

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： 97105696

※申請日期： 97.2.19

※IPC 分類： G06T 5/52 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

HdW 5/215 (2006.01)

用於影像擷取裝置的校正方法

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) 吳重雨

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. 陳宜賢

2. 王聖智

國 籍：(中文/英文)

中華民國 TW (皆同)

97年4月11日修正替換頁

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：96 年 8 月 21 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：

本發明係一種用於影像擷取裝置的校正方法，乃針對單一影像擷取裝置與多台影像擷取裝置的動態校正方法，對一單一影像擷取裝置主要是利用影像特徵點位移來獲取轉動角度與傾斜角度的變化量，對於多台影像擷取裝置則再加上核（epipolar）平面約束，來達到動態校正目標，因此，本發明之校正方法係更為簡易，不需任何校正圖案或指示物，或利用複雜的特徵點對應技術。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(八)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

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】

本發明係有關一種數位影像監控領域，特別係一種用於影像擷取裝置的校正方法。

【先前技術】

按，為了提高環境安全性與維護治安，數位影像監控系統乃扮演重要的監視角色，藉由多台可隨時間轉動或傾斜的全景拍攝/傾斜/變焦(pan/tilt/zoom PTZ)攝影機擷取不同角度的監視畫面。惟，當攝影機在轉動或傾斜時，外在參數(extrinsic parameter)會隨著改變，因此如何精確及有效的重新校正多台攝影機的外部參數乃成為一個重要的課題。

故，遂有一些相關校正攝影機之內部參數(intrinsic parameter)或外在參數校正之技術提出，例如由A.Jain 等人所提出的"Using stationary-dynamic camera assemblies for wide-area video surveillance and selective attention"(IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, vol.1-第 537-544 頁，2006 年 6 月)，係揭示一種 off-line 的方法，試著找出轉動角度與所求角度間的關係，故可控制 PTZ 攝影機追蹤在監視畫面中的移動物體，惟，雖然可透過對每個轉動請求的 off-line 訓練來修正這個錯誤，但仍舊不利於估計每張擷取畫面的轉動角度變化，且此種方式只適用於單一攝影機的動態校正，並不適用於多台攝影機的動態校正。K.-T. Song

等人所提出的” Dynamic calibration of pan-tilt-zoom camera for traffic monitoring” (IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, Part B, vol. 36, Issue 5 之第 1091-1103 頁, 2006 年 10 月), 係利用平行標線與平行線道的寬度來校正 PTZ 攝影機; Y. Li 等人所提出的” On Automatic and Dynamic Camera Calibration Based on Traffic Visual Surveillance” (IEEE Symposium on Intelligent Vehicles, 第 358-363 頁, 2007 年 6 月), 利用兩平行線道估計焦距與兩個外部轉動角度, 雖然 K. -T. Song 等人與 Y. Li 等人所提出的這兩種方式對於交通監控是很實用, 但仍不足以滿足其他種監控系統類型。

C. T. Huang 等人所提出的” Dynamic camera calibration” (Proc. Int. Symposium on Computer Vision, 第 169-174 頁, 1995 年 11 月), 係揭示一種視角範圍差異不大的動態攝影機校正, 透過一對攝影機擷取影像, 然後使用影像中所對應的特徵點與共平面幾何來進行攝影機校正; B. Zhang 等人所提出的” Self-recalibration of a structured light system via plane-based homography” (Pattern Recognition, vol. 40, Issue 4 之第 1368-1377 頁, 2007 年 4 月), 係利用基於平面單應性 (plane-based homography) 決定一校正攝影機與一投影機間的相對位置, 並採用兩步驟來重新校正位置參數, 先計算移動向量, 然後求得轉動矩陣, 故此種方式需要對應的特徵點, 亦需一種結構光系統(structured light system)來產生平面校正圖案。因此, C. T. Huang 等人與 B. Zhang 等人所提出的這兩種方

式都需要透過對應特徵點與校正圖案，惟，這種校正圖案或指示物（landmark）並不適用，因為當攝影機轉動或傾斜，校正圖案或指示物就可能不在擷取畫面中，且當攝影機轉動或傾斜需要持續更新這些對應特徵點，而一旦監控系統是針對大範圍的畫面監視，則採用特徵點對應方式通常是相當困難的工作。

美國專利號 7,239,752 提出利用動態校正線特徵追蹤攝影機位置，係從影像來偵測線特徵（line feature），需計算定義線特徵的參數，這種方式可以動態更新攝影機位置，計算過程較為繁複。美國專利號 6,931,340 係利用指示物與攝影機間的固定空間關係，故為使指示物與攝影機之空間對應關係盡可能正確，裝設時需格外小心，因此一旦攝影機數目多時，裝設工作就更為不易。美國專利號 6,594,600 係需要一測試物體、至少三個標記（mark），以取得攝影機在三維座標中的精確位置、方位，故亦是一種繁複不便的方式。

由此可知，在數位影像監控領域中，係有必要提出一種創新的校正方法，以克服上述之限制與缺失。

【發明內容】

本發明之一目的係在提供一種用於影像擷取裝置的校正方法，利用影像特徵點的位移情形，取得單一影像擷取裝置的轉動角度與傾斜角度的變化，對於多台影像擷取裝置而言，則再考量多台攝影機之間所形成的核平面約束，來達到動態校正的目標，所以本發明不需要特定的校正圖案或任何指示物，不需複雜的特徵點對應技術，可應用於配有多台攝影機且視角差異大的監控系統。

本發明之另一目的係在提供一種用於影像擷取裝置的校正方法，係允許移動物體 (moving object) 在校正場景中出現，採用移除移動物體的特徵點，以確保精確校正，此種功能對於主動視訊監控之相關應用，是十分有幫助。

根據本發明所揭示的用於影像擷取裝置的校正方法，乃包括提供至少一影像擷取裝置，用於擷取至少一初始影像，然後當影像擷取裝置轉動或傾斜，擷取了不同角度且至少一連續影像，並分別從初始影像萃取至少一初始特徵點，從連續影像中萃取至少一與初始特徵點相對應的特徵點，之後根據特徵點與初始特徵點之位移情形，以獲取影像擷取裝置之一轉動角度與一傾斜角度的變化大小。其中，當初始特徵點/特徵點是來自移動物體時，濾除此初始特徵點/特徵點，不採用。

根據本發明所揭示的用於影像擷取裝置的校正方法，係包括提供複數影像擷取裝置，其中每台影像擷取裝置轉動角度與傾斜角度的變化大小，係根據上述之初始特徵點與特徵點的位移情形，尚會根據多台影像擷取裝置間的核平面約束，其中核平面約束是每兩台影像擷取裝置之各初始影像的初始特徵點及此兩台影像擷取裝置的投影中心，形成一初始核平面 (epipolar plane)，之後當此兩影像擷取裝置轉動或傾斜，擷取不同角度的連續影像，從各自影像中擷取與初始特徵點相對應的特徵點，則其相對應特徵點仍會落於其所對應的初始核平面上，據此約束條件來獲取影像擷取裝置之各別轉動角度與傾斜角度。

本發明之目的或其他目的對於此技藝之通常知識者而言，閱讀以下實

施例之詳細內容後係顯而易知的。

先前的概述與接下來的詳細敘述都是範例，以便能進一步解釋本發明之專利請求項。

【實施方式】

參照第一圖，係本發明之對於單一影像擷取裝置的校正方法流程圖。如圖所示，先進行步驟 S1，提供一影像擷取裝置在一已知初始位置，擷取一初始影像，在步驟 S2，之後當影像擷取裝置轉動或傾斜，就可擷取複數連續影像，接著進行步驟 S3，可利用 KLT (Kande-Lucas-Tomasi) 演算法在初始影像中萃取複數初始特徵點，以及從連續影像中萃取複數與初始特徵點相對應的特徵點，且如步驟 S4 所示，當初始影像中的初始特徵點或連續影像中的特徵點是來自移動物體時，則濾除此種特徵點，以避免降低校正的精確性。最後，進行步驟 S5，根據初始影像中的初始特徵點與連續影像中的特徵點之間的位移情形，即可獲取影像擷取裝置之一轉動角度與一傾斜角度的變化大小，得知新的轉動角度與新的傾斜角度。

以下是進一步詳細揭示上述之用於單一影像擷取裝置的校正方法內容：

請參照第二圖，係本發明之一用於影像擷取裝置的校正系統實施例示意圖。如圖所示，本發明所用的影像擷取裝置的校正系統，係在一環境中架設一影像擷取裝置 10，且影像擷取裝置 10 耦接一電腦系統 12，其中影像擷取裝置 10 可是一全景拍攝/傾斜/變焦 (pan/tilt/zoom PTZ) 攝影機，且可裝設在如環境中之天花板或

靠近天花板的位置處，或依照使用者之需求，裝設在其他合適位置。

且，請同時參照第三圖，係本發明之架設影像擷取裝置的基本模型（basic modeling）介紹，其中除了影像擷取裝置 10 是遵照此模型架設，後續所提及的任一影像擷取裝置亦是遵照此模型架設。假設影像擷取裝置 10 離水平面 Π 之一高度 h ，轉動中心為 O_R 、投影中心為 O_C ，且 O_R 與 O_C 之間的距離為 r ，即影像擷取裝置 10 之轉動半徑為 r ，且定義「校正位置」是影像擷取裝置之光軸平行水平面，定義投影中心 O_C 為原點， Z 軸是沿著光軸，當影像擷取裝置 10 具傾斜角度 ϕ 、轉動角度 θ ，投影中心從 O_C 移動到 O'_C ，可以推導出從影像座標 $p=(x, y)$ 投射回水平面 Π 上的 3-D 點 (X, Y, Z) 的反投影函數（back projection funtion） $B(p, \theta, \phi, h, \Omega)$ ，如下列公式（1）所示：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\beta x C_\theta (r S_\phi - h) + \alpha y S_\theta (r - h S_\phi) - \alpha \beta h C_\phi S_\theta}{\alpha (y C_\phi - \beta S_\phi)} \\ -h \\ \frac{\beta x S_\theta (h - r S_\phi) + \alpha y C_\theta (r - h S_\phi) - \alpha \beta h C_\phi C_\theta}{\alpha (y C_\phi - \beta S_\phi)} \end{bmatrix} \equiv B(p, \theta, \phi, h, \Omega) \quad (1)$$

