

公告

382679

87年11月9日 修正 補充

申請日期	87.11.9
案號	87117358
類別	G06K 9/62

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

382679

發明專利說明書

一、發明名稱	中文	虛擬實境中位置與方向的追蹤定位方法
	英文	
二、發明人	姓名	駱榮欽 張心望 蔡文祥
	國籍	中華民國, 中華民國, 中華民國
住、居所		台北市汀州路一段252巷5號 台北市羅斯福路三段128巷4弄2號三樓 新竹市明湖路648巷102弄38號
三、申請人	姓名 (名稱)	駱榮欽 張心望 蔡文祥
	國籍	中華民國, 中華民國, 中華民國
住、居所 (事務所)		台北市汀州路一段252巷5號 台北市羅斯福路三段128巷4弄2號三樓 新竹市明湖路648巷102弄38號
	代表姓名	

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

四、中文發明摘要（發明之名稱： 虛擬實境中位置與方向的追蹤定位方法)

我們利用「透視不變的通用型赫夫轉換」(Perspective Transformation-invariant generalized Hough Transformation, PTIGHT) 以及「改良式透視不變的通用型赫夫轉換」(Fast Perspective Transformation-invariant generalized Hough Transformation, FPTIGHT) 來作虛擬環境中頭部位置與方向的追蹤，以期能以對於使用者而言較簡便的設備來改進傳統上用影像追蹤頭部位置和方向的方法。本發明包括：

1. 「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法。
2. 「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」演算法。

英文發明摘要（發明之名稱：)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱: 虛擬實境中位置與方向的追蹤定位方法)

3. 以「透視不變的通用型赫夫轉換」和「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」演算法，在虛擬實境中位置與方向追蹤定位系統的製作。

英文發明摘要(發明之名稱:)

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (1)

【發明之應用領域】

本發明中所述之兩種演算法是關於影像資料的辨識方法，特別適用於辨識經過透視後的平面物件。應用這兩個演算法，我們可以用來進行物體的追蹤，在本發明中，我們是以虛擬環境中頭部位置與方向的追蹤作為演算法的應用。

【發明之背景】

「透視不變的通用型赫夫轉換」係由「通用型赫夫轉換」(Generalized Hough Transform, GHT)發展而來。「通用型赫夫轉換」可以用來辨識二維的平面物件；其辨識原理如下所述。首先，圖 1 為例，在圖 1(a)所示五點所構成的樣板中取一個參考點，稱之為 R 點。以 R 點為軸心把整個物件旋轉 180 度，並且把 R 點到樣板上五個點之間的位移向量記錄下來，並把這個這五個位移向量所構成的新樣板稱做「R-Table」，如圖 1(b)所示。在進行赫夫辨識時，就把這個 R-Table 疊在輸入樣板的每一個點上，如圖 1(c)所示，且計算在每一位置被向量重覆指到的次數。如果輸入樣板和原樣板相同時，在樣板「R」點的位置會被重覆指到五次；所以換句話說，如果在 R-Table 重疊到輸入樣板之後，在輸入樣板上出現了一個重疊了五次的「尖峰」時，輸入樣板即和原樣板相同。

而本發明中所提出的「透視不變的通用型赫夫轉換」即是在當樣板出現放大縮小、旋轉等三維的投影效應時的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

辨識演算法。藉由這個演算法的特性，我們可以進行物件的追蹤；本發明中的第三子項即是以此演算法為基礎所製作的虛擬實境追蹤定位系統。

【發明概述】

「透視不變的通用型赫夫轉換」和「通用型赫夫轉換」演算法類似，首先要先建立一個「PR-Table」(Perspective R-Table)。相同的，在原樣板上取一個參考點(Reference Point)，亦稱之為 R 點，再把原樣板經過各種放大、縮小、旋轉、平移，即是把原樣板的六個空間參數經過各種變化後投影到一平面上，形成各個新樣板。以各樣板的 R 點為軸心，把各個新樣板旋轉 180 度；再以各樣板的 R 點為準，把各個旋轉過的新樣板疊合起來，並記錄下這個樣板的空間參數，製成一個新的模板，這個模板就是之前所述的 PR-Table。在進行辨識時，就把 PR-Table 重疊在輸入樣板的每一個點上，和「通用型赫夫轉換」相同，如果在重疊之後，輸入樣板上出現了一個「尖峰」，則表示這個輸入樣板即是原樣板亦或是原樣板經過透視後的樣板。

在這次的發明中所製作的系統是以使用者帽子上五點的圖形作為辨識的樣板，把 CCD 相機固定在天花板上來進行虛擬實境中頭部位置與方向的定位和追蹤。CCD 相機不斷的抓取一個在小範圍移動的樣板時，可以以上述演算法來計算樣板在空間中的位置與方向，亦即是此樣板在空間中各個參數的值。首先，以原始樣板的初始位置以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

及方向當作原點，六個空間參數設為零。以原始樣板為準，變化附近參數，建立一個 PR-Table。隔一段固定時間之後，拍攝下一個樣板。把這個新拍攝到的樣板當作輸入樣板進行 PTIGHT 辨識程序，並取得新樣板的空間參數，並以此組空間參數和此新樣板為準，重覆進行 PR-Table 的建立和 PTIGHT 的辨識工作。如此每次只需計算原樣板附近的參數變化，就可以不斷的對樣板進行追蹤和定位。

至於「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」演算法則是「透視不變的通用型赫夫轉換」在製作追蹤定位系統時，配合實際情形所作的修改和調整，以增加系統運作的速度。在演算法的精神上，和「透視不變的通用型赫夫轉換」是相同的。

【發明詳細說明】

「透視不變的通用型赫夫轉換」所在之座標系統以及座標轉換式

圖 2 即為「透視不變的通用型赫夫轉換」所在的座標系統，點 O ， $(0,0,0)$ ，為系統原點，在系統上即為 CCD 相機的鏡心所在位置。而 π_0 為真實樣板所在平面，這個平面所採用的座標系統是「自然座標系統」(Natural Coordinate System, NCS)，表示為在 π_0 平面上的 X_0 - Y_0 ；而 π 則代表 π_0 平面上的樣板投影在其上的影像平面， π 平

五、發明說明(4)

