

# 逢甲大學學生報告 ePaper

## 相機與手機鏡頭之檢測

### The inspection for the image quality in cellphone camera

作者：黃冠穎

系級：自動控制工程學系二乙

學號：D0079096

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

### (1)目的:

現今照像科技發達，讓我們可以用簡單的測量工具，與簡單步驟，就可以進一步了解手機或相機鏡頭的特性。以下介紹四個相機特性測量，暗角、鏡頭 MTF、畸變與點素的測量。

### (2)過程與方法:

利用一片校正板在距離 120mm 處針對所要量測的項目以相機分別拍攝各種樣本，再利用小畫家觀察、分析他們的點數並記錄下來，再以 Excel 跑出結果來觀察圖形進而了解相機之特性

### (3)結果:

1. 都有暗角，可憑四角亮度值判斷暗角現象嚴不嚴重，
2. 可藉由 MTF 曲線知道相機解像力好壞，
3. 可藉由畸變大小之道鏡頭會不會在角落失真
4. 可以藉由點素量測知道一個點素的大小

#### 1. 校正板

#### 2. 像機 Sony Ericsson Z750i

#### 3. 像機 Nikon s510

#### 4. 皮尺

#### 1. 暗角現象

#### 2. 鏡頭 MTF 與 Tilt 現象

#### 3. Distortion (畸變) 現象

#### 4. 點素

#### 5. MTF 特性圖是 Modulation Transfer Function(調制轉換函數)

## Abstract

we can use simple measurement tools, and simple steps, to learn more about the features of the lens of phone or the camera . There are four camera features measurement which are vignetting, MTF, distortion and point measurement.

Keyword : Distortion  
Modulation Transfer Function  
Vignetting



## 目 次

### 第一部分

#### 點素估算

### 第二部分

#### 暗角現象之觀察

### 第三部分

#### 鏡頭 MTF 與 Tilt 現象之觀察

### 第四部分

#### Distortion (畸變) 現象之觀察

## 第一部分

### 點素估算

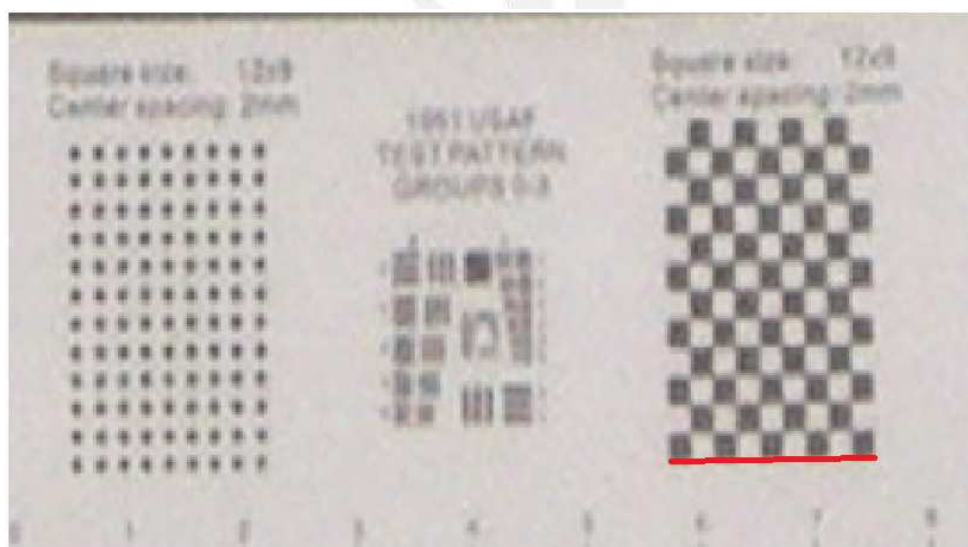
#### (一)前言：

測出影像之點素代表的實際尺寸。

#### (二)取樣：

CCD 攝影機或數位相機的一些性能可由下面的作法探討之：  
利用 PC 攝影機、手機、或數位相機拍攝校正板的影像，拍攝距離為  $D=120$  cm 使用相機 Nikon s510

拍攝校正板中 2mm 方格的影像如下：



#### (三)結果：

影像之點素代表的實際尺寸估算影像之大小為(以  $M \times N$  格式表示)

校正板中的 2mm 方格在影像中為  $21 \times 19 = 399$  個點素

因此影像中 1 個點素代表實際的尺寸為 0.1 mm

(例如校正板中的 2mm 方格在 76-a. jpg 影像中為 7 個點素，則影像中 1 個點素代表實際的尺寸為  $\frac{2}{20}$  mm)

## 第二部分

### 暗角現象之觀察

#### (一)前言：

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。

#### (二)取樣：

CCD 攝影機或數位相機的一些性能可由下面的作法探討之：  
利用 PC 攝影機、手機、或數位相機拍攝校正板的影像，拍攝距離為  $D=120$  cm 使用相機 Nikon s510

拍攝白紙的影像如下：



### (三)步驟:

1. 對影像之左上角、中心、右下角、右上角、左下角的 RGB 直做取樣
2. 比較此現象

### (四)成果:

影像中心點素的灰階值為	R=187	G=189	B=184
影像左上角點素的灰階值為	R=148	G=142	B=146
影像右上角點素的灰階值為	R=133	G=133	B=133
影像左下角點素的灰階值為	R=130	G=124	B=124
影像右下角點素的灰階值為	R=136	G=125	B=131

顧我們能看出，中心亮度最高，四個角落的亮度最低，固證明有暗角的現象發生，可以藉由四個角落的亮度值判斷這個鏡頭的好壞，四角亮度值越低暗角越嚴重。



## 第三部分

### 鏡頭 MTF 與 Tilt 現象之觀察

#### (一)前言：

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，lp/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20-50 lp/mm 之間。

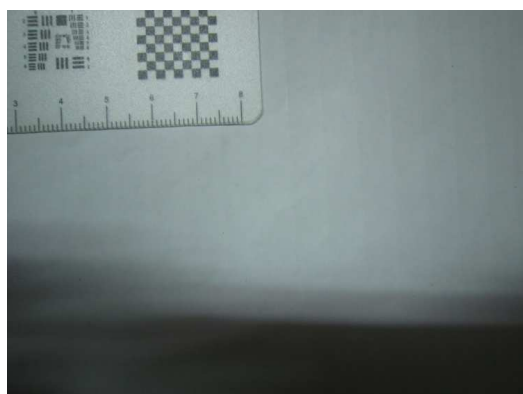
#### (二)取樣：

CCD 攝影機或數位相機的一些性能可由下面的作法探討之：  
利用 PC 攝影機、手機、或數位相機拍攝校正板的影像，拍攝距離為  $D=12.6\text{ cm}$  使用相機 Nikon s510

