

I255653

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94105991

※申請日期：94.2.1

※IPC 分類：H04N 7/28, G06F 1/00

一、發明名稱：(中文/英文)

紅外線影像位元壓縮與對比強化方法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

代表人：(中文/英文) 張俊彥

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國 TW

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1、莊仁輝

2、王俊昌

國 籍：(中文/英文)

1、中華民國 TW

2、中華民國 TW

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其實發生日期為：93 年 8 月 5 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明提供一種紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，將高位元數之紅外線數位影像轉換成低位元數可顯示之灰階數位影像，其係利用直方圖之門檻值處理方式以強化影像之對比，可調整直方圖中各個強度所包含的影像像素 (Pixels) 之分佈數量，且對於不同景象的紅外線影像，皆可計算出不同的門檻值，以此門檻值對紅外線數位影像作不同的調整；另外，依據影像強度之平均區域標準差，進一步對門檻值作加權計算，重新調整影像直方圖分佈後，再進行位元壓縮轉換，以提升對比強化的效能。因此，本發明之影像處理效果，可避免因紅外線強度分佈多的物體對強度分佈少的物體所發生的影像擠壓現象，提升影像的可視對比，同時有效降低影像顯示的雜訊。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)、本案代表圖為：第一圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種影像位元壓縮與對比強化方法，特別是有關一種紅外線影像位元壓縮與對比強化方法。

【先前技術】

紅外線影像處理至今已經有著廣泛的應用，如軍事夜間作戰、保全、醫療、工業製程檢測及土木結構非破壞性檢測等等，其皆不脫與溫度的捕捉與分析有關；紅外線的影像是一個廣範圍的動態影像空間，目前大都為 12 位元或 14 位元的數位資料；對於紅外線影像資料的顯示，則通常會透過 8 位元的監視器作灰階顯示，供人員做視覺上的觀看或判斷。以 12 位元紅外線影像為例，在將 12 位元紅外線影像轉成 8 位元作灰階顯示時，會因影像位元壓縮而犧牲部分的資訊，故常造成某些物體的影像資訊消失，此現象在安全監控的應用上可能導致監控人員的誤判。

習知一種有關紅外線影像/測溫系統的硬體製造之相關技術，如台灣專利證號 466107，其並無針對紅外線影像作對比強化之計算方法做進一步的改進。

而現今紅外線攝影機常用的位元壓縮轉換與對比強化方法，主要有下列三個：一是 Min-max Contrast Stretch；二為直方圖均化（Histogram Equalization，縮寫為 HE）；三為美國專利 US05249241 所揭露之 Binary Occupied Histogram Projection（BOHP）。

其中，第一個方法「Min-max Contrast Stretch」在早期的紅外線影像處

理中，常被拿來應用，其工作原理相當簡單，只要將畫面裡最低與最高的強度找出來，然後線性的將所有的像素調適至 0~255，其主要缺點在於無法解決因紅外線影像強度分佈間斷，造成顯示色階浪費的問題。

另外，第二個方法直方圖均化，為現今一般影像處理中，常用的影像對比強化演算法，然而由於此方法具有均勻等化影像色階分佈的特性，因此對於單調的影像，容易造成影像雜訊放大的效果，而對於一般的影像，則又不容易強調出影像中特定主體的變化。

再者，第三個方法 BOHP，則是對於較多溫度分佈數目(相對於環境溫度)的人體顯示有良好的強化效果，但也同時擠壓影像中背景環境的景象，這應用在某些場合，如保全監控，容易造成觀測的盲點。

此外，在美國專利 US05063607、美國專利 US05351306 與美國專利 US06091853 中，也提出了有關影像轉換處理的軟硬體方法，其方法共通的特點，皆應用了對照影像中特定區域之強度特性，作為計算的依據，而沒有以影像整體的資訊當作參考，故主要效果為強化影像中的特定區域或物體，而非使得影像整體清晰顯示。

另外，在美國專利 US06771815 中，所用的影像調整方法，則需要使用者預先提供的設定資訊，且其強化影像所使用到的資訊為直方圖超過門檻值之上的部分，容易造成背景影像資訊的擠壓。再者，在美國專利 US06148103 中，其將直方圖中有較高突出 (Peak) 部分分散到周圍，此計算方式非常複雜。

