

申請日期	91.3.6
案 號	91104171
類 別	H04N 5/232

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

發明 專利 說明 書

一、發明 名稱	中 文	對場景照明位準不敏感的對比焦點優值方法
	英 文	A CONTRAST FOCUS FIGURE-OF-MERIT METHOD THAT IS INSENSITIVE TO SCENE ILLUMINATION LEVEL
二、發明 人	姓 名	理查 L. 巴爾 Richard L. Baer
	國 籍	美 國 USA
	住、居所	美國加州洛斯阿爾托·科洛紐橡樹大道1280號 1280 Colonial Oaks Drive, Los Altos, CA 94024, USA
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·惠普公司 HEWLETT-PACKARD COMPANY
	國 籍	美 國 USA
	住、居所 (事務所)	美國加州帕羅亞托·哈諾維街3000號 3000 Hanover Street, Palo Alto, CA 94304, USA
	代 表 人 姓 名	安 O. 巴斯金 Ann O. Baskins

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6  
B6

本案已向：

美 國 ( 地 區 ) 申 請 專 利 ， 申 請 日 期 ： 2001,05,29 案 號 ： 09/865,465 ，  有  無 主 張 優 先 權

有 關 微 生 物 已 寄 存 於 ： ， 寄 存 日 期 ： ， 寄 存 號 碼 ：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明 ( 1 )

### 技術領域

本發明係有關於一種自動照相機聚焦機構，尤其是有關於一種移轉照明靈敏度至背景照明之自動聚焦方法。

### 發明之背景

所有現代照相機皆有設置某種用來自動聚焦調整之機構，該自動聚焦調整系統一般具有數個部分，其包含一評估聚焦品質之偵測器、一電子控制器，及一機動化之鏡頭組套件。該機動化控制器執行一演算法則，以改變鏡頭的聚焦位置，直到偵測器判定其達成最佳化之聚焦品質為止。

在數位照相機中，影像偵測器(例如 CCD 與 CMOS 感測器)也可用來做為聚焦品質之偵測器，這種方法之優點包括不需要額外之元件，且不存在聚焦感測器與影像感測器之間的記錄誤差。為了將影像感測器做為聚焦感測器，成千上萬個影像像素(image pixels)的資料必須結合在一起，以產生單一聚焦品質之計量，而此計量通常與影像的對比有相關，換言之，當對比增加時，鏡頭聚焦情況較佳，而對比減少時，鏡頭較可能失焦，因此，此方法通常被稱為聚焦判定之對比方法(the contrast method of focus determination)。

影像的空間變異是一項簡單的統計數值，可做為一種有效的聚焦優質的判斷依據。當鏡頭對準聚焦時，空間變異達到最大值。反之，當鏡頭失焦時，此模糊影像(blur)操作起來像是一個低通濾光器(low-pass filter)而可減低變

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

錄

## 五、發明說明 ( 2 )

異。在計算該變異之前，為使該計量進一步獲得改善，可藉沿影像之其中一光軸進行第一差分。此第一差分之運算使得該計量對於影像中逐漸大型化之變異較不敏感，且不因鏡頭失焦而顯著地減弱。

空間變異聚焦計量取決於場景照明位準、場景內容、及鏡頭聚焦設定。如果照明位準如同螢光燈一般隨時間改變，則受照明強度影響的計量變異將導致聚焦控制演算失效。如果該聚焦控制演算與因一照明變異而引起的聚焦計量一起呈現出來，它將被詮釋為聚焦位置上的一種錯誤，因而對聚焦位置做出錯誤的修正。因此，理想的聚焦優質應具備對照明強度不敏感之特性。

將聚焦計量對照明之靈敏度加以移轉之顯而易見的方法係將其常態化至平均照明強度。以變異計量的情況來說，可將該變異除以影像平均值之平方來達成。只可惜此方法無法消除該照明靈敏度，這是因其忽略雜訊之效應所致。

