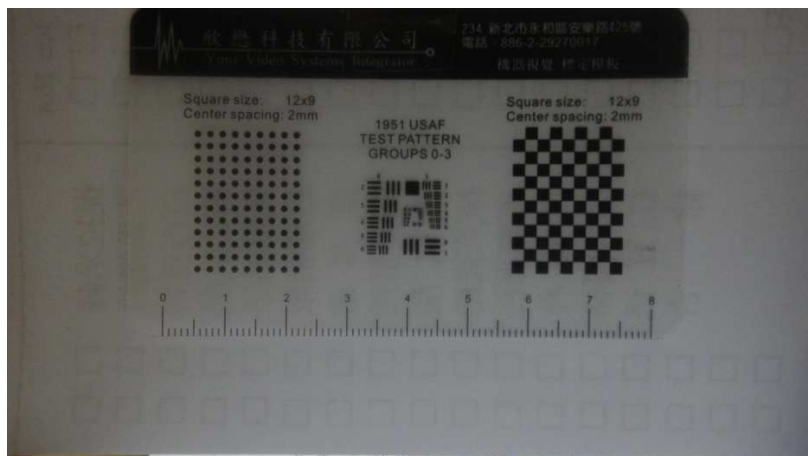
將每個待測點側向放大率計算出來

##### 1.左上

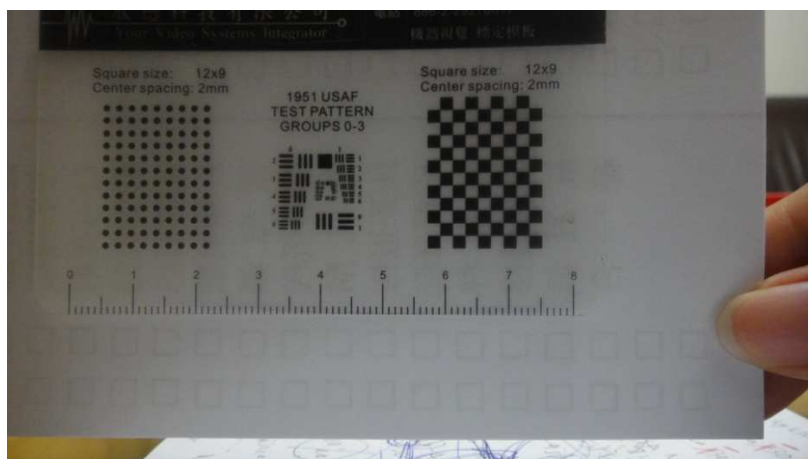


相機鏡頭檢測

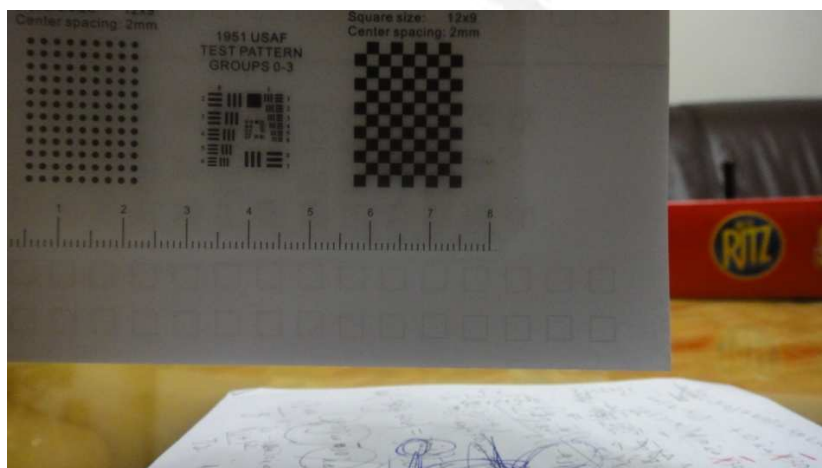
0% 側向放大率 1 ↑



39.2% 側向放大率  $16/17=0.941$  ↑



60% 側向放大率  $17/18=0.944$  ↑

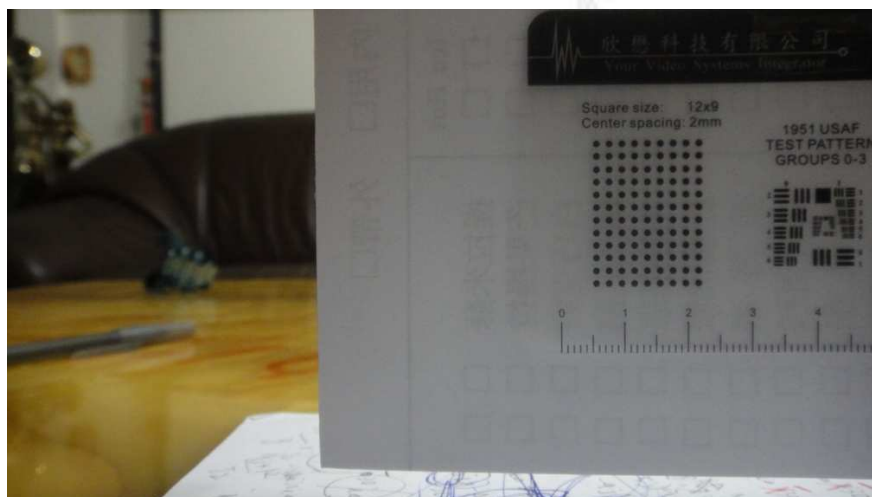


80% 側向放大率  $17/17=1$  ↑

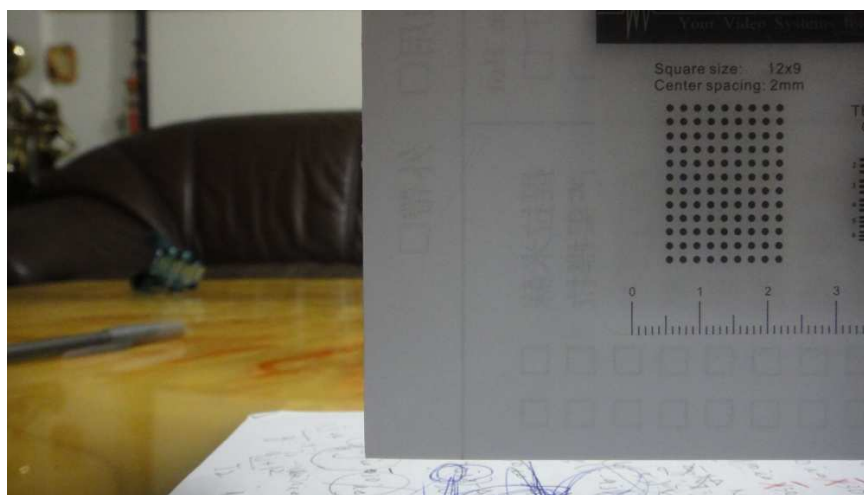
