



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I425446 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：099137177

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 10 月 29 日

(51)Int. Cl. : G06T7/20 (2006.01)

G06T5/00 (2006.01)

G06K9/20 (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：王元凱 WANG, YUAN KAI (TW)；范景棠 FAN, CHING TANG (TW)

(74)代理人：林火泉

(56)參考文獻：

TW 201025993A

TW 201026029A

CN 101329728A

WO 2010011785A1

沈霽嫻，"基於經驗模態分解法於夜間之行人偵測"，國立中央大學資訊工程研究所碩士論文，2009 年 07 月。

張容銓，"可適應於白天與夜晚不同照度下之人臉辨識系統"，國立成功大學電機資訊學院電機工程學系電腦與通信產業研發碩士專班碩士論文，2008 年 01 月。

審查人員：林文琦

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：3 共 0 頁

(54)名稱

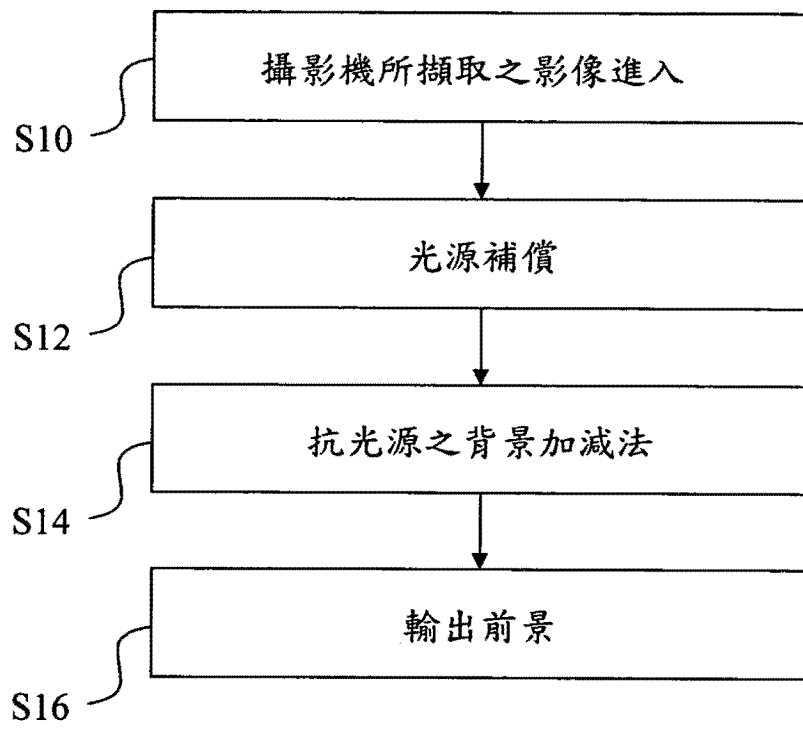
日夜環境物件偵測方法

A METHOD FOR OBJECT DETECTION SYSTEM IN DAY-AND-NIGHT ENVIRONMENT

(57)摘要

本發明提供一種日夜環境物件偵測方法，其係以光源補償及固定光源下之背景相減以解決環境中低亮度、低對比度及高雜訊之問題。光源補償係移除環境中之光源干擾，維持影像沿時間軸於空間之一致性，於取得之正規化影像下進行背景相減，利用改良的局部二位元圖形判斷是否有新紋理，並統計局部二位元圖形之資訊以將背景模型化，建立每一像素之紋理時空統計量，藉由新紋理空間統計量之比對判斷像素之時間軸差異以找出前景，得到移動物件。

The present invention provides a method for object detection system in day-and-night environment. The method comprises techniques of illumination compensation and illumination-invariant background subtraction to solve the low brightness, low contrast and high-level noise problems in surveillance. The illumination compensation is to remove environmental light interference, and maintain the consistency of image's spatial statistics along temporal domain. The illumination-invariant background subtraction uses a modified local binary pattern (mLBP) for new texture; the mLBP information will be computed to model background and construct histogram models for each pixel. Histogram matching is used to determine statistical changes of pixels for the extraction of foreground, get the movement object.