## 發明概要

簡而言之，在用於一影像裝置中提供自動聚焦調整之方法之一實施例中，本發明包含以下步驟：將一影像沿一光軸進行微分以求得一差分影像；計算該差分影像之一變異；決定一對該變異之雜訊貢獻度(determining a noise contribution to the variance)；由該變異減去該雜訊貢獻度(noise contribution)；以及利用該調整後之雜訊變異(adjusted noise variance)做為一因數(factor)來進行自動聚

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

錄

### 五、發明說明 ( 3 )

焦調整之工作。

在本發明之進一步觀點中，該步驟係提供變異之常態化。

在本發明之進一步觀點中，變異之常態化步驟是在完成減去雜訊貢獻度步驟後執行。

在本發明之進一步觀點中，該決定雜訊貢獻度步驟包含決定拍攝雜訊對變異之貢獻度；而該減去雜訊貢獻度之步驟包含減去拍攝雜訊。

在本發明之進一步觀點中，該決定雜訊貢獻度步驟包含決定讀取雜訊；而該減去雜訊貢獻度步驟包含減去讀取雜訊。

在本發明之進一步觀點中，該決定雜訊貢獻度之步驟包含決定讀取雜訊；而該減去雜訊貢獻度步驟包含減去讀取雜訊。

在本發明之進一步觀點中，該差分影像係藉由減去一本身為一偏移型之影像所決定；且決定該拍攝雜訊對變異之貢獻度之步驟包含由影像之該偏移型中之該拍攝雜訊之影像減去該拍攝雜訊。

在本發明之進一步觀點中，決定該拍攝雜訊對該變異之貢獻度之步驟包含決定對被減去以做成差分影像之兩個影像中之拍攝雜訊之變異之貢獻度；以及將兩變異相加以求得拍攝雜訊對差分影像之變異之總貢獻度。

在本發明之進一步觀點中，決定該讀取雜訊對變異之貢獻度之步驟包含將由收集自暗處之單一影像所決定之讀

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

錄

## 五、發明說明 ( 4 )

取雜訊乘以2。

本發明之又一實施例中，一種用於影像裝置之自動聚焦調整系統，包含：一處理器，設計來計算一差分影像之變異，且決定一雜訊對變異之貢獻度，並由該變異減去該雜訊之貢獻度，以及產生一控制信號；一鏡頭；及一組件，藉使用該控制信號做為一因數，以對該鏡頭進行自動聚焦調整。

在本發明之進一步觀點中，該步驟係提供變異之常態化。

在本發明之進一步觀點中，該處理器藉決定該拍攝雜訊對變異之貢獻度來決定該雜訊貢獻度，並由該變異減去該拍攝雜訊。

在本發明之再一實施例中，設置在一種影像裝置中，用來自動聚焦調整之程式產品(program product)，包含電腦可讀取式編碼(computer readable code)以執行以下之方法步驟：計算一差分影像之一變異、決定一雜訊對該變異之貢獻度、以及由該變異減去該雜訊貢獻度(noise contribution)。

較佳實施例之詳細說明

本發明是一種用來將聚焦優值(focus figure of merit)之靈敏度移轉到照明位準(illumination level)以正確地解釋雜訊效應之新方法、系統、和程式產品。支配數位照相機影像之兩種不同型態之雜訊為「拍攝雜訊」(shot noise)與「讀取雜訊」(read noise)。「拍攝雜訊」為影像「不連續

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

錄

## 五、發明說明 ( 5 )

抵達過程」(discrete arrival process)之自然特徵，因光的量子化特性而興起於照像術上。若一像素(pixel)在一曝光期間內平均接收到N個光子，則由於拍攝雜訊之效應，該被計數之光子數目的標準偏差(standard deviation)為N的平方根。讀取雜訊為一術語，其描述由電子放大、暗電流(dark current)及其他電子雜訊源等所貢獻之附加雜訊。讀取雜訊具有一恆定標準偏差，且不會因信號位準而改變。