其中， C_θ 、 S_θ 、 C_ϕ 與 S_ϕ 分別表示 $\cos(\theta)$ 、 $\sin(\theta)$ 、 $\cos(\phi)$ 、 $\sin(\phi)$ ， Ω 表示影像擷取裝置的固有參數。

一開始，在時間 $t-1$ ，先校正影像擷取裝置 10，其具有一已知離地高度 h 、一已知傾斜角度（tilt angle）為 ϕ_{t-1} ，一已知轉動角度（pan angle）為 θ_{t-1} ，然後影像擷取裝置擷取一初始影像 I_{t-1} ，如第四圖所示，之後在時間 t ，影像擷取裝置 10 開始轉動或傾斜，

擷取了不同角度且連續的影像 I_t ，如第四圖所示。且，參照第五圖，電腦系統 12 從初始影像 I_{t-1} 中的桌面書本萃取複數初始特徵點，及從連續影像 I_t 中的桌面書本萃取複數與初始特徵點相對應的特徵點。其中，電腦系統 12 可利用 KLT 演算法來萃取及追蹤這些特徵點，且所有萃取的特徵點都是對應三維空間中一些未知的靜止點 (static point)。

假設影像擷取裝置 10 之轉動半徑 r 是遠小於在空間座標中的初始特徵點/特徵點與影像擷取裝置 10 間的距離，並假設在擷取兩連續影像時，影像擷取裝置 10 之轉動角度與傾斜角度都非常小，因此即使影像擷取裝置 10 在轉動或傾斜，投影中心 O_c 皆可視為是固定的，如第六圖所示。再者，例如萃取初始影像 I_{t-1} 之其中三個初始特徵點，假設這三個初始特徵點在空間座標中為 P_A 、 P_B 與 P_C ，連接投影中心 O_c 與 P_A 、 P_B 與 P_C ，以形成三條投影線 (project line)，並將初始特徵點 P_A 、 P_B 與 P_C 投射至一偽平面 (pseudo plane) Π' 上形成三個偽點 (pseudo point) \hat{P}_A 、 \hat{P}_B 、 \hat{P}_C ，其中偽平面 Π' 之座標是 $(0, 0, \hat{Z})$ ，且 P_A 、 P_B 與 P_C 受 \hat{P}_A 、 \hat{P}_B 、 \hat{P}_C 所取代，這並不會影響特徵點投影至像平面上的位置。之後尋找影像擷取裝置 10 之一位置係使影像 I_t 的特徵點會映射在偽平面 Π' 上之偽點 \hat{P}_A 、 \hat{P}_B 、 \hat{P}_C 上，即可找出在拍攝影像 I_t 時之當下的影像擷取裝置 12 的傾斜角度、轉動角度，也就是假設拍攝影像 I_t 時之當下的影像擷取裝置 12 之轉動角度為 $\theta_{t-1} + \Delta\theta_t$ 、傾斜角度 $\phi_{t-1} + \Delta\phi_t$ ，並求出能使下列公式 (2) 是最小的 $\Delta\theta_t$ 與 $\Delta\phi_t$ 。

$$D = \sum_{k=1}^K \left\| \hat{B}(\hat{p}_k, \theta_{t-1} + \Delta\theta_t, \phi_{t-1} + \Delta\phi_t) - \hat{B}(p_k, \theta_{t-1}, \phi_{t-1}) \right\|^2 \quad (2)$$

其中， \hat{B} 表影像之特徵點映射在偽平面 Π' 上的反投影函數， p_k 是初始影

像 I_{i-1} 的初始特徵點， \hat{p}_k 是影像 I_i 之與初始特徵點相對應的特徵點， K 是所有用於校正的影像特徵點數目，且一旦 Z 座標固定，則可忽略高度 h 參數，且影像擷取裝置在轉動或傾斜時，內部參數 Ω 是不變的，因此亦可忽略。故，由公式 (2) 比較初始特徵點與特徵點的位移情形，即可得知轉動角度與傾斜角度的變化量分別為 $\Delta\theta_i$ 與 $\Delta\phi_i$ ，進而知悉影像擷取裝置 10 在時間 t ，拍攝影像 I_i 時的轉動角度為 $\theta_{i-1} + \Delta\theta_i$ 、傾斜角度為 $\phi_{i-1} + \Delta\phi_i$ 。

另，不論是對於初始影像 I_{i-1} 取初始特徵點或對連續影像 I_i 取特徵點，都要注意當特徵點是來自移動物體 (moving object)，必須移除這一類的特徵點，即不採用。如第七圖所示，初始影像 I_{i-1} 中有某個人 14 存在，需濾除關於人 14 的初始特徵點，以確保校正的精確性，同理，影像 I_i 若有特徵點是來自移動物體，亦需濾除。

以下是進一步揭示如何判定特徵點/初始特徵點是來自移動物體，由於初始影像與之後的連續影像是從不同角度的攝像裝置所拍攝，因此初始特徵點及其對應特徵點有位移情形產生，故本發明是先針對靜態場景，亦即在無移動物體的場景中，讓攝影機在不同的轉動角度下，計算所有初始特徵點及其對應的特徵點的位移，且求得這些位移的中位數 (median)，再根據中位數來估算位移的標準差，事先記錄不同位移中位數和標準差的分佈關係，而因為當特徵點是來自移動物體時，這種特徵點所具有的統計行為通常是比較不同，故當特徵點之位移量是差中位數三個標準差時，這種特徵點就大都是來自移動物體的特徵點，需捨棄掉。

參照第八圖，係本發明之對於複數影像擷取裝置的校正方法流程圖。如圖所示，先進行步驟 S1，提供複數影像擷取裝置，擷取初始影像，其中每台影像擷取裝置之個別的初始位置，及空間中相對位置關係為已知的，之後進行步驟 S2，影像擷取裝置轉動或傾斜，擷取不同角度的連續影像，接著如步驟 S3 所示，利用 KLT 演算法從初始影像中萃取複數初始特徵點，以及從連續影像中萃取與初始特徵點相對應的特徵點，且如步驟 S4 所示，一旦初始影像中的初始特徵點或連續影像中的特徵點是來自移動物體時，則濾除此種特徵點，以避免降低校正的精確性，之後，進行步驟 S5 與 S6，每兩台影像擷取裝置根據其在初始對應位置間形成的核平面關係，即此兩影像擷取裝置之各初始影像的初始特徵點，以及此兩台影像擷取裝置的投影中心，形成初始核平面(epipolar plane)，之後各連續影像上的特徵點仍會落於其所對應的初始核平面上，且每台影像擷取裝置尚根據初始影像中的初始特徵點與連續影像中的特徵點之間的位移情形，利用此兩種方式獲取各別轉動角度與傾斜角度的變化大小，如步驟 S7 所示。

以下是進一步揭示如何判定特徵點/初始特徵點是來自移動物體，由於初始影像與之後的連續影像是從不同角度的攝像裝置所拍攝，因此初始特徵點及其對應特徵點有位移情形產生，故本發明是先針對靜態場景，亦即在無移動物體的場景中，讓攝影機在不同的轉動角度下，計算所有初始特徵點及其對應的特徵點的位移，且求得這

些位移的中位數(median)，再根據中位數來估算位移的標準差，事先記錄不同位移中位數和標準差的分佈關係，而因為當特徵點是來自移動物體時，這種特徵點所具有的統計行為通常是比較不同，故當特徵點之位移量是差中位數三個標準差時，這種特徵點就大都是來自移動物體的特徵點，需捨棄掉。

其中，不同影像擷取裝置所擷取的影像，其上所萃取落於同一核平面的特徵點，不限於來自同一空間點。且，在初始影像中的初始特徵點位在初始核線上，之後連續影像的特徵點位在核線上，其中後來的核線特徵點與初始核線上的初始特徵點未必要完全對應，只需核線與初始核線仍位在原本初始核平面上即可。

以下是進一步詳細揭示上述之用於複數影像擷取裝置的校正方法內容：

請參照第九圖，係本發明之另一用於複數影像擷取裝置的校正系統實施例示意圖。如圖所示，本發明之校正方法所使用的校正系統，係在環境中設有多台影像擷取裝置 10、16、18、20，其中影像擷取裝置 16、18、20 可為 PTZ 攝影機，且為了增加校正的精確度，每台影像擷取裝置除了利用上述在時間區域 (temporal domain) 中之影像特徵點位移，尚需考量攝影機間的三維空間關係，藉由多台影像擷取裝置間的核平面約束 (epipolar plane constraint)，達到動態校正。

