



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201227613 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：099147144

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 31 日

(51)Int. Cl. :

G06T5/40 (2006.01)

G06T5/10 (2006.01)

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：陳祝嵩 (TW)；陳律閱 (TW)；楊耀翔 (TW)

(74)代理人：李保祿

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：3 共 23 頁

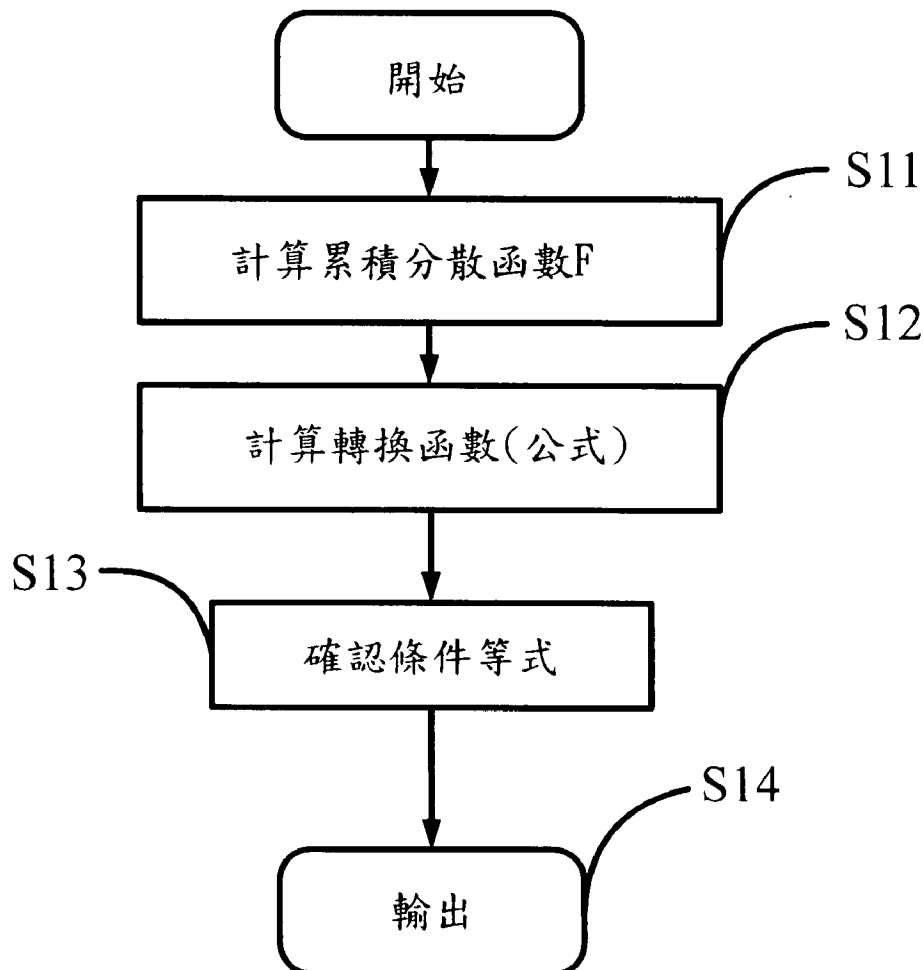
(54)名稱

基於直方圖修改的影像強化方法

(57)摘要

本發明揭露了一種基於直方圖修改的影像強化方法，先於一第一影像的灰階資料中計算出一第一累積分佈函數，並以第一累積分佈函數及一第二累積分佈函數計算出一第一轉換函數，再經由複數個方程式產生一第二轉換函數，而第二轉換函數滿足一第一條件及一第二條件，再經由第二轉換函數輸出一第二影像。

S11~S14：步驟



# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 99147144

※申請日： 99.12.31

※IPC 分類：

G06T 5/40 2006.01  
G06T 5/10 2006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

基於直方圖修改的影像強化方法

二、中文發明摘要：

本發明揭露了一種基於直方圖修改的影像強化方法，先於一第一影像的灰階資料中計算出一第一累積分佈函數，並以第一累積分佈函數及一第二累積分佈函數計算出一第一轉換函數，再經由複數個方程式產生一第二轉換函數，而第二轉換函數滿足一第一條件及一第二條件，再經由第二轉換函數輸出一第二影像。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

S11~S14 步驟

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種基於直方圖修改的影像強化方法，特別是有關於一種用於增強影像的對比及灰階的部分，以避免雜訊被強化及視覺上的缺陷。

