

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，其事實發生日期為： 年 月 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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本案創作係為一種閘口進出人流計數方法，藉出入口正上方架設鏡頭向下的攝影機，攝取該出入口適當區域來獲得人員進出的俯視面移動圖型(moving pattern)的分佈情形，並以差值影像技術切割出視訊內之複數移動圖型，計算該複數移動圖型中之人員數目以做為進出人員計數的初估，接著再以該移動圖型的色彩分析歸納得出一代表該移動圖型的彩色向量(color vector)作為追蹤該人員移動後的圖型辨識基準，而進一步修正該初估人數以獲得較準確之人數。

【先前技術】

在百貨公司、量販店、展覽會場等人口流進出較頻繁的地方，常常需要統計進出的人數，而某些重要地點亦常需監控進出人數，這些或獨立需求或配合監控系統(亦即若超出一定人數，則發出警訊)。然而習知傳統常用的自動人口計數裝置大致可分為機械式與電子感應式等二種，所謂機械式是指一種橫桿轉動裝置，當某人欲通過出入口時，必須壓碰該橫桿以帶動轉軸轉動一定度數而空出大小適當的缺口以便某人通過並計數一次，此種方式會造成通行人口之不便性且一次僅能通行計數一人；電子感應式則使用一對發收感應器以偵測通行之人口，雖可改進上述機械式之通行不便性，然每次仍僅能通行一人，無法多人並行通過。因此，上述二種均不適合於有較高人口流的地方。

本案創作主要方法是利用影像切割技術以抽取視訊中之人身影像作為計數人口的基準，而有關視訊方法在傳統上，經常將攝影機架在斜上

側(如一般的監視用途之攝影機)以便有最大的視角範圍，然而此種架設方式將使多人並行時在攝取的畫面上產生部分或全部重疊之人身影像，結果導致極難切割某人影像而無法判斷出正確的人數。

而有關影像切割的技術就切割的對象而言，可分為靜態影像切割與動態影像切割(指視訊中移動物件的切割)，後者指利用物體的移動特徵以將該移動物體切割出來。若就技術層面而言，影像切割演算法主要是以像素強度值(intensity)的不連續性(discontinuity)與相似性(similarity)為分割的基礎，其中該不連續性基礎是以像素強度值的突發性改變來分割影像的，此發展出以偵測邊緣、輪廓為主(edge-based)的切割演算法；而以像素相似性為基礎是找出一塊塊相似區域來分割該影像的，這類則發展出以找出相似塊為主(region-based)與臨界截斷(thresholding)之切割演算法。

其中，臨界截斷法是最早且最簡單的切割技術，藉由選取一適當的強度值而將某物體與背景分離出，然而若該影像含有多個物體或物體有較複雜之彩色(color)、紋理(texture)或反射性(reflectivity)等，則會影響該臨界值的選取，進而影響其切割的正確性。

以找出邊界為主(edge-based)的切割算法是利用邊緣偵測運算子(edge detecting operators)來找出關於灰階(gray-level)，顏色或紋理等不連續的位置做為該物體邊界的可能位置，然而經常遇到的問題是找到的邊緣(edge)處卻沒有真正的邊界(border)存在，或沒有邊緣存在處卻有真正的邊界，且邊界易受到雜訊的影響而變得難以偵測出。

以找出區塊為主(region-based)的切割演算法則較不易受到雜訊的影響，它是以相似目標物的像素值一個個像素地生長出來而形成一同質性(homogeneity)區塊該同質性可為相同灰階、顏色、紋理、形狀與模型等屬性，在區塊生長(region growing)過程中可利用區塊合併(region merging)、區塊分裂(region splitting)或分裂與合併(splitting and merging)的技術，然而由於很難找上述技術的最佳生長參數(growing parameters)，因此常導致分類出過多的區塊或過少的區塊，為了改進這些分類問題，各式各樣的後級處理方式乃應運而生，較有效且複雜的方式乃是結合區塊生長與找邊緣切割法的分割資訊。

另外，欲切割視訊中之移動物體可利用“移動”(motion)的特性，此種移動切割(motion segmentation)，是將相隔某一時間差的兩張影像相減，結果原先不動的背景或物體將呈現差值為 0 的暗景，只剩原先有運動的物體所留下的差值亮區，其中所取之時間差與運動物體的速度將決定嚙合區(occlusion)的大小，亦即未被遮蓋背景區的大小，該嚙合區將影響所切割出該物體形狀的正確性。

而習知臉部追蹤技術，是利用移動特性與臉部之口、鼻、眼或臉在頭部顏色、比例、形狀等特性以達到找出或追蹤人臉的目的，然而其攝影機鏡頭須對準臉部大約正面且保持在與臉部水平附近之上下有限角度內，故不適合裝設在出入口之兩側，且仍有複數人臉部重疊而尚未能解決之問題，因此這類方法不適合應用至較精確需求之人口計數器。

另亦有人提出以人體幾何形狀及其行動模式偵測出是人類，並以衣

服顏色判斷出不同的人而欲解決重疊問題，然而此僅限於前後行走而產生的短暫性重疊現象(temporary overlapping)對多人行動中有人或快或慢、或走走停停、或若隱若現於人流中，例如多人排隊之情景，此將產生隱藏式的重疊現象(hidden overlapping)，因此這類方法亦將失效，故亦不適合應用於人口計數器。

復，習知使用影像/視訊處理方式來計數人口則有下列各法：

1. 將攝取的影像轉換成空間-時間(space-time)的影像，再以測量基準線判斷該人員是否跨過該線，然而遇人員走靠太近易引起重疊問題與較難判斷其移動方向。
2. 使用顏色屬性以解決人員重疊問題，然重疊部分過多或人員太多擁擠，亦難以分辨個人影像。
3. 使用立體攝影機組以攝取立體式的二組影像來解決人員重疊問題，而以空間-時間的影像判斷該人員是否正通過基準線，然而該立體攝影機組成本較高、對準線校正過於複雜及易遭輕微移動而失焦等問題。

【發明內容】

本案創作「閘口進出人流計數方法」，其特徵在於：

在重要或特殊出入口正上方架設攝影機，藉該鏡頭向下攝取該出入口適當區域來獲得人員進出的俯視面移動圖型(moving pattern)之分佈情形，計算該複數移動圖型中之人員數目以做為進出人員計數的初估，接著再以該移動圖型的色彩分析歸納得出一代表該移動圖型的彩色向量

