413795

申請日期	88-02-26
案號	88102962
類別	G06T17/40

A4
C4

（以上各欄由本局填註）

413795

發明 新型 專利說明書

一、發明新型名稱	中文	使用臉部三點特徵值於三維頭部運動之影像處理方法
	英文	
二、發明創作人	姓名	1.歐陽明　2.吳家麟 3.楊宗哲　4.吳賦哲
	國籍	中華民國
	住、居所	1.台北市中山區北安路 595 巷 30 號 3 樓 2.台北市內湖區大湖山莊街 211 號三樓 3.台南市南區健康路二段 264 巷 26 號 4.台北市南港區東明街 102 號
三、申請人	姓名（名稱）	訊連科技股份有限公司
	國籍	中華民國
	住、居所（事務所）	台北市復興南路二段 381 號 9 樓
	代表人姓名	張華禎

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

裝 訂 線

五、發明說明（1 ）

本發明係有關於一種影像處理方法，特別有關於一種使用臉部三點特徵值於三維頭部運動(3-D head motion)之影像處理方法。

近年來，以模型為基礎的影像編碼技術(model-based image coding)廣受注意，其中可預見的應用是視覺化的通訊(visual communication)，例如 MPEG-4 中提到的視訊電話(video phone)或視訊會議(visual meeting)。在視覺化的通訊中，由於主要的標的(subject)是頭部(及一部份肩膀)的影像，因此一般係把焦點放在頭部(head)以減少傳送時之資料量，其中一個可能的途徑是引入一個三維頭部模型(3-D head model)與臉部的質紋貼圖(texture mapping)技術，如為人所熟知的 CANDIDE 臉部模型即為一例(Mikael Rydfalk "CANDIDE-a Parameterised Face," Linkoping University, Report LiTH-ISY-I-0866, OCT.1987)。如第 1 圖所示，其顯示以模型為基礎的臉部影像編碼之一般系統模型(general system model of model-based face image coding)，首先係將使用者的臉部影像輸入編碼端(encoder)10，然後調整(adapt)一臉部模型以符合(fit)使用者的臉部影像，其次，分析有意義之臉部特徵(face feature)與頭部運動(head motion)，形成分析資料。接著，將這些分析資料透過傳輸媒介 15 傳送至解碼端(decoder)20 以合成(synthesize)逼真的臉部影像(realistic face image)。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明(2)

此外，在三維運動估測方面(3-D motion estimation)，由二維影像推算出(infer)三維運動的方法(methods for inferring 3-D motion from 2-D images)可以大略分為如下兩類:

1.利用二維特徵點(2-D feature points)

2.利用光學流動資訊(optic flow information)

大部份的方法首先係從二維的特徵點或所選定的像素中建立對應關係，接著在剛體運動的前提下，利用透視投影(perspective projection)來推導三維運動。

其中，在上述第一類方法中，在 Thomas S. Huang, and Arun N. netravali, "Motion and Structure from Feature Correspondences: A Review,"Proceedings of the IEEE, vol. 82, No. 2, pp. 252-268, Feb.1994 中，Huang 和 Netravali 分別提出了不同的方法來推導三維的運動。利用這些方法可以解決三維對三維、二維對三維、或二維對二維的特徵對應關係。根據他們的研究結果，要推測出(figure out)實際三維運動(actual 3-D motion)，至少需要五個以上的特徵點。另外，在 Roger Y. Tsai, and Thomas S. Huang, "Uniqueness and Estimation of Three-Dimensional Motion Parameters of Rigid Objects with Curved Surfaces," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-6, No. 1, pp. 13-27, Jan.1984 中，Tsai 和 Huang 提出一個線性運算方法並利用八個特徵點來解出(solve)二維對二維的特徵對應關