### 【先前技術】

目前，數位影像處理技術已經發展了許多年。美國專利號碼 5,995,656 揭露了利用低通濾波及直方圖修改進行影像強化的方法與裝置，在此專利中，輸入的影像經由低通濾波及所求的直方圖被等化為對比加強的訊號。在這個專利中，所求的直方圖  $g$  係為灰階部分的均勻分佈。經由低通濾波後的訊號於原來的訊號中被減去，被減去後的部分將被加在對比增強的訊號上，經過低通濾波的訊號相較於原始影像，有著較少的雜訊，輸入影像的對比可以被增強，而不會產生過多的雜訊。

然而，由於被減去的部分，輸出影像  $Y$  的直方圖與原來的直方圖  $g$  有著相當大的差異，而亮度的數值並無法被控制，往往造成影像序列中的閃爍。再者，在進行等化時的轉換斜率將非常的大，很有可能造成令人不舒服的視覺缺陷。

美國專利號碼 5,923,383 揭露了利用直方圖等化進行影像強化的方法。此專利揭露了使用輸入影像的直方圖等化，而輸入影像經由預先決定的灰階數值表示。當計算輸入影像的灰階部分之可能密度函數

時，每個灰階部分的數值將被限制於預先決定的數值。於輸入影像的直方圖等化皆基於可能密度函數。於此結果中，數入影像的平均亮度於直方圖上並沒有顯著的改變。僅只有雜訊避免被放大。

然而，修改後的直方圖於正規化後可能與原始的直方圖有非常大的不同，並造成強化影像的直方圖於所求的直方圖  $g$  有非常大的不同，而直方圖  $g$  是均勻分佈的。再者，此專利揭露的方法無法直接用在非均勻分佈的直方圖  $g$  上。

經由 J.M. Gauch 發表的論文，經由直方圖等化定義的影像對比空間研究，CVGIP-1992，第 269-280 頁。論文中揭露了直方圖  $g$  是均勻分佈的，並利用高斯模糊(Gaussian blur)的低通濾波對直方圖進行模糊，而得到新的直方圖，論文中的方法將修改後的直方圖進行正規化，並使直方圖的總和為 1，更使用這個直方圖去進行轉換。然而，在論文中提到的方法亦無法直接被使用在非均勻分佈的直方圖  $g$  上。

而 Q. Wang 和 R. K. Ward 曾經發表了快速影像/影片基於權重臨界值的直方圖等化的對比加強方法，於 IEEE TCE 2007，第 757-764 頁。這個正規化的方法基於減少差異。然而，這個方法亦無法用在非均勻分佈的直方圖  $g$  上。

Lastly, T. Arici, S. Dikbas 和 Y. Altunbasak 近期公開了一篇論文，一中直方圖修改架構及對於影像對比加強的應用，IEEE TIP 2009，第 1921-1935 頁。這篇論文與美國專利號碼 5,923,383 相似。然而，這個方法亦無法用在非均勻分佈的直方圖  $g$  上。

## 【發明內容】

有鑑於上述先前技術之問題，本發明之目的就是在提供一種基於直方圖修改的影像強化方法，以解決進行影像強化時產生雜訊強化及視覺缺陷的問題。

根據上述目的，本發明提出一種基於直方圖修改的影像強化方法，先於一第一影像的灰階資料中計算出一第一累積分佈函數，並以第一累積分佈函數及一第二累積分佈函數計算出一第一轉換函數，再經由複數個方程式產生一第二轉換函數，而第二轉換函數滿足一第一條件及一第二條件，再經由第二轉換函數輸出一第二影像。

其中，第一條件係為第二轉換函數近似於第一轉換函數。

其中，第二條件係為第二轉換函數為第一轉換函數經由低通濾波的結果。

其中，方程式其中之一係為

$$\min_{T_2} \sum_{k=0}^L (T_2(k) - T(k))^2 \quad \text{subjected to } 0 \leq T_2'(s) \leq t \text{ for all } 0 \leq s \leq L \quad .$$

其中，方程式其中之一係為

$$T_2^{-1}(k) = \int_b^k \frac{1}{Nh} \sum_{j=1}^N K \left( \frac{\hat{T}(j) - u}{h} \right) du \quad .$$

其中，第二轉換函數係為單調遞增函數。

根據上述目的，本發明再提出一種基於直方圖修改的影像強化方法，先於一第一影像的灰階資料中計算出一第一累積分佈函數，並以第一累積分佈函數及一第二累積分佈函數計算出一第一轉換函數，更經由複數個方程式產生一第二轉換函數，第二轉換函數滿足一第一條

件、一第二條件及一第三條件，並經由該第二轉換函數輸出一第二影像。

其中，方程式其中之一係為

$$\min_{T_2} \sum_{k=0}^L (T_2(k) - T(k))^2 \quad \text{subjected to } 0 \leq T_2'(s) \leq t \text{ for all } 0 \leq s \leq L$$