(color vector) 作為追蹤該人員移動後的圖型辨識基準，而進一步修正該初估人數以獲得較準確之人數。

【實施方式】

本案創作是在重要或特殊出入口正上方架設攝影機(1)，藉該鏡頭向下攝取該出入口適當監視區域(2)來獲得人員進出的俯視面移動圖型(moving pattern)之分佈情形，即使多人移動時，且走且停地進出門口，則所取到之差值影像(difference image)的圖型(pattern)最多僅是小部分相疊鄰接，每一人身仍有一主導性面積的圖型，且在大部分情景下是分離的。因此，本方法的主要理念是：先以預先建立的人身圖型面積模型來比對該俯視圖情景中的移動圖型面積，以得到一粗略的人員數，再於該移動圖型中分析得出其彩色向量，以確認該人員圖型移動後之該移動圖型中的人數並予以修正計數，如此可得出較準確之人數。

本案係將彩色攝影機(1)架設於出入口正上方，而以攝影機(1)垂直向下拍攝的方式來攝取人身影像之俯視圖，因此解決了大範圍互相重疊的情形，但仍舊無法避免人與人之間肢體互動(手牽手、勾肩搭背…)所產生互相接觸碰撞之人身影像重疊，然而由於重疊區域甚小，故使用適當的面積模型可解決而不致影響系統辨識人數。

如第 1 圖所示，彩色攝影機(1)架於出入口上方，垂直向下攝取人身影像俯視圖，並在其監視區域(2)定義兩條虛擬之基準線：進入基線(3) (Entering Base-line) 與離開基線(4) (Leaving Base-line)，當人流通過基線欲穿越監視區域(2)時立刻觸發系統之起始計數處理，而欲離開

人之人身影像面積是由多少人所構成。

$$PN_{PI} = 1, \quad \text{if } N_p \leq N_{PI} < 1.4N_p \quad (1)$$

$$PN_{PI} = 2, \quad \text{if } 1.4N_p \leq N_{PI} < 2.6N_p \quad (2)$$

$$PN_{PI} = 3, \quad \text{if } 2.6N_p \leq N_{PI} < 3.6N_p \quad (3)$$

$$PN_{PI} = 4, \quad \text{if } 3.6N_p \leq N_{PI} < 4.8N_p \quad (4)$$

$$PN_{PI} = 5, \quad \text{if } 4.8N_p \leq N_{PI} < 5.8N_p \quad (5)$$

式中 PN_{PI} 為人身影像所包含人數， N_{PI} 表示其面積大小。然而，上列式子在正常的情形下均能夠準確的判斷出人數，但若由六人以上所構成之人身影像就變得不適用，因六人以上之重疊面積過多已大於單人面積 N_p 大小而造成系統誤判。然而包含六人以上之人身影像機會很少發生，因此上列式子已足以應付大部分的情形。如第 4a 圖表示單人獨自行走的情形，其面積為 2204 個像素大小；第 5a 圖為兩人以手先手行走的情形，其面積為 4856 個像素大小；第 6a 圖分別為兩人以相對方向行走，面積分別為 1942 與 2449 個像素。

2、HSI 直方圖分析

為了模擬人類視覺系統對顏色感觀的特性，通常藉由數學上的轉換將強度成份從一個彩色影像中帶有顏色的資訊分離出來。然而，在許多的色彩轉換模型中，以 HSI 模型最適合做為人類對顏色感觀的描述，因為人類所感知的顏色可由其色調(hue)成分以最自然直接的來表示。色調(H)是作為描述顏色的一個色彩屬性，飽和度(S)是指純色彩加入白光之程度的量測，而強度(I)表示顏色明暗的程度。因此，我們將由 RGB 構成之像素利用下列式子轉換後，即可以色調、飽和度及強度地成分來表示。

自動計數以協助安全維護或店家之安全與人流之數據統計。

國內外研究報告大都使用斜掛式攝影機以取得最大監視範圍，再以擷取人臉而計數人員，但此方式若遇人員較擁擠時，重疊現象將造成人員計數的少算或多算。先前技術之上掛式攝影機的方法大都使用模板匹配(template match)的方式來辨識人員，但均假設人員行走時不可有牽手、搭肩、攬腰等碰觸行為，否則無法正確的匹配出人員，然此種假設在大部份的實際應用場合並不適合。

本案方法採用上掛式攝影機方式以避免重疊現象的干擾；並使用面積估計為基準的人員計數方式與色彩向量來解決多人行走時的碰觸行為問題，故於閘道(大門)通行的人流計數上，本案方法比其他習知方法更為有效、準確，是一種應用性技術的突破。

【圖式簡單說明】

第 1 圖：系統裝置架設示意圖。

第 2 圖：人流計數演算法流程圖。

第 3 圖：一個簡單的多物件切割演算法實例。

第 4a 圖：單人行走之人身影像其所切割之人身影像面積為 2204 個像素。

第 4b 圖：人身影像之飽和度直方圖分布。

第 4c 圖：人身影像之色調直方圖分佈，其色彩向量(color-vector): $CV_H = (356, 3, 310)$ 。

第 11b 圖：1 變 2 之分離情形。

第 11c 圖：1 變 2 再變 1 的分離合併的情形。

第 11d 圖：2 變 1 再變 2 合併分離的例子。

第 12a 圖：判斷合併與分離之示意圖(合併情形)。

第 12b 圖：分離情形的判斷。

第 13a 圖：相對方向的移動發生互相接觸碰撞的情形(一般的情形)。

第 13b 圖：例外的情形。

第 14 圖：本計劃系統之初步設計。

【主要元件符號說明】

- | | | | |
|----------|---------|----------|----------|
| 1. 彩色攝影機 | 2. 監視區域 | 3. 進入基準線 | 4. 離開基準線 |
|----------|---------|----------|----------|