校正板中 TEST PATTERN GROUP 在畫面中央的影像如下：



校正板中 TEST PATTERN GROUP 在畫面左上角的影像如下：





## MTF 與 Tilt 現象

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。

可利用電腦(EXCEL)將 MTF 計算出來

空間頻率指的是每 mm 幾條條紋，單位為 lp/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 mm，如果作業 2 與作業 3 取像距離改變，就要重算)，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:  $1/23 \times 20 = 20/23$ mm)，而其空間頻率為  $1/(a \times b)$ (例如:  $23/20$  lp/mm)。

### (三)步驟:

1. 先得到影像中 1 個點素代表實際的尺寸(長度)-- 校正板中的 2mm 方格在影像中為 n 個點素，則影像中 1 個點素代表實際的尺寸(長度)為  $2/n$  mm。注意校正板中的方格是 2mm，2-6 號條紋的週期實際尺寸並不一定是 2mm。在此影像中 1 個點素代表實際的尺寸(長度)為固定值，作業四時考慮畸變時 1 個點素代表實際的尺寸才會為變動值。
2. 再量測 2-6 號條紋的週期共有幾個點素，注意一黑一白才形成一個週期，所以 2-6 號條紋整個是 2.5 個週期，而不是 5 個週期。
3. 再算出 2-6 號條紋的週期實際尺寸
4. 再算出 2-6 號條紋的空間頻率(例如 0-2 號條紋之週期為  $(156-140)/2.5=6.4$  個點素，0-6 號條紋之週期為  $(227-217)/2.5=4$  個點素，則校正版左邊下面 0-6 號條紋其空間頻率應為上面 0-2 號條紋的  $6.4/4=1.6$  倍)

可利用電腦(EXCEL)將空間頻率計算出來



(四) 成果:

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

MAX	MIN	MTF	空間週期	空間頻綠
153	35	0.62766	1.0026	0.997407
148	39	0.582888	0.8704	1.148897
142	49	0.486911	0.8064	1.240079
120	48	0.428571	0.70296	1.422556
114	56	0.341176	0.6656	1.502404
108	63	0.263158	0.576	1.736111
100	57	0.273885	0.5376	1.860119
109	64	0.260116	0.4864	2.055921
104	59	0.276074	0.4352	2.297794
99	56	0.277419	0.3968	2.520161
81	57	0.173913	0.3456	2.893519
81	63	0.125	0.2944	3.396739

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

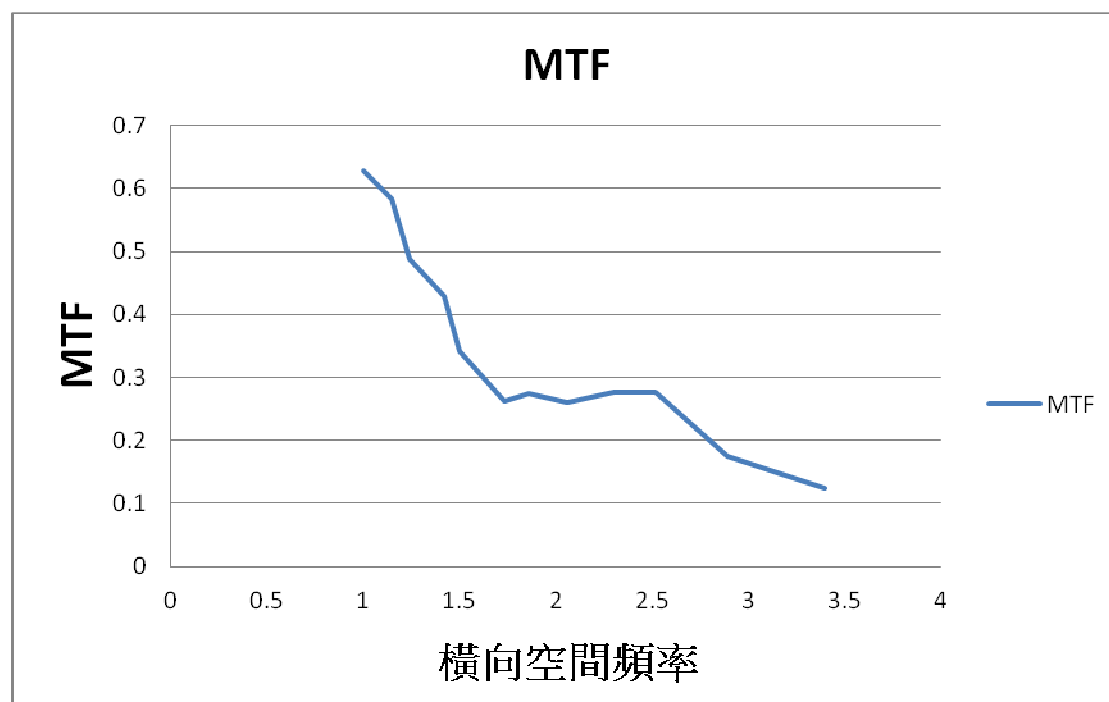
IMAX	IMIN	MTF	空間週期	空間頻率
138	67	0.346341	1.1264	0.887784
126	69	0.292308	1.0752	0.93006
113	62	0.291429	1.024	0.976563
110	58	0.309524	0.8832	1.132246
90	60	0.2	0.7808	1.280738
104	75	0.162011	0.6784	1.474057
107	88	0.097436	0.64	1.5625
115	81	0.173469	0.576	1.736111
112	80	0.166667	0.5376	1.860119
115	88	0.133005	0.4224	2.367424
100	99	0.005025	0.4096	2.441406
99	97	0.010204	0.3584	2.790179