面則是採用「相機座標系統」(Camera Coordinate System, CCS), 表示為 X-Y-Z。F 點代表著 π_0 平面的原點, 而 f 則代表相機的焦距, 其中 f 為一定值, F 點的座標 $(0,0,C_2)$ 則會隨參數 C_2 的改變而改變其在 Z 軸上的位置。

在這套座標系統中, 為了能對樣板在空間中的位置和方向作絕對定位, 我們定義了六個空間參數, 分別是 $X_0, Y_0, C_2, \sigma, \tau, \gamma$, 如圖 2 所示。 X_0 和 Y_0 代表 π_0 平面上任一點到 F 點在 X_0 以及 Y_0 方向上的位移量, C_2 則是代表著 F 點到 O 點的位移量。 σ 參數是代表 π_0 平面法向量和 Z 軸所形成的俯角, τ 參數是代表 π_0 平面繞 Z 軸所旋轉的角度, 最後, γ 參數是樣板本身以參考點為軸心旋轉的角度。透過這六個參數, 可以決定樣板上任何一點在空間中的位置與方向。

π_0 平面上的任何一點座標 (X_0, Y_0) 投影到 π 平面上的座標 (X, Y, C_2) 時的座標轉換式如下:

$$\begin{aligned} X &= f \frac{X_0 \cos \sigma \cos \tau - Y_0 \sin \tau}{X_0 \sin \sigma + C_2}, \\ Y &= f \frac{X_0 \cos \sigma \sin \tau + Y_0 \cos \tau}{X_0 \sin \sigma + C_2} \end{aligned} \quad (1)$$

若在樣板中取一個參考點, 如圖 2 中 π_0 平面上的點 (X_{0f}, Y_{0f}) , 以此參考點為準, 在樣板上的任一點 (X_0, Y_0) 皆可以表示為 $X_0 = X_{0f} + \Delta X_0, Y_0 = Y_{0f} + \Delta Y_0$, 其中

五、發明說明 (5)

$(\Delta X_0, \Delta Y_0)$ 爲此點相對於參考點的位移。此時 π_0 平面上的任何一點座標 (X_0, Y_0) 投影到 π 平面上時的座標 (X, Y, f) 的座標轉換式則如下：

$$X = f \frac{(X_{0f} + \Delta X_0 \cos \gamma + \Delta Y_0 \sin \gamma) \cos \sigma \cos \tau - (Y_{0f} - \Delta X_0 \sin \gamma + \Delta Y_0 \cos \gamma) \sin \tau}{(X_{0f} + \Delta X_0 \cos \gamma + \Delta Y_0 \sin \gamma) \sin \sigma + C_2}$$

$$Y = f \frac{(X_{0f} + \Delta X_0 \cos \gamma + \Delta Y_0 \sin \gamma) \cos \sigma \sin \tau + (Y_{0f} - \Delta X_0 \sin \gamma + \Delta Y_0 \cos \gamma) \cos \tau}{(X_{0f} + \Delta X_0 \cos \gamma + \Delta Y_0 \sin \gamma) \sin \sigma + C_2}$$

(2)

相對的， π 平面上的任一點座標 (X, Y, f) 在其 π_0 平面上所對映的座標 (X_0, Y_0) 也可以下列座標轉換式求出：

$$X_0 = C_2 \frac{(X \cos \tau + Y \sin \tau) / \cos \sigma}{f - X \tan \sigma \cos \tau - Y \tan \sigma \sin \tau}$$

$$Y_0 = C_2 \frac{-X \sin \tau + Y \cos \tau}{f - X \tan \sigma \cos \tau - Y \tan \sigma \sin \tau}$$

(3)

「透視不變的通用型赫夫轉換」

一、 建立 PR-Table，參見圖 3

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(6)

1. 先建一個二維的影像平面矩陣作為初始化的 PR-Table，矩陣中每一個位置的值先預設為零，另外為每一個位置準備一個空的串列。
2. 輸入原始樣板 T_0 ，如圖 3(a)，在 T_0 上取一個參考點，稱為 R 點，定義此原始樣板的六個空間參數的值為 $X_{0fi}, Y_{0fi}, C_{2i}, \sigma_i, \tau_i, \gamma_i$ 。
 - 3.1 以 π_0 平面上，R 點附近的每一點當作新的參考點（包含 R 點本身），也就是變換 T_0 的 X_0 以及 Y_0 參數；
 - 3.2 令 $\Delta C_2 = -12\text{cm} - 12\text{cm}$ ，變化量為 2 cm；
 - 3.3 令 $\Delta\sigma = -45^\circ - 45^\circ$ ，變化量為 5° ；
 - 3.4 令 $\Delta\tau = -45^\circ - 45^\circ$ ，變化量為 5° ；
 - 3.5 令 $\Delta\gamma = -45^\circ - 45^\circ$ ，變化量為 5° ；
 - 3.6 令 $C_2 = C_{2i} + \Delta C_2$ ， $\sigma = \sigma_i + \Delta\sigma$ ， $\tau = \tau_i + \Delta\tau$ 和 $\gamma = \gamma_i + \Delta\gamma$ ，(3.1~3.6 中各個參數變化值的範圍和變化量可視不同的情況來調整) 利用(1)式計算出各個經過參數變換後新樣板的參考點投影在 π 平面上的座標位置，稱為各樣板的 r.p.，見圖 3(b)；
 - 3.7 利用(2)式來計算樣板上其他各點投影在 π 平面上的座標位置，稱為 P_i ，並將計算出來的各點，即 P_i ，以其所在樣板的 r.p. 為軸心，旋轉 180 度；
 - 3.8 把各個旋轉後樣板疊合在步驟一所建立的平

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(7)

面矩陣上，移動 $r.p.$ 和 P_i 之間的位移向量，

使各個樣板的 $r.p.$ 重合。如圖 3(c) 所示；

3.9 如果矩陣的上的任一位置有被任何一個樣板

的位移向量指到的話，把那個位置的值加

一，並且把樣板的六個空間參數 $X_0, Y_0,$

$C_2, \sigma, \tau, \gamma$ 記錄在位置相對應的串列中；

3.10 最後輸出的矩陣就是辨識需要的 PR-Table。

圖 3(d) 和圖 3(e) 分別代表圖 3(a) 的實際 PR-

Table，以三維及二維方式表示其結果。

二、「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法，見圖 4

1. 輸入初始樣板並將此初始樣板的六個空間參數歸零，亦即除了 C_2 的初始值為實際樣板與鏡心的距離之外，其他五個參數皆預設為零；並以此初始樣板與其初始參數用上述方法建立其 PR-Table，建立一個新的二維矩陣，把矩陣上各個位置的值預設為零，並為各個位置準備一個串列；
2. 輸入待測樣板，稱為樣板 T；把樣板 T 置於步驟二所建立的矩陣上，如圖 4(a)；
3. 以 PR-Table 的 $r.p.$ 重合樣板 T 上的各點，把整個 PR-Table 重疊到樣板 T 所在的矩陣上，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(8)