第 2 圖

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： 99137111 G06T 7/00 (2006.01)

※申請日： 99.10.29 ※IPC 分類： G06T 5/00 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

日夜環境物件偵測方法 / A method for object detection system in day-and-night environment

二、中文發明摘要：

本發明提供一種日夜環境物件偵測方法，其係以光源補償及固定光源下之背景相減以解決環境中低亮度、低對比度及高雜訊之問題。光源補償係移除環境中之光源干擾，維持影像沿時間軸於空間之一致性，於取得之正規化影像下進行背景相減，利用改良的局部二位元圖形判斷是否有新紋理，並統計局部二位元圖形之資訊以將背景模型化，建立每一像素之紋理時空統計量，藉由新紋理空間統計量之比對判斷像素之時間軸差異以找出前景，得到移動物件。

三、英文發明摘要：

The present invention provides a method for object detection system in day-and-night environment. The method comprises techniques of illumination compensation and illumination-invariant background subtraction to solve the low brightness, low contrast and high-level noise problems in surveillance. The illumination compensation is to remove environmental light interference, and maintain the consistency of image's spatial statistics along temporal domain. The illumination-invariant background subtraction uses a modified local binary pattern (mLBP) for new texture; the mLBP information will be computed to model background and construct histogram models for each pixel. Histogram matching is used to determine statistical changes of pixels for the extraction of foreground, get the movement object.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 2 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無。

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】

本發明係有關一種日夜偵測之技術，特別是指一種日夜環境下物件移動時之偵測方法。

【先前技術】

按，移動物件之偵測監控第一條件必須要有足夠光源，近來諸如夜間偵測、起霧偵測等特殊環境之監控亦為研究目標，由於夜間具有低光源、低對比度、高雜訊等因素，對於移動偵測造成較大的困難。

以往在做移動物件偵測時，能夠取得之畫面特徵為每個像素的亮度及色彩度(如高斯混合模型)，若是取邊緣特徵(如複雜場景之前景物件偵測，foreground object detection from videos containing complex background, FGD)則需有對比度才能取得，但在夜間環境下這些可能都不成立，使移動物件偵測具有很大的挑戰。此外，一般攝影機在夜間過暗的情況下本就無法取像，紅外線攝影機雖在夜間可取像，但仍具有高雜訊，只是雜訊在人眼勉強可接受之範圍內，即使是日夜兩用攝影機，其雖然有彩色影像，但相對而言雜訊會較高，特別是在夜間環境下會有雜訊更劇烈的狀況。

因此，本發明即提出一種日夜環境物件偵測方法，以克服上述該等問題，具體架構及其實施方式將詳述於下。

【發明內容】

本發明之主要目的在提供一種日夜環境物件偵測方法，其使用頻率運算將影像中之光源抽取出，將原圖減掉光源影像，得到的影像就是去除光源後較為平滑之影像。

本發明之另一目的在提供一種日夜環境物件偵測方法，其係利用抗光

源的背景相減法來消除雜訊。

本發明之再一目的在提供一種日夜環境物件偵測方法，其係加上時間軸的加權運算，在每一像素點上除了只拿他本身時間點的像素特徵之外，並將此特徵與前面連續時間點之加權像素特徵相加，可避免雜訊的影響。

為達上述之目的，本發明提供一種日夜環境物件偵測方法，先利用至少一攝影機擷取影像，再利用光源補償之方式去除影像中之光源並消除雜訊；接著，給予影像中每一像素皆具有一紋理空間統計量，利用一背景相減法檢測影像中是否有新紋理，若某一像素有新紋理則將像素定義為一移動物件；最後，利用各像素之紋理空間統計量分別建立各像素之紋理時空統計量，並藉由將影像中之紋理空間統計量與紋理時空統計量比對，以確認移動物件是否為影像中之前景。利用此方法判斷前景可免除在低光照環境下亮度低、對比度低及高雜訊之問題。

底下藉由具體實施例詳加說明，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】

本發明提供一種日夜環境物件偵測方法，其係將影像畫面中之光源去除，過濾雜訊，再以辨識紋理、建立紋理時空統計量之方式比對新進畫面中是否包含有新紋理，以判讀新進畫面受否有移動物件。此方法適用於白天、黑夜等不同光源狀態。

第 1 圖將本發明中日夜環境物件偵測系統設於主機上以進行偵測之示意圖，包含複數攝影機 10 及一主機 12，透過攝影機 10 擷取影像後傳送到主機 12，此主機 12 可為電腦、手機、個人數位助理 (PDA) 或嵌入式系統，