又，在美國專利 US06463173 所提出的影像壓縮與強化方法，則是將影

像直方圖經比對後分成數個叢集(Clusters)，並分別作處理，此亦為計算複雜度較高的方法。

有鑑於此，本發明係針對上述之問題，提出一種紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，同時強化影像主體與背景環境的顯示，使得不論在任何情況下的影像，仍然可以明顯的觀測到紅外線影像轉換後的可視影像，而不會忽視掉任何的影像或物體。

【發明內容】

本發明之主要目的，係在提供一種紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其係在解決高動態範圍（如 14 位元或 12 位元）紅外線影像與灰階顯示（8 位元）間之位元壓縮轉換問題。

本發明之再一目的，係在提供一種紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其係在位元壓縮轉換的過程中，平衡影像前景與背景之對比顯示，使得影像各個位置的內容皆能夠明顯地在灰階影像中顯示出來，避免不同物體顯示時發生灰階顏色擠壓的現象。

本發明之另一目的，係在提供一種紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其係能夠依據不同影像的特性，自動調整出適切的影像位元壓縮轉換之灰階範圍，達到清晰的顯示效果。

本發明之再一目的，係在提供一種紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其係適用於各式軟硬體實作方法簡易，並可達到即時處理之功效。

根據本發明，其係包括下列步驟：將一 N 位元的紅外線數位影像之像素，依紅外線強度建立一直方圖(Histogram)；計算出紅外線數位影像之原

始像素總數及直方圖中不為零的強度分佈個數；將原始像素總數除上不為零的強度分佈之個數得到一門檻值；將各強度分佈內之像素數目與門檻值相比較，超過門檻值的以門檻值置換像素數目；建立 N 位元到 K 位元轉換對照表；將紅外線數位影像的每個像素都對照位元轉換對照表，得到一可視數位影像強度值；檢驗門檻值，是否高於該直方圖強度分佈中，最高像素數目分佈的百分比，若是則結束處理程序；若否，則計算可視影像像素的平均區域標準差，若平均區域標準差大於臨界值 M，則結束處理程序；若否，則提昇門檻值，並重複上述步驟反覆處理；以及，最後得到一經過壓縮轉換的 K 位元可視影像顯示在一顯示器上。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

【實施方式】

本發明係一種紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其係提出一個高動態範圍(High Dynamic Range)紅外線影像的位元壓縮轉換技術，以減少紅外線影像的資料量，同時提升位元壓縮轉換後影像之可視對比，此技術適用於紅外線測溫/攝像系統之影像處理，亦可應用於夜間紅外線安全監控系統之顯示與資料儲存。

本發明所提供的方法包括下列步驟：先將一 N 位元的紅外線數位影像之原始像素強度，依 2^N-1 個強度區間分佈建立一直方圖，直方圖紀錄了每個紅外線強度區間的像素數量；其次計算出紅外線數位影像之原始像素總數，及直方圖中不為零的強度分佈個數；並將原始像素總數除上不為零

的強度分佈個數得到一門檻值 T ；再將各強度分佈內之像素數目與門檻值相比較，超過門檻值的以門檻值置換其像素數目；另外，計算出剩餘的像素總數，從強度分佈 0 開始掃描，並設一累加變數(初值設為 0)，遇到強度分佈欄位內有像素存在時，將強度分佈欄位內像素數目佔有剩餘的像素總數的比例乘以 2^K-1 ，再加上累加變數，將計算的值回存至強度分佈欄位內，若遇到沒有像素存在的強度分佈欄位時，則直接將累加變數填進去，最後一個強度分佈欄位的值會等於 2^K-1 ，如此掃描到最後得到一 N 位元到 K 位元轉換對照表；於是將 N 位元紅外線數位影像的每個像素強度，對照位元轉換對照表，得到一 K 位元可視數位影像像素強度；又，檢驗門檻值是否高於直方圖中，最高像素數目分佈的百分比 $P\%$ ，若是則結束處理程序，若否，則計算可視影像像素的平均區域標準差，且平均區域標準差若大於臨界值 M ，則結束處理程序，若小於 M ，則對門檻值作加權 $Q\%$ ，得出新的門檻值，並重複先前影像壓縮轉換處理步驟，以獲得新的位元轉換對照表；最後可得到一經過壓縮轉換的 K 位元可視數位影像顯示在一顯示器上。