如圖 4(b)；

4. 如果矩陣的上的任一位置有被任何一個 PR-Table 中的任何位移向量指到的話，把那個位置的值加一（不論被同一個 PR-Table 中的幾個位移向量指到，只要是同一個 PR-Table，就只加一），並且把 PR-Table 在此點上的參數串列連結在此位置相對應的串列中；如圖 4(c)；
5. 如果在矩陣上出現了「尖峰」值，意即矩陣各位置的值中的極大值（被重疊次數最多）大於一個臨界值（Threshold Value，在此定義為： $(\text{原樣板上點數}) * 0.6$ ）時，記錄下「尖峰」值所在的位置；
6. 將前步驟所記錄位置之對應串列取出，並比較串列中的各組參數。如果其中有參數組的重覆次數超過一個臨界值（Threshold Value，在此定義為： $(\text{原樣板上點數}) * 0.6$ ）時，輸出此組參數，並名之為參數組 M。表示輸入樣板 T 即為初始樣板經過透視投影後所形成的樣板，亦即表示 T 和初始樣板在本質上是同一物件，且其透視轉換的參數組即為 M。

三、「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法之實際操作說明，見圖 5

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (9)

1. 輸入初始樣板並將此初始樣板的六個空間參數歸零，亦即除了 C_2 的初始值為實際樣板與鏡心的距離之外，其他五個參數皆預設為零，如圖 5(a)；
2. 以初始樣板及其初始的六個空間參數用前述作法製作 PR-Table，如圖 5(b)即為建構完成的 PR-Table；
3. 對樣板新拍攝一張影像作為新輸入的待測樣板，如圖 5(c)即為此新拍攝的影像；
4. 以步驟 3 所建立的 PR-Table 和步驟 4 新輸入的待測樣板進行前述的「透視不變的通用型赫夫轉換」演算。圖 5(d)即為運算完之後，「尖峰」出現的情形；
5. 求出待測樣板的六個空間參數值，圖 5(e)即為以此組輸出參數重新建立的樣板影像。

「虛擬實境中位置和方向的定位和追蹤」

傳統虛擬實境系統中，使用者必須戴厚重的頭盔，以內藏在頭盔中的感測器來進行頭部的定位與追蹤。而以「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法所製作的頭部追蹤定位系統，使用者則只需要戴上一頂輕便的帽子，便可輕鬆的進行其虛

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(10)

擬漫遊。以下就我們提出的發明系統進行說明：

1. 將 CCD 相機固定在天花板上，使用者則需戴一頂帽子，見圖 6 示意圖；實際操作中，帽子上有一組共平面的五個點，以作為我們用來進行辨識的樣板，見圖 7；
2. 一開始時，輸入初始樣板並令初始樣板的 $(X_{0f}, Y_{0f}) = (0, 0)$ ，且 σ, τ, γ 三個參數也都預設為零。至於原始樣板的 C_2 參數值則為使用者頭部至 CCD 相機鏡心 O 的距離；
3. 用 CCD 相機拍取使用者帽子上方的樣板，以取得原始樣板最新的投影樣板，稱之為樣板 P；
4. 以樣板 P 作為輸入樣板，用「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法來進行定位，取得樣板 P 的六個空間參數值；
5. 以樣板 P 的六個參數值作為新的初始參數，亦即製作 PR-Table 時的 $X_{0f}, Y_{0f}, C_{2i}, \sigma_i, \tau_i, \gamma_i$ 六個參數，重覆步驟三，以完成此即時 (Real-Time) 的定位追蹤系統。

「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」

在前述以「透視不變的通用型赫夫轉換」演

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

五、發明說明(11)

算法所製作的追蹤定位系統，若以純軟體運算時，在速度上和效能上的表現並不盡理想。「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」演算法便是特別針對這點在演算法上所進行的改良，提升系統效能，以軟體作到真正的即時系統。

1. 先建一個二維的影像平面矩陣，矩陣中每一個位置的值先預設為零；另外再建一個參數組串列 L，同樣，先把串列清空；
2. 輸入原始樣板 T_0 ，如圖 3(a)，在 T_0 上取一個參考點，稱為 R 點，定義此原始樣板的六個空間參數的值為 $X_{0f}, Y_{0f}, C_{2i}, \sigma_i, \tau_i, \gamma_i$ 。
3. 令 $\Delta X_{0f} = -12\text{cm} - 12\text{cm}$ ，變化量為 4 cm；

$$\Delta Y_{0f} = -12\text{cm} - 12\text{cm}，變化量為 4 \text{ cm}；$$

$$\Delta C_2 = -6\text{cm} - 6\text{cm}，變化量為 2 \text{ cm}；$$

$$\Delta \sigma = -6^\circ - 6^\circ，變化量為 2^\circ；$$

$$\Delta \tau = -6^\circ - 6^\circ，變化量為 2^\circ；$$

$$\Delta \gamma = -6^\circ - 6^\circ，變化量為 2^\circ；$$

對於以上六個參數變化量的任一種組合，如

$$(\Delta X_{0f}, \Delta Y_{0f}, \Delta C_2, \Delta \sigma, \Delta \tau, \Delta \gamma) = (-8 \text{ cm}, 4 \text{ cm},$$

$$2\text{cm}, 0^\circ, 4^\circ, -2^\circ) \text{ 即為其中一組組合；}$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (12)