而於主機 12 中安裝有一日夜環境物件偵測系統 14，接收攝影機 10 所傳送之影像後，利用本發明日夜環境物件偵測系統 14 之偵測方法辨識影像中之前景，其中運算處理係由處理器 16 運作，而接收之影像及處理過程中之資料可儲存於記憶體 18 中。本發明之偵測方法詳述如後。

第 2 圖為本發明日夜環境物件偵測系統之偵測方法之流程圖，在步驟 S10 中，攝影機所擷取之影像進入，接著在步驟 S12 中進行光源補償之部分，步驟 S14 對經過光源補償之影像進行抗光源之背景加減法，找出前景，最後於步驟 S16 中將偵測到之前景輸出。以下將詳細說明步驟 S12 及步驟 S14。

在步驟 S12 中，如何快速光源估測為光源補償之關鍵挑戰，本發明係採用的是大規模卷積平滑（large-scale convolution smooth）之迅速光源補償方法，大規模卷積之實踐包含在影像域（image domain）或對數域（log domain），其中影像域之作法藉由原始影像之卷積及具有大核心尺寸 $k \times k$ 之一時間不變的核心 $g(x, y)$ 可獲得隨時間變化的光源影像 $G(x, y, t) = g(x, y) * I(x, y, t)$ ，其中 $I(x, y, t)$ 為原始影像。將光源正規化（illumination-normalized）影像標示為 $N(x, y, t)$ ，則藉由原始影像及隨時間變化的光源影像之間的差異可導出下式(1)：

$$N(x, y, t) = I(x, y, t) - G(x, y, t) + \alpha \quad (1)$$

其中 α 為一常數。為了減少低光源下之雜訊，利用時空濾波器沿著時間軸將影像 $N(x, y, t)$ 變成平滑的影像 $N'(x, y, t)$ ，如下式(2)：

$$N'(x, y, t) = \alpha_f N'(x, y, t-1) + (1-\alpha_f) N(x, y, t) \quad (2)$$

此影像 $N'(x, y, t)$ 可稱為光源正規化參考影像， α_f 使所需影像中保留了大

部分先前累計的資訊，且包含部分新資訊，每一光源正規化參考影像可用以更新背景。由於此步驟中加上了時間軸之加權運算，在影像之每一像素點上將像素點目前時間點的像素特徵與前面連續時間點之平均像素特徵相加，可使雜訊變得不明顯。

而大規模卷積在對數域之作法係將每個像素取對數值後再進行後續時空濾波器之處理，由於影像域之數值為 0~255，有時難以表達寬動態影像，而取對數後變成具小數點之數值，使數值範圍更細更廣，運算會較為精準。

此外，核心 (kernel) 除了可為 $k \times k$ (例如將 3×3 或 5×5 之正方形區塊罩在要計算之像素點正上方) 尺寸外，亦可為任意形狀之核心，如圓形、方形甚至三維，一般方形、圓形之二維核心為空間概念，而將時間概念加入即為三維核心，將前後時間之畫面包入以進行大規模卷積之運算。

接著，在步驟 S14 中進行固定光源下之背景相減，其係以 $N'(x,y,t)$ 當作背景，每個時間點都獨立建立背景，假設有人物進入，此點便產生變化，則找出此點當作前景。由於前面進行了光源補償，本來夜間就已經是比較低的對比度及亮度，背景相減後對比度和亮度可能會降的更低，而且雜訊仍然還是存在，因此本發明的背景相減法較為特殊。步驟 S14 之詳細流程請參考第 3 圖。

步驟 S142 利用以往用於布料檢測之局部二位元圖形 (local binary pattern, LBP) 稍做改良，以檢測影像畫面中之紋理 (texture)。局部二位元圖形是一種灰階的紋理特徵，圍繞中心位置取時間、空間上任意的像素點，建立出有規則形狀之圖形，其公式如下式(3)：

$$L_{P,R}^p = \sum_{i=1}^P s(g_{P_R,i} - g_{p_c})2^i, \quad s(x) = \begin{cases} 1, x \geq 0 \\ 0, x < 0 \end{cases} \quad (3)$$