其中，這種核平面約束主要是由一對影像擷取裝置及一特徵

點所構成的，為便於說明，以下是以影像擷取裝置 10 與影像擷取裝置 16 為例。如第十圖所示，假設影像擷取裝置 10 與影像擷取裝置 16 之投影中心分別為 O_{C1} 、 O_{C2} ，空間中有一特徵點 P_A ，因此 O_{C1} 、 O_{C2} 連同特徵點 P_A 形成一初始核平面 Π ，且初始核平面 Π 與影像擷取裝置 10 之影像平面 21 截於一初始核線 (epipolar line) l_1 ，與影像擷取裝置 16 之影像平面 22 截於一初始核線 l_2 。假設特徵點 P_A 投影在影像平面 21 與 22 上，分別形成投影點 p_A^1 與 p_A^2 ，且投影點 p_A^1 與 p_A^2 一定分別在初始核線 l_1 與 l_2 上。故， p_A^1 、 p_A^2 、 O_{C1} 與 O_{C2} 係共平面，且空間中也有其他特徵點投影至初始核線 l_1 與 l_2 上，如 p_B^1 、 p_C^1 位在初始核線 l_1 上， p_D^1 、 p_E^1 位在初始核線 l_2 上。其中，初始核平面 Π 可以下列公式 (3) 或公式 (4) 表示：

$$\pi(O_{C1}, O_{C2}, p_A^1, \theta^1, \phi^1) \equiv \overline{O_{C2}O_{C1}} \times \overline{O_{C1}B(p_A^1, \theta^1, \phi^1)} \quad (3)$$

$$\text{或 } \pi(O_{C1}, O_{C2}, p_A^2, \theta^2, \phi^2) \equiv \overline{O_{C1}O_{C2}} \times \overline{O_{C2}B(p_A^2, \theta^2, \phi^2)} \quad (4)$$

其中 $B(p_A^1, \theta^1, \phi^1)$ 、 $B(p_A^2, \theta^2, \phi^2)$ 是根據公式 (1) 之反投影函數之定義。

所以，一開始影像擷取裝置 10 與影像擷取裝置 16 在時間 $t-1$ 受到校正，且影像擷取裝置 10 之一已知傾斜角度為 ϕ_{t-1}^1 、一已知轉動角度為 θ_{t-1}^1 ，擷取一初始影像 I_{t-1}^1 ，影像擷取裝置 16 之一已知傾斜角度則為 ϕ_{t-1}^2 、一已知轉動角度為 θ_{t-1}^2 ，擷取一初始影像 I_{t-1}^2 ；在時間 t 時，影像擷取裝置 10 轉動至一新的傾斜角度 $\phi_{t-1}^1 + \Delta\phi_t^1$ 、新的轉動角度為 $\theta_{t-1}^1 + \Delta\theta_t^1$ ，擷取一連續影像 I_t^1 ，影像擷取裝置 16 之新的傾斜角度則為 $\phi_{t-1}^2 + \Delta\phi_t^2$ 、轉動角度為 $\theta_{t-1}^2 + \Delta\theta_t^2$ ，擷取一連續

影像 I^2_t 。之後，從影像擷取裝置 10 所擷取的初始影像 $I^{1,t-1}$ 中萃取一初始特徵點 p_A^1 ，從影像 I^1_t 萃取一對應的特徵點 \hat{p}_A^1 ，也就是初始特徵點 p_A^1 在時間 t 時，移到影像 I^1_t 中的特徵點 \hat{p}_A^1 ；同理，從影像擷取裝置 16 所擷取的初始影像 $I^{2,t-1}$ 中萃取一初始特徵點 p_A^2 ，從影像 I^2_t 萃取一對應的特徵點 \hat{p}_A^2 ，也就是初始特徵點 p_A^2 在時間 t 時，移到影像 I^2_t 中的特徵點 \hat{p}_A^2 。

接著，先討論影像擷取裝置 10 的校正方式，由上述可知，在時間 $t-1$ 時，初始特徵點 p_A^1 、 p_A^2 與投影中心 O_{C1} 、 O_{C2} 係在同一初始核平面 Π ，即如第十圖所示，初始特徵點 p_A^1 、 p_A^2 分別在初始核線 l_1 與 l_2 上。在時間 t ，特徵點 \hat{p}_A^1 在核線 \hat{l}_1 上，由於核線 \hat{l}_1 與初始核線 l_1 位在同一初始核平面 Π 上，所以找出影像擷取裝置 10 之傾斜角度 $\phi_{t-1}^1 + \Delta\phi_t^1$ 、轉動角度為 $\theta_{t-1}^1 + \Delta\theta_t^1$ ，是使影像 I^1_t 中的特徵點 \hat{p}_A^1 仍位在相同的核平面上，也就是尋找 $\Delta\theta_t^1$ 、 $\Delta\phi_t^1$ 是滿足下列公式 (5)：

$$B(\hat{p}_A^1, \theta_{t-1}^1 + \Delta\theta_t^1, \phi_{t-1}^1 + \Delta\phi_t^1) \cdot \pi(O_{C1}, O_{C2}, p_A^1, \theta_{t-1}^1, \phi_{t-1}^1) = 0 \quad (5)$$

其中，由於 p_B^1 、 p_C^1 與 p_A^1 位在同一條初始核線 l_1 ，所以 $\Delta\theta_t^1$ 、 $\Delta\phi_t^1$ 亦會滿足下列公式 (6) 與公式 (7)：

$$B(\hat{p}_B^1, \theta_{t-1}^1 + \Delta\theta_t^1, \phi_{t-1}^1 + \Delta\phi_t^1) \cdot \pi(O_{C1}, O_{C2}, p_A^1, \theta_{t-1}^1, \phi_{t-1}^1) = 0 \quad (6)$$

$$B(\hat{p}_C^1, \theta_{t-1}^1 + \Delta\theta_t^1, \phi_{t-1}^1 + \Delta\phi_t^1) \cdot \pi(O_{C1}, O_{C2}, p_A^1, \theta_{t-1}^1, \phi_{t-1}^1) = 0 \quad (7)$$

為了使校正結果更精確，本發明可萃取複數條核線，假定從初始影像 $I^{1,t-1}$ 萃取 m 條初始核線，在第 j 條初始核線上具有 n_j 初始特徵點 $\{p_{j,1}^1, p_{j,2}^1, \dots, p_{j,n_j}^1\}$ ， $j=1, 2, \dots, m$ ，之後，這些初始特徵點移到影像 I^1_t 中的特徵點 $\{\hat{p}_{j,1}^1, \hat{p}_{j,2}^1, \dots, \hat{p}_{j,n_j}^1\}$ ，所以根據核平面約束，可以求出能使下列公式 (8)

是最小的 $\Delta\theta_i^1$ 與 $\Delta\phi_i^1$:

$$G_i^1 = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left\| B(\hat{p}_{j,i}^1, \theta_{i-1}^1 + \Delta\theta_i^1, \phi_{i-1}^1 + \Delta\phi_i^1) \cdot \pi(O_{C1}, O_{C2}, p_j^1, \theta_{i-1}^1, \phi_{i-1}^1) \right\|^2 \quad (8)$$

因此，在多台影像擷取裝置的系統架構下，影像擷取裝置 10 之轉動角度與傾斜角度的變化量可同時考量初始特徵點與特徵點的位移以及核平面約束，即如下列公式 (9) 所示，整合了前述之公式 (2) 與公式 (8)，進而求出能使公式 (9) 是最小的 $\Delta\theta_i^1$ 與 $\Delta\phi_i^1$:

$$F_i^1 = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left\| \hat{B}(p_{j,i}^1, \theta_{i-1}^1 + \Delta\theta_i^1, \phi_{i-1}^1 + \Delta\phi_i^1) - \hat{B}(p_{j,i}^1, \theta_{i-1}^1, \phi_{i-1}^1) \right\|^2 + \lambda \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left\| B(\hat{p}_{j,i}^1, \theta_{i-1}^1 + \Delta\theta_i^1, \phi_{i-1}^1 + \Delta\phi_i^1) \cdot \pi(O_{C1}, O_{C2}, p_j^1, \theta_{i-1}^1, \phi_{i-1}^1) \right\|^2 \quad (9)$$

同理，對於影像擷取裝置 16 之轉動角度與傾斜角度的變化量之獲取方式同影像擷取裝置 10，遂不再贅述。且，可藉由下列公式 (10) 求得 $\Delta\theta_i^2$ 與 $\Delta\phi_i^2$ ，即求出能使公式 (10) 是最小的 $\Delta\theta_i^2$ 與 $\Delta\phi_i^2$:

$$F_i^2 = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left\| \hat{B}(p_{j,i}^2, \theta_{i-1}^2 + \Delta\theta_i^2, \phi_{i-1}^2 + \Delta\phi_i^2) - \hat{B}(p_{j,i}^2, \theta_{i-1}^2, \phi_{i-1}^2) \right\|^2 + \lambda \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left\| B(\hat{p}_{j,i}^2, \theta_{i-1}^2 + \Delta\theta_i^2, \phi_{i-1}^2 + \Delta\phi_i^2) \cdot \pi(O_{C1}, O_{C2}, p_j^2, \theta_{i-1}^2, \phi_{i-1}^2) \right\|^2 \quad (10)$$

其中， λ 是加權參數，用以決定採用特徵點位移及核平面約束之兩種方式的比重。

如第十一圖所示，影像擷取裝置 10 與影像擷取裝置 16 在時間 t-1 分別擷取初始影像 I_{t-1}^1 與 I_{t-1}^2 ，從初始影像 I_{t-1}^1 萃取三條初始核線 A1、A2、A3，從初始影像 I_{t-1}^2 萃取三條和 I_{t-1}^1 上三條初始核線相對應之初始核線 B1、B2、B3，形成三個初始核平面，影像擷取裝置 10 與影像擷取裝置 16 在時間 t 擷取影像 I_t^1 與 I_t^2 ，亦從影像 I_t^1 萃取三條核線 A1'、A2'、A3'，其與初