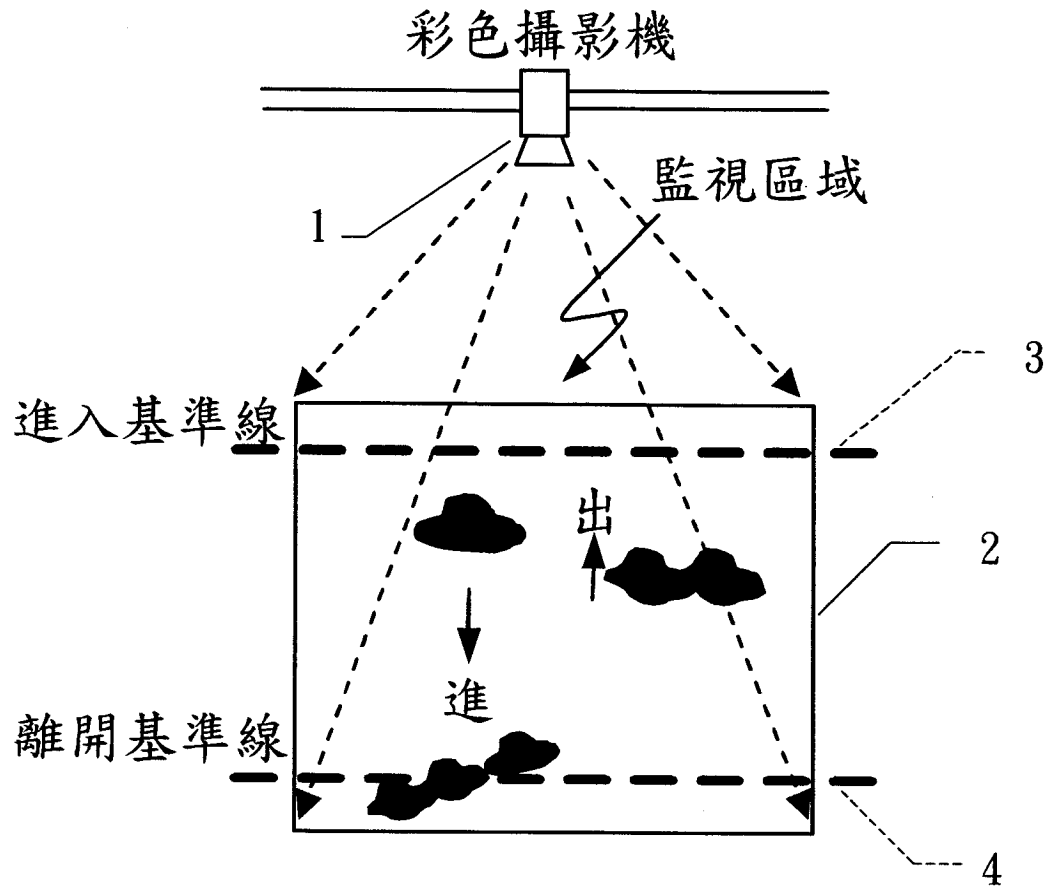
五、中文發明摘要：

本案創作係為一種閘口進出人流計數方法，其特徵在於：在重要或特殊出入口正上方架設攝影機，藉該鏡頭向下攝取該出入口適當區域來獲得人員進出的俯視面移動圖型（moving pattern）之分佈情形，並計算該圖型的數目以做為人員數。為了提昇準確度，先使用移動差值影像技術以得出該人員之移動圖型，此移動圖型面積與預先建立的參考模型面積相比對以得出初估人數，接著再以該移動圖型的色彩分析歸納得出一代表該移動圖型的彩色向量（color vector）作為追蹤該人員移動後的圖型辨識基準，而進一步修正該初估人數以獲得較準確之人數，此外，傳統的人員碰觸（touching）與分合（merge/split）問題亦能一併解決。

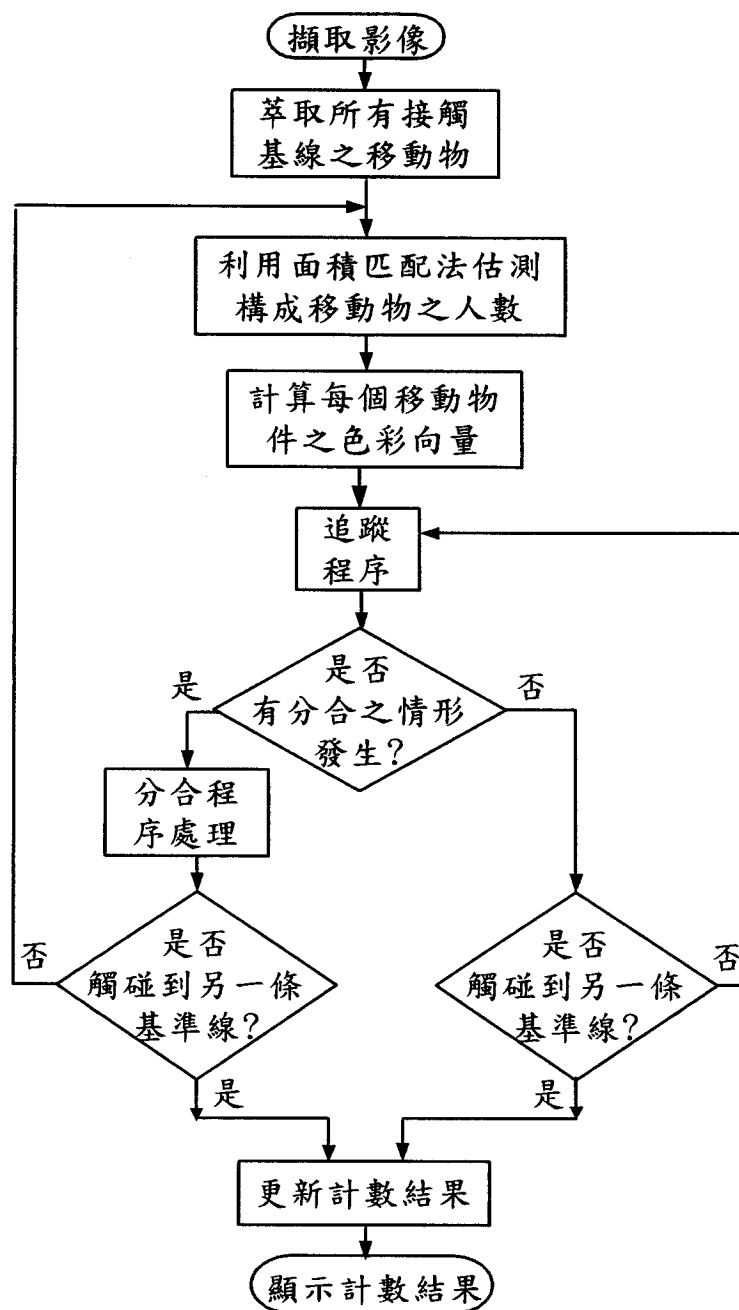
六、英文發明摘要：

Based on area and color analyses, a cost-effective bi-directional people counter dedicated to the pedestrian flow passing through a gate or a door is proposed. Firstly, the passing people are roughly counted with the area of people projected on an image captured by a zenithal video camera. The moving direction of the pedestrian can be recognized by tracking each people-pattern with an analysis of its HSI histogram. To improve the accuracy of counting, the color vector extracted from the quantized histograms of intensity or hue is introduced to refine the early counting. Besides, the inherent problems of both people touching together and merge/split phenomenon can be overcome.