在一實施例中， R 為在影像 $N'(x,y)$ 中以像素 p_c 為中心點畫圓之半徑，而 P_R 為在 p_c 周圍之鄰近像素集合。給予每一個像素 p_c 及 P_R 一灰階的紋理空間統計量 g_{p_c} 及 g_{P_R} ，將周圍 P_R 之紋理空間統計量與中心點 p_c 之紋理空間統計量相減得到二進位之數值，再乘上 2^i 以轉換成十進位，若 g_{p_c} 小於 g_{P_R} 則二紋理空間統計量的差 x 為 1，反之則為 0。

但此習知方法無法應用於有雜訊之狀況，因此本發明中改良局部二位元圖形以去除雜訊，如下式(4)：

$$mL_{P,R}^p = \sum_{i=1}^{P+1} s(g_{P_R,i} - \bar{g}_{p_c} - T_g)2^i, \quad s(x) = \begin{cases} 1, x \geq 0 \\ 0, x < 0 \end{cases} \quad (4)$$

其中 $\bar{g}_{p_c}$ 係將周圍的像素集合 P_R 的點相加取平均值，當作像素點 p_c 的紋理空間統計量 g_{p_c} ，而 T_g 則是一個較小的預設數值以做為需減去的雜訊，舉例而言，若像素點 p_c 之紋理空間統計量為 20，而鄰近像素有一紋理空間統計量為 30，則將像素點 p_c 之像素視為前景，但若鄰近像素有一紋理空間統計量為 23，由於與中心點紋理空間統計量之差僅 3，故將此數值 3 視為雜訊減去。在本發明中將此 T_g 預設為 1~5。

此改良局部二位元圖形 (mLBP) 亦可採用不同的實施方式，上述公式 (4) 為二維平面之應用，加上時間軸形成三維影像時，則所建立的改良局部二位元圖形包含了目前影像、前 t 個時間點及後 t 個時間點之影像之像素點。更甚者，可建立 N 維的改良局部二位元圖形。

接著在步驟 S144 中建立背景模組之紋理時空統計量 (modified LBP Histogram)，由於每一像素皆有一紋理空間統計量，因此每一像素分別有一

紋理時空統計量。假設以一像素 p_c 為中心點，半徑參數為 R_y ，則在此圓內每一像素 P_y 之紋理空間統計量 $Y=\{y_1, y_2, \dots, y_N\}$ 共有 N 個紋理空間統計量，定義一紋理時空統計量 $\bar{F}=\{(n, f_n)\}, n=0, 1, 2, \dots, 2^A-1$ ，其中頻率 f_n 之計算如下式(5)：

$$f_n = \frac{\sum_{i=1}^N f(y_i)}{N}, \quad f(y_i) = \begin{cases} 1, & y_i = n \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

然而，由於取樣資料的數目 N 不足以形成 2^A 的紋理時空統計量，因此時空統計量會有些變形，而在紋理時空統計量 $\bar{F}$ 中有太多的波峰及波谷消耗記憶體空間，卻對於精確背景模組及前景區隔沒有任何幫助，因此，將 $\bar{F}$ 改成較小的紋理時空統計量 $\bar{H}=\{(m, h_m)\}, m=0, 1, 2, \dots, M-1$ ，其中包含 M 個小區間， $M=2^{A'}$ ， $A'<A$ 。 h_m 為將 $r=2^{(A-A')}$ 的小區間累計在一個小區間中之計算，如下式(6)：

$$h_m = \sum_{j=m \times r}^{(m+1) \times r - 1} f_j \quad (6)$$

本發明針對一個畫面的每一個像素提供一新的紋理時空統計量 $\bar{H}$ ，除了可減少記憶體使用空間之外，同時可使分佈更為平滑。而為了處理動態背景，每一像素係藉由權重 K 的紋理時空統計量來修正，且每一紋理時空統計量之使用頻率及重要程度以權重 ω 表示，因此，對於中心點像素 p_c 而言，其背景模組係在統計上可表示為 $B_{p_c} = \{(\omega_k, \bar{H}_R) | 1 \leq k \leq K\}$ 。

步驟 S146 係針對新進的影像，將其中之各像素與紋理時空統計量進行比對，若有找到則此像素為前景，反之則為背景。

接著在步驟 S148 中更新背景模組。對於具有時間軸展開的紋理時空統

計量的像素而言可成功取得近似的背景，紋理時空統計量的權重係受到頻率的影響，若有找到相近的，則取具有最高鄰近值的紋理時空統計量做為最近似的解答，此最近似紋理時空統計量 $\bar{H}_z$ 在時間為 t 時表示為 $\bar{H}_{z,t} = \{(m, h_{m,z,t})\}$ ，其更新如下式(7)：

$$h_{m,z,t+1} = \alpha_\omega h_m + (1 - \alpha_h) h_{m,z,t}, \quad \alpha_h \in [0,1] \quad (7)$$