4. 令 $C_2 = C_{2i} + \Delta C_2$, $\sigma = \sigma_i + \Delta\sigma$, $\tau = \tau_i + \Delta\tau$ 和 $\gamma = \gamma_i + \Delta\gamma$, (步驟三中各個參數變化值的範圍和變化量可視不同的情況來調整), 並稱此組參數所對應的新樣板為 N。利用(1)式計算出樣板 N 的參考點投影在 π 平面上的座標位置, 稱為樣板 N 的 r.p.;
5. 利用(2)式來計算樣板上其他各點, 投影在 π 平面上的座標位置, 稱為 P_i , 並將計算出來的各點, 即 P_i , 以其所在樣板的 r.p. 為軸心, 旋轉 180 度;
6. 輸入待測樣板 T 於步驟一所建立的矩陣上;
7. 定義一個臨界值 (Threshold Value) $t = (\text{原始樣板上點數}) * 0.6$, 當然, 這個臨界值可以視情況而改變; 同時在樣板 T 上找出對應的參考點, 稱之為 R' 點。
8. 把樣板 N 的 r.p. 重合到樣板 T 上的各點, 把樣板 N 重疊到矩陣上; 如果矩陣上的任一位置有被 N 樣板上由 r.p. 和 P_i 所構成之位移向量指到的話, 把那個位置的值加一;
9. 以 R' 為中心, 定義 $n=3$, 並在樣板 T 所在的矩陣上定義出一個 $n \times n$ 矩陣 (n 的值可以視實際情況而調整), 並命名為矩陣 S; 把 S 中所有位置的值加起來, 如果其和大於臨界值 t , 則把這組參數記錄到步驟一所建立

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(13)

的串列 L 中；

10. 重覆步驟 4，直到所有的組合都檢驗過；
11. 用 Mean-Square-Error 法將串列 L 中每一組參數和原始樣板 T_0 所對應的參數作誤差的比較，並從中取出最適合的一組參數，並輸出此組參數作為下一次演算的輸入參數。

「透視不變的通用型赫夫轉換」和「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」的最大差別在於後者省去了 PR-Table 中很多不必要的建製動作，同時也省去了很多參數取出的時間；所以「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」使用了較少的記憶體空間，也節省了較多的記憶體讀寫的時間，自然運作速度較快。圖 8 即為以「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」演算法所製作的虛擬實境即時追蹤定位系統的操作示範圖。

【圖式之說明】

圖式簡單說明：

第一圖 表示傳統的赫夫轉換；

第二圖 表示樣板所在的平面以及其投影影像所在平面的透視轉換關係；

第三圖 表示 PR-Table 的建立過程；

第四圖 為「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法的運算過程；

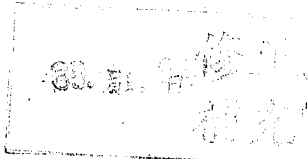
第五圖 為「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法實際操作的情形；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線



五、發明說明(14)

第六圖 為虛擬實境追蹤定位系統；

第七圖 為使用者穿戴的帽子；

第八圖 為以「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法所製作的
虛擬實境即時追蹤定位系統的操作示範圖。

各圖式詳細說明如下：

第 1 圖表示傳統的赫夫轉換 (GHT)，(a)圖表示有五個點的原始樣板；(b)圖則為建好的 R-Table；(c)把 R-Table 重合到輸入樣板的每一個點上，若輸入樣板和原始樣板相同時，會在參考點的位置上出現一個重合次數為五次的「尖峰」。

第 2 圖表示樣板所在的平面以及其投影影像所在平面的透視轉換關係。其中 (X_f', Y_f', Z_f') 為樣板所在平面上的參考點座標，而 (X_f, Y_f, f) 則是影像平面上參考點座標。

第 3 圖表示 PR-Table 的建立過程，(a)圖為原始樣板，在此以一個箭頭的形狀作為樣板；(b)圖中的 a, b, c 三個影像平面上的樣板，是由原始樣板經過不同的空間參數變換後投影而來的；(c)把 a, b, c 三個投影樣板以其參考點 r.p. 為軸心旋轉 180 度之後，再以各樣板的 r.p. 為準，把各樣板重合起來，以建立 PR-Table。注意圖中 PR-Table 上的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

(X_i, Y_i) 點，此點對應到了一個串列，這個串列中記錄了這個點所在所有樣板的透視參數組；(d)圖中，X，Y 方向就代表此點的位置，而 Z 軸方向則代表此點被重合到的次數，此三維的空間稱為赫夫計數空間 (Hough Counter Space, HCS)；圖(d)就是(c)圖中所建立的 PR-Table 在 HCS 中所表現的情形；(e)圖為 PR-Table 表示為影像時的情形。

第 4 圖為「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法的運算過程；(a)圖表示一個新的輸入樣板，其中 r.p. 表示此樣板的參數點，而 1 和 2 點則表示為樣板用來運算的特徵點；(b)把 PR-Table 的 r.p. 重合到(a)圖中輸入樣板的運算特徵點 1 和 2 上；(c) 在輸入樣板所在之矩陣各點所對應的串列上，記錄下各 PR-Table 重合在此位置上的所有對應參數組；(d) 完成運算之後的樣板在 HCS 上以三維作圖表現的情形；(e)完成運算的樣板表示為影像時的情形；(f)樣板參考點所在的位置。

第 5 圖為「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法實際操作的情形；(a)圖為以 CCD 相機所拍攝的初始影像及其初始參數；(b)為以初始樣板所建立的 PR-Table 影像；(c)圖為隔了一段時間之後，再次拍攝的影像，作為輸入待辨識的新樣板；(d)「尖峰」的出現的情形以及其出現的座標位置；(e)以輸出參數重新建立的新樣板影像及此組輸出參數。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(16)

第 6 圖為虛擬實境追蹤定位系統。(a)圖為系統裝置的示意圖。如圖所示，將一支 CCD 相機固定在天花板上，而使用者則只需頭戴一頂特製帽子，帽子上有共平面的五個點以作為追蹤辨識的樣板。(b)圖則為實際系統的照片。由於學士帽的頂為平坦的，可以使我們的樣板點共平面，所以我們以學士帽作為我們實驗用的帽子；另一方面，我們的 CCD 相機是固定在一支鐵架的頂端，相機的焦距 f 為 1170 個像素(pixels)，而相機到使用者頭頂的初始距離(參數 C_2)為 100 公分。整個運算系統的工作平台為一以 Intel 公司的 Pentium II 233 MMX 作為中央處理器的個人電腦。