始影像 I^1_{t-1} 之三條初始核線 A1、A2、A3 相對應，從影像 I^2_t 萃取三條核線 B1'、B2'、B3'，其與初始影像 I^2_{t-1} 之三條初始核線 B1、B2、B3 相對應。然後，影像擷取裝置 10 與 16 就可根據在時間 $t-1$ 時的初始核平面約束，與根據初始特徵點與特徵點的位移情形，求得旋轉角度與傾斜角度的變化量，即利用公式(9)與公式(10)求得 $\Delta\theta^1_t$ 與 $\Delta\phi^1_t$ 、 $\Delta\theta^2_t$ 與 $\Delta\phi^2_t$ ，進而知悉在時間 t ，影像擷取裝置 10 之新的傾斜角度 $\phi^1_{t-1} + \Delta\phi^1_t$ 、新的轉動角度為 $\theta^1_{t-1} + \Delta\theta^1_t$ ，影像擷取裝置 16 之新的傾斜角度則為 $\phi^2_{t-1} + \Delta\phi^2_t$ 、轉動角度為 $\theta^2_{t-1} + \Delta\theta^2_t$ 。

其中，不同影像擷取裝置所擷取的影像，其上所萃取落於同一核平面的特徵點，不限於來自同一空間點。且，由於本方法主要是利用核平面約束，不是採用習知特徵點對應技術，本方法允許對應的特徵點中，有部分特徵點沒落在核線上，如第十一圖所示，在 I^1_{t-1} 中之初始核線 A3 上有三個特徵點，而在 I^1_t 中的核線 A3' 上雖只有兩個特徵點，但核線 A3' 仍與初始核線 A3、B3 落在同一核平面上。

再者，實作上，初始影像中的初始特徵點係相距初始核線在一預定距離內，即認為初始特徵點位在初始核線上，同理，連續影像中特徵點係相距該核線在一預定距離內，即認為特徵點位在該核線上，其中，此預定距離是 3 個像素 (pixel) 數。

由此可知，本發明主要利用特徵點的位移與核平面約束，而不需要特定的校正圖案或任何指示物，不需複雜的特徵點對應技術，即可得知轉動角度或旋轉角度的變化量，故校正方法更為簡易，且本發明可應用在具有多

台影像擷取裝置且視角差異大的監控系統中，在動態校正過程中，又允許有移動物體在校正場景中出現，這對於主動視訊監控之相關應用將非常有用。

以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第一圖為本發明用於影像擷取裝置之校正方法流程圖。

第二圖為本發明之用於影像擷取裝置的校正系統示意圖。

第三圖為本發明之架設影像擷取裝置的基本模型。

第四圖為本發明之影像擷取裝置所擷取的兩連續影像 I_{t-1} 、 I_t 的示意圖。

第五圖為本發明之對初始影像 I_{t-1} 與影像 I_t 萃取特徵點的示意圖。

第六圖為本發明之一偽平面示意圖。

第七圖為本發明之一移動物體出現在影像中的示意圖。

第八圖為本發明另一用於影像擷取裝置之校正方法流程圖。

第九圖為本發明之另一用於影像擷取裝置的校正系統示意圖。

第十圖為本發明根據一對影像擷取裝置所形成的核平面示意圖。

第十一圖為顯示本發明之一對影像擷取裝置在不同時間所擷取的影像，以及三對相對應的核線。

【主要元件符號說明】

10 影像擷取裝置	12 電腦系統
14 人	16 影像擷取裝置
18 影像擷取裝置	20 影像擷取裝置
21 影像平面	22 影像平面

十、申請專利範圍：

1. 一種用於影像擷取裝置的校正方法，包括下列步驟：

提供至少一影像擷取裝置，用於擷取至少一初始影像；

該影像擷取裝置轉動或傾斜，擷取不同角度且至少一連續的影像；

從該初始影像萃取至少一初始特徵點，及從該連續影像中萃取至少一特徵點，其與該初始特徵點相對應；以及

根據該特徵點與該初始特徵點之位移情形，以獲取該影像擷取裝置之一轉動角度與一傾斜角度的變化大小。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中當該初始特徵點來自移動物體時，濾除該初始特徵點。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中當該特徵點來自移動物體時，濾除該特徵點。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中該影像擷取裝置之轉動半徑遠小於該初始特徵點在空間座標中與該影像擷取裝置間的距離。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中該影像擷取裝置之轉動角度與傾斜角度很小。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中在根據該特徵點與該初始特徵點之位移情形步驟中，係包括該初始特徵點投射至一偽平面（pseudo plane）以形成一對應偽點，之後尋找該影像擷取裝置之一位置係使該影像的該特徵點，映射在該偽平面之該偽點上。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中該影

像擷取裝置係一攝影機。

8. 一種用於影像擷取裝置的校正方法，包括下列步驟：

提供複數影像擷取裝置；

每一該影像擷取裝置擷取至少一初始影像，從該初始影像萃取至少一初始特徵點，每兩個該影像擷取裝置之各該初始影像的該初始特徵點，且該兩影像擷取裝置的投影中心，形成一初始核平面(epipolar plane)；

每一該等影像擷取裝置轉動或傾斜，擷取不同角度且至少一連續影像，從該影像中萃取至少一特徵點，其與該初始特徵點相對應，且仍會落於其所對應的初始核平面上，藉此獲取該等影像擷取裝置之一各別轉動角度與傾斜角度的變化大小。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，更包括每一該影像擷取裝置，根據該特徵點與相對應的該初始特徵點之位移情形，獲取該影像擷取裝置之該轉動角度與該傾斜角度的變化大小。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中當該初始特徵點來自移動物體時，濾除該初始特徵點。

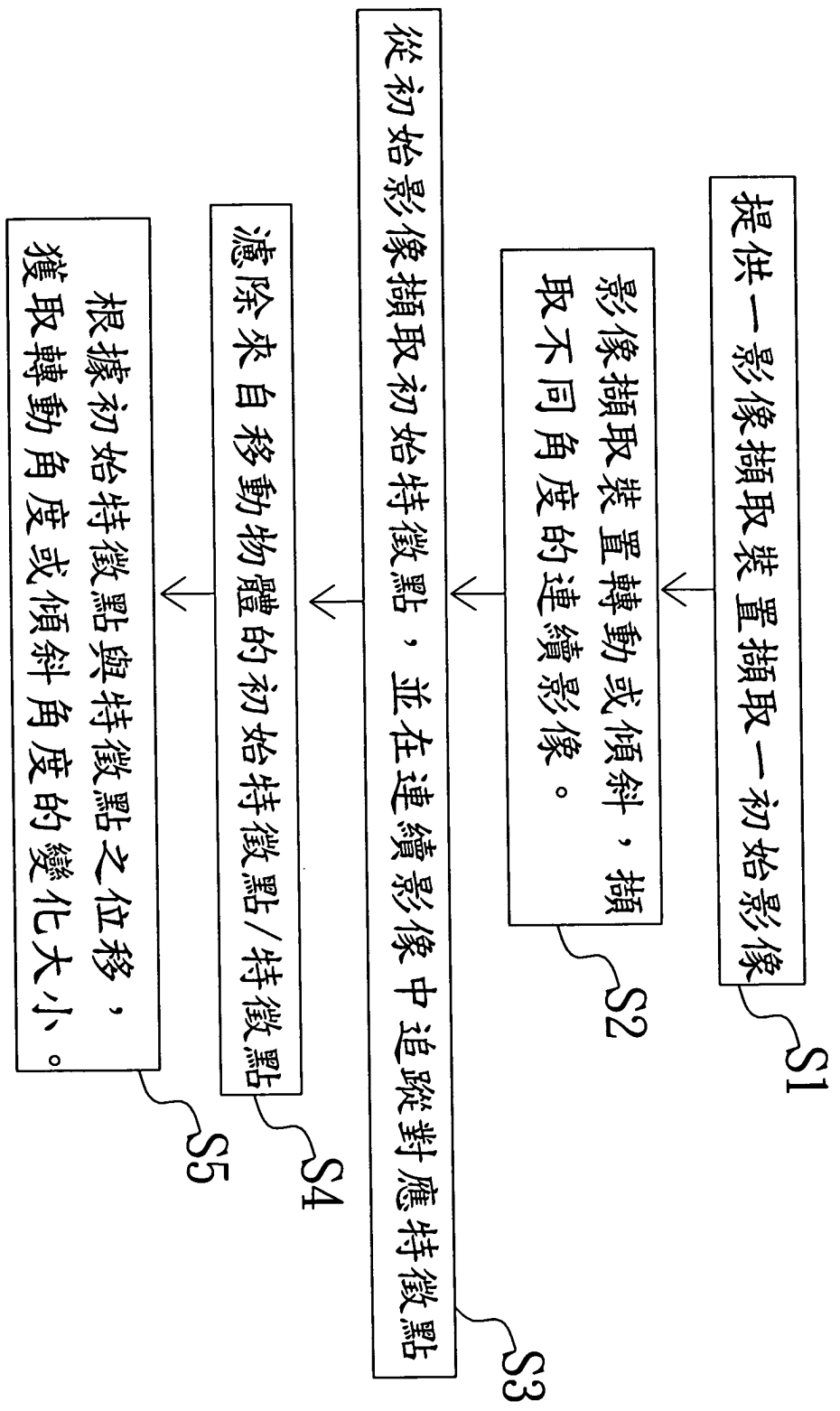
11. 如申請專利範圍第 8 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中當該特徵點來自移動物體時，濾除該特徵點。

12. 如申請專利範圍第 8 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中該等影像擷取裝置係攝影機。