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（3 ）

係。

第二類的方法主要是利用兩張二維影像之間的亮度(luminance)差異。假設外在的光源固定不變(fixed lighting)的情形下，兩張連續影像(two consecutive video frames)之間的明暗變化(intensity differences)主要是由物體的移動(object motion)所造成。此一方法被 Hannover 大學所發展的 OBASC(Object-Based Analysis-Synthesis Coder)及 KBASC(Knowledge-Based Analysis-Synthesis Coder)所採用(Liang Zhang, "Tracking a face for knowledge-based coding of videophone sequences," Signal Processing: Image communication, vol. 10, pp. 93-114, 1997；Jorn Ostermann, "Object-based analysis synthesis coding based on the source model of moving rigid 3D objects," Signal Processing: Image communication, vol. 6, pp. 143-161, 1994)。另外，在 Haibo Li, Pertti Roivainen, and Robert Forchheimer, "3-D Motion Estimation in Model-Based Facial Image Coding," IEEE Tran. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, No. 6, pp. 545-555, Jun.1993 中，Li 等人也根據這個觀念提出了一個方法來計算「無對應關係」(no correspondence problem)的運動。另外，在 A. N. Netravali 和 J. Salz, "Algorithms for Estimation of Three-Dimensional Motion," AT&T Technical Journal, vol. 64, No. 2, pp. 335-346, Feb.1985 中，Netravali 和 Salz 提出

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明(4)

了一個很準確的方法，可以從攝影機拍得的視訊影像來估算剛體運動的情形，其特別對電視攝影機的取樣頻率(每秒 30 格)加以考量。

然而，在實際以軟體為基礎(software-based)的視覺化通訊應用之中，以下兩個限制必須加以考慮：

1. 線上通訊(on-line communication)必須要求即時性(real time)。
2. 每多加一個特徵點，就會增加許多圖形辨識(pattern recognition)的工作。

有鑑於此，本發明提供一種使用臉部三點特徵值於三維頭部運動之影像處理方法，包括：提供一使用者之原始影像予一第一處理裝置；捕捉使用者之第一影像予一第二處理裝置；自第二處理裝置中選取第一影像之臉部三個特徵點，形成一三維特徵三角形；於使用者進行頭部運動時，捕捉使用者之連續影像予第二處理裝置；追蹤該些連續影像對應之臉部三個特徵點，形成一連串之真實二維特徵三角形；利用最陡下坡疊代法將三維特徵三角形作自由選轉與平移，並從其中選取使連續兩個真實二維特徵三角形誤差為可接受之幾何變換，依序重複本步驟至連續影像之最後一張，形成對應各連續影像之幾何變換；將該些幾何變換傳送至第一處理裝置，以令使用者之原始影像產生對應之頭部運動。

其中臉部之特徵點，係如雙眼外側眼角及鼻子等三個特徵點或者耳尖及下巴尖等三個特徵點。其次，由三

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明(5)

個特徵點構成一特徵三角形，並進行校準，由於兩張連續影像間的運動量很小，且基於人類頭部運動之基本特性(characteristics)，即(1)由於特徵點固定不動，由這三點所形成的特徵三角形視為剛體(rigid body)；(2)頭部動作以轉動為主；(3)頭部轉動時的軸心係在頸部中心點，故接著可利用最陡下坡疊代法從連續之影像中推算三維頭部運動之估測值。隨之，在三維頭部運動之估測值不能接受時，利用預測程序如 Grey System 預測法對此三維頭部運動之估測值進行錯誤回復。

依據本發明所揭露之實施例，主要係藉三個臉部特徵點而從一連續的影像中推算頭部運動之估測值。這裡所提出者並非精確的計算結果，而是尋找一個近似解。以視訊電話的應用而言，使用者並不需要知道對方的頭到底轉動了多少度，而只是想看到自然的頭部動作。

此外，因為攝影機拍攝畫面的頻率每秒高達十幾張到三十張，在如此短的間隔(small period)下，人之頭部運動所改變的量是很小的，因此可藉由「最陡下坡疊代法」(steepest-decent iterative method)來測試每一個小的移動結果，以能夠很快地解出未知之移動(unknown transformation)，且由於在前一格影像中給定一個準確估計的初始猜測(initial guess)，以重複使用於影像中，故所獲得之區域解(local minimum)與最佳解(global minimum)非常接近。

另外，人類頭部運動的一些特性也有助於設計一些

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明(6　)

估測錯誤的標準，來引導計算程序求得最佳解。然而，有時仍可能會有錯誤的發生，因此能夠從錯誤中回復的能力是必要的。預測演算法(prediction algorithm)常被用於藉由之前所經歷的資料來猜測下一步的可能答案，所以我們引入了運動計算的預測演算法來作錯誤回復(error recovery)的工作。事實上，引入預測演算法也有助於使計算的結果更平順些。