其中，方程式其中之一係為

$$T_2^{-1}(k) = \int_0^k \frac{1}{Nh} \sum_{j=1}^N K \left( \frac{\hat{T}(j) - u}{h} \right) du$$

其中，第一條件為第二轉換函數近似於第一轉換函數，第二條件為第二轉換函數係為第一轉換函數經由低通濾波的結果，及第三條件為該第二轉換函數係為單調遞增函數。

承上所述，本發明相較於先前技術可具有一或多個下述優點：

- (1) 本發明可以避免雜訊的放大。
- (2) 本發明可以減少視覺缺陷的產生。

### 【實施方式】

假設影像未經由良好的曝光或於強光中拍攝，影像中灰階的部分可能大多都在極度的黑暗或亮光。為了提供更好的視覺效果，本發明經由直方圖修改進行影像處理。

於一般常用的直方圖修改方法中，灰階轉換的方式被列於下方。令  $X = \{X_{ij}\}$ ，為輸入影像的灰階部分。而  $X_{ij} \in \{0, 1, 2, \dots, L\}$  是像素  $(i, j)$  的強度。而  $L$  是灰階部分的數值(如於 8 位元的影像中， $L$  為 255)，假設  $f$  是  $X$  的直方圖(可能分散函數)。

$$f(k) = n_k/n, \text{ for } k = 1, 2, \dots, L.$$

這裡設定  $n_k$  是灰階部分第  $k$  層的像素數目。而  $n$  是影像像素的數目。假設  $F$  是  $X$  的累積直方圖(累積分佈函數)。

$$F(k) = \sum_{s=0}^k f(s), \text{ for } k = 1, 2, \dots, L.$$

令  $g$  為目標直方圖，而  $G$  為目標累積直方圖。

$$G(k) = \sum_{s=0}^k g(s), \text{ for } k = 1, 2, \dots, L$$

經由反轉可能整合轉換，得出函數  $T$ 。

$$T(k) = G^{-1}(F(k)).$$

影像  $Y = T(X)$  是習知技術中提到的輸出影像，函數  $T$  是單調遞增函數。在先前技術中，函數  $T$  通常用來進行影像轉換。

請參閱圖一，其係為基於直方圖修改的影像強化方法步驟流程圖。其步驟包括如下：

(S11) 計算影像  $X$  中灰階部分的累積分散函數  $F$ ；

(S12) 經由累積分散函數  $F$  及累積分散函數  $G$  計算轉換函數  $T(k) = G^{-1}(F(k))$ ；

(S13) 函數  $T_2$  符合第一等式及第二等式；以及

(S14) 輸出影像  $Z$ ， $Z = T_2(X)$ ，函數  $T_2$  符合第一條件及第二條件。

在第一個步驟中， $F$  是  $X$  的累積直方圖的累積分佈函數  $F$  和累積分佈  $G$ ，這項發明轉化計算函數  $T(k) = G^{-1}(F(k))$ 。通過選擇不同的  $T$  值控制功能的光滑性的  $T_2$  式 1。當  $t$  越小，曲線函數  $T_2$  的順暢。當  $t$  較大， $T_2$  的功



能更接近原始轉換函數公式 1 噸，但消耗更多的時間和計算機資源，我們用一個更簡單，更快的方程，方程 2。在公式 2，在  $T_2$  可以通過  $T_2 = (T_2^{-1})^{-1}$ 。  $T_2$  的函數滿足條件 1 和條件 2。在條件 1，曲線平滑功能  $T_2$  是低通濾波結果的功能噸然後，此方法輸出的圖像  $Z$  的和  $Z = T_2(X)$ 。

請參閱圖二，其係為基於直方圖修改的影像強化方法步驟流程圖。其步驟包括如下：

(S21)計算影像  $X$  中灰階部分的累積分散函數  $F$ ；

(S22)經由累積分散函數  $F$  及累積分散函數  $G$  計算轉換函數  $T(k) = G^{-1}(F(k))$ ；

(S23)函數  $T_2$  符合第一等式及第二等式；以及

(S24)輸出影像  $Z$ ， $Z = T_2(X)$ ，函數  $T_2$  符合第一條件、第二條件及第三條件。

在第一個步驟中， $F$  是  $X$  的累積直方圖的累積分佈函數  $F$  和累積分佈  $G$ ，這項發明轉化計算函數  $T(k) = G^{-1}(F(k))$ 。通過選擇不同的  $T$  值控制功能的光滑性的  $T_2$  式 1。當  $t$  越小，曲線函數  $T_2$  的順暢。當  $t$  較大， $T_2$  的功能更接近原始轉換函數公式 1 噸消耗更多的時間和計算機資源，我們用一個更簡單，更快，方程 2。在公式 2，在  $T_2$  可以通過  $T_2 = (T_2^{-1})^{-1}$ 。  $T_2$  的函數滿足條件 1 和條件 2。在條件 1，曲線平滑功能  $T_2$  是低通濾波結果的函數在條件 2 噸，曲線平滑功能  $T_2$  是低通濾波結果的功能噸在條件 3， $T_2$  是函數單調增函數。然後，此方法輸出的圖像  $Z$  的和  $Z = T_2(X)$ 。