其中 α_h 為使用者設定的學習率。相符的權重 ω_k 之調整如下式(8)：

$$\omega_{k,t+1} = \alpha_\omega \lambda_{k,t} + (1 - \alpha_\omega) \omega_{k,t}, \quad \lambda_{k,t} = \begin{cases} 1, & \text{match}(k = z) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}, \quad \alpha_\omega \in [0,1] \quad (8)$$

其中 α_ω 為另一個使用者設定之學習率，除了相符背景模組的權重增加之外，其餘背景模組的權重則下降，而該像素之 K 個背景模組的總權重則必須維持在 1。學習率 α_h 及 α_ω 係設定在 0.1~0.5 範圍內。

應用本發明之偵測方法，當場景為夜間室內電梯前，在此狀況之下，一般會得到一張較暗而亮度穩定之影像，但當此場景有任何變動時（例如有人行經此區域），攝影機為了得到最好的影像，會立即調整參數，使此張影像之亮度產生變化。當電梯門開啟的每一瞬間，攝影機會不斷調整參數、變動整張影像之亮度而影響整張畫面，因此會造成影像上之雜訊、亮度及對比度不斷變化。在任一瞬間取得影像有變化的狀況下，將光源影像抽離而得到正規化影像，再利用此正規化影像整理出每個像素之紋理以進行後續背景相減之動作。

當場景為夜間室外，攝影機取得為穩定全暗之影像，當車輛行經時，車輛尚未進入攝影機範圍內但車燈已經照入，且隨著車輛愈來愈近、車燈愈來愈亮，整張畫面之亮度及對比度都會不斷提高，在先前技術中攝影機

會立即誤判為有物件進入，但實際上僅有燈源進入而沒有物件。利用本發明之偵測方法，將光源影像抽離後，會正確判斷出沒有物件進入，直到車輛真正進入攝影機範圍後，才會做出前景判斷，且前景判斷不包含車燈照亮之範圍。此外，由於整張畫面之亮度及對比度都會不斷提高，對原始建立的背景形成極大挑戰，在先前技術中極可能因此而將那一瞬間判斷為「白天場景模式」而造成誤判，本發明由於會將光源影像抽離，因此不受亮度、對比度之改變的影響。

綜上所述，本發明提供之日夜環境物件偵測方法係以光源補償及固定光源下之背景相減以解決夜間環境中低亮度、低對比度及高雜訊之問題，克服先前技術中高斯混合模型亮度太低就無法正確找到前景之問題，以及FGD 在對比度太低之狀況下因邊緣特徵模糊而無法框選出正確的移動物件範圍之問題。

唯以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍。故即凡依本發明申請範圍所述之特徵及精神所為之均等變化或修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為將本發明中日夜環境物件偵測系統設於主機上以進行偵測之示意圖。

第 2 圖為本發明日夜環境物件偵測系統之偵測方法之流程圖。

第 3 圖為第 2 圖中步驟 S14 之詳細流程圖。

【主要元件符號說明】

10 攝影機

- 12 主機
- 14 日夜環境物件偵測系統
- 16 處理器
- 18 記憶體

七、申請專利範圍：

1. 一種日夜環境物件偵測方法，包括下列步驟：

(a)至少一攝影機擷取影像，並將該影像傳送至一主機；

(b)該主機利用光源補償之方式去除該影像中之光源並消除雜訊，步驟(b)

更包括：

(b1)利用一大規模卷積 (large-scale convolution) 估計該攝影機所擷取之該影像中的一光源影像，該大規模卷積包含在影像域 (image domain) 或對數域 (log domain) 之運算；以及

(b2)利用一時空濾波器將該影像中之該光源影像去除並使該影像平滑；

(c)設該影像中每一像素皆具有一紋理空間統計量，該主機利用一背景相減法檢測該影像中是否有新紋理空間統計量，若某一該像素有新紋理則將該像素定義為前景，連通之前景像素則為一移動物件；以及