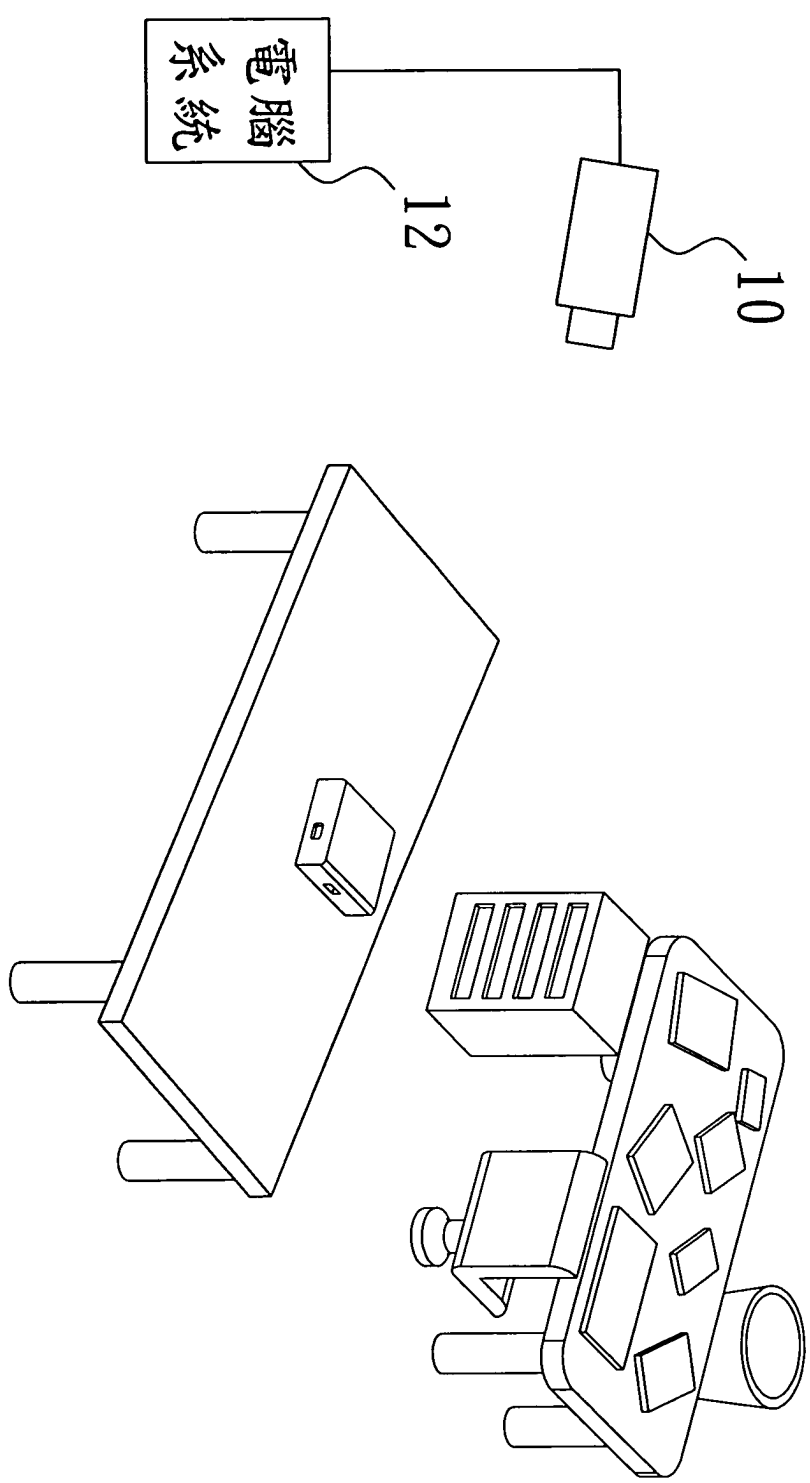
13. 如申請範圍第 8 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中該初始特徵點位在一初始核線上，且當該初始特徵點係相距該初始核線在一預定距

離內，即認為該初始特徵點位在該初始核線上。

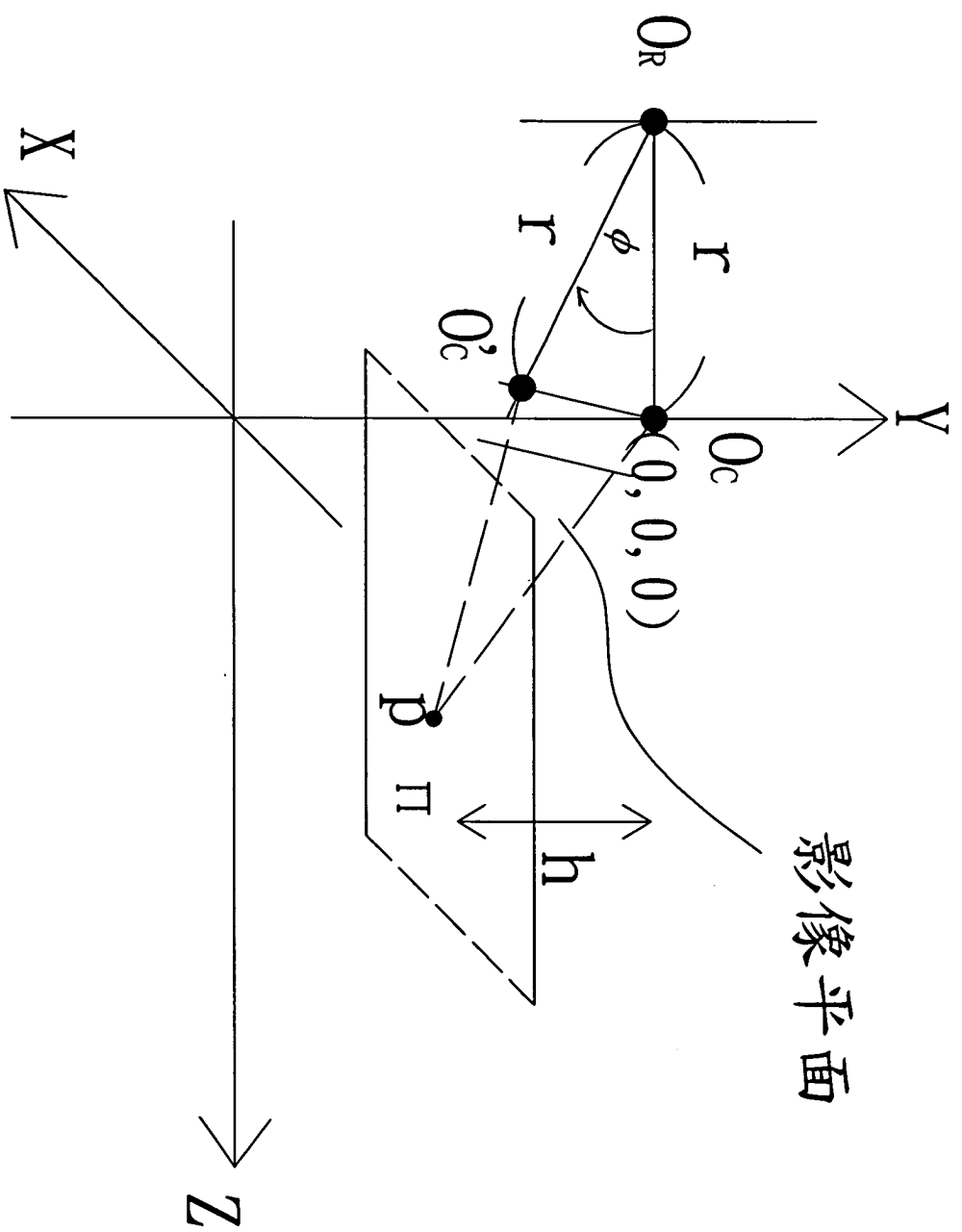
14. 如申請範圍第 8 項所述之用於影像擷取裝置的校正方法，其中該特徵點位在一核線上，且當該特徵點係相距該核線在一預定距離內，即認為該特徵點位在該核線上。