在圖三，顯示效果有關  $T$  的變換函數。在左邊的部分數字，它顯示的效果  $T$  的方程 1。當  $T$  越小，坡度較小的  $T_2$  的功能。如果  $T$  越大，坡度的

函數  $T_2$  將接近函數噸在右部分的數字，它顯示的效果 H 的方程 2。如果 H 是小，坡度較小的  $T_2$  的功能。當 H 是大，坡度的功能  $T_2$  是接近的函數 T。

請參閱附件一，其係為原始影像。

請參閱附件二，係為習知直方圖轉換的影像。雜訊明顯被放大，並包含視覺缺陷。

請參閱附件三，係為經由 J.M. Gauch 方法的影像轉換。

請參閱附件四，係為經由 Q. Wang 及 R. K. Ward 方法的影像轉換。

請參閱附件五，係為經由 Lastly, T. Arici, S. Dikbas 及 Y. Altunbasak 方法的影像轉換。

請參閱附件六，係為經由第一等式處理過後的影像，雜訊部分被改善，也避免了視覺缺陷。

請參閱附件七，係為經由第二等式處理過後的影像，雜訊部分被改善，也避免了視覺缺陷。

以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應包含於後附之申請專利範圍中。

### 【圖式簡單說明】

圖一 係為本發明之基於直方圖修改的影像強化方法步驟流程圖；

圖二 係為本發明之基於直方圖修改的影像強化方法步驟流程圖；以及

圖三 影像轉換過程的效果圖。

**【主要元件符號說明】**

S11~ S14 步驟

S21~ S24 步驟

**【附件】**

附件一 其係為原始影像；

附件二 習知直方圖轉換的影像；

附件三 係為經由 J.M. Gauch 方法的影像轉換；

附件四 係為經由 Q. Wang 及 R. K. Ward 方法的影像轉換；

附件五 係為經由 Lastly, T. Arici, S. Dikbas 及 Y. Altunbasak 方法的影像轉換；

附件六 經由第一等式處理過後的影像；以及

附件七 經由第二等式處理過後的影像。

## 七、申請專利範圍：

1. 一種基於直方圖修改的影像強化方法，其包括下列步驟：

於一第一影像的灰階資料中計算出一第一累積分佈函數；

以該第一累積分佈函數及一第二累積分佈函數計算出一第一轉換函數；

經由複數個方程式產生一第二轉換函數，該第二轉換函數滿足一第一條件及一第二條件；以及

經由該第二轉換函數輸出一第二影像。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之基於直方圖修改的影像強化方法，其中該第一條件係為該第二轉換函數近似於該第一轉換函數。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之基於直方圖修改的影像強化方法，其中該第二條件係為該第二轉換函數為該第一轉換函數經由低通濾波的結果。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之基於直方圖修改的影像強化方法，其中該等方程式其中之一係為

$$\min_{T_2} \sum_{k=0}^L (T_2(k) - T(k))^2 \quad \text{subjected to } 0 \leq T_2'(s) \leq t \text{ for all } 0 \leq s \leq L \text{。}$$

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之基於直方圖修改的影像強化方法，其中該等方程式其中之一係為

$$T_2^{-1}(k) = \int_b^k \frac{1}{Nh} \sum_{j=1}^N K \left( \frac{\hat{T}(j) - u}{h} \right) du \text{。}$$

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之基於直方圖修改的影像強化方法，其中該第二轉換函數係為單調遞增函數。

7. 一種基於直方圖修改的影像強化方法，其包括下列步驟：

於一第一影像的灰階資料中計算出一第一累積分佈函數；

以該第一累積分佈函數及一第二累積分佈函數計算出一第一轉換函數；

經由複數個方程式產生一第二轉換函數，該第二轉換函數滿足一第一條件、一第二條件及一第三條件；以及

經由該第二轉換函數輸出一第二影像。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之基於直方圖修改的影像強化方法，其中該等方程式其中之一係為