可利用電腦 EXEL 將 MTF 圖畫出來

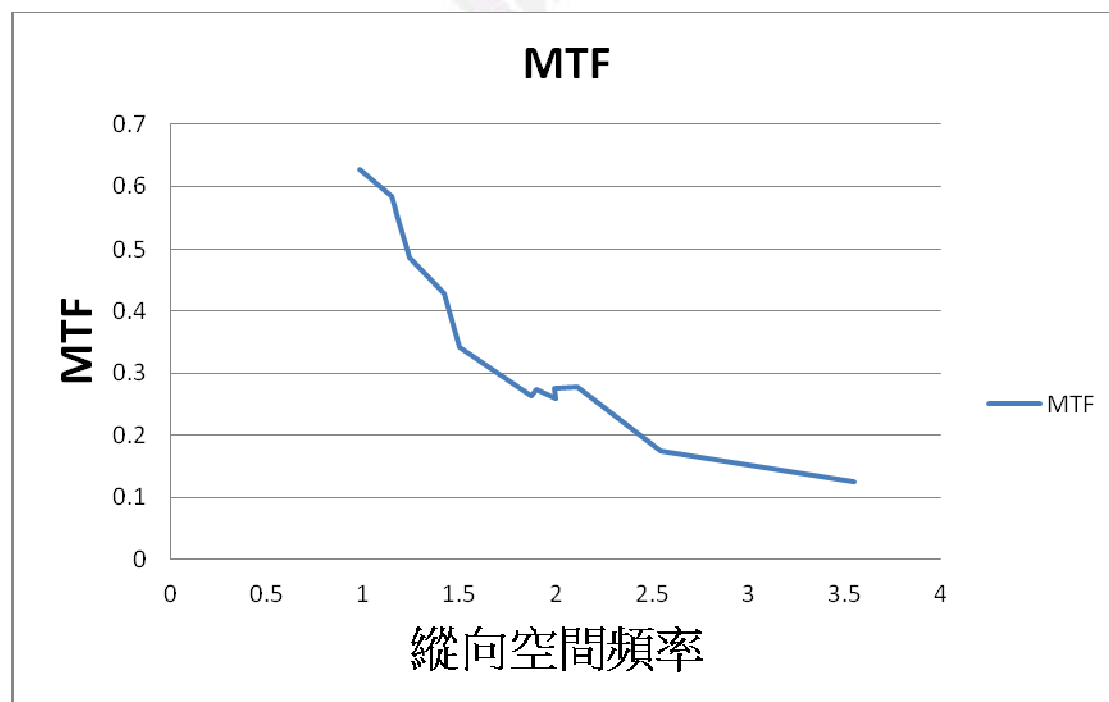
橫坐標為空間頻率(可進一步區分為橫向空間頻率  $f_x$  和縱向空間頻率  $f_y$ )