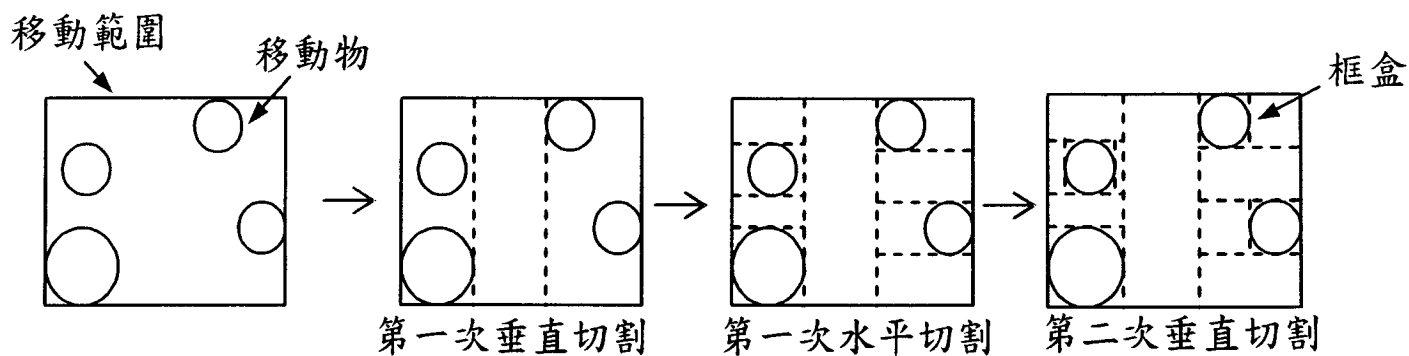
十一、圖式：



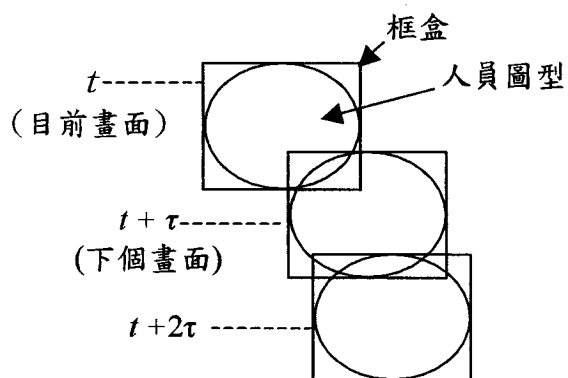
第 1 圖



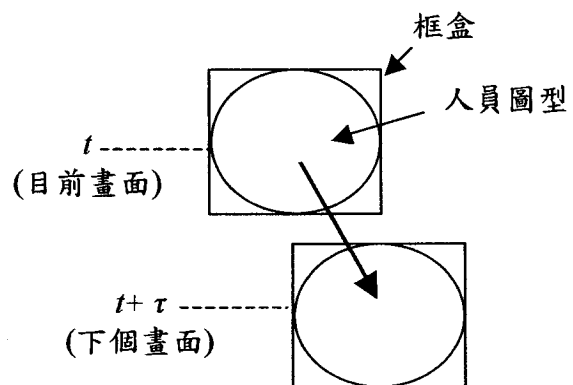
第 2 圖



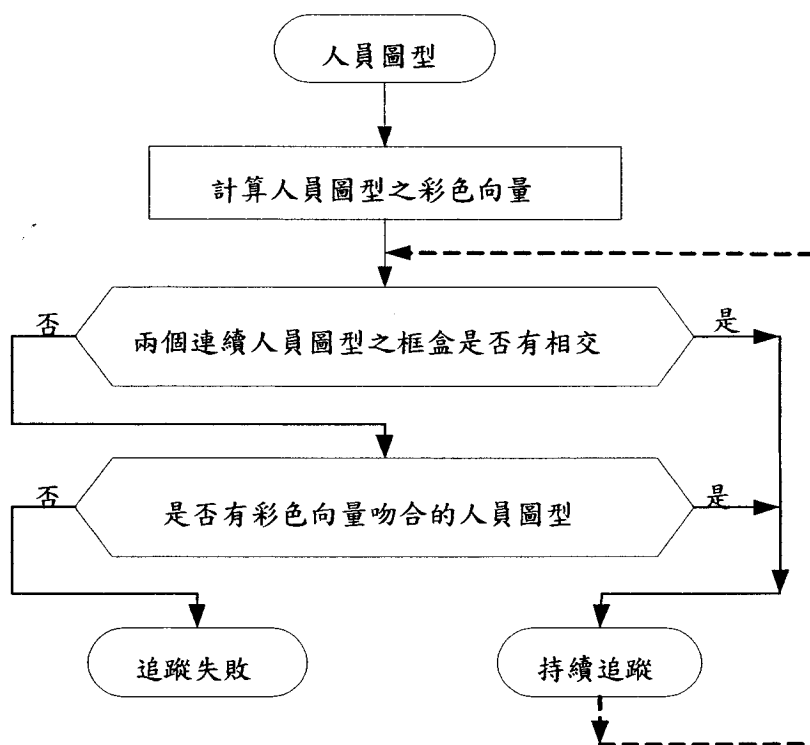
第 3 圖



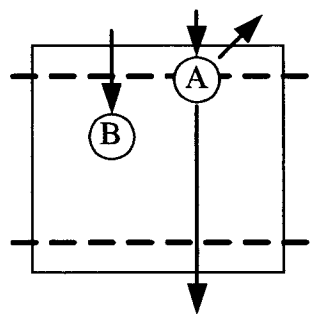
第 7a 圖



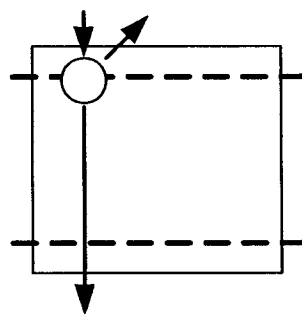
第 7b 圖



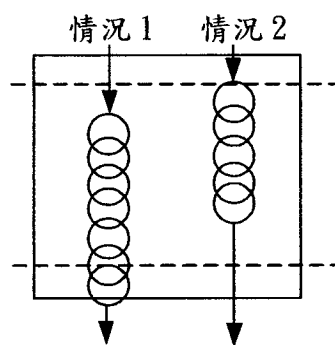
第 8 圖



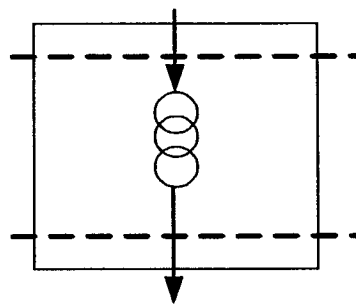
第 9a 圖



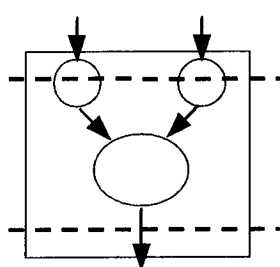
第 9b 圖



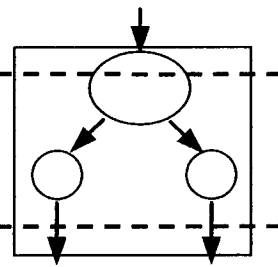
第 10a 圖



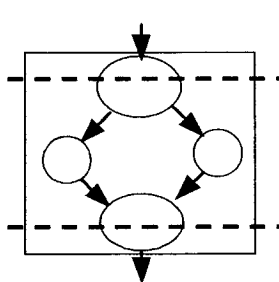
第 10b 圖



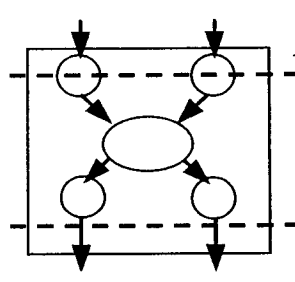
第 11a 圖



第 11b 圖



第 11c 圖



第 11d 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1. 彩色攝影機 2. 監視區域 3. 進入基準線 4. 離開基準線

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

發明專利說明書

97年12月2日修正替換頁

(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：95100559

※ 申請日期：95.1.6

※IPC 分類：G07C 9/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

閘口進出人流計數方法

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立高雄應用科技大學

代表人：(中文/英文) 方 俊 雄

住居所或營業所地址：(中文/英文)

807 高雄市三民區建工路 415 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國 R.O.C.

三、發明人：(共1人)

姓 名：(中文/英文)

陳 昭 和 (Chao-Ho Chen)

國 籍：(中文/英文) 中華民國 R.O.C.