聚焦優值與「讀取雜訊和拍攝雜訊」兩者相呼應。這可藉由其對本色的均勻照明場景之反應說明之。在無場景變化之下，總變異為拍攝雜訊變異與讀取雜訊變異的總和。施予第一差分運算將會增加變異達兩倍，但並無其他效應。如果該計量常態化至平均值的平方，則聚焦優質將依 $FOM \sim (Rn + \sqrt{N}) / N$ 而變化。當照明強度趨近於零時，聚焦優質將變成無限大，此乃因為讀取雜訊項與拍攝雜訊項的降低不如平均信號下降得快。為了執行本發明之有關「移轉聚焦優質之靈敏度(the sensitivity of the focus of merit)至照明位準」之技術，其所使用之照相機必須為充分的表徵，以決定其讀取雜訊位準與系統增益係數。系統增益係數是照相機每一數位位準之電子數量之計量方法。此方法可分開來計算聚焦優質的雜訊貢獻度，並在該數值常態化至照明強度之前扣除。

第1圖為執行本發明之較佳實施例。第1圖之實施例包含一具有電子聚焦之鏡頭10以及一經由鏡頭10接收影像之影像感測器(image sensor) 20。該影像感測器20提供輸入至

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

## 四、中文發明摘要(發明之名稱： 對場景照明位準不敏感的對比焦點優值方法 )

一種用於一影像裝置中提供自動聚焦調整之方法、系統與程式產品包含以下步驟：沿一影像之某一光軸進行微分，求得一差分影像；計算該差分影像之變異；決定一雜訊對該變異之貢獻度；由該變異減去雜訊貢獻度；並藉該調整後之雜訊變異做為自動聚焦調整之一因數。在最佳實施例中，變異將被常態化，而雜訊貢獻度係藉決定該拍攝雜訊與該讀取雜訊所決定。

## 英文發明摘要(發明之名稱： A CONTRAST FOCUS FIGURE-OF-MERIT METHOD THAT IS INSENSITIVE TO SCENE ILLUMINATION LEVEL )

A method, system and program product for providing automatic focus adjustment for an image device, comprising the steps of: differentiating an image along some axis to obtain a difference image; computing a variance of the difference image; determining a noise contribution to the variance; subtracting the noise contribution from the variance; using the adjusted noise variance as a factor in making the automatic focus adjustment. In a preferred embodiment, the variance is normalized, and the noise contribution is determined by determining the shot noise and the read noise.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