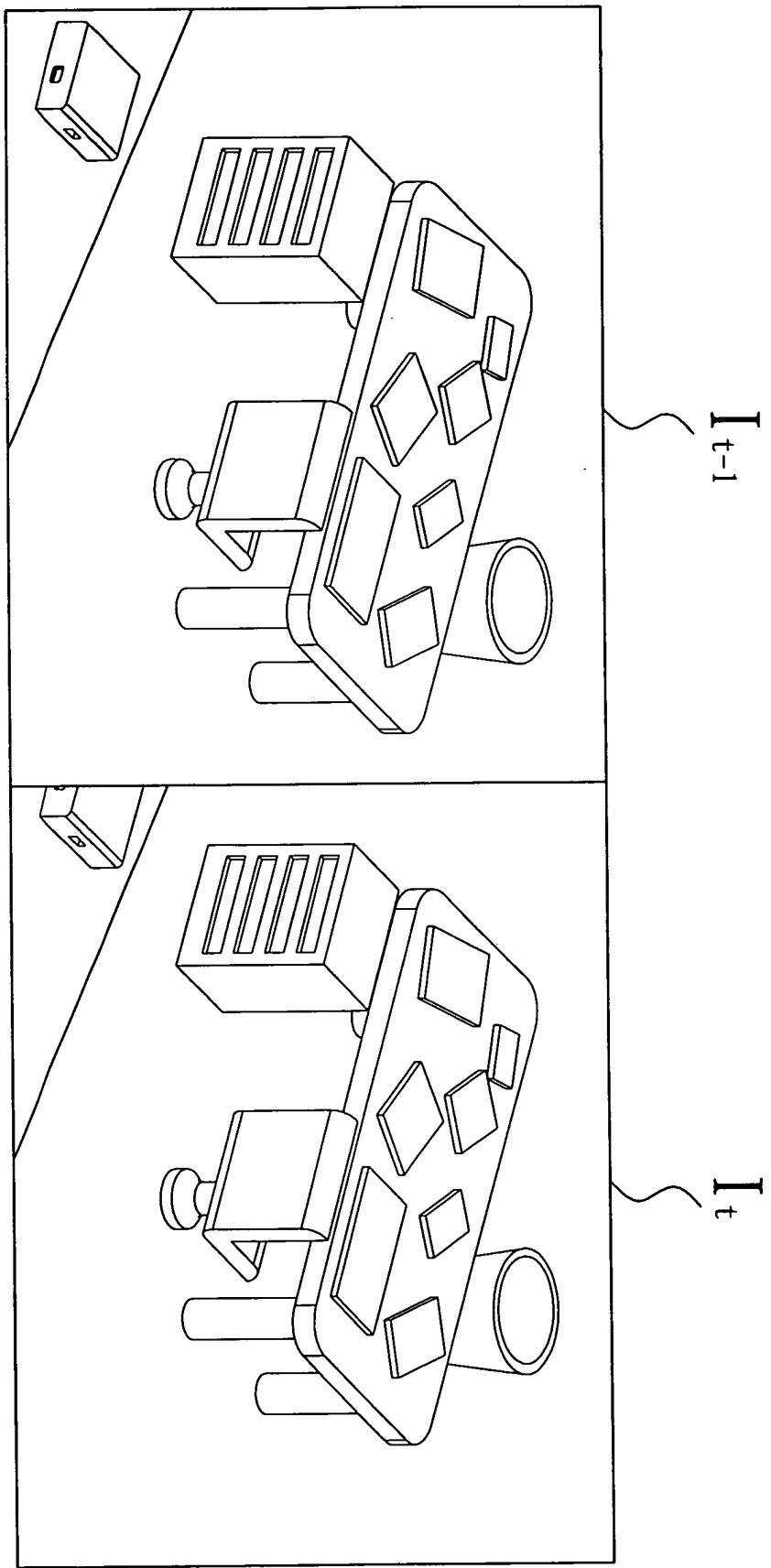
第一圖



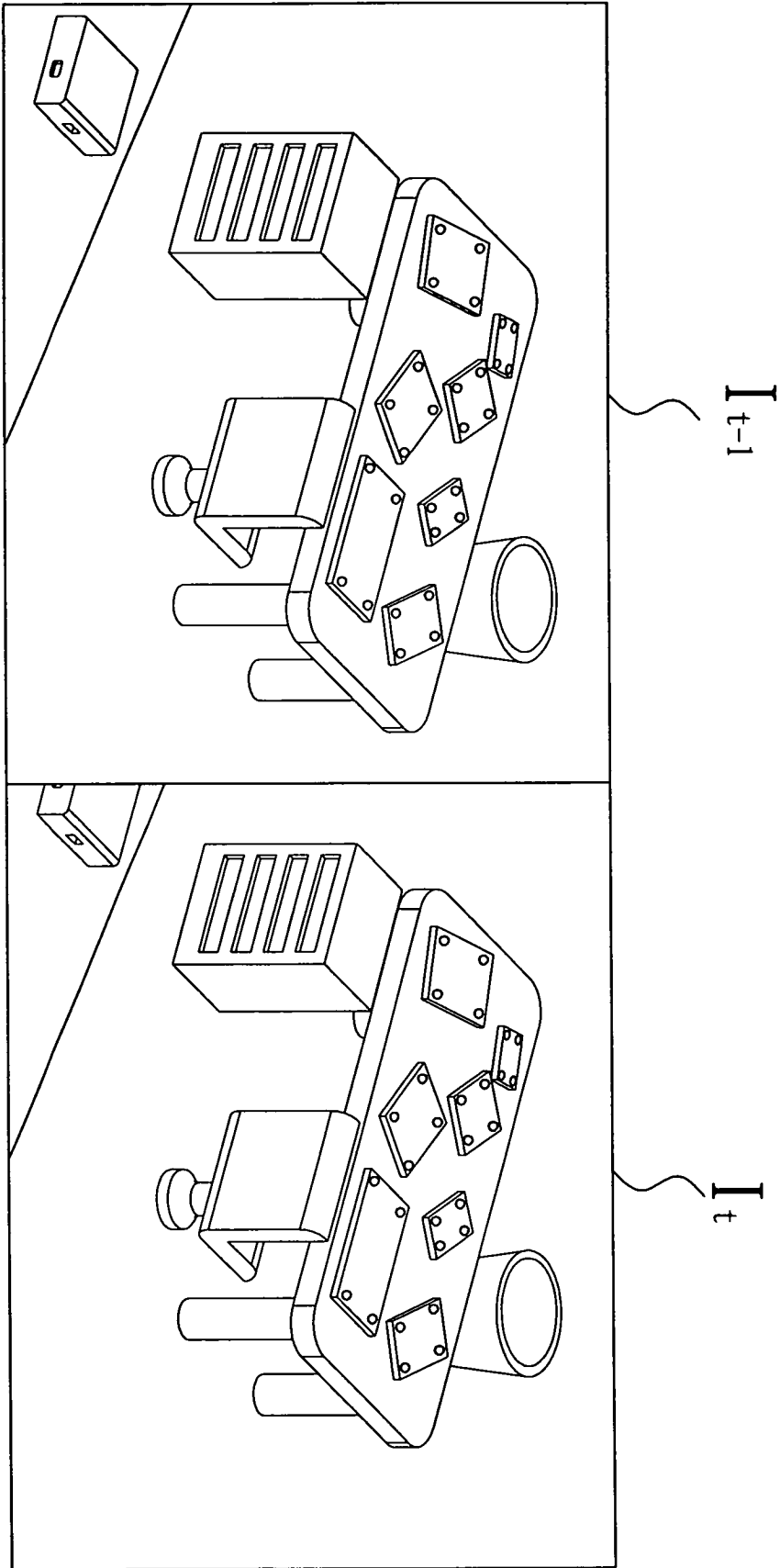
第二圖



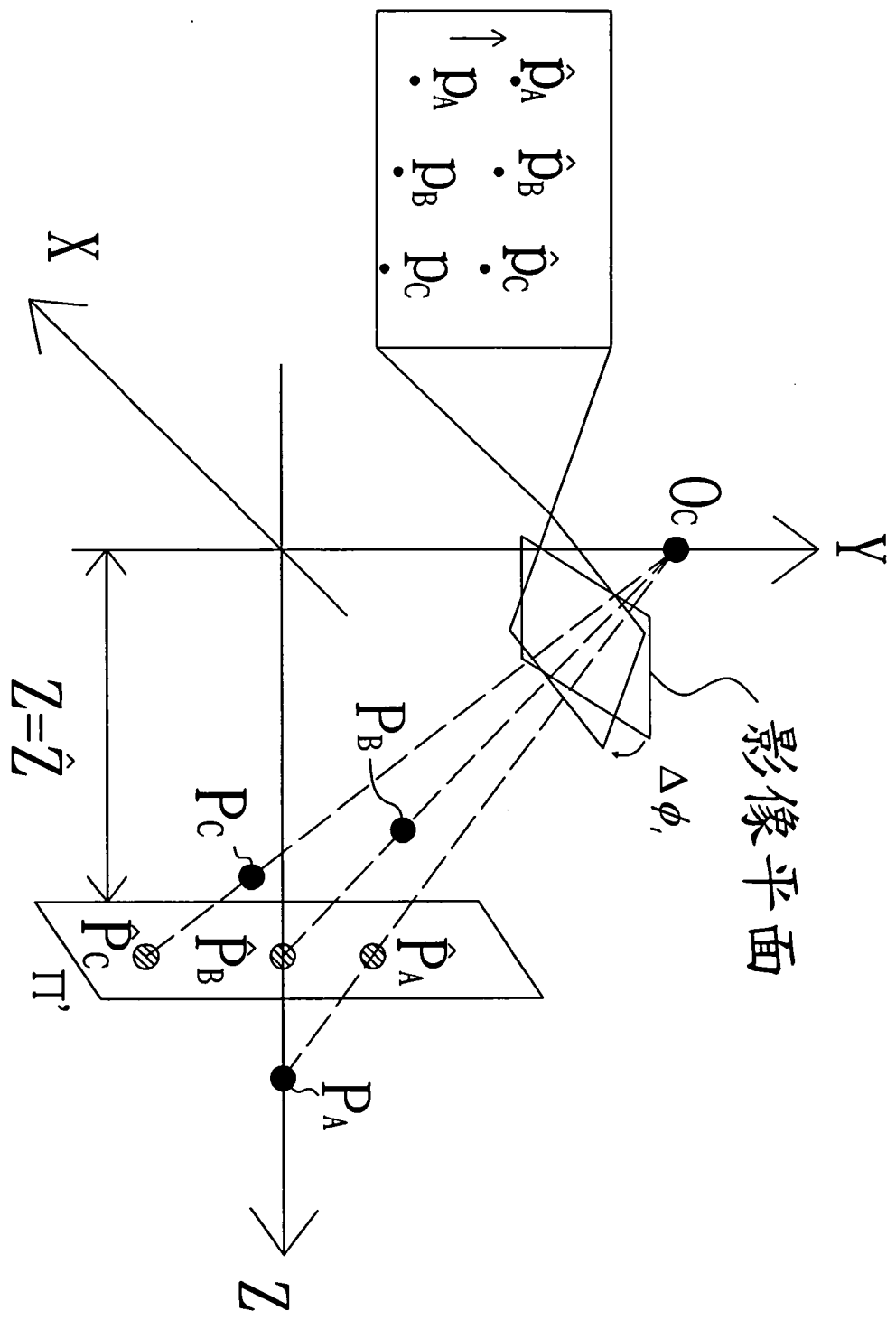