監視區(2)且再次通過基線後則結束處理，並依據通過基線之種類判斷此人為進入或離開出入口來完成一次計數。若先通過進入基線(3)再通過離開基線(4)則為進入計數；反之，先通過離開基線(4)再通過進入基線(3)則視為離開計數，而另一種經常發生的情形：兩次通過的基線都相同(即通過基線後再返回而離開監視區)表示此人尚未進入或離開出入口，則忽略此次計數。

本方法之演算法流程圖如第 2 圖所示。假設攝取視訊影像其人流移動是在一個靜態的背景(static background)中，基於移動特性的分析，移動物體的切割乃採用其所擷取影像與預先儲存之背景影像相減(frame difference)後其二值影像(Binary image)結果。原影像中相同處將呈現差值(difference)為 0 的暗景，只剩原先有移動的物體所留下的差值亮區，如此便能將移動物體從畫面中切割出來，此即為人身影像圖型(people-pattern)。

在由此切割後之移動區域獲得最大的移動範圍(moving scope)，並利用多物件切割技術將此範圍內之所有人身影像一一分別切割出來。如第 3 圖所示，為含有多個移動物體之範例，而其切割後每個人身影像中可能為包含單個或多個人數之圖型。

經由上述演算法切割出各個人身影像後，再以預先建立的人身圖型面積模型來比對其圖型面積，以得到大略的人口數，其後根據人身影像圖型其彩色分佈特性對第一次所計數物體進行比對追蹤。追蹤的過程中，人身影像在監視區內會有分合現象(merge-split)的情形發生，其

現象乃說明原本畫面中多個分離的人身影像，由於過於接近或互相接觸碰撞導致其所切割出為單一人身影像圖，而系統誤判成單一面積較大的人身影像；而另一情形為單一人身影像，但在追蹤過程中突然分離成多個人身影像。針對此種情形，一健全的計數系統必須仍有能力對此種經常發生的分合現象做處理，保證其所計數人數之可靠性。因此本方法提出基於 HIS 直方圖的方法分析人身影像的顏色分佈，分別為各個人身影像定義一組色彩向量(color-vector)作為追蹤比對時的依據，當發生分合的情形時能藉由此向量辨識其所屬之人身影像，如此便能完成一高準確率的人流計數系統。

以下便為本系統所使用之技術進一步詳述：

1、基於面積模型之人流計數

以圖型面積模型來估測人數的方法，在許多關於流量計數的研究中都有使用到，此方法能在初期的計數處理過程中提供一個不錯的解決方式來估測此人身影像面積之大小為多少個人所構成，而當發生分合情形時，此面積大小也能用來追蹤與作為區分多人與單人之身影像資訊。

首先，定義單人之身影像面積至少為 N_0 個像素組成，由於受到穿著(衣服、裙子、褲子種類大小)的影響，其實際所切割出的大小會比定義之面積來的大些，因此假設單人之身影像面積其臨界值最大可為 1.4 倍 N_0 。然而實際情況下，由於多人構成之人身影像會因為接觸所產生的互相重疊部分，因此由多人構成之人身影像面積並不會和單人之面積 N_0 呈相等比例的增加。在此根據統計的結果列出下列判斷式來推論多