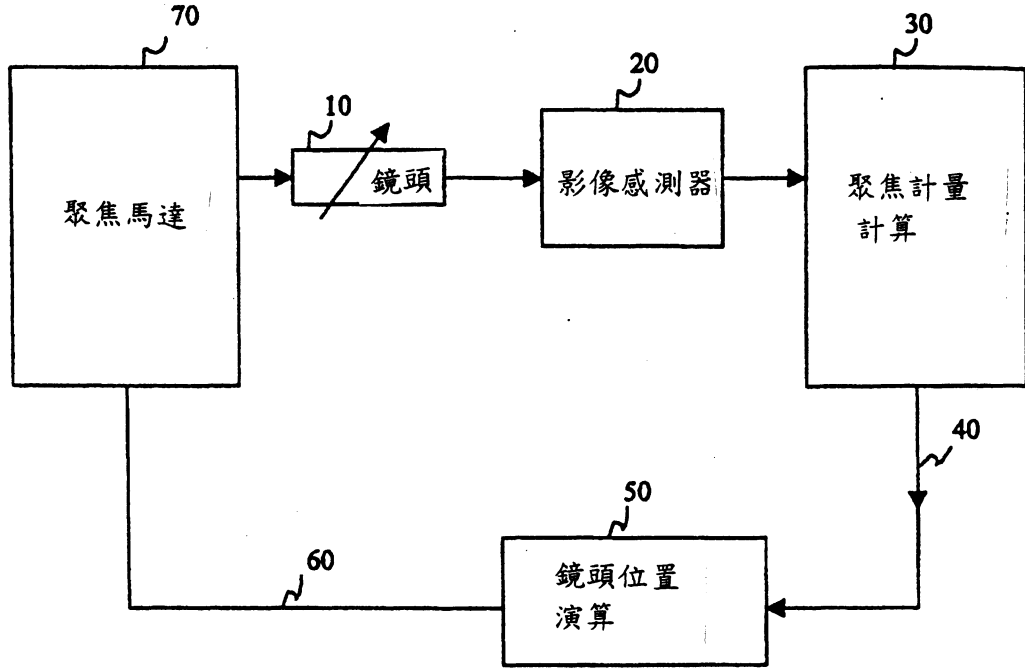
裝

訂

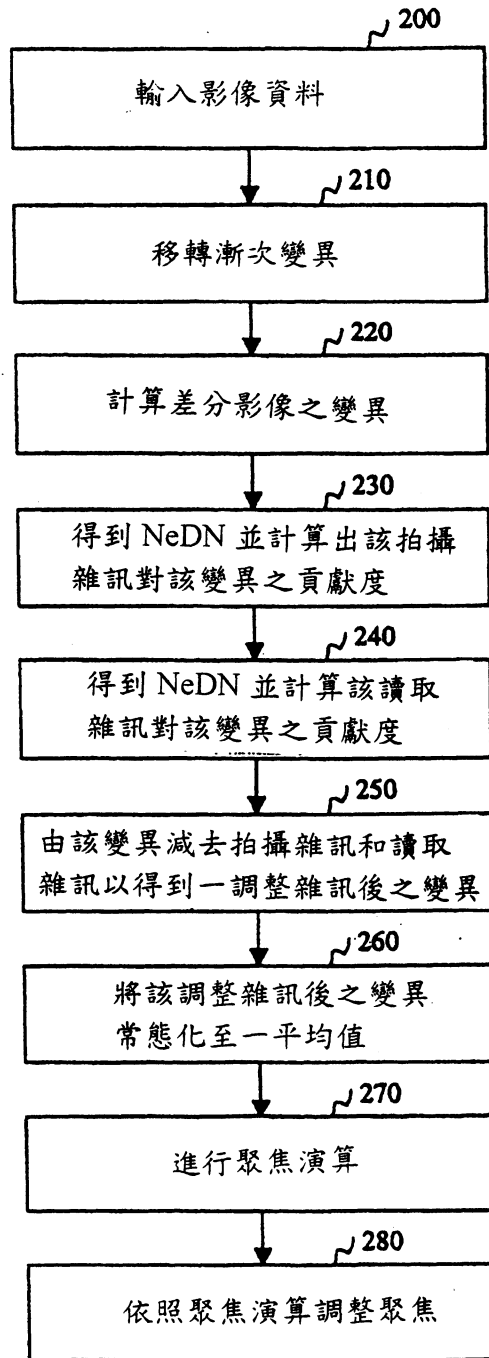
線



第 1 圖



## 第 2 圖



## 五、發明說明 ( 6 )

一 聚焦計量計算處理器 (focus metric computation processor) 30，而來自此處理器30之一控制信號提供至線路40以傳送至一鏡頭位置演算 (lens position algorithm) 50。該鏡頭位置演算50根據聚焦計量控制信號來決定該鏡頭如何調整，並將該控制信號提供至線路60以傳送至一聚焦馬達 (focus motor) 70，而經該聚焦馬達70之操作再將鏡頭 (lens) 10自動聚焦。

第2圖係為了移轉聚焦優質之靈敏度至能正確解釋雜訊效應之照明位準而使用一依照本發明之方法之較佳實施例。本方法在方塊200的第一步驟係由影像感測器 (image sensor) 20接收輸入影像資料，接著進行到方塊 (block) 210，此時影像之「漸次轉變現象」被減弱，而影像邊緣被放大。此種運算一般藉由沿著影像之某一主光軸 (principle axes)，求得影像之第一差分影像，而第一差分影像可藉由減去影像本身獲得，由某一固定量加以偏移 (offset)。此運算由以下方程式表示：

$$\text{dimg} = \text{imgf}[(0:\text{sx}-2),*] - \text{imgf}[(1:\text{sx}-1),*]$$