第三圖



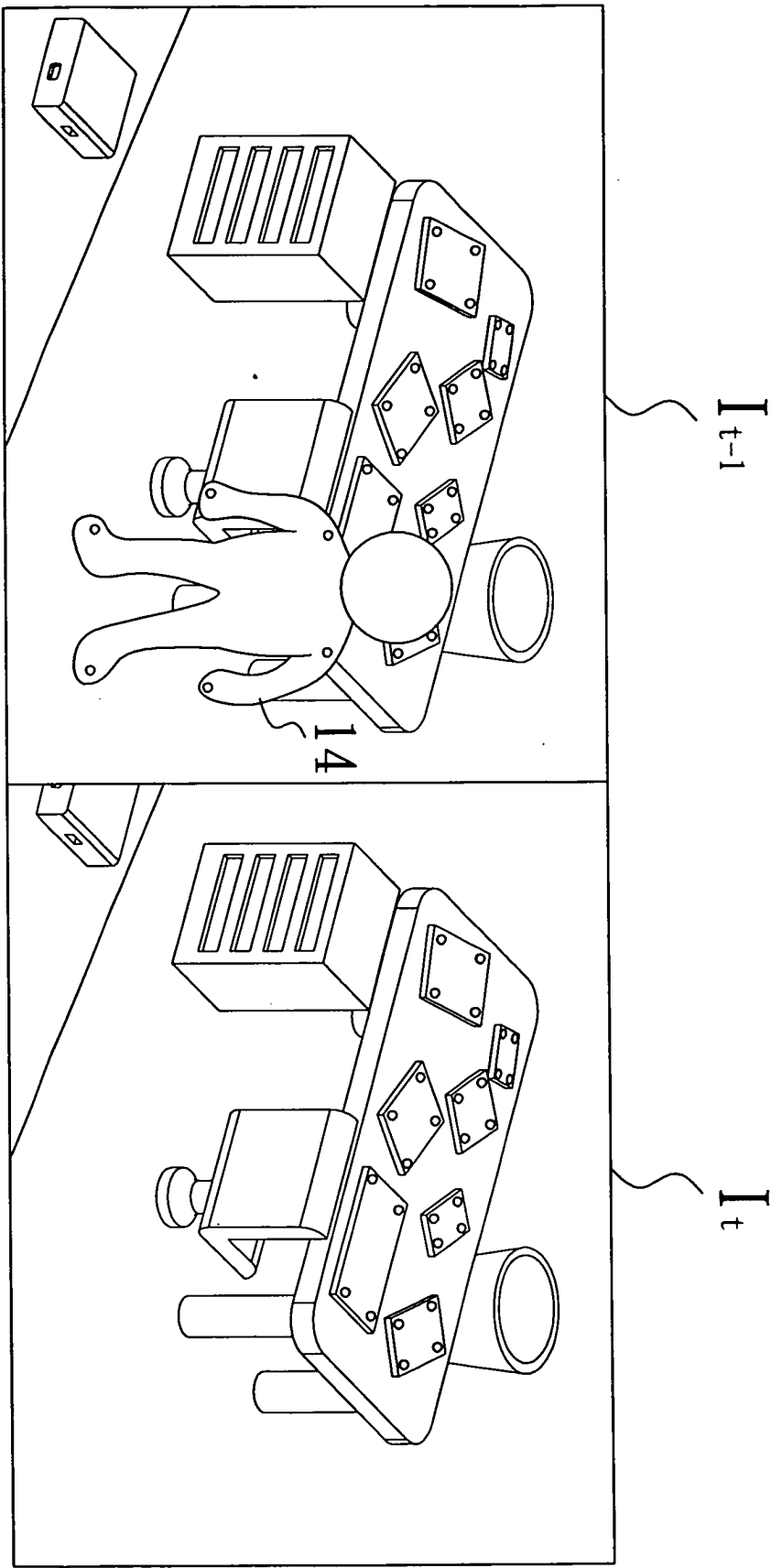
第四圖



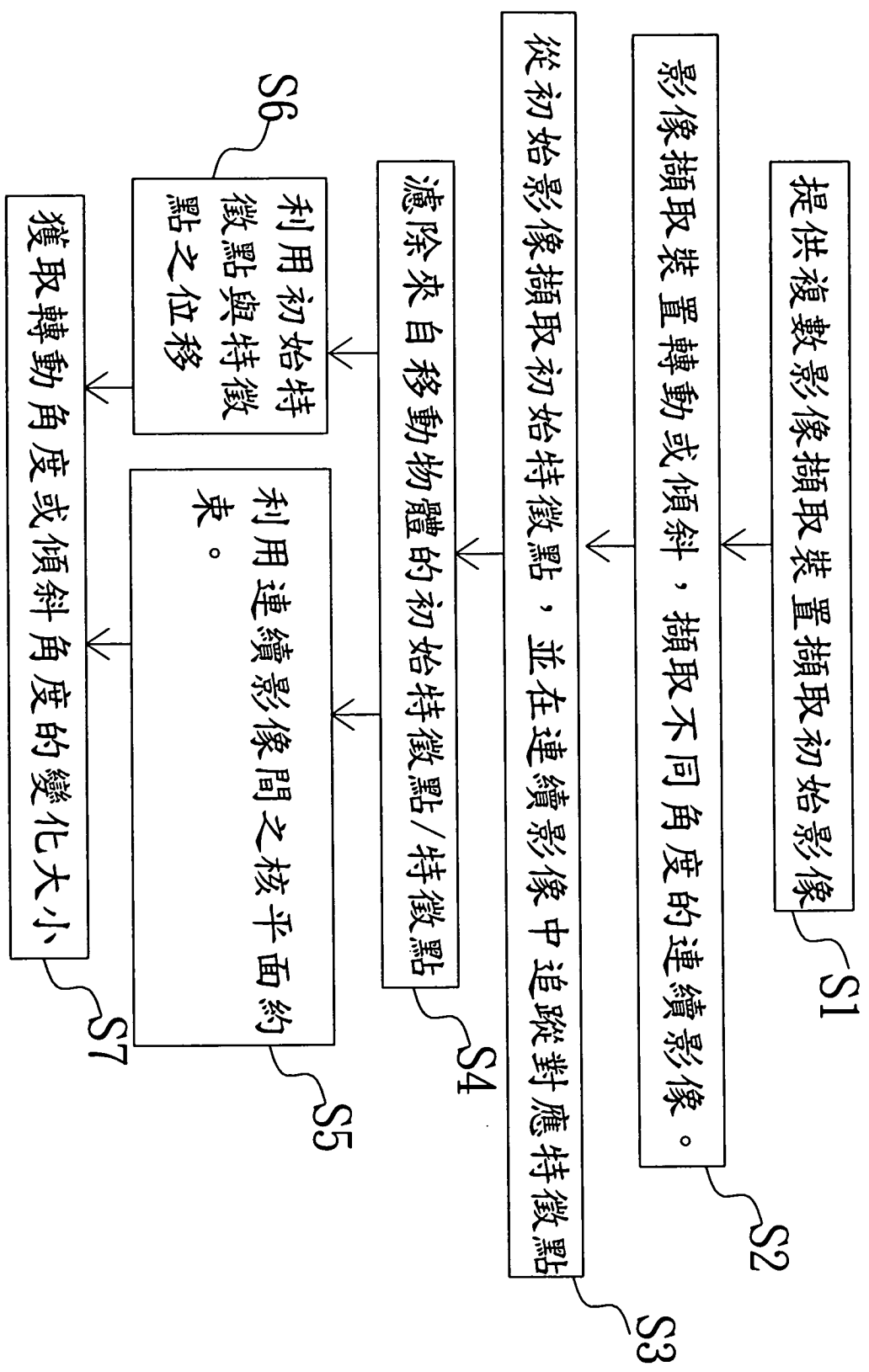
第五圖



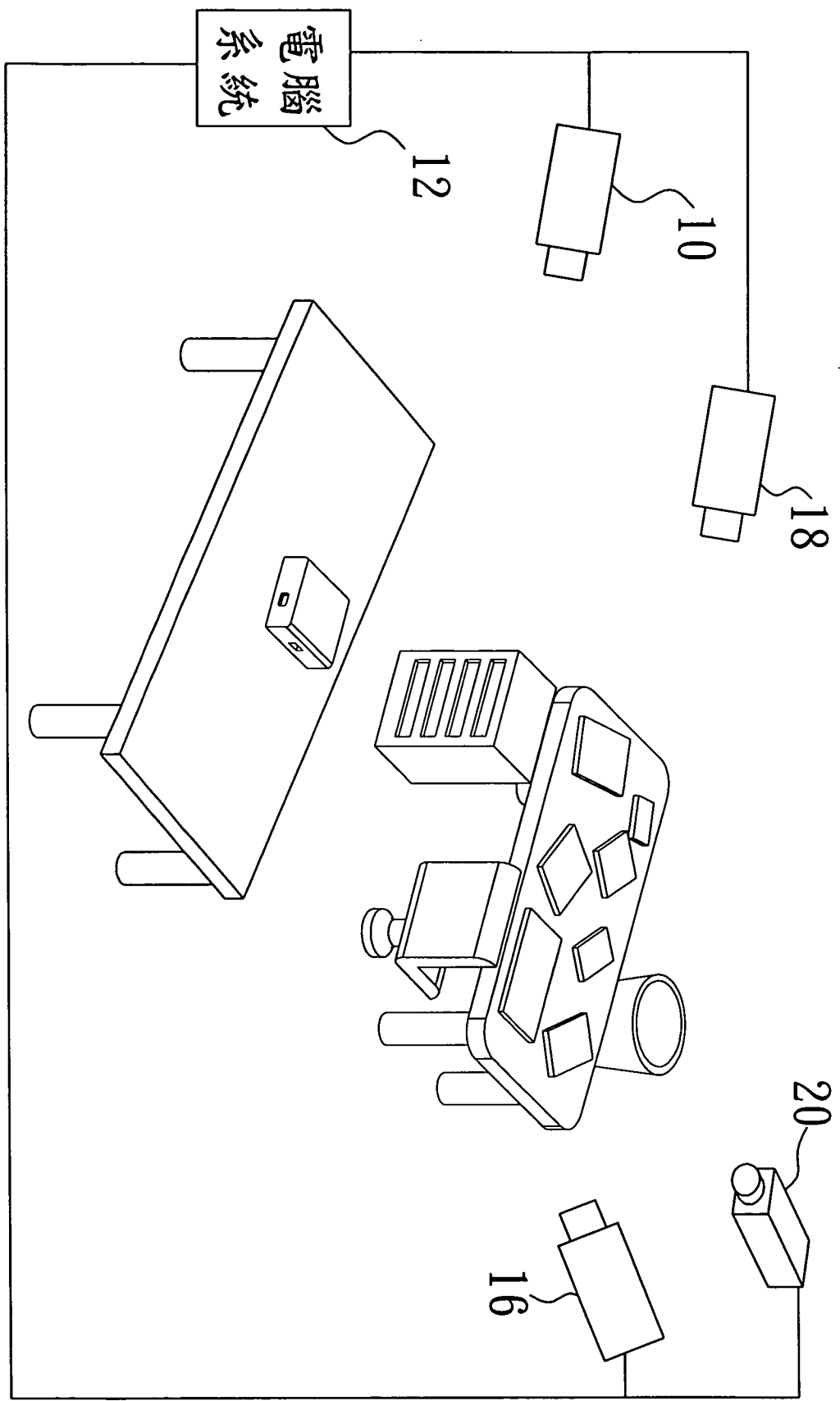