此外，本實施例設計一個校準程序，同樣的也利用了人類頭部運動的一些特性來簡化整個校準的過程。

圖式簡單說明

第 1 圖係顯示一已知以模型為基礎的臉部影像編碼系統。

第 2 圖係本發明之一實施例，其顯示使用臉部三點特徵值於三維頭部運動之影像處理方法流程圖。

第 3 圖係顯示第 2 圖之實施例所應用之系統。

第 4 圖係顯示第 3 圖之處理裝置之示意圖。

第 5a、5b 圖係顯示三維特徵三角形之校準。

第 6 圖係顯示追蹤臉部特徵點之流程圖。

第 7 圖係顯示連續兩格影像之間的關係。

第 8a 圖係顯示由二維座標決定三維幾何變換之示意圖。

第 8b 圖係顯示在以頸部中心為旋轉軸心時，由二維座標決定三維幾何變換之示意圖。

第 9 圖係顯示以三維特徵三角形及法向量表示影像

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明(7　)

中臉部運動之方向。

[符號說明]

編碼端~10；分析資料~15；解碼端~20；第一處理裝置~40；第二處理裝置~30；定位裝置~32；攝影裝置~34；傳輸媒介~35；處理器~42；顯示器~44；攝影機~46；三維特徵三角形~50；臉部特徵點~310，320，330；投影平面~60；第一格影像~71；第二格影像~73；搜尋視窗~75；相關視窗~77；法向量~93；特徵三角形~91。

實施例

請參閱第 2 圖之流程圖及第 3 圖之影像處理系統，其顯示一種使用臉部三點特徵值於三維頭部運動之影像處理方法，包括下列步驟：

依據步驟 S10，提供一使用者之原始影像予一第一處理裝置，如影像處理裝置 40；

依據步驟 S20，捕捉使用者之第一影像予一第二處理裝置，如影像處理裝置 30；

依據步驟 S30，自第二處理裝置 30 中選取第一影像之臉部三個特徵點，形成一三維特徵三角形；

依據步驟 S40，於使用者進行頭部運動時，捕捉使用者之連續影像予第二處理裝置 30；

依據步驟 S50，追蹤該些連續影像對應之臉部三個特徵點，形成一連串之真實二維特徵三角形；

依據步驟 S60，利用最陡下坡疊代法將三維特徵三角形作自由選轉與平移，並從其中選取使連續兩個真實

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　線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明 (8　)

二維特徵三角形誤差為可接受之幾何變換，依序重複本步驟至連續影像之最後一張，形成對應各連續影像之幾何變換；及

依據步驟 S70，將該些幾何變換傳送至第一處理裝置 40，以令使用者之原始影像產生對應之頭部運動。

以下分各步驟說明。

步驟 S10

由於本方法係適用於視訊會議及影音郵件之應用中，因此，第一處理裝置 40 與第二處理裝置 30 係假定位於不同之處，如美國與台灣兩地，而使用者係處於第二處理裝置 30 之位置，亦即美國。其中該步驟主要係提供一使用者之原始影像如既有之照片，或者利用影像捕捉裝置像是攝影機等捕捉使用者在第二處理裝置 30 之一影像予一第一處理裝置 40，作為原始影像。而一般影像處理裝置如第 4 圖所示，包括一處理器 42，一顯示器 44，及一影像捕捉裝置如攝影機 46。

步驟 S20

依據該步驟，如前所述，可藉影像捕捉裝置如攝影機 46 捕捉使用者之第一影像予第二處理裝置 30。

步驟 S30

依據該步驟，係自第二處理裝置 30 中選取第一影像之臉部三個特徵點，如透過滑鼠等定位裝置 32 來點選第一影像中雙眼外側眼角及鼻子等三個特徵點，或兩耳尖及下巴尖等，以形成一預建三維特徵三角形。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明 (9　)

其次，為了應用在真實的視訊影像上，必須先萃取出臉部的特徵點並予以追蹤，稍後將對此說明。此外，本實施例依據臉部的特徵點構成之特徵三角形設計一校準程序，其並利用人類頭部運動特性來簡化整個校準的過程。

請參閱第 5a，5b 圖，其顯示預建三維特徵三角形之校準程序。首先由於本實施例需要一個由三個臉部特徵點 310，320，330 預建的特徵三角形 50，其中此特徵三角形可透過攝影機 34 來捕捉使用者之臉部正面而自動校準。亦即在視訊影像的應用中，此特徵三角形需要經過校準的程序，才能跟真實影像中由眼角和鼻子所構成的真實特徵三角形彼此一致，這樣一來轉動的軸心才會在正確的位置。