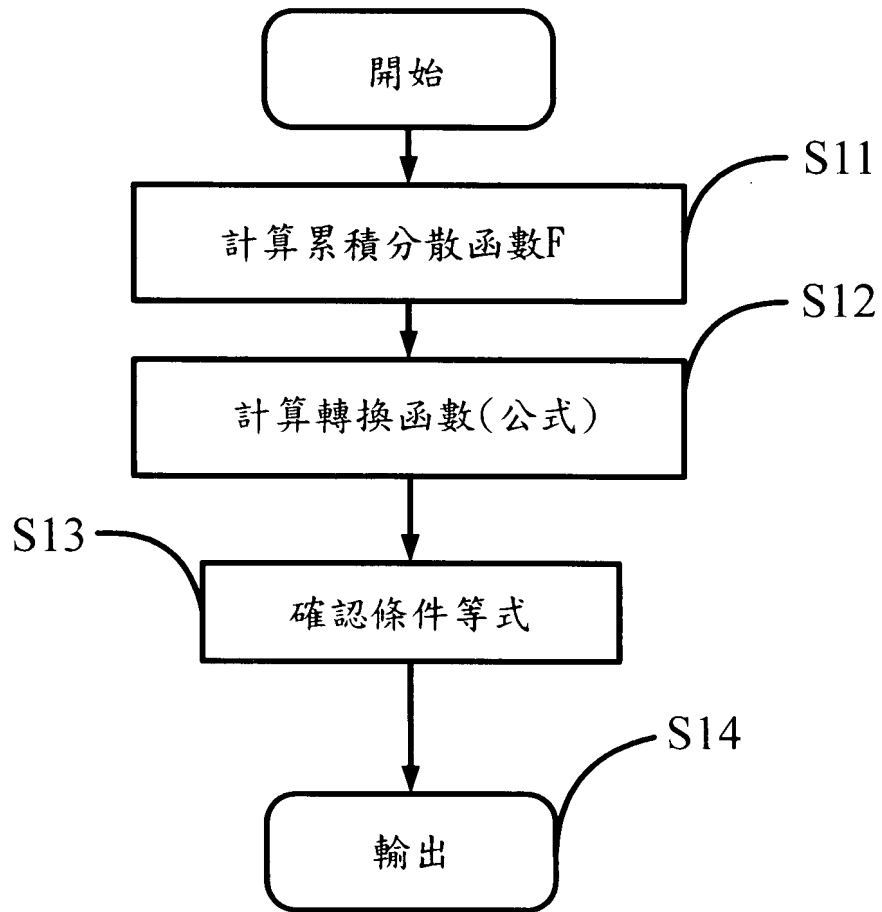
$$\min_{T_2} \sum_{k=0}^L (T_2(k) - T(k))^2 \quad \text{subjected to } 0 \leq T_2'(s) \leq t \text{ for all } 0 \leq s \leq L \text{。}$$

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之基於直方圖修改的影像強化方法，其中該等方程式其中之一係為

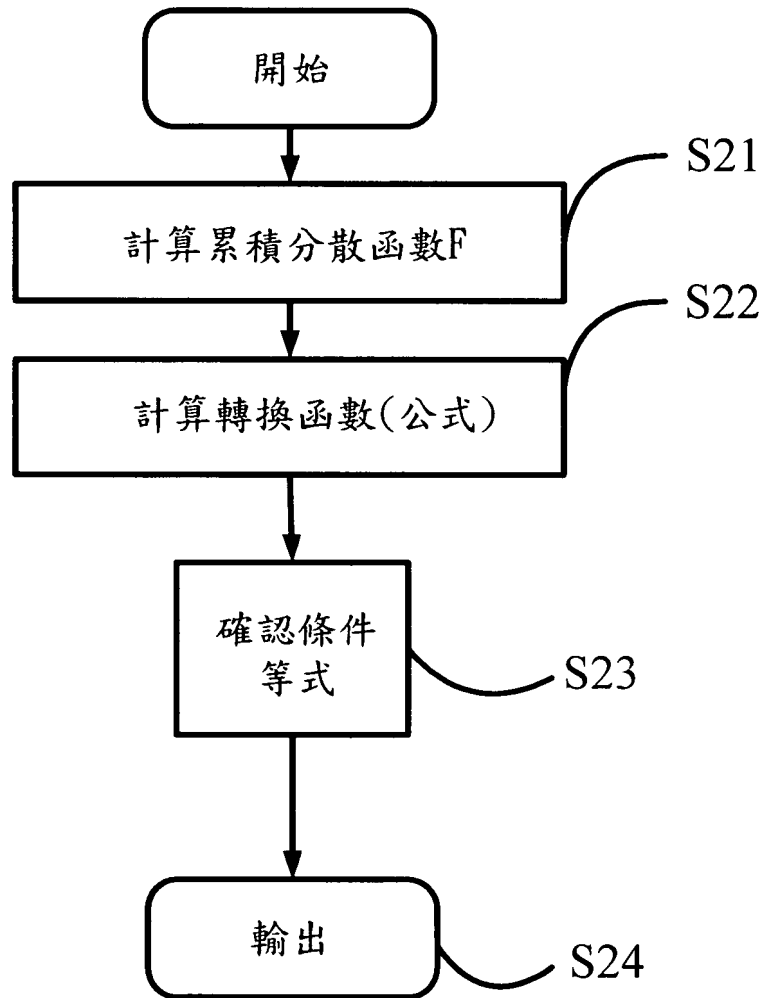
$$T_2^{-1}(k) = \int_b^k \frac{1}{Nh} \sum_{j=1}^N K \left( \frac{\hat{T}(j) - u}{h} \right) du \text{。}$$