2.右上



0% 側向放大率  $1 \uparrow$

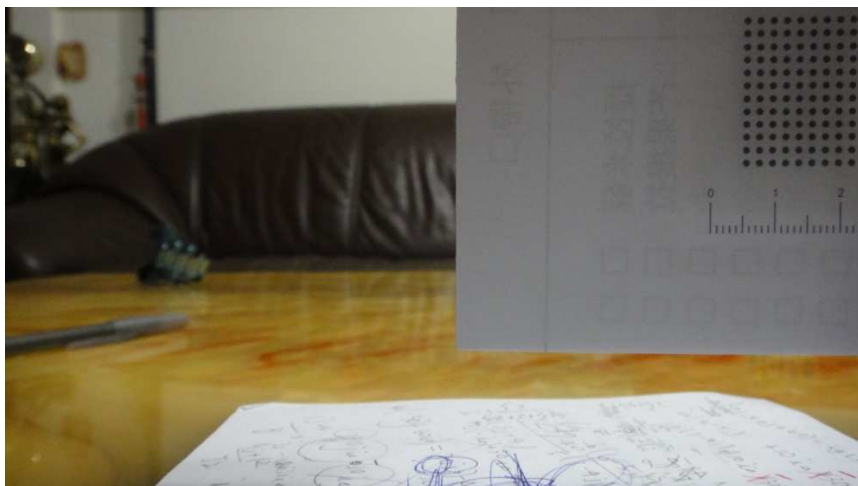


46.3% 側向放大率  $16/16=1 \uparrow$



61.6% 側向放大率  $16/18=0.889 \uparrow$

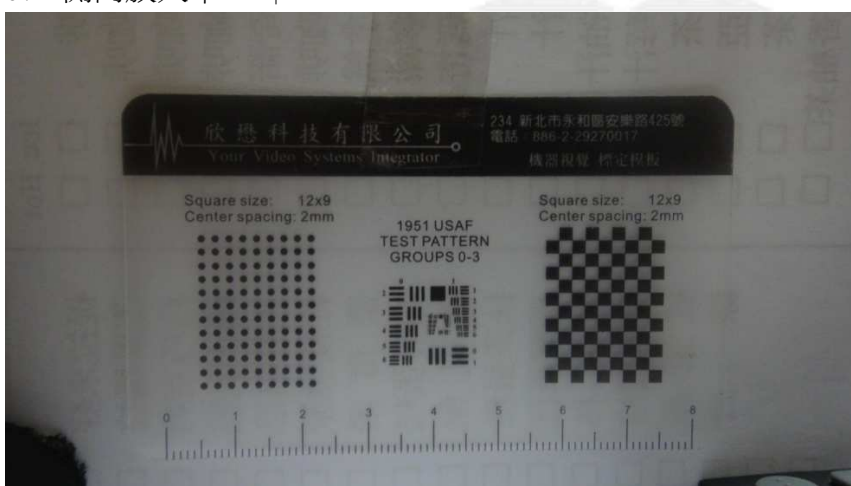
相機鏡頭檢測



85.2% 側向放大率  $18/18=1$  ↑  
3.左下



0% 側向放大率  $1$  ↑



40.8% 側向放大率  $16/18=0.889$  ↑

相機鏡頭檢測



58.9% 側向放大率  $18/19=0.947$  ↑



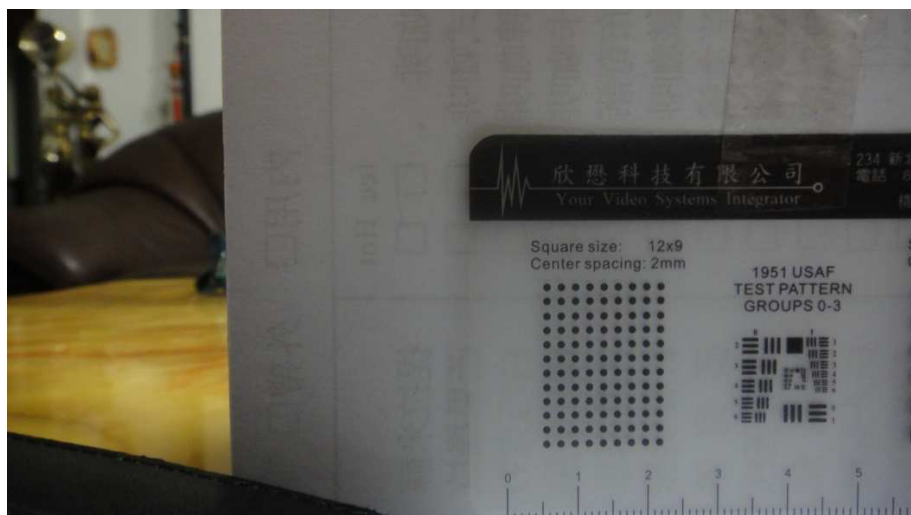