縱座標為 MTF

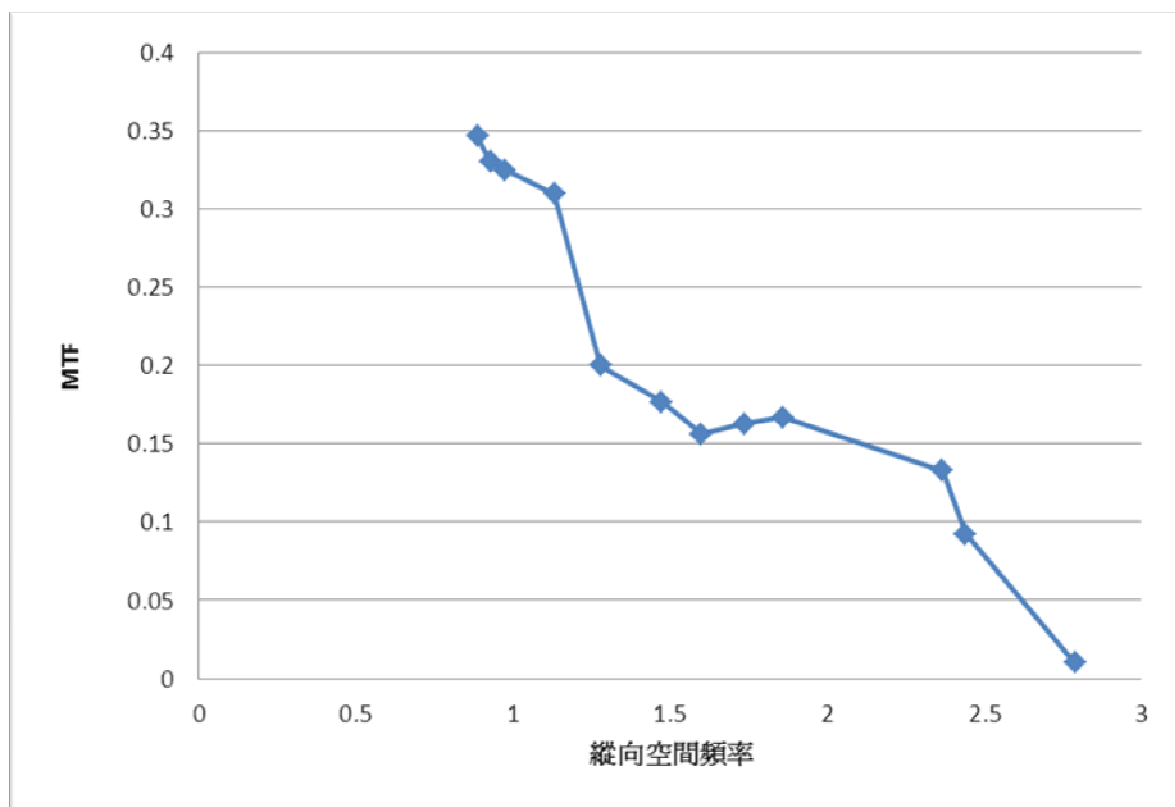
置於中央之橫向空間頻率



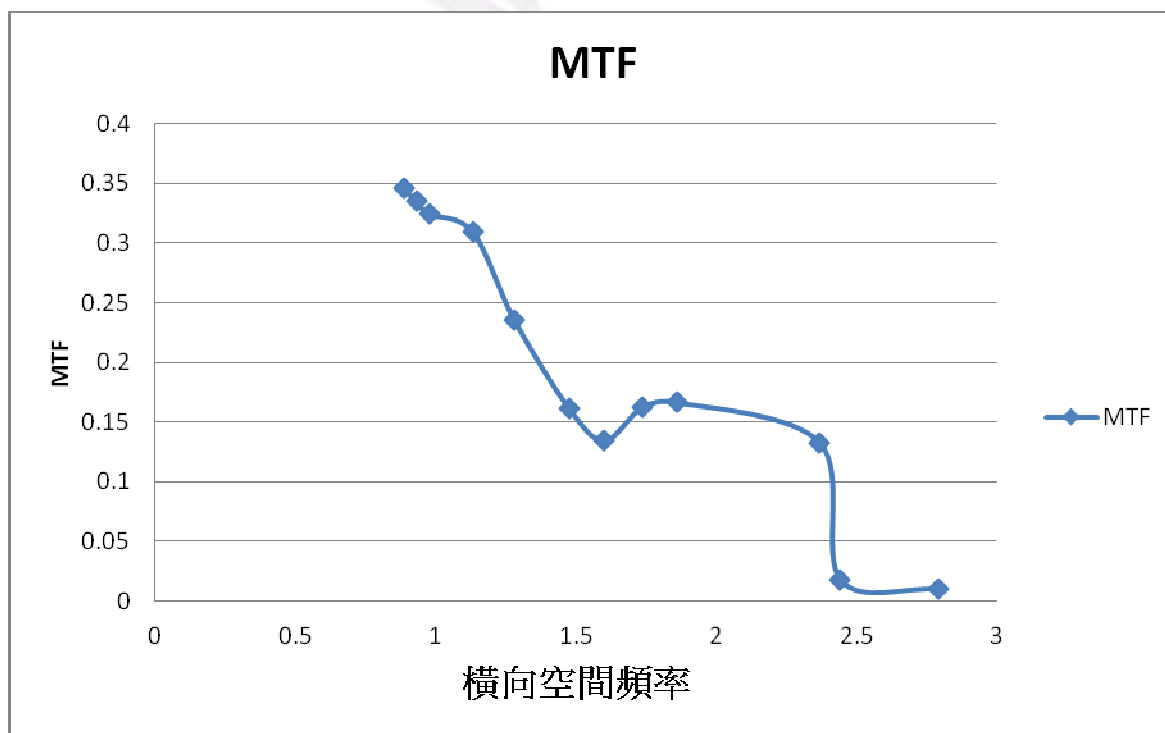
置於中間之縱向空間頻率



放置於左上角之縱向空間頻率



放置於左上角之橫向空間頻率



### (五)結果討論:

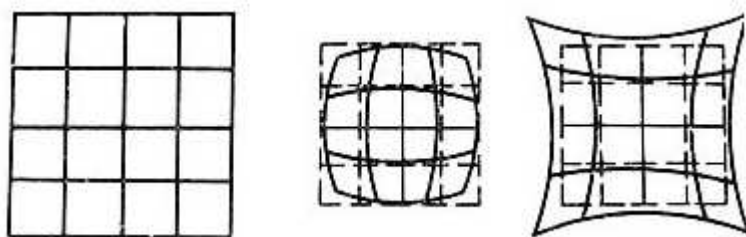
- 1.一支好的鏡頭無論在拍攝與對菲林平面對角線平行的弧狀線或是與之垂直的子午線都應有相同的準確性。但世界上並沒有完美的鏡頭，尤其在子午線向，你會發現影像邊緣區比中心區域較難得到精細的還原度。換句話說，幾乎所有的鏡頭在中央部分的明銳度是明顯比邊緣部份為佳
2. 垂直座標軸表示對比轉移率，完美的鏡頭能 100% 呈現實物的線條對比，但世間沒有完美的鏡頭，故垂直軸的值從 0 到 1。
3. 線的位置越高，表示該鏡頭的對比越高

## 第四部分

### Distortion (畸變) 現象之觀察

#### (一)前言:

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。



#### (二)取樣:

CCD 攝影機或數位相機的一些性能可由下面的作法探討之：  
請利用 PC 攝影機、手機、或數位相機拍攝校正板的影像，建議之拍攝距離為  $D=126\text{ mm}$  使用相機 Sony Ericsson Z750i

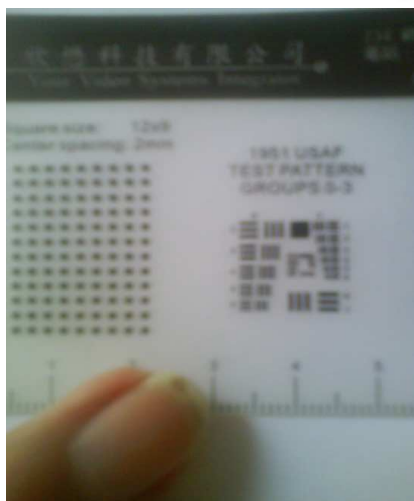
校正板中圓點陣列在畫面中央的影像如下：



校正板中圓點陣列在畫右邊的影像如下：



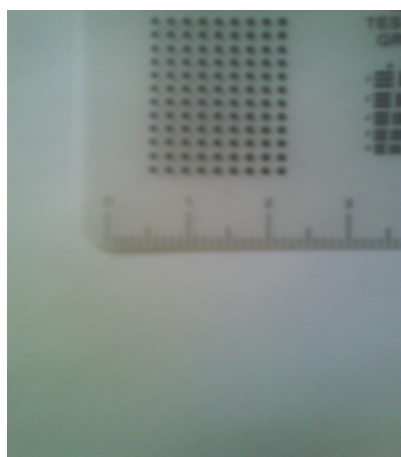
校正板中圓點陣列在畫面左邊的影像如下：



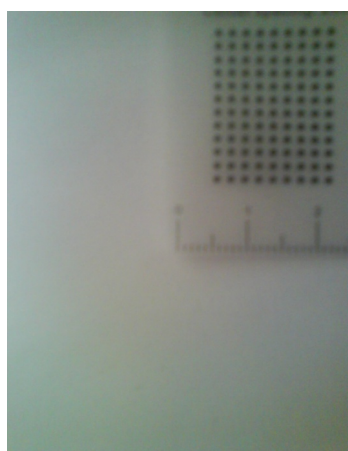
校正板中圓點陣列在畫面左下角的影像如下：



校正板中圓點陣列在畫面上面的影像如下：



校正板中圓點陣列在畫面右上角的影像如下：





校正板中圓點陣列在畫面左上角的影像如下：



校正板中圓點陣列在畫面右下角的影像如下：



### (三)步驟：

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

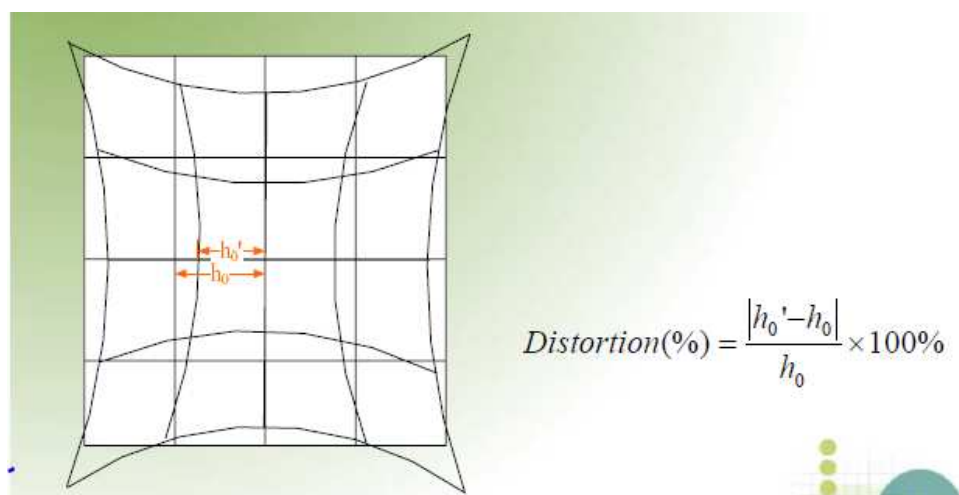
待測點側向放大率為  $h_0/h_1$

將每個待測點側向放大率計算出來

可利用電腦(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%)

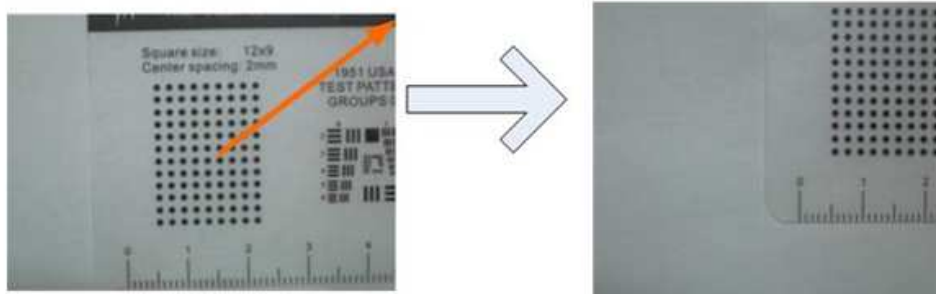
縱座標為側向放大率



1. 例如之前校正板中的 2mm 方格在為 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 縱座標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….