在處理紅外線影像的直方圖過程中，本發明提出對紅外線強度分佈直方圖計算出一門檻值，以此門檻值調整紅外線影像直方圖分佈與位元轉換對照表，以強化轉換後可視影像之對比；並依據各影像區域強度標準差的平均，反覆調整門檻值與影像強度直方圖的分佈，以進一步強化影像對比到適切的程度；且本發明門檻值 T 之設定，與直方圖中非零之強度分佈數目成反比，舉凡與此類門檻設定相關之量值設定，如倍數關係等，皆包含於本發明之操作原理；此外，依據所計算出各影像區域強度標準差的平均，

作為反覆調整門檻值與影像強化處理的指標，對於處理過程中之 M、P、Q 等參數設定，則並不限定於特定數值。

又，在本發明中，由於門檻值的設定與影像之強度分佈特性相關，對影像反覆強化的過程中，亦參考了轉換後可視影像平均區域標準差，因此可對不同的影像內容，與影像轉換前後的特性，作適切的處理，而非以一個固定的門檻值施作於所有的影像，故本發明具有針對個別影像，作不同動態調整之特性。

另外，在本發明中，發現影像對比強化的效果，與影像平均區域標準差相關聯，若強化過後的影像平均區域標準差仍偏低，則表示依照動態門檻所得的對比強化結果仍有不足，須重新調整影像直方圖分佈後，再進行位元壓縮轉換，以提升對比強化的效能；反之，若平均區域標準差偏高則停止處理，故本發明所提出的參照影像標準差方式，可作為影像對比強化停止條件之指標。

其中，紅外線數位影像位元數必大於轉換後可視影像的位元數(即 $N > K$)，且剩餘的像素總數必恆小於或等於原始像素總數；另外，分佈百分比 P% 常設定為 75% 至 85% 範圍之間，調整百分比 Q% 則常設定為 15% 至 25% 範圍之間；平均區域標準差的臨界值 M 則一般設在 4 至 16 之間；又，顯示器為一數位顯示器，可以是映像管顯示器或平面顯示器。

接著以 $N=12$ 位元的數位紅外線影像轉換為 $K=8$ 位元數位影像作為例子，假設其影像大小為 320×240 像素，12 位元影像經壓縮轉換後之結果為 8 位元、相同大小之影像，請參閱第一圖所示為本發明之流程圖，其實施步

驟如下：步驟 S1 建立直方圖，將畫面的紅外線 12 位元影像像素建立直方圖，直方圖紀錄了每個紅外線強度的數量，對於 12 位元影像而言，最多有 $2^{12}=4096$ 個分佈區間；步驟 S2 計算強度分佈的數量，計算出整個影像直方圖中，所有不為零的強度分佈個數；步驟 S3 計算門檻值，畫面像素個數除上不為零之強度分佈的數量即為門檻值 T；步驟 S4 以門檻值處理影像像素，去除所有超過該門檻值的強度分佈高度；步驟 S5 建立位元轉換對照表，計算出砍掉後的像素總數，該數值必恆小於原先的影像像素總數，再從強度分佈 0 開始掃描並將累加變數設為 0，遇到強度分佈欄位有像素存在時，將該強度分佈欄位佔有的比例乘以 2^8-1 ，並將累加變數加一，將強度分佈欄位內像素數目佔有剩餘的像素總數的比例乘以 2^8-1 ，再加上累加變數，將計算的值回存至強度分佈欄位內；遇到沒有強度分佈時，欄位則直接將未改變的累加變數填進去，最後一個強度分佈欄位的值會等於 2^8-1 ，新建立完成的強度分佈表，即為 12 位元轉 8 位元的位元轉換對照表，最後將原本 12 位元的紅外線影像的每個點的像素強度值，重新對照出一個新的 8 位元像素強度值，即為位元壓縮轉換後新的 8 位元可視數位影像；步驟 S6，檢驗步驟 S3 所算出之門檻值，是否高於原直方圖最高像素數目分佈的 $P\%=80\%$ ，若是則結束處理程序，若否則執行步驟 S7；步驟 S7 計算影像的平均區域標準差，對於所得出的 8 位元紅外線影像，計算其影像的平均區域標準差；步驟 S8，若平均區域標準差小於 $M=8$ ，則執行步驟 S81 將門檻值提高 $Q\%=20\%$ ，接著再重複步驟 S4 至 S8，若平均區域標準差大於 8，則結束處理程序。