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B), 0 \leq I \leq 1 \quad (6)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)}[\min(R, G, B)], 0 \leq S \leq 1 \quad (7)$$

$$H = \begin{cases} \theta, & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta, & \text{if } B > G \end{cases}, \theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R + B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}, 0^\circ \leq H \leq 360^\circ \quad (8)$$

其中，假設 RGB 的值其範圍已被正規劃成介於[0, 1]之間。就以區分每個行人而言，利用其所穿著上顏色的色調資訊即可提供一良好的辨別特徵。然而，當彩色攝影機所擷取之人身影像圖型其 R、G、B 成份三者量均相同時，則飽和度將近似於零，若再利用色調值來做為行人之辨別特徵也因此變的無意義了。此情況下，改用其強度(I)特徵來取代原本以色調做為辨識之準則。

簡而言之，利用直方圖的方法就可以作為判斷特定之像素值在影像中出現的可能性，因此強度或色調直方圖可被用來區別不同之行人。為了在計算複雜度與辨別的資訊量間達到一個折衷權衡，因此將色調直方圖量化成數個截段。首先，將色調範圍(0°~360°)除於一個因子 k 使其分成(360 / k)截段，其 k 的意義是指將色調範圍分成 k 個截段。其後，並在截段內取其出現像素個數最多的色調值來做為此段的量化值。若以數值表示，令 HS_i 為第 i 段的色調量化值，其 $i = 1, 2, \dots, 360 / k$ 。為了減少吻合處理之複雜度與增強辨別能力，應採用適度數量的量化值作為其辨別向量之元素，又稱色彩向量(color-vector)，以符號標示為 CV 。因此，利用 n 個其較大的色調量化值所構成之 n 維彩色向量來標註

每個行人以作為人身辨別。上述中基於色調之色彩向量其表示：

$$CV_H = \max_n \left\{ HS_i, i=1, 2, \dots, \frac{360}{k} \right\} \\ = (HS_{\max-1}, HS_{\max-2}, \dots, H_{\max-n}) \quad (9)$$

其運算子 $\max_n\{\}$ 用來挑選出 n 個數值較大的 HS_i 值並以所之屬像素個數排序後，將其符號記做 $HS_{\max-1}, HS_{\max-2}, \dots, HS_{\max-n}$ 。然而，若飽和度近似於零，其利用色調角度來辨別人身就變的無意義。此種情況下，強度(I)的成分也就被用來做為色彩向量，符號為 CV_I 。如同 CV_H 的推導可得到：

$$CV_I = \max_n \left\{ IS_i, i=1, 2, \dots, \frac{256}{k} \right\} \\ = (IS_{\max-1}, IS_{\max-2}, \dots, HS_{\max-n}) \quad (10)$$

強度範圍假設介於 0 到 255 之間， IS_i 代表強度直方圖第 i 截段的量化值，而 $IS_{\max-1}, IS_{\max-2}, \dots, IS_{\max-n}$ 為對 IS_i 之像素個數排序後，依序選出 n 個強度之量化值。

第 4b 圖與第 4c 圖分別描述單一人身影像之飽和與色調直方圖，其所切割出人身影像圖型飽和度直方圖之分佈範圍大部份介於 0%~60% 之間。而使用之 $k = 10$ ，色調直方圖再第 36 段時其像素個數 164 為最大，色調值為 356，也就是行人穿著紅色系顏色之服裝。而這裡所使用的色彩向量維度為 $n = 3$ ，因此從分段後之色調直方圖選出三個成分較重的色調值作為此向量，其像素個數為 164、62 與 38，色調值分別為 356、33、10。最後，以此 3 個色調值作為此色彩向量 $CV_H = (356, 3, 310)$ 。第 5b 圖與第 5c 圖為兩個人身影像圖型的飽和度與色調直方圖分佈情形，

很明顯的比單一人身影像的範圍來的廣闊且呈多個峰值分佈。第 5c 圖所使用係數： $k = 10$ ， $n = 3$ ，色調直方中有三個主要的峰值，其所代表像素個數與色調值分別為：像素數量 397 個，色調值為 63；像素數量 327 個，色調值為 171；像素數量 306 個，色調值為 221。其表示切割的人身影像圖型具有三個主要色系：泛黃色，泛青色與泛藍色，因此根據這三個所佔成分最大的色調值，求得色彩向量為 $CV_h = (63, 171, 221)$ 。若飽和度直方圖中以靠近於零附近的像素分佈最多，則必須對強度直方圖作分析來代替原本由色調直方圖分析所求得之色彩向量，如第 6b 圖與第 6c 圖。第 6a 圖中靠右邊的人身穿著暗灰色的衣服，因此其人身影像圖型採用強度直方圖分析後所得到之三維色彩向量 $CV_l = (65, 30, 210)$ ，如第 6c 圖所示，採用係數 $k = 16$ 將強度直方圖分佈切成 16 個截段。在第 6a 圖左邊其切割後之人身影像圖型，由於觀察飽合度直方圖為非驅近於零的分佈情形，因此採用色調的特徵作為色彩向，因此 $CV_h = (354, 346, 304)$ 。由於在監視區域內部同位置所受的背景亮度不同的影響，第 4 圖與第 6 圖左邊雖然是同一人，但兩者飽合度分佈的情形卻有所不同，以至於兩者所切割之人身影像圖型其色彩向量也會不一致。無論如何，在追蹤處理的過程中，就以兩色彩向量吻合程度來做人身識別而言，它還是能夠容許一個適度的誤差範圍。

理論上， k 值愈大能夠減少吻合容忍度的問題，但是會產生辨識準確率下降的情形；相反的，小的 k 值雖然能夠使得辨識準確率提高，但卻造成比對時的複雜度增加。因此，需要一個適當的 k 值來對直方圖做

截段以及識別每個人身影像圖型時之容忍誤差。另一方面，組成色彩向量的元素個數也會影響到人身識別的準確率。類似於上述 k 值的探討， n 愈大表示彩色向量維度愈大，所需的元素愈多，因此對於人身識別上就更為嚴謹，準確率也就愈高，但是其所需計算量卻非常的可觀，且識別過程中兩色彩向量更難達到完全吻合(即所有元素比對的結果都相同)；相對的，當維度 n 較少時雖然能減少色彩向量比對時的計算量，但可能常發生錯誤的吻合結果。因此，適當大小的 k 值與色彩向量之維度 n 使得人身影像圖型的識別結果能夠正確無誤，是非常重要的。