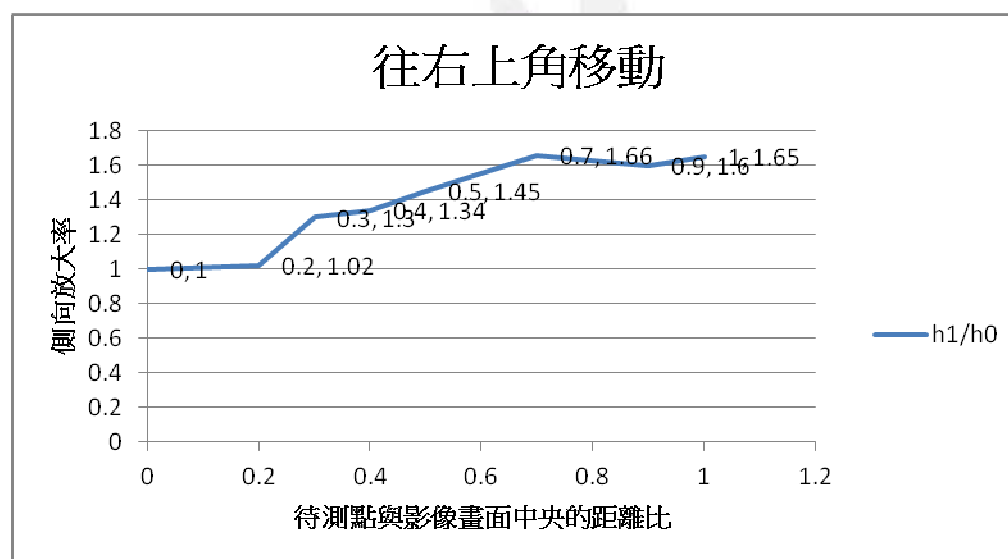
利用PC攝影機、  
手機、或數位相  
機拍攝校正板中  
圓點陣列的畫面

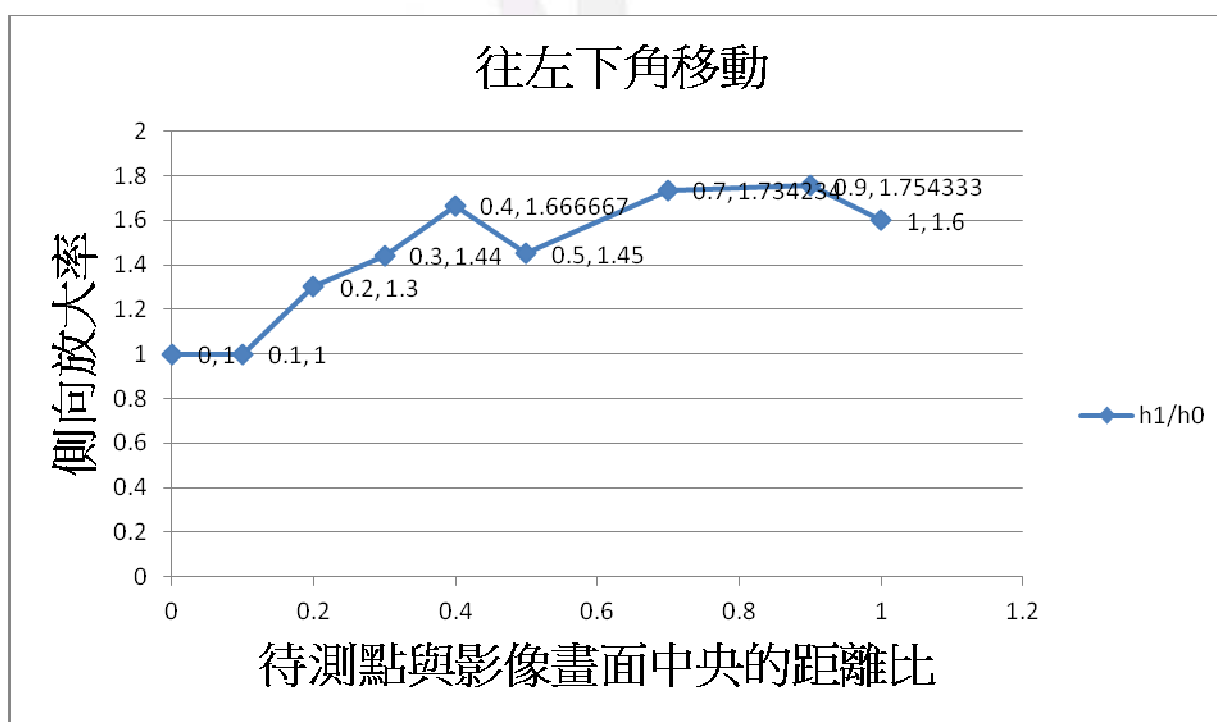
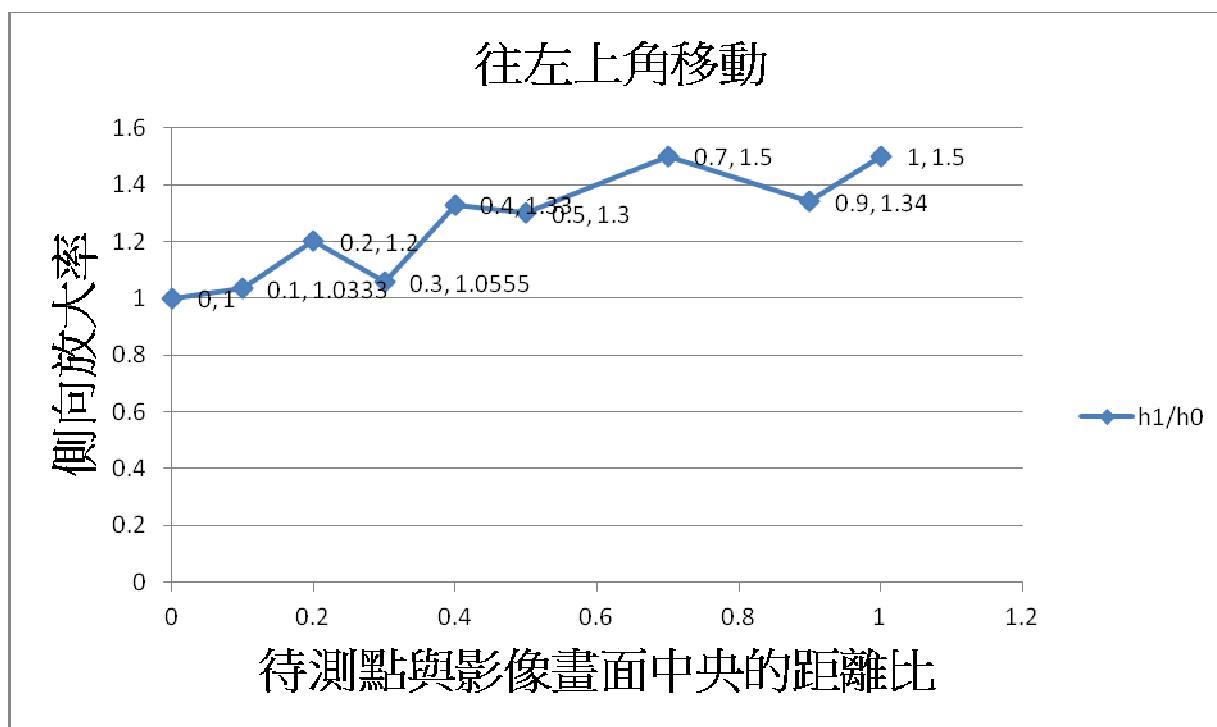
讓圓點陣列  
逐漸往右移  
至畫面右上  
角