第 7 圖為使用者穿戴的帽子；(a)圖為帽子本身；(b)圖則為帽子上樣板的規劃，樣板為共平面的五個點，五個點之間的距離關係則如圖所示。

第 8 圖為以「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」演算法所製作的虛擬實境即時追蹤定位系統的操作示範圖。(a)圖中，使用者頭部向右轉，螢幕上的方塊也即時同步地向右轉；(b)圖中，使用者頭部向左轉，螢幕上的方塊也即時同步地向左轉。

以上是本發明方法之說明。唯上述說明僅在例示本發明之精神，習於斯藝之人士，均易於在本發明所揭示之技術上，作出不同的引申。無論如何，仍在本發明範圍之內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種適用於經過透視後之平面物件的影像辨識方法，我們稱之為「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法，包括：

建立 PR-Table (Perspective R-Table) 的步驟

將 PR-Table 重疊在輸入待測樣板的每一個點上的辨識步驟，

如在待測樣板上出現「尖峰」，則表示此待測樣板即為原樣板的「尖峰」檢測步驟，

如待測樣板即為原樣板，則從「尖峰」所在位置取出待測樣板的六個空間透視參數的步驟。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中建立 PR-Table 的之步驟包括：

在原樣板上取一個參考點 (Reference Point) R 的步驟，

把原樣板經過各種放大、縮小、旋轉、平移，即是將原樣板的六個空間參數經過個各種變化後投影到一平面上，形成各個新樣板的步驟，

以各個新樣板的 R 點為軸心，把各個新樣板旋轉 180 度；再以各樣板的 R 點為準，把各個旋轉過的新樣板疊合起來，並記錄下這個樣板的空間參數，製成一個新的模板，即為 PR-Table，的步驟。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

修正
年 月 日
89.11.06 補充

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

3. 一種「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」演算法，係由申請專利範圍第 1 項所述之演算法在實際應用時，為增加系統運作的速度與效率所作的修改和調整，包括：

變換六個空間參數，對每一種參數的組合製作其投影樣板的步驟，

以樣板的參考點 R 為軸心，把各組參數生成的樣板旋轉 180 度，並把旋轉過後各個新樣板的參考點 r.p. 疊到待測樣板上每一點的步驟，

以待測樣板之參考點為中心，定義一個 $n \times n$ 矩陣，並記錄疊到待測樣板之各新樣板落在此矩陣中的點數的步驟，

定義臨界值 t，如上個步驟中落在矩陣中的點個數超過臨界值 t 的話，則將此組參數記錄下來的步驟，

待所有的參數組合皆處理過之後，以 Mean-Square-Error 方法從所有記錄下來的參數組中選出最適合之一組參數的步驟。

4. 一種虛擬實境中位置與方向的追蹤定位系統，係由申請專利範圍第 1 項及第 2 項所述之方法製作，包括

以使用者帽子上五點的圖形作為辨識的樣板，並把 CCD 相機固定在天花板上，

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂



六、申請專利範圍

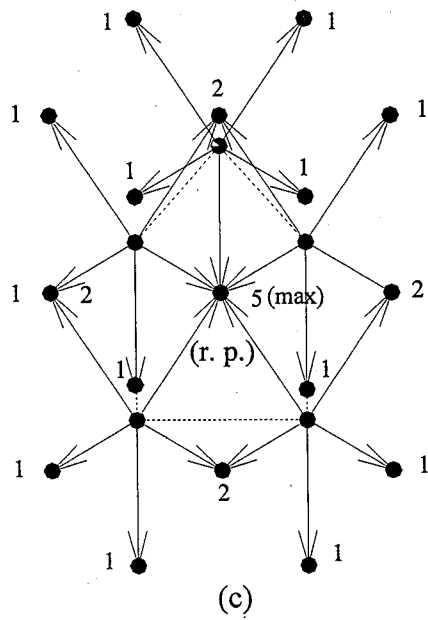
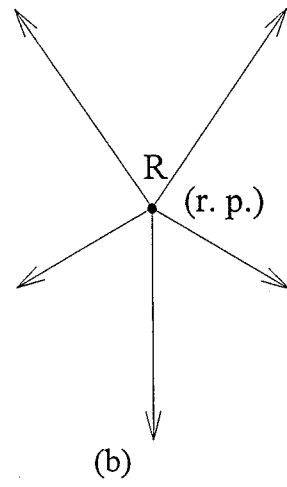
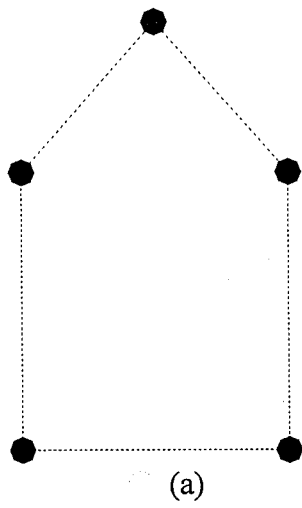
以原始樣板的初始位置以及方向當作原點，並將六個空間參數設為零的初始步驟，