將上述的步驟 S1~S5 寫成 C 語言，其程式表示如下：

```

//=====
//= Build 12bits to 8bits lookup table =
//= input : *img -> 12bits infrared imag =
//=      *histo -> lookup table =
//=====
void BuildLookupTable(unsigned short *img, int *histo)
{
    int i,opy,level,pixel;
    float gray;
    // clear histogram
    for(i=0; i<4096; i++)
        histo[i] = 0;
    // build histogram
    for(i=0; i<320*240; i++)
        histo[img[i]]++;
    // determine the clip threshold level
    for(i=0,opy=0; i<4096; i++)
    {
        if(histo[i]!=0)
            opy++;
    }
    level=(320*240)/opy;
    // threshold process
    for(i=0,pixel=0; i<4096; i++)
    {
        if(histo[i]>level)
            histo[i]=level;
        pixel+=histo[i];
    }
    // build histogram equalization lookup table
    gray = 0;
    for(i=0; i<4096; i++)
    {
        gray = gray + (histo[i]/pixel)*255;
        histo[i] = gray;
    }
}

```

在這些步驟中，主要的方法原理在於依照每一張影像，動態的計算出所要刪除的強度像素分佈數目之門檻值，以此動態的門檻值，壓縮紅外線影像中較突出的強度分佈；對於不同的紅外線影像，此一門檻值亦會隨之改變，因此能夠符合動態調整不同影像之特性，而非僅是用一個固定的門檻值來處理所有的影像。

而步驟 S6~S9 中，則為針對門檻值作反覆的加權處理，以強化轉位元壓縮轉換後 8 位元影像之對比，這個部分的操作原理在於依據轉換後影像的平均區域標準差，來對門檻值作加權，再重新對影像作強化處理，如此反覆數次，直到影像達到較高的平均區域標準差為止；此處所設定的加權比例（如 20%）、門檻高度上限（如 80%）與平均區域標準差之判斷設定（如值 8）、反覆調整的次數等，並非固定參數，對於不同的紅外線取像系統，

亦可作不同的設定；而此 S6~S9 操作之主要特點，在於應用影像標準差作為判斷強化效果之依據，在本發明中，此一判斷依據有著極為顯著的效果。

請參閱第二圖為本發明與其它方法之結果比較圖，以 12 位元之紅外線影像做比較，圖 (a) 為 Binary Occupied Histogram Projection (BOHP)，圖 (b) 為直方圖均化 (Histogram Equalization, HE) 以及圖 (c) 為本發明，經處理過後的 8 位元灰階影像顯示結果，可知經本方法處理之影像，不論前景與背景皆較為清晰，而不會產生過亮或過暗的情況。

而，本發明並不只適用於此一說明情況，亦可應用在不同位元與不同大小的紅外線影像，轉換到 8 位元的灰階影像上，其轉換步驟與原理是相同的。

本發明之方法不僅止於處理單張紅外線影像，亦可用於處理影像中的局部區域，以及處理連續多張的影像。

以上所描述之方法雖為軟體程式可在一具有處理器之中置執行，然而因本方法之計算簡易，容易以一般硬體方式完成，因此本發明之實現可以是軟體程式、韌體或硬體電路，如積體電路。

本發明利用上述紅外線影像對比強化方法，以直方圖之門檻值處理重新調整影像強度直方圖的分佈，並以動態門檻值加權方式，對於不同的紅外線影像，計算出不同的門檻值，反覆調整影像直方圖分佈後，再進行位元壓縮轉換。因此，本發明不但可有效解決習知在紅外線影像中不同物體因強度差異發生灰階顏色擠壓問題，提供一種影像對比強化方法，可強化影像之對比，並且具有針對個別影像內容，作不同動態調整之特性。

以上所述係藉由實施例說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者能瞭解本發明之內容並據以實施，而非限定本發明之專利範圍，故，凡其他未脫離本發明所揭示之精神所完成之等效修飾或修改，仍應包含在以下所述之申請專利範圍中。

【圖式簡單說明】

第一圖為本發明之流程圖。

第二圖為本發明與其它方法之結果比較圖。

【主要元件符號說明】

十、申請專利範圍：

1. 一種紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其係可以在具有處理器(CPU)之裝置或一具運算功能之積體電路執行，其步驟包括：