3、人身之追蹤處理

為了達到人身追蹤的目的，在上一節對於行人之穿著顏色的討論中，本案利用其顏色定義一個色彩向量來為每個人身影像圖型做記號。然而，當數個行人所穿著的顏色款式相似時，利用色彩向量來識別人身則會造成錯誤的辨識結果，例：同一組織團體的人所穿著的制服。因此，便採用矩型圖框(bounding-box)來追蹤人身影像圖型，如第 7a 圖所示說明第 t 張畫面的人身影像圖型之矩形圖框與下張($t + \tau$)畫面中其矩形圖框相交的例子；第 7b 圖為兩矩形圖框不相交的例子。若攝取連續兩張畫面中，其人身影像圖型之矩形圖框彼此相交，則判定為同一人所產生之人身影像圖型；相反的，若此兩個人身影像圖型之矩形圖框彼此沒有相交，則有可能非相同的人。必須注意的是，時間之間距 τ 必須依據畫面取樣頻率來做調整。

就以追蹤而言，整個追蹤的過程中都必須對人身影像圖型之矩形圖

框做相交的確認，判斷是否為同一人，但針對其人身影像圖型之色彩向量的吻合比對在必要的時候才會執行。只有當兩張連續影像中，其人身影像圖型之矩形圖框彼此不相交時，才會採用色彩向量做人身辨識，如此便可以大大減少計算色彩向量時所需的計算量。第 8 圖所示為表示上述之追蹤處理的過程，若人身影像圖型其矩形圖框能連續不斷保持相交或色彩向量吻合的情況下，則可以確認此人身影像圖型已被鎖定，並持續追蹤此人身影像圖型。如果人的步行速度太快而畫面取樣頻率過低，便不能偵測到矩型圖框相交的情形，在此情況下，使用人身影像圖型之色彩向量來比對是否同一人。另一方面，如果是突然停止移動或忽然間轉身返回的例子，仍然能藉由矩形圖框的相交來偵測人身影像圖型並持續追蹤。然而，假如其矩形圖框不相交且色彩向量也不吻合，則意謂著有人移動速度太快導致兩種情形發生：(1)人身影像出現在目前畫面與下張畫面不為同一人；(2)原本出現在畫面上之人身影像在下張畫面中突然消失。如第 9a 圖中以 a 與 b 來表示不同人，人身 a 由於其步行速度迅速，因此在下一張畫面立即消失(離開監視區域)，此刻原本不在畫面中的人身 b 立即出現在此張畫面(進入監視區域)；第 9b 圖的結果說明一個快步行走的行人指出現在此刻畫面，而在下張畫面擷取前就已離開監視區。上述的兩種情況，其人身影像在下張畫面突然消失的原因，不是突然轉身反方向行走就是非常快速的通過出入口。因為很難去判定人身影像圖型是向前或向後行走，因此對於此兩種情況的計數處理則會失敗，除非是增加畫面的取樣頻率如此便能夠攝取到其人身影像。

一般來說，只有當所攝取到的人身影像圖型有接觸到基準線後才開始對其做追蹤處理。雖然，有些人可能移動的太突然導致所攝取到的人身影像圖型沒有接觸到基準線，但是有攝取到另一張有接觸到基準線之畫面，如第 10a 圖所示。案例 1 的移動情形表示未攝取到某人接觸起始基準線的畫面，但追蹤程序仍然有再執行，且到當此人欲離開監視區時，攝取到觸碰另一條基準線之畫面後並完成計數程序；但案例 2 與第 10b 圖所表示的情形，由於很難決定此移動的人身影像圖型何時將離開監視區域，因此此種情形將會產生計數失敗。實際情況下，如第 10b 圖這種攝取的畫面皆未觸碰到基準線的情況是很少發生的。除此之外，本計劃研究也未考慮這種蓄意干擾追蹤處理的行為。

整個追蹤過程中，從觀察其所通過兩條基準線的順序或是從哪條基準線離開監視區，即可決定移動的方向為何。而決定人身影像圖型移動方向的步驟其所需的計算量最少，不像先前所介紹的系統需要許多額外的處理。

4、分合情況之處理(Merge-Split Processing)

獨自一人行走或與好友一起行走為一般所常見的情形，因此在監視區域內所攝取之畫面其人身影像切割之圖型的結果會有下面所列出情形：單人之身影像圖型、多個單人之身影像圖型、多人之身影像圖型、多個多人之身影像圖型或其組合。由於前面所說明的理由，因此在監視區域範圍內的每個物件移動的過程中可能會有分開(split)或合併(merge)的情形發生，且此類分合(merge-split)的現象可能造成計

數程序的混淆。基本上，此種分合的現象大致可歸類成 4 種案例，如第 11a 圖所示為 2 變 1 的合併例子，表示兩個移動之人身影像圖型在監視區內合併成單一移動之人身影像圖型的情形，且每個移動之人身影像圖型可能是由單個或多人以上所構成。同理，第 11b 圖說明 1 變 2 分開情形的例子；第 11c 圖為 1 變 2 再變 1 的分開在合併的例子，說明原本單個移動之人身影像圖型首先會先分離成兩個部份，最後這兩個人身影像圖型在合併成單一個較大的人身影像圖型；第 11d 圖為 2 變 1 再變 2 的合併在分開的例子，其表示原本兩個小的移動之人身影像圖型首先先合併成單個較大的人身影像圖型，最後分離成兩個較小的人身影像圖型。

根據上述所列出之案例對分合情況的分析，根據人身影像圖型面積的改變，即可提供一個簡單的判斷準則來檢查其是否有分合的情形發生。如第 12a 圖所示，說明在第 t 張畫面中，原本是兩個人身影像圖型在第 $t + \tau$ 張的畫面變合併成單個人身影像圖型，經由偵測其面積改變（變大）即可偵測到其為發生合併(merge)後的結果，其後必須利用前面所提到的基於面積來判斷人數準則，對此新合併產生的人身影像圖型重新計算，便可再為開始未合併前的計數結果再做一次修正。此外，接下來的追蹤處理中，也需要再重新計算其色彩向量並用此向量標註此合併後的人身影像圖型。基於相對的原因，藉由第 12b 圖例子可說明假如兩個連續不同的矩型圖框沒有相交，即可判斷為分離的情形，如第 7b 圖所示情形。對於合併與分離的例子，每個移動物件也能夠利用其所標註之色彩向量來做追蹤處理。當矩形圖框沒有相交且色彩向量比對不吻合時，