以原始樣板為準，變化附近參數，建立一個 PR-Table 的步驟，

隔一段固定時間之後，拍攝下一個樣板，並把這個新拍攝到的樣板當作輸入樣板進行 PTIGHT 辨識程序，取得新樣板的空間參數的步驟，

以此組空間參數和此新樣板為準，重覆進行 PR-Table 的建立和 PTIGHT 的辨識工作，如此以計算原樣板附近參數變化來不斷的對樣板進行追蹤和定位的步驟。

圖式



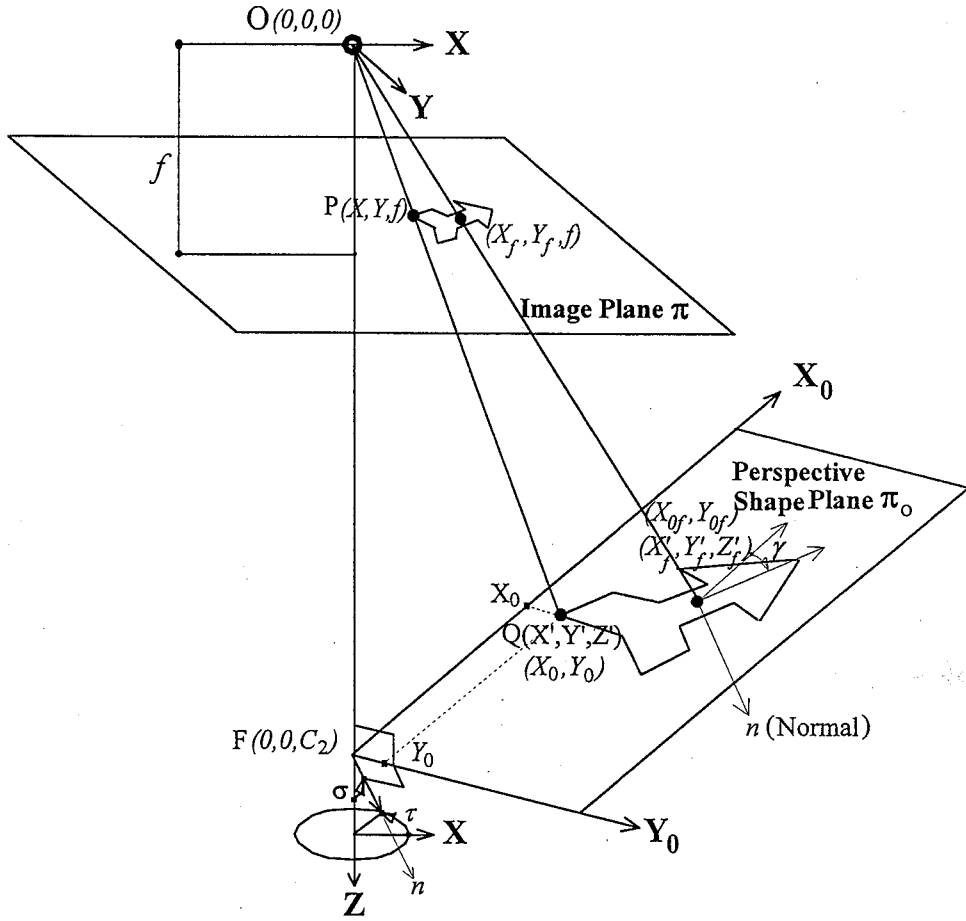
第1圖

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

圖式



第 2 圖

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

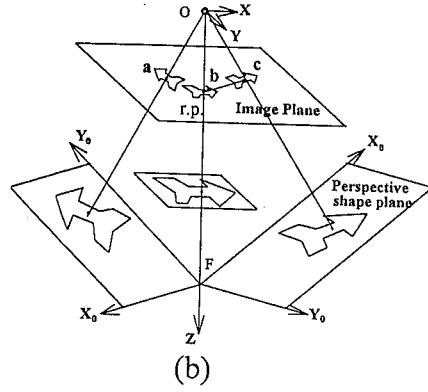


A9
B9
C9
D9

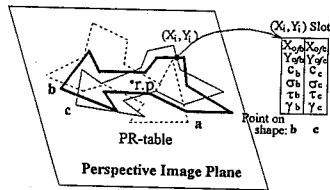
圖式



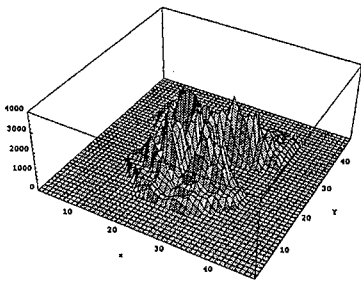
(a)



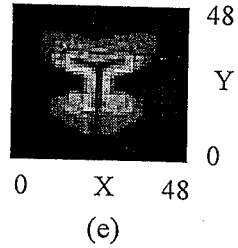
(b)



(c)



(d)



(e)

第3圖

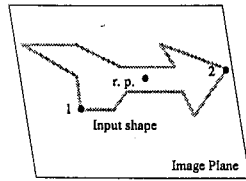
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

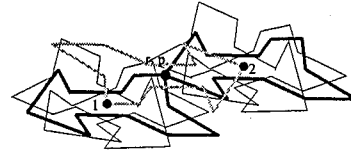
訂

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

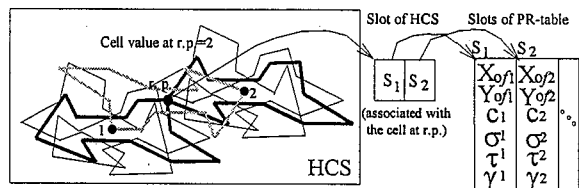
圖式



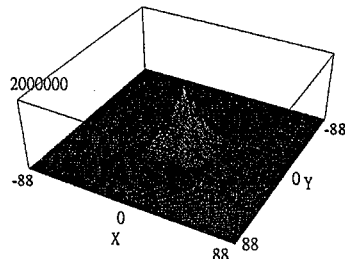
(a)



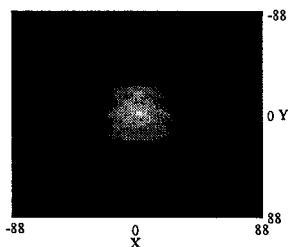
(b)



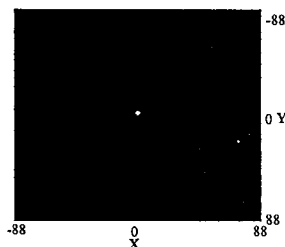
(c)



(d)



(e)



(f)

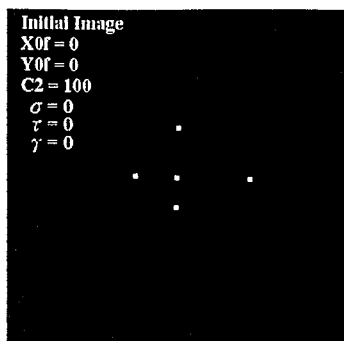
第4圖

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

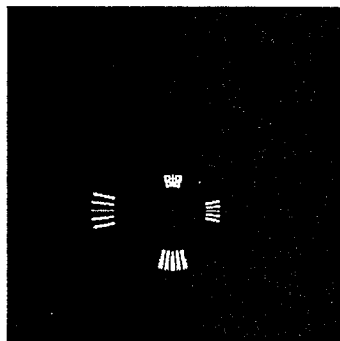
裝

訂

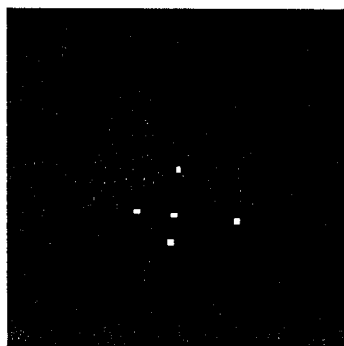
圖式



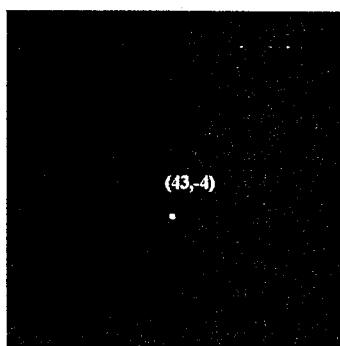
(a)