(a) 將一 N 位元的紅外線數位影像之原始像素依紅外線強度建立一直方圖 (Histogram)，該直方圖具有數個紅外線強度區間，且每一該紅外線強度區間具有一像素數量；

(b) 計算出該紅外線數位影像之原始像素總數，及該直方圖中像素數量不為零的強度區間個數；

(c) 將該原始像素總數除上該強度區間個數得到一門檻值；

(d) 將每一該紅外線強度區間內之像素數量超過該門檻值的，以該門檻值置換該像素數量，其餘的則保留原像素數量；

(e) 執行 N 位元至 K 位元轉換對照表計算，包括下列步驟：

計算出一剩餘像素總數，並將一累加變數設為 0；

從強度分佈 0 開始掃描，遇到強度區間欄位內有像素存在時，將該強度區間欄位內之像素佔有該剩餘像素總數的比例乘以 2^K-1 ，並對累加變數加一，同時將計算出的累加變數值回填至該強度區間欄位內；以及

遇到沒有像素存在的強度區間欄位內時，則直接將該累加變數填進去，最後一個強度區間欄位內的值會等於 2^K-1 ，最後產生一位元轉換對照表。

(f) 將該紅外線數位影像的每個像素強度，對照該位元轉換對照表，轉換成一可視數位影像像素強度；

(g) 檢驗該門檻值是否高於該直方圖強度區間中最多像素數量之分佈百

分比，若是則結束處理程序，若否則進行步驟 h；

(h) 計算該可視數位影像像素的平均區域標準差，若該平均區域標準差大於一臨界值 M，則結束處理程序，若小於則進行步驟 i；

(i) 將該門檻值增加一調整百分比，而得到一新的門檻值，並重新處理

(d) 至 (i) 步驟；以及

(j) 最後得到一經過壓縮轉換的 K 位元可視數位影像顯示在一顯示器上。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該 N 位元為 12 或 14 位元。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該紅外線數位影像最多有 2^N 個強度不為零的分佈區間。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中 $K < N$ 。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該 K 位元為 8 位元。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中該剩餘像素總數必恆小於原始像素總數。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該門檻值與直方圖中非零之強度分佈數目成反比。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該分佈百分比為 75% 至 85% 範圍之間。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其

中，該分佈百分比為 80%。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該臨界值與可視數位影像區域標準差成比例。

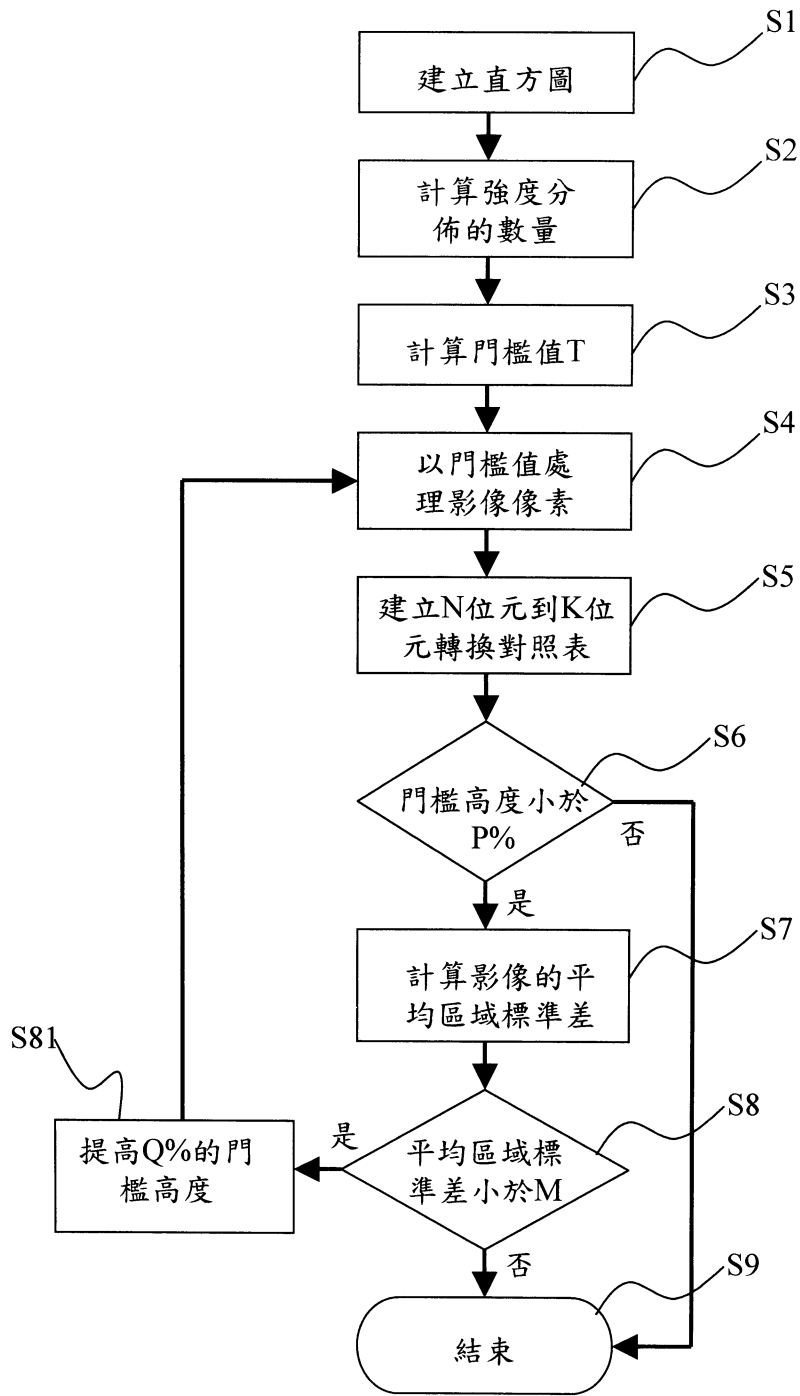
11. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該臨界值為 4 至 16 之間。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該臨界值為 8。