81.7% 側向放大率  $19/18=1.055$  ↑

4.右下



0% 側向放大率 1 ↑

相機鏡頭檢測



30.9% 側向放大率  $16/17=0.941$  ↑

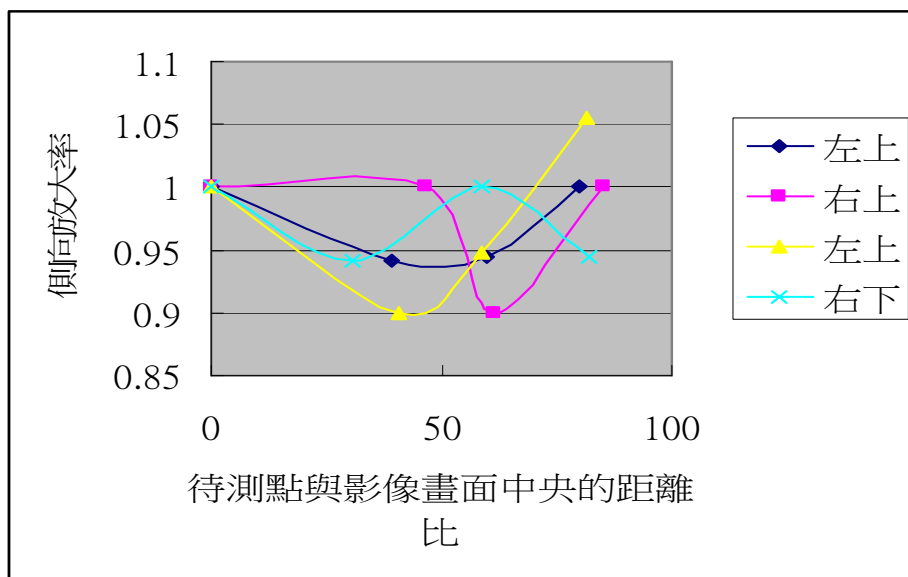


58.6% 側向放大率  $17/17=1$  ↑



81.8% 側向放大率  $17/18=0.944$  ↑

利用電腦(小畫家等軟體、寫程式或 EXCEL)將畸變圖畫出來  
橫坐標為待測點與影像畫面中央的距離比(中央為 0%，邊緣為 100%)  
縱座標為側向放大率



圖七 畸變圖



## 參考文獻

- ([1] 林宸生編譯，光電科技與生活-光電科技導論，五南，2007 年