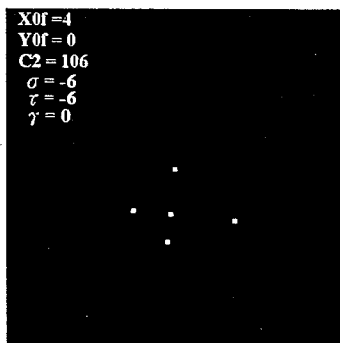
(b)



(c)



(d)



(e)

第5圖

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

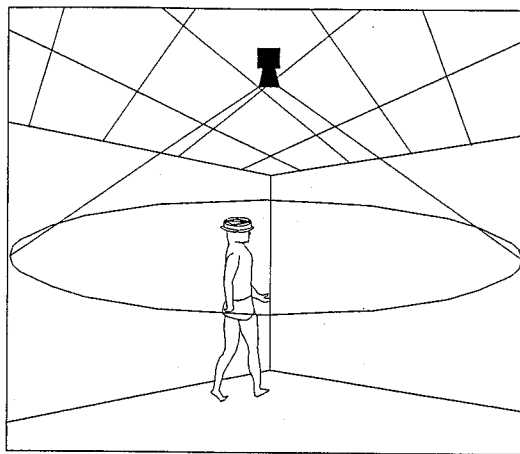
裝

訂

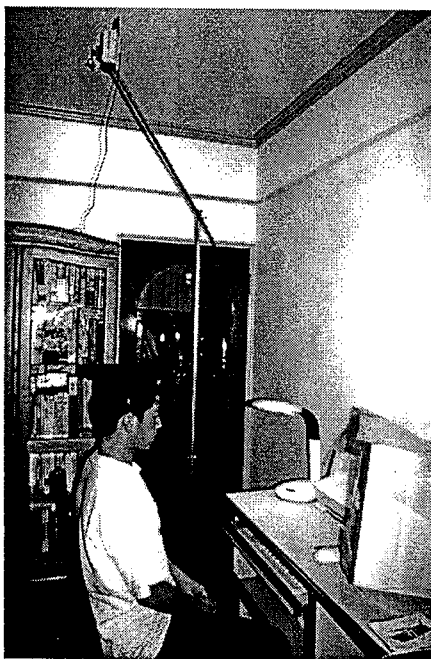
382679

A9
B9
C9
D9

圖式



(a)



(b)

第6圖

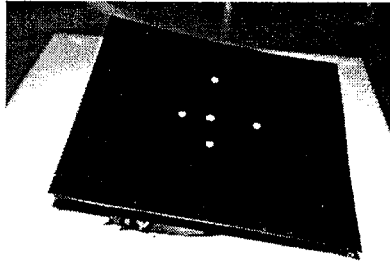
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

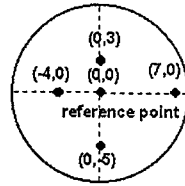
訂

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

圖式



(a)



(b)

第 7 圖

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

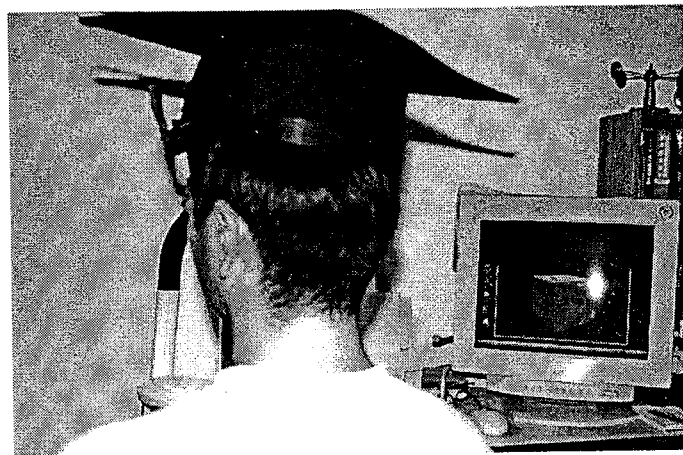
882679

A9
B9
C9
D9

圖式



(a)



(b)

第 8 圖

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

裝

訂

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

公告

382679

修正
87年11月9日
補充

申請日期	87.11.9
案號	87117358
類別	g06K 2/62

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

382679

發明專利說明書

一、發明名稱	中文	虛擬實境中位置與方向的追蹤定位方法
	英文	
二、發明人	姓名	駱榮欽 張心望 蔡文祥
	國籍	中華民國, 中華民國, 中華民國
住、居所		台北市汀州路一段252巷5號 台北市羅斯福路三段128巷4弄2號三樓 新竹市明湖路648巷102弄38號
三、申請人	姓名 (名稱)	駱榮欽 張心望 蔡文祥
	國籍	中華民國, 中華民國, 中華民國
住、居所 (事務所)		台北市汀州路一段252巷5號 台北市羅斯福路三段128巷4弄2號三樓 新竹市明湖路648巷102弄38號
	代表姓名	

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(13)

的串列 L 中；

10. 重覆步驟 4，直到所有的組合都檢驗過；
11. 用 Mean-Square-Error 法將串列 L 中每一組參數和原始樣板 T_0 所對應的參數作誤差的比較，並從中取出最適合的一組參數，並輸出此組參數作為下一次演算的輸入參數。

「透視不變的通用型赫夫轉換」和「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」的最大差別在於後者省去了 PR-Table 中很多不必要的建製動作，同時也省去了很多參數取出的時間；所以「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」使用了較少的記憶體空間，也節省了較多的記憶體讀寫的時間，自然運作速度較快。圖 8 即為以「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」演算法所製作的虛擬實境即時追蹤定位系統的操作示範圖。