(d)該主機利用該等紋理空間統計量建立複數紋理時空統計量，並藉由將該影像中之該等紋理空間統計量與該等紋理時空統計量比對，以確認該是否為該影像中之一前景。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之日夜環境物件偵測方法，其中該時空濾波器可建立於影像域 (image domain) 或對數域 (log domain)。

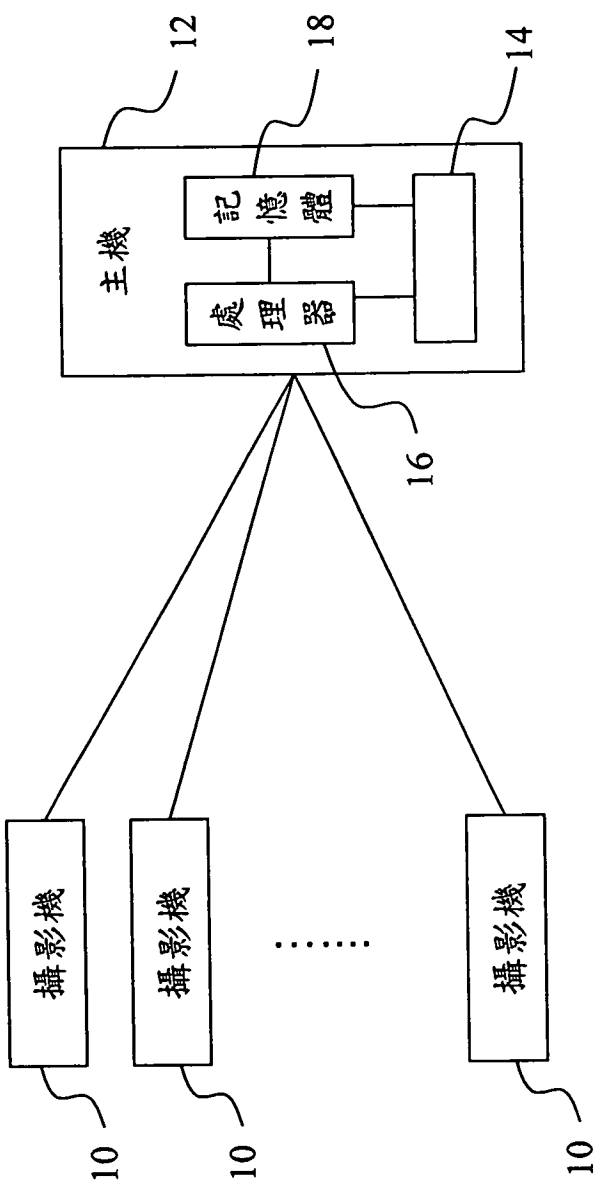
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之日夜環境物件偵測方法，其中該大規模卷積及該時空濾波器可使用任意形狀之核心 (kernel) 罩在該影像中心點之一像素點之上方。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之日夜環境物件偵測方法，其中該步驟(b2)中係加上時間軸之加權運算，在該影像之每一像素點上將該像素點目前時間點的像素特徵與前面連續時間點之平均像素特徵相加，使雜訊變得不明顯。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之日夜環境物件偵測方法，其中該步驟(c)係利用一改良局部二位元圖形 (modified local binary pattern, mLBP)，在一中心位置像素點之周圍，取時間、空間上任意的複數像素點之相對關係，建立出有規則形狀之圖形 (Graph)，組合為該中心點之紋理值，對於任一像素都具有一紋理值，對紋理影像可取任一像素之空間統計量。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之日夜環境物件偵測方法，其中該步驟(d)更包括：
 - (d1)建立該等紋理空間統計量並將該等紋理空間統計量模型化為時空統計量；
 - (d2)將該影像與該等紋理時空統計量比對後，若同一區中有複數像素之紋理空間統計量皆與該紋理時空統計量不同，將該區視為該前景；以及
 - (d3)依據該等紋理空間統計量更新該等紋理時空統計量。
7. 如申請專利範圍第 1 項或第 5 項所述之日夜環境物件偵測方法，其中該步驟(d)中該等紋理時空統計量之建立係依據每一該像素之該紋理空間統計量出現之頻率。
8. 如申請專利範圍第 5 項所述之日夜環境物件偵測方法，其中該步驟(d3)中係分別給予該等紋理時空統計量一權重，以表示每一該紋理時空統計