10. 如申請專利範圍第 7 項所述之基於直方圖修改的影像強化方法，其中該第一條件為該第二轉換函數近似於該第一轉換函數，該第二條件為該第二轉換函數係為該第一轉換函數經由低通濾波的結果，及該第三條件為該第二轉換函數係為單調遞增函數。

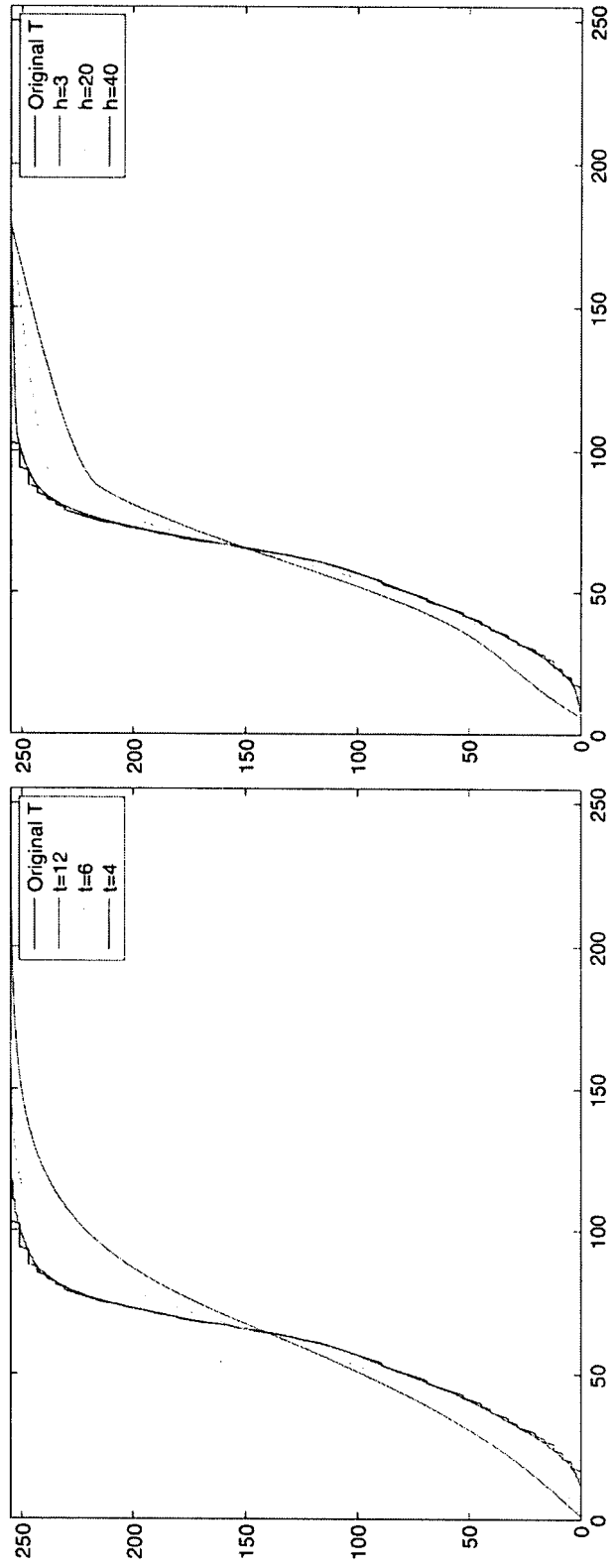
八、圖式：



圖一



圖二



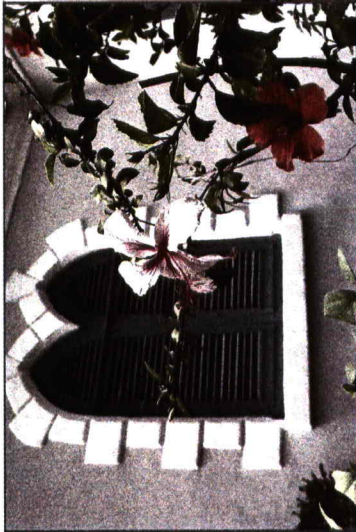
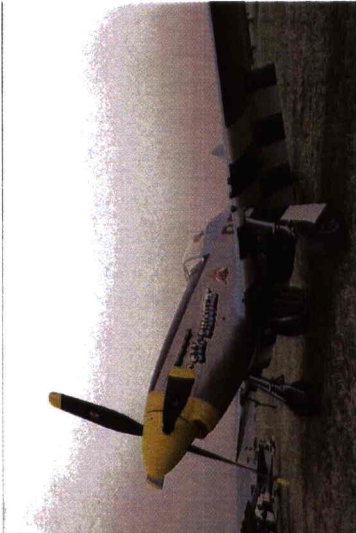
圖三