上述方程式中， $\text{imgf}[(a:b),*]$ 表示包含所有a行至b行之原始影像的部分集合，所用參數(0:sx-2)與(1:sx-1)表示以一偏移值獲得差分影像的例子，"sx"一項表示影像寬度。

然後，此方法進行至方塊220，計算出差分影像的變異。差分影像的變異一般由各像素值平方的平均值減去各像素值平均值的平方而得，此運算由以下方程式表示：

$$\text{var} = \sigma(\text{dimg})$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

### 五、發明說明 ( 7 )

然後，此方法進行至方塊230，得到NeDN，並計算出拍攝雜訊對變異之貢獻度(the shot noise contribution to the variance)。值得注意的是，拍攝雜訊主要是因光束隨機抵達之不確定過程所產生的雜訊，其中Ne為電子數目，而DN為數位量。因此，NeDN等於每一由類比/數位轉換器而來之每一數位位準的電子數。NeDN由一特定之照相機的參數與設定所決定，因此，NeDN是以每一數位數目的電子數量(類比/數位計數)(A/D count)為單位之系統增益係數(system gain coefficient)。

10 計算拍攝雜訊對變異之貢獻度，可由以下方程式表示：

$$\text{shotN1} = \langle \text{NeDN} * \text{imgf}[(0:\text{sx}-2), *] \rangle / \text{NeDN}^2$$

$$\text{shotN2} = \langle \text{NeDN} * \text{imgf}[(1:\text{sx}-1), *] \rangle / \text{NeDN}^2$$

15 值得注意的是，運算符號" $\langle \rangle$ "表示平均值，即特定範圍內像素值的總和除以該像素數目的總和。就shotN1而言，其包含0行至(sx-2)行之所有列的像素總和，而由imgf此一參數可知shotN2由shotN1偏移所得。

20 接著進行到方塊240，得到NeRead，且計算出讀取雜訊對變異之貢獻度(the read noise contribution to the variance)。值得注意的是，NeRead是系統未調整好前所發出的白雜訊(white noise)，並不影響聚焦位置的決定，可由以下方程式表示：

$$\text{varRead} = (\text{NeRead} / \text{NeDN})^2 \quad \circ$$

“NeRead”表示等價電子的讀取雜訊位準。

## 五、發明說明 ( 8)

接著進行方塊250，由該變異減去拍攝雜訊與讀取雜訊，以獲得一調整雜訊後之變異，可由以下方程式表示：

$$\text{var}' = \text{var} - \text{shotN1} - \text{shotN2} - 2 * \text{varRead} \quad .$$

值得注意的是， $2 * \text{varRead}$  表示在暗處中所收集單一  
5 影像之讀取雜訊變異之兩倍。

接著進行方塊260，將調整雜訊後之變異 $\text{var}'$ 常態化，經由一舉例而非限制性的方式，常態化過程可由以下方程式表示：

$$\text{FOM} = \text{var}' / [\text{mean}(\text{imgf})]^2$$

10 值得注意的是，FOM為聚焦優質，也可由高冪次級距組成，例如，變異可由運算元 $\langle x^4 \rangle - \langle x \rangle^4$ 所取代，且其平均值可由平均值的平方所取代。

方塊260的輸出端包含控制信號由線路40傳送至鏡頭位置演算方塊50，再執行聚焦演算。值得注意的是，有多  
15 種不同之可利用的聚焦演算方式，取決於鏡頭種類及鏡頭聚焦調整的方法，就這點而言，數種不同的聚焦馬達70將可使用不同聚焦演算方式。鏡頭位置演算50的輸出信號由線路60傳送至聚焦馬達70，依照此聚焦演算方式之電子式控制鏡頭10的實質調整方式，如第2圖步驟280所表示。