【圖式之說明】

圖式簡單說明：

第一圖 表示傳統的赫夫轉換；

第二圖 表示樣板所在的平面以及其投影影像所在平面的透視轉換關係；

第三圖 表示 PR-Table 的建立過程；

第四圖 為「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法的運算過程；

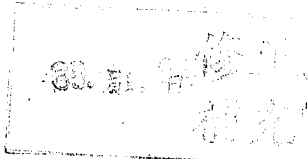
第五圖 為「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法實際操作的情形；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線



五、發明說明(14)

第六圖 為虛擬實境追蹤定位系統；

第七圖 為使用者穿戴的帽子；

第八圖 為以「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法所製作的
虛擬實境即時追蹤定位系統的操作示範圖。

各圖式詳細說明如下：

第 1 圖表示傳統的赫夫轉換 (GHT)，(a)圖表示有五個點的原始樣板；(b)圖則為建好的 R-Table；(c)把 R-Table 重合到輸入樣板的每一個點上，若輸入樣板和原始樣板相同時，會在參考點的位置上出現一個重合次數為五次的「尖峰」。

第 2 圖表示樣板所在的平面以及其投影影像所在平面的透視轉換關係。其中 (X_f', Y_f', Z_f') 為樣板所在平面上的參考點座標，而 (X_f, Y_f, f) 則是影像平面上參考點座標。

第 3 圖表示 PR-Table 的建立過程，(a)圖為原始樣板，在此以一個箭頭的形狀作為樣板；(b)圖中的 a, b, c 三個影像平面上的樣板，是由原始樣板經過不同的空間參數變換後投影而來的；(c)把 a, b, c 三個投影樣板以其參考點 r.p. 為軸心旋轉 180 度之後，再以各樣板的 r.p. 為準，把各樣板重合起來，以建立 PR-Table。注意圖中 PR-Table 上的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

(X_i, Y_i) 點，此點對應到了一個串列，這個串列中記錄了這個點所在所有樣板的透視參數組；(d)圖中，X，Y 方向就代表此點的位置，而 Z 軸方向則代表此點被重合到的次數，此三維的空間稱為赫夫計數空間 (Hough Counter Space, HCS)；圖(d)就是(c)圖中所建立的 PR-Table 在 HCS 中所表現的情形；(e)圖為 PR-Table 表示為影像時的情形。

第 4 圖為「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法的運算過程；(a)圖表示一個新的輸入樣板，其中 r.p. 表示此樣板的參數點，而 1 和 2 點則表示為樣板用來運算的特徵點；(b)把 PR-Table 的 r.p. 重合到(a)圖中輸入樣板的運算特徵點 1 和 2 上；(c) 在輸入樣板所在之矩陣各點所對應的串列上，記錄下各 PR-Table 重合在此位置上的所有對應參數組；(d) 完成運算之後的樣板在 HCS 上以三維作圖表現的情形；(e)完成運算的樣板表示為影像時的情形；(f)樣板參考點所在的位置。

第 5 圖為「透視不變的通用型赫夫轉換」演算法實際操作的情形；(a)圖為以 CCD 相機所拍攝的初始影像及其初始參數；(b)為以初始樣板所建立的 PR-Table 影像；(c)圖為隔了一段時間之後，再次拍攝的影像，作為輸入待辨識的新樣板；(d)「尖峰」的出現的情形以及其出現的座標位置；(e)以輸出參數重新建立的新樣板影像及此組輸出參數。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(16)

第 6 圖為虛擬實境追蹤定位系統。(a)圖為系統裝置的示意圖。如圖所示，將一支 CCD 相機固定在天花板上，而使用者則只需頭戴一頂特製帽子，帽子上有共平面的五個點以作為追蹤辨識的樣板。(b)圖則為實際系統的照片。由於學士帽的頂為平坦的，可以使我們的樣板點共平面，所以我們以學士帽作為我們實驗用的帽子；另一方面，我們的 CCD 相機是固定在一支鐵架的頂端，相機的焦距 f 為 1170 個像素(pixels)，而相機到使用者頭頂的初始距離(參數 C_2)為 100 公分。整個運算系統的工作平台為一以 Intel 公司的 Pentium II 233 MMX 作為中央處理器的個人電腦。

第 7 圖為使用者穿戴的帽子；(a)圖為帽子本身；(b)圖則為帽子上樣板的規劃，樣板為共平面的五個點，五個點之間的距離關係則如圖所示。

第 8 圖為以「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」演算法所製作的虛擬實境即時追蹤定位系統的操作示範圖。(a)圖中，使用者頭部向右轉，螢幕上的方塊也即時同步地向右轉；(b)圖中，使用者頭部向左轉，螢幕上的方塊也即時同步地向左轉。

以上是本發明方法之說明。唯上述說明僅在例示本發明之精神，習於斯藝之人士，均易於在本發明所揭示之技術上，作出不同的引申。無論如何，仍在本發明範圍之內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

修正
年 月 日
89.11.06 補充

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

3. 一種「改良式透視不變之通用型赫夫轉換」演算法，係由申請專利範圍第 1 項所述之演算法在實際應用時，為增加系統運作的速度與效率所作的修改和調整，包括：

變換六個空間參數，對每一種參數的組合製作其投影樣板的步驟，

以樣板的參考點 R 為軸心，把各組參數生成的樣板旋轉 180 度，並把旋轉過後各個新樣板的參考點 r.p. 疊到待測樣板上每一點的步驟，

以待測樣板之參考點為中心，定義一個 $n \times n$ 矩陣，並記錄疊到待測樣板之各新樣板落在此矩陣中的點數的步驟，

定義臨界值 t，如上個步驟中落在矩陣中的點個數超過臨界值 t 的話，則將此組參數記錄下來的步驟，

待所有的參數組合皆處理過之後，以 Mean-Square-Error 方法從所有記錄下來的參數組中選出最適合之一組參數的步驟。

4. 一種虛擬實境中位置與方向的追蹤定位系統，係由申請專利範圍第 1 項及第 2 項所述之方法製作，包括

以使用者帽子上五點的圖形作為辨識的樣板，並把 CCD 相機固定在天花板上，

經濟部中央標準局員工消費合作社印製