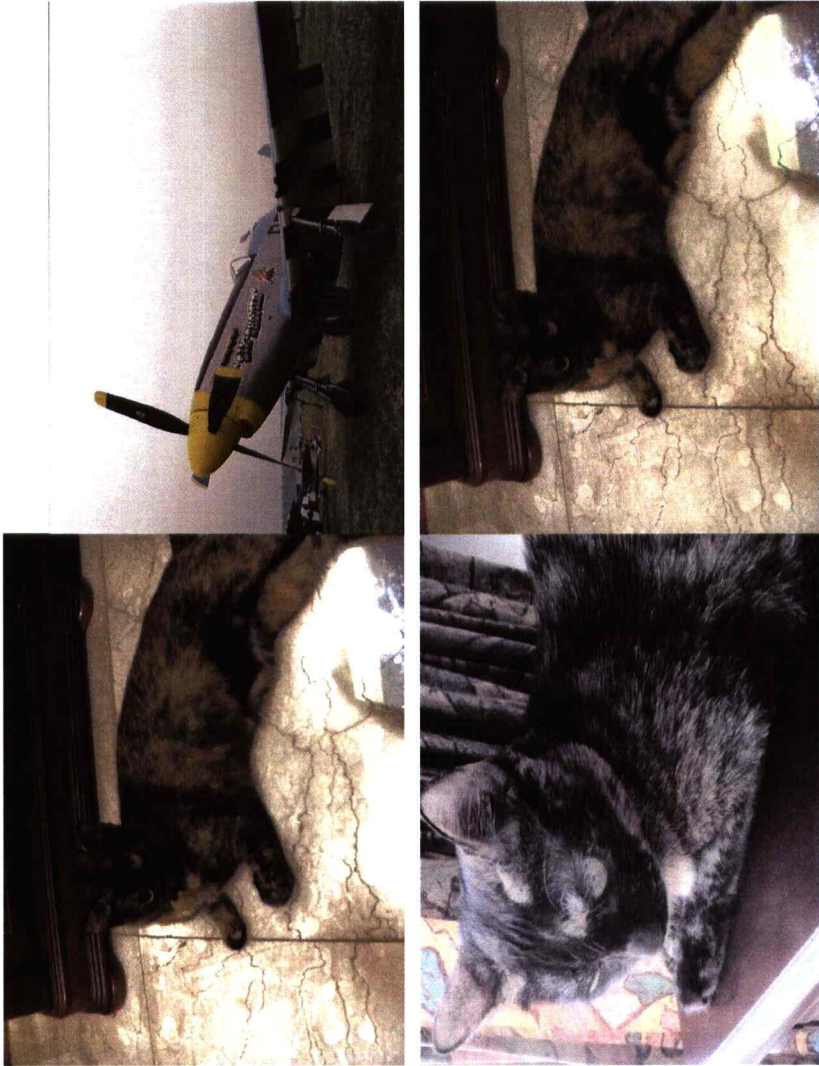
附件一



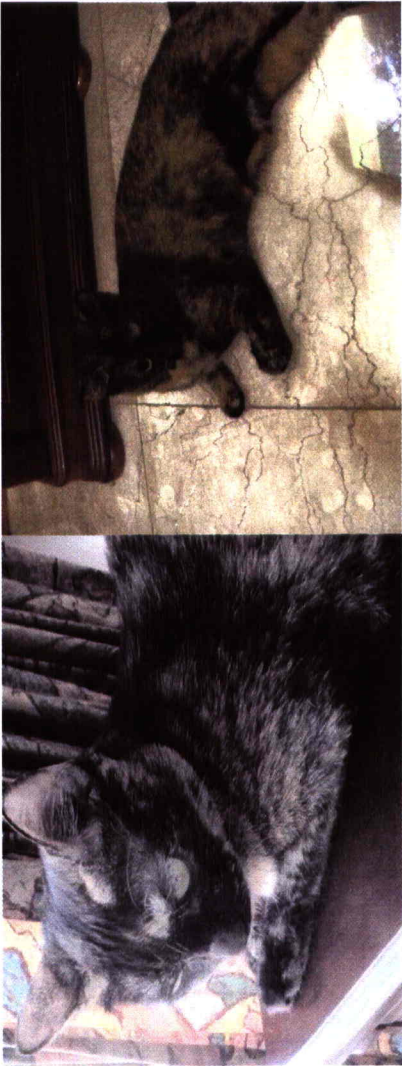
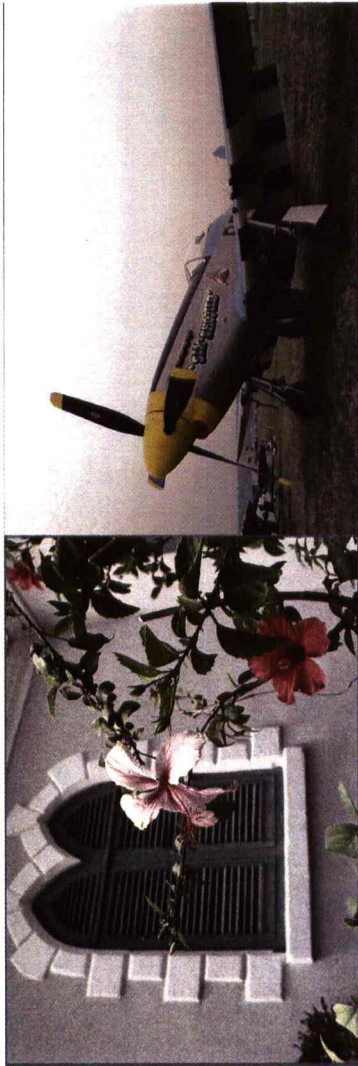
附件二