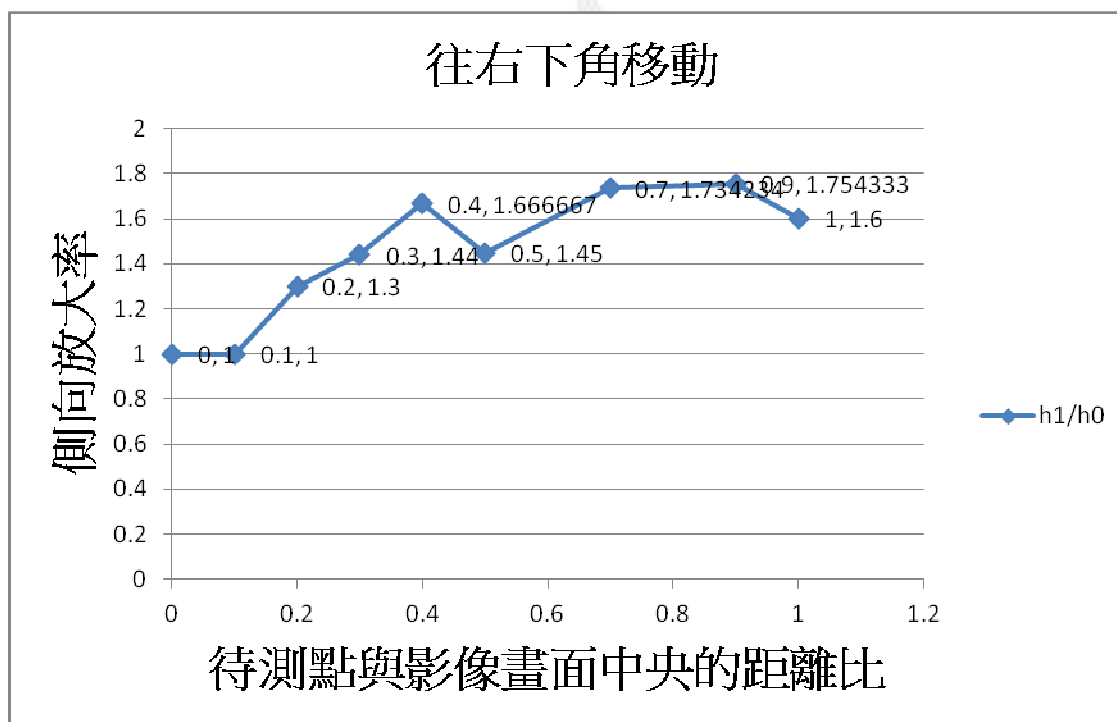
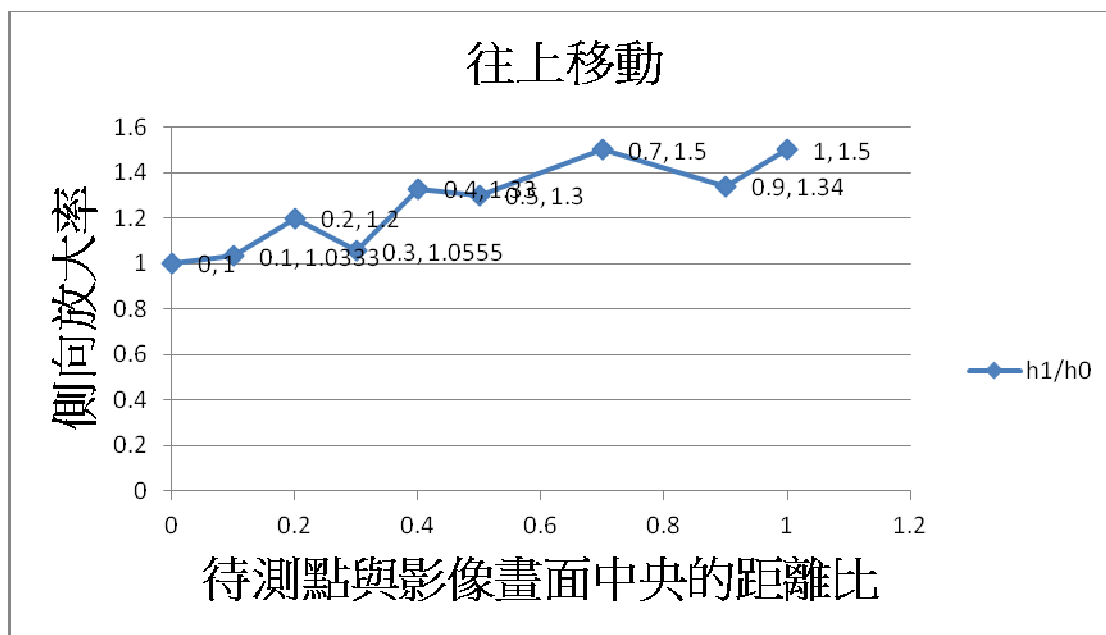