辨別一個來自於附近之人身影像圖型所產生的新的人身影像圖型就變的非常的困難了，也就是說我們不能辨識此新的人身影像圖型是由哪個人身影像圖型所產生。然而，假如在追蹤過程中曾經發生暫時性失誤，所計數的結果仍然能保持正確無誤，因為這種例子與第 10a 圖的案例 1 相類似。當兩個移動的人身影像圖型以相對方向移動，且大約在路程的中間互相接觸碰撞，其將會有兩種情形發生，如第 13 圖所示。若此兩個人身影像圖型有相似的顏色且其矩形圖框沒有相交，則將會發生混淆。第 13a 圖為正常的例子，不管是否有追蹤不到的情形發生，但計數的結果仍然能保持正確；但是，以第 13b 圖此種例外情形則會發生錯誤的計數。而且上述所提的例子可能再結合了另一種不同情形的例子，而產生了更為混雜的分合情形例子，使得對於此類的情況難以去處理。第 14 圖為本計劃之系統初步設計。

綜合上述，本案創作具有如下的顯著優點：

在重要或特殊需求之出入口管制人員數目進出的一般傳統方法：以人工計數的方式其所需人力成本較高且較無法持續長時間計數；而機械式計數（如轉撥式或旋轉式裝置）一次僅能通過一人；電子感應式（如紅外線感測）則一次只能感應計數單人，因此無法應付於較高的人口流量。

為了解決高人口流量的出入計數，並能監控進出人口流量狀況並發出適當的警訊，本案提出在重要或特殊出入口架設一攝影機來自動計數進出人數，且可配合數位視訊監錄(DVR)之應用，例如：重要機關場所之

第 5a 圖：兩人手牽手行走之人身影像其所切割之人身影像面積為 4856 個像素。

第 5b 圖：人身影像之飽和度直方圖分布。

第 5c 圖：人身影像之色調直方圖分佈，其色彩向量(color-vector): $CV_H = (63, 171, 221)$ 。

第 6a 圖：兩人以相對方向行走之人身影像圖型，左邊之人身影像圖型面積為 2449 個像素，右邊之人身影像圖型面積為 1942 個像素。

第 6b 圖：人身影像圖型之飽和度直方圖分佈情形。

第 6c 圖：右邊之人身影像圖型強度直方圖分佈，其色彩向量為 $CV_I = (65, 30, 210)$ ，左邊之人身影像圖型色調直方圖分佈，其色彩向量為 $CV_H = (354, 346, 304)$ 。

第 7a 圖：利用矩形圖框對人身影像做追蹤的情形(圖框彼此相交的例子)。

第 7b 圖：為圖框彼此不相交的例子。

第 8 圖：追蹤程序之流程圖。

第 9a 圖：快速移動所產生的結果(兩者交換的例子)。

第 9b 圖：突然消失的例子。

第 10a 圖：移動過程中有不連貫的結果(只觸碰到一條基準線)。

第 10b 圖：沒有觸碰到任何的基準線。

第 11a 圖：分合(merge-split)情形的四個基本例子(2 變 1 的合併情形)。

十、申請專利範圍：

- 1、一種開口進出人流計數方法，係在重要及特殊出入口正上方架設攝影機，藉該鏡頭向下攝取該出入口適當區域來獲得人員進出的俯視面移動圖型(moving pattern)之分佈情形，其所需步驟如下：
 - (i) 以預先建立的人身圖型面積模型來比對該俯視圖情景中的移動圖型面積，以得到一初估的人員數；
 - (ii) 以該移動圖型的色彩分析歸納得出一代表該移動圖型的彩色向量 (color vector) 作為追蹤該人員移動後的圖型辨識基準，而進一步修正該初估人數以獲得較準確之人數。
- 2、依申請專利範圍第 1 項所述之開口進出人流計數方法，其中使用面積估計為基準的人員計數方式與彩色向量來解決多人行走時的碰觸行為問題。
- 3、依申請專利範圍第 1 項所述之開口進出人流計數方法，其中在重要及特殊出入口架設攝影機來自動計數進出人數，且可配合數位視訊監錄(DVR)之應用。
- 4、依申請專利範圍第 1 項所述之開口進出人流計數方法，其中彩色攝影機架於出入口上方，垂直向下攝取人身影像俯視圖，並在其監視區域定義兩條虛擬之基準線：進入基準線 (Entering Base-line) 與離開基準線 (Leaving Base-line)；當人流通過基準線欲穿越監視區域時立刻觸發系統之起始計數處理，而欲離開監視區且再次通

過基準線後則結束處理，並依據通過基準線之種類判斷此人為進入或離開出入口來完成一次計數；若先通過進入基準線再通過離開基準線則為進入計數；反之，先通過離開基準線再通過進入基準線則視為離開計數，而兩次通過的基準線都相同（即通過基準線後再返回而離開監視區）表示此人尚未進入或離開出入口，則忽略此次計數。

- 5、 依申請專利範圍第 1 項所述之開口進出人流計數方法，其中本系統所使用之技術有基於面積模型之人流計數、HSI 直方圖分析、人身之追蹤處理及分合情況之處理。
- 6、 依申請專利範圍第 4 項所述之開口進出人流計數方法，其中基於面積模型之人流計數係以圖型面積模型來估測人數。
- 7、 依申請專利範圍第 4 項所述之開口進出人流計數方法，其中利用直方圖可以作為判斷特定之像素值在影像中出現的可能性，因此強度或色調直方圖可被用來區別不同之行人。
- 8、 依申請專利範圍第 4 項所述之開口進出人流計數方法，其中人身追蹤處理係利用顏色定義一個色彩向量來為每個人身影像圖型做記號；並配合採用矩型圖框(bounding-box)來追蹤人身影像圖型。
- 9、 依申請專利範圍第 4 項所述之開口進出人流計數方法，其中分合情況處理，係根據人身影像圖型面積的改變。