附件三

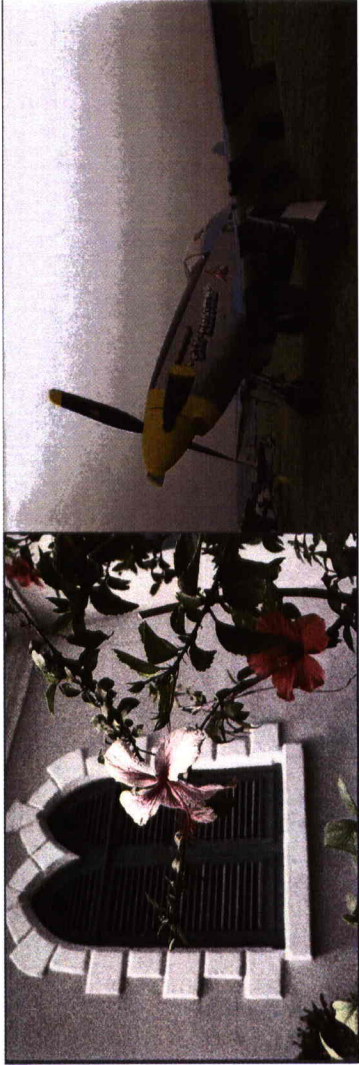


附件四

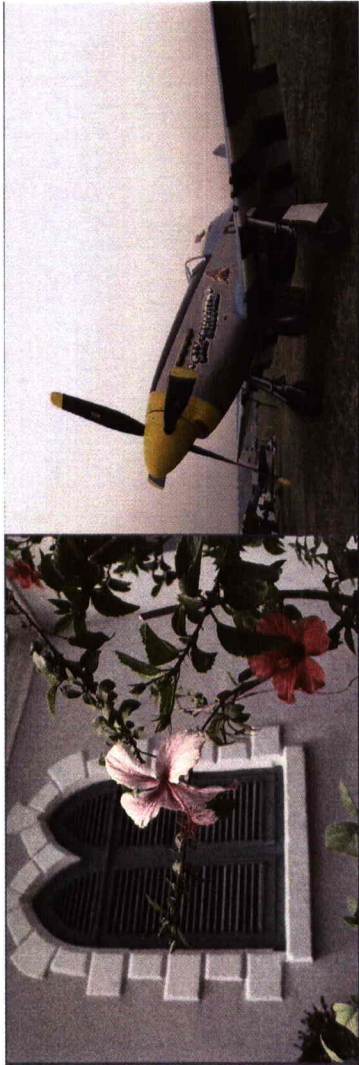


201227613

附件五



附件六



201227613

附件七