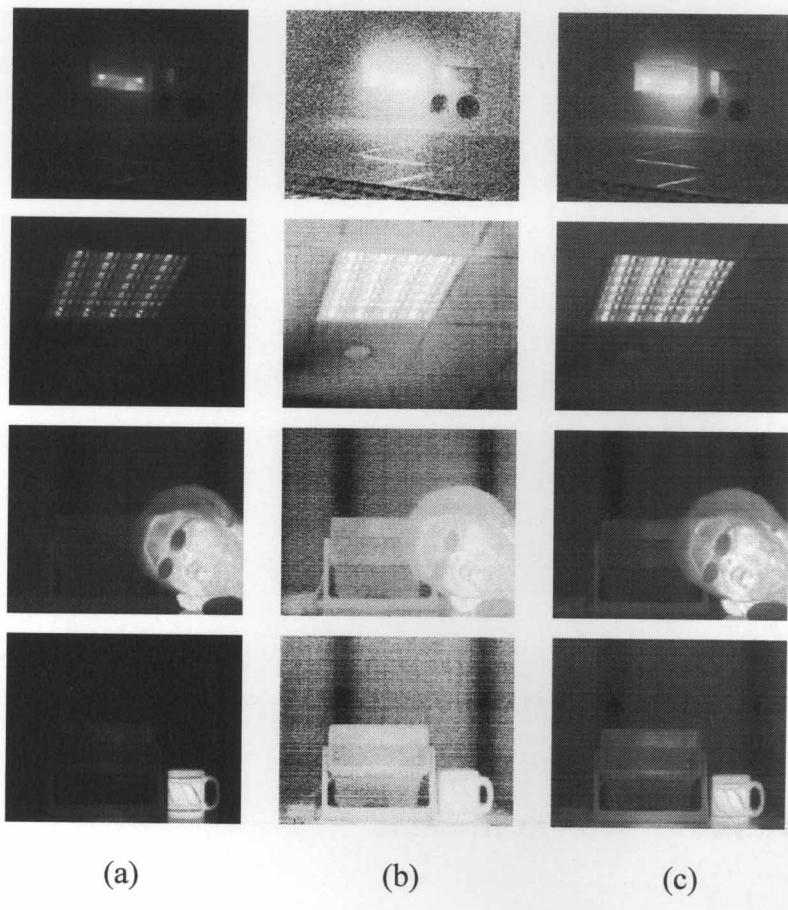
13. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該加權調整百分比為 15%至 25%範圍之間。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該加權調整百分比為 20%。

15. 如申請專利範圍第 1 項所述之紅外線影像位元壓縮與對比強化方法，其中，該顯示器為一數位顯示器。



第一圖



第二圖