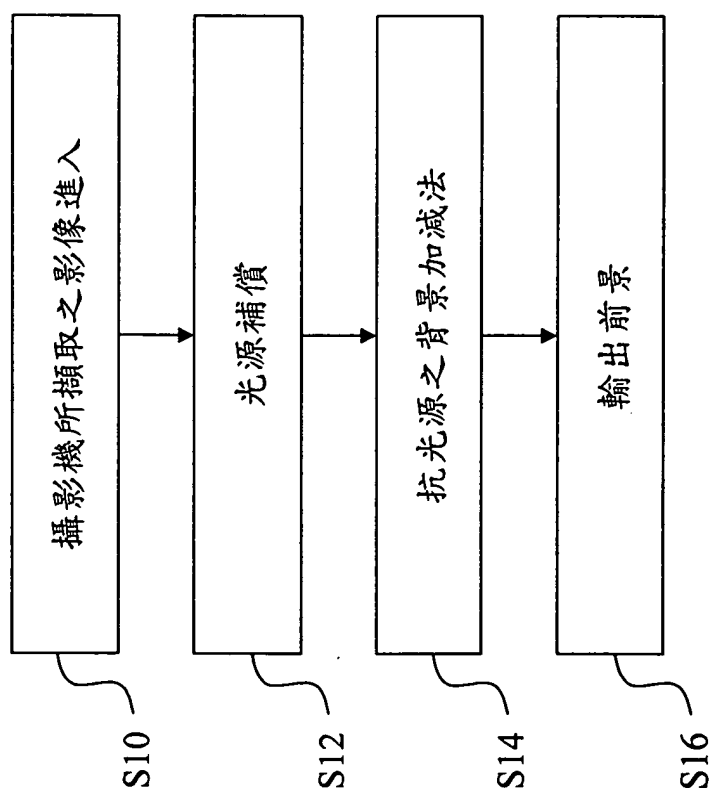
量之使用頻率及重要程度。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之日夜環境物件偵測方法，其中該步驟(d3)中係將該等紋理時空統計量之時間軸展開，並將在步驟(d2)中視為前景的該像素之權重與原始之該權重進行加權計算，以更新該紋理時空統計量。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之日夜環境物件偵測方法，其中該主機為電腦、手機、個人數位助理（PDA）或嵌入式系統。
11. 如申請專利範圍第 1 項所述之日夜環境物件偵測方法，其中該攝影機為一般攝影機、日夜兩用攝影機或紅外線攝影機。

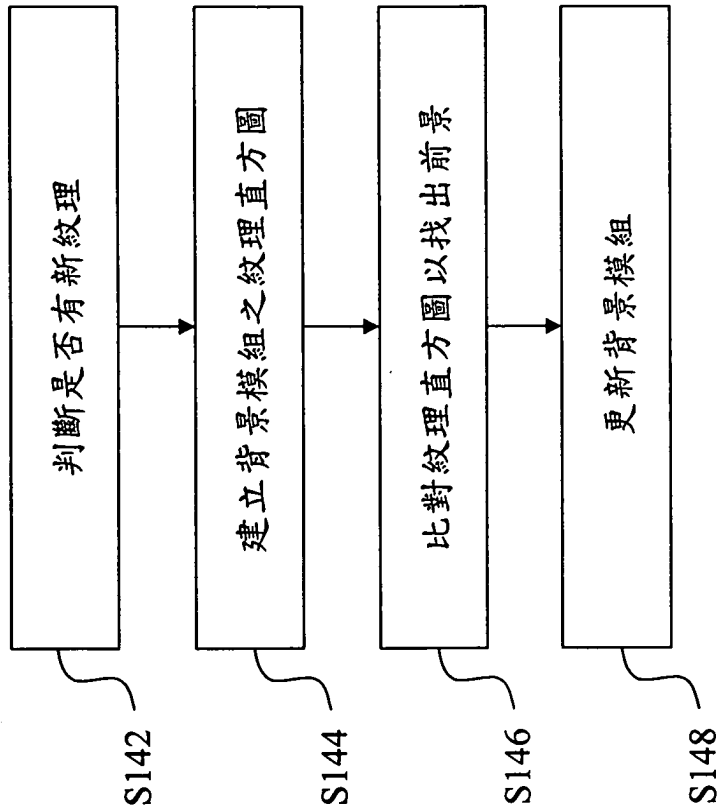
八、圖式：



第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