第六圖



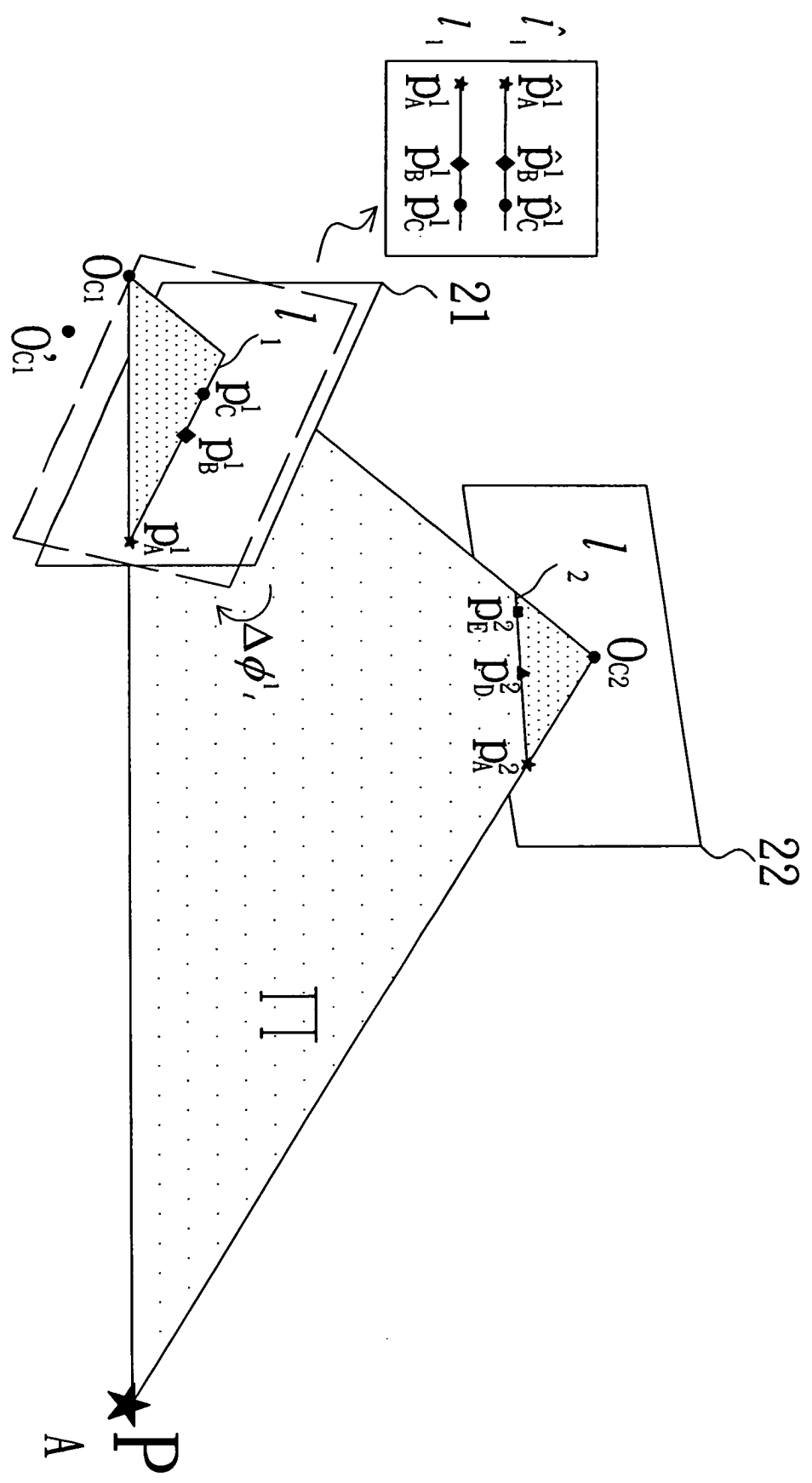
第七圖



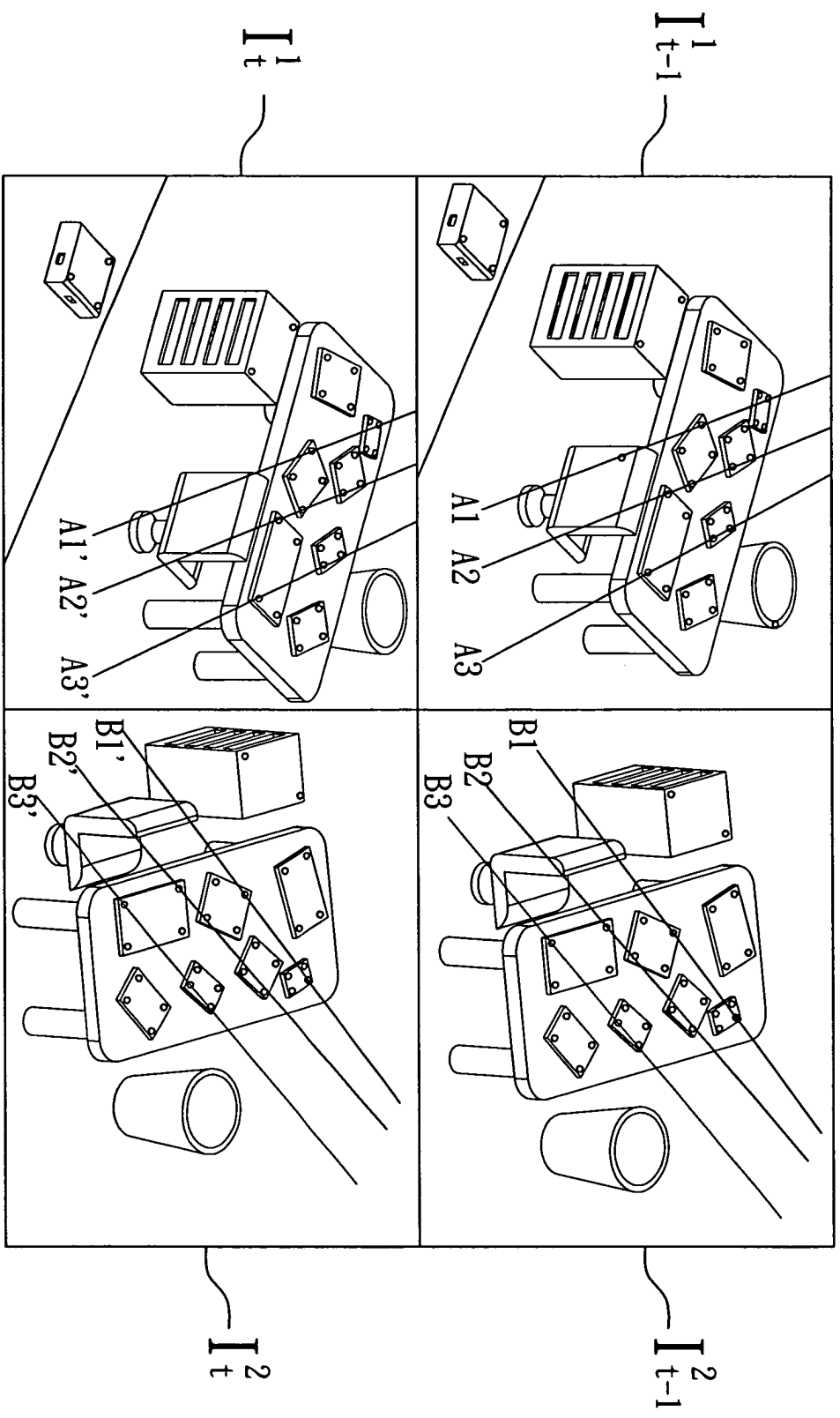
第八圖



第九圖



第十圖



第十一圖