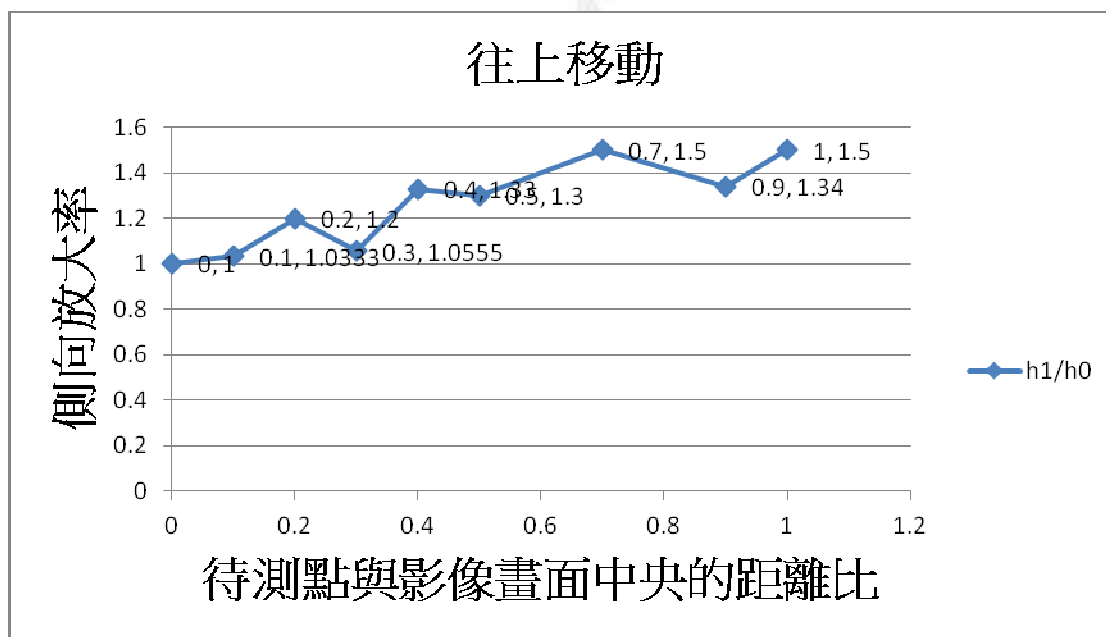
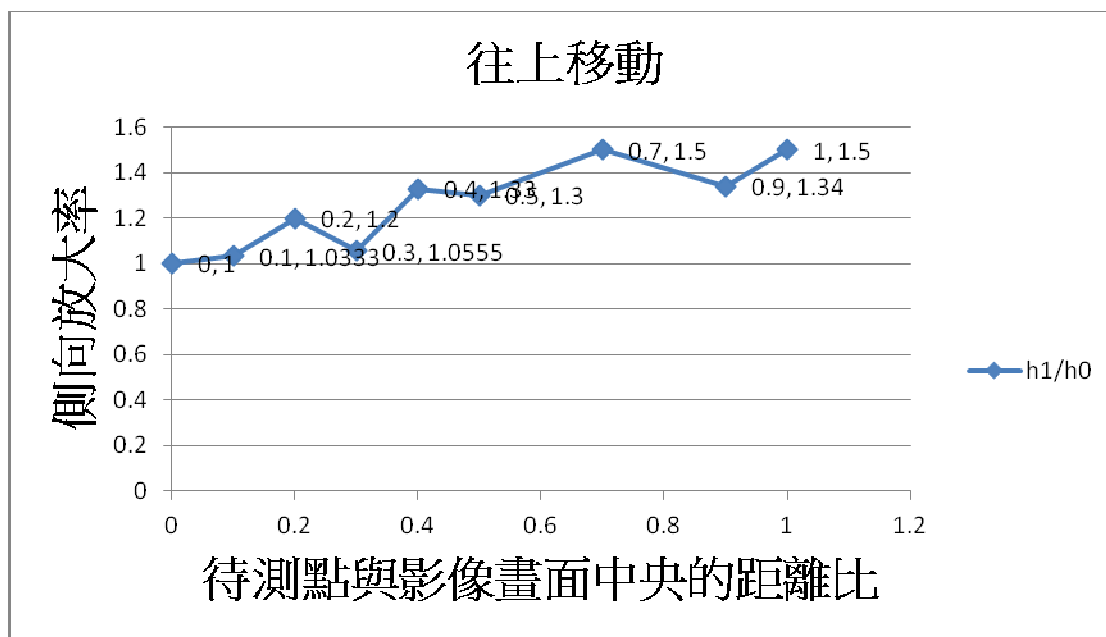
利用 PC 攝影機或廣角針孔攝影機得到的結果畸變現象會較明顯