20 值得注意的是，獲得 $\text{NeDN}$ 與 $\text{NeRead}$ 的最簡單方式為在快門關閉且適度均勻照明位準之下，量測暫存變異與其平均值。暗處的暫存變異產生讀取雜訊，而變異與平均值函數的斜率產生系統增益，對於電子式增益設定值的任何改變而言，必須修正這些參數。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( 9 )

因此，本發明提供之方法可產生一實質上對於照明位準不敏感之聚焦優質，此特性使得聚焦控制能正確運算，而不受到隨時間變化之光源的影響。

上述之本發明最佳實施例乃舉例與說明之用，並非將  
5 本發明詳盡無疑或限制於所揭露之明確形式，按照上述技術或取自本發明實施例，可作種種改良或變化實施。所選擇與說明之實施例乃為了闡釋本發明之原則，及給予熟悉本技藝之人士將本發明之種種實施例做實質應用。本發明之精神範疇由以下之申請專利範圍及其等義所界定。

10

圖式之簡單說明：

第1圖為本發明實施例之示意方塊圖。

第2圖為本發明之系統與方法之最佳操作流程圖。

15

### 元件標號對照表

10… 鏡頭	40、60… 線路
20… 影像感測器	50… 鏡頭位置演算
30… 聚焦計量計算處理器	70… 聚焦馬達

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

### 六、申請專利範圍

1. 一種用於影像裝置之自動聚焦調整方法，包含以下步驟：

沿一影像之某一光軸進行微分，求得一差分影像；

計算一該差分影像之變異；

5 決定該雜訊對變異之貢獻度；

由該變異減去雜訊貢獻度；及

使用該調整後之雜訊變異做為進行自動聚焦調整之一因數。

10 2. 如申請專利範圍第1項之用於影像裝置之自動聚焦調整方法，更包含將該變異加以常態化之步驟。

3. 如申請專利範圍第2項之用於影像裝置之自動聚焦調整方法，其中變異之常態化步驟是在完成減去雜訊貢獻度步驟後執行。

15 4. 如申請專利範圍第1項之用於影像裝置之自動聚焦調整方法，其中該決定雜訊貢獻度步驟包含決定拍攝雜訊對變異之貢獻度；而該減去雜訊貢獻度之步驟包含減去拍攝雜訊。

20 5. 如申請專利範圍第2項之用於影像裝置之自動聚焦調整方法，其中該決定雜訊貢獻度步驟包含決定讀取雜訊；而該減去雜訊貢獻度步驟包含減去讀取雜訊。

6. 如申請專利範圍第1項之用於影像裝置之自動聚焦調整方法，其中該決定雜訊貢獻度之步驟包含決定讀取雜訊；而該減去雜訊貢獻度步驟包含減去讀取

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

### 六、申請專利範圍

雜訊。

- 5 7. 如申請專利範圍第4項之用於影像裝置之自動聚焦調整方法，其中該差分影像係藉由減去一本身為一偏移型之影像所決定；且決定該拍攝雜訊對變異之貢獻度之步驟包含由影像之該偏移型中之該拍攝雜訊之影像減去該拍攝雜訊。
- 10 8. 如申請專利範圍第4項之用於影像裝置之自動聚焦調整方法，其中決定該拍攝雜訊對該變異之貢獻度之步驟包含決定對被減去以做成差分影像之兩個影像中之拍攝雜訊對變異之貢獻度；以及將兩變異相加以求得拍攝雜訊對差分影像對變異之總貢獻度。
- 15 9. 如申請專利範圍第6項之用於影像裝置之自動聚焦調整方法，其中決定該讀取雜訊對變異之貢獻度之步驟包含將由收集自暗處之單一影像所決定之讀取雜訊乘以2。
- 20 10. 一種用於一影像裝置中提供自動聚焦調整之系統，包含：
  - 一處理器，設計來計算一差分影像之變異，且決定一雜訊對變異之貢獻度，並由該變異減去該雜訊貢獻度，以及產生一控制信號；
  - 一鏡頭；及
  - 一自動調整組件，藉使用該控制信號做為一因數，以對該鏡頭進行自動聚焦調整。

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製