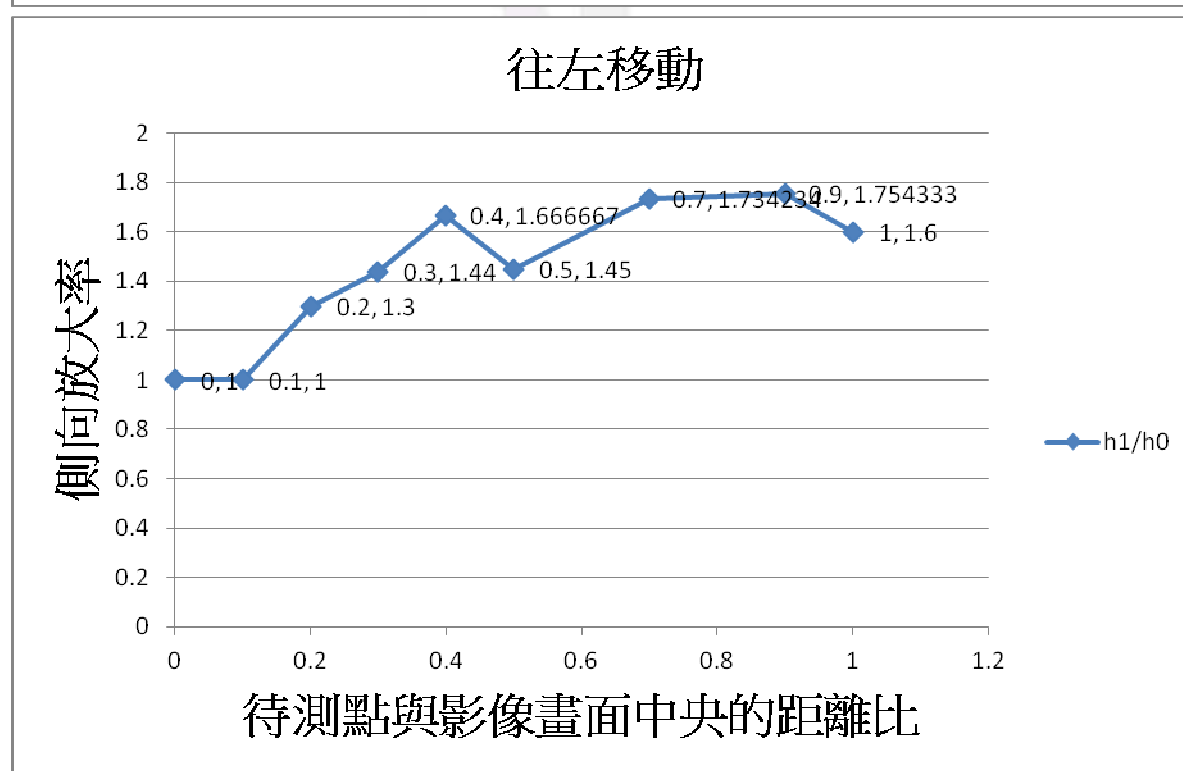
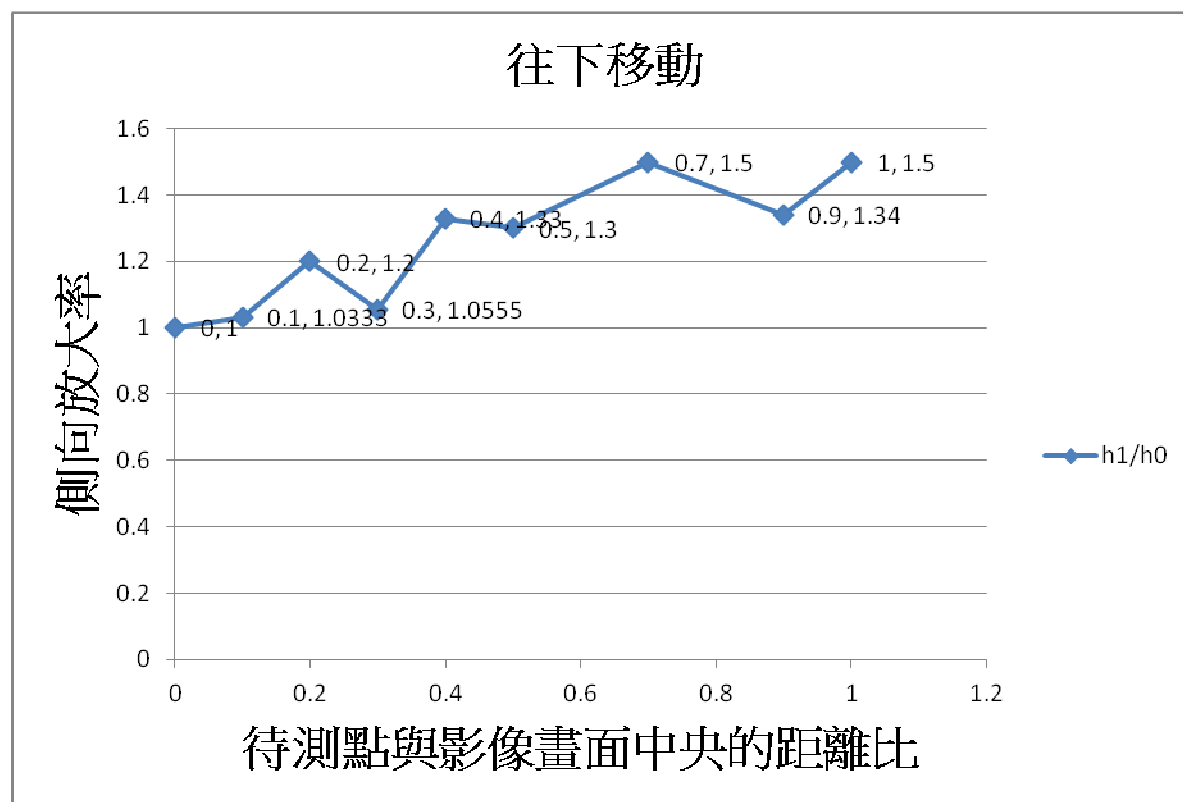
(四)成果:

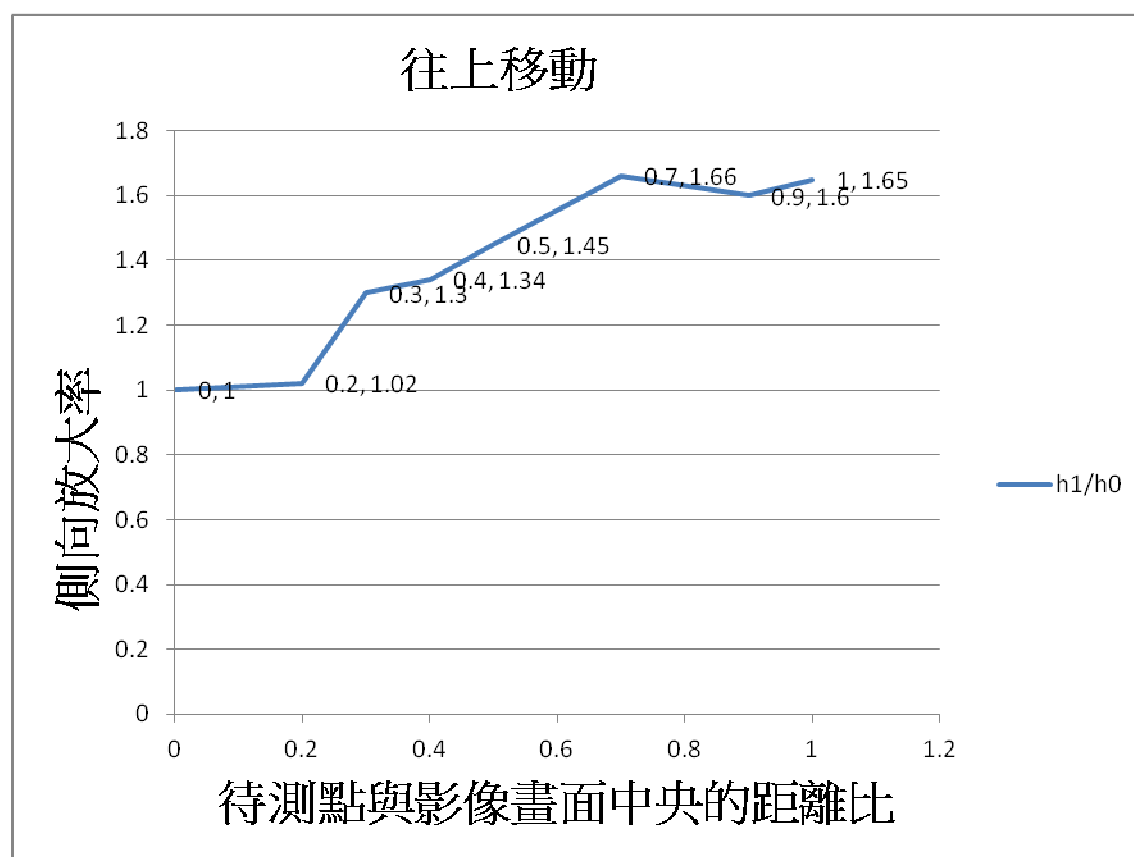












#### (五)結果：

畸變量測平均曲線圖，其中每個點資訊，均為圖中左上區塊、左下區塊、右下區塊、右上區塊四個畸變量平均後之結果，由圖中可知，此取像鏡頭於距離光軸越遠之取像點，其畸變量越大，直到越接近鏡頭中心點，畸變量趨近於零

所使用像機 Sony Ericsson Z750i 低階像機畸變較大





## 參考文獻

光電科技與生活 光電科技概論.林宸生著.五南圖書

Wikipedia