本實施例依據人類頭部運動的特性作以下假設：

1. 特徵三角形 50 的周長 l，可以視為是一個常數，也就是說 l 的值並不會因人而異。
2. 從鼻子到旋轉軸心 *pivot*(頸部中心點)的向量 *vec_pivot*，可以視為是一個固定的向量。

如第 5a、5b 圖所示的透視投影幾何的作法，我們可以得到下面的式子：

$$\frac{L}{F}=\frac{l}{z} \qquad (1)$$

其中 F 是攝影機 camera(0,0,0)到投影平面 60 的距離(焦距)，z 是特徵三角形 50 的景深。在一開始時，假設預建特徵三角形 50 與 X-Z 平面是垂直的，因此在校

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　線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明 (10)

準的時候，使用者的臉必須正對著攝影機。l 是預建三維特徵三角形的周長，L 是投影在投影平面 60 上的長度。若固定 z 與 l 的長度為一常數，本實施例使用的值分別是 600.0mm 與 220.0mm，而 L 的值是由影像中計算得到的特徵三角形的周長，則 F 的值可被計算出來。

然後根據方程式(2)

$$X = F\frac{x}{z} \quad , \quad Y = F\frac{y}{z} \qquad (2)$$

其中令 p 表示三維空間中的一點 $(x,y,z)^t$，P 代表其在透視投影之下對應的二維座標 $(X,Y)^t$

則由於 F 可以求得，z 的值在一開始時若對三個特徵點 310, 320,330 給定相同的值，則從特徵點的萃取中可以得到 X 和 Y，因而可決定此三個特徵點的三維位置。校準後的特徵三角形)將面對 Z 軸的方向，攝影機的位置是在原點(0,0,0)的位置。

至於，要決定旋轉軸心的三維位置，可利用一個常數向量 vec_pivot，其值在本實施例中係定義為 $(0.0,-80.0,110.0)^t$，這是在鼻子的後面的下方(單位為公分)。依據步驟 S40，於使用者進行頭部運動時，捕捉使用者之連續影像予第二處理裝置 30；

步驟 S40

依據該步驟，如前所述，係於使用者進行頭部運動時，藉影像捕捉裝置如攝影機 46 捕捉使用者之連續影像予第二處理裝置 30。

步驟 S50

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 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明 (11)

依據該步驟，係為追蹤該些連續影像對應之臉部三個特徵點，形成一連串之真實二維特徵三角形。

其中，請參閱第 6 圖之流程圖，其步驟如下：

依據步驟 S110，由定位裝置點選第一影像之臉部三個特徵點；

依據步驟 S120，將臉部三個特徵點移到最近之高梯度值處，如臉部之高反差區域；及

依據步驟 S130，利用關聯性作該些連續影像對應之臉部三個特徵點的追蹤。

在本實施例中，當輸入連續之影像後，對第一影像而言，係先選取臉部特徵點，例如透過定位裝置 32 如滑鼠進行萃取，如首先決定出雙眼及鼻子這三個特徵點的位置，然後將這三個特徵點移動到最靠近的一個高梯度值(gradient)處，如臉部之高反差區域，之後利用利用判斷相關度(correlation)的方式藉調整後的特徵點來作特徵點追蹤。其中相關度的定義如下：

$$score(m_1,m_2)=\frac{\sum_{i=-n}^{n}\sum_{j=-m}^{m}\left[I_1(u_1+i,v_1+j)-\overline{I_1(u_1,v_1)}\right]\times\left[I_2(u_2+i,v_2+j)-\overline{I_2(u_2,v_2)}\right]}{(2n+1)(2m+1)\sqrt{\sigma^2(I_1)\times\sigma^2(I_2)}}$$

其中 $\overline{I_k(u,v)}=\frac{\sum_{i=-n}^{n}\sum_{j=-m}^{m}I_k(u+i,v+j)}{(2n+1)(2m+1)}$ 是 (u, v) 點附近的框架 I_k，的平均色值，k=1, 2,

而 $\sigma(I_k)=\sqrt{\frac{\sum_{i=-n}^{n}\sum_{j=-m}^{m}I_k^2(u+i)(v+j)}{(2n+1)(2m+1)}-\overline{I_k(u,v)}^2}$ 是 (u, v) 點旁 (2n+1)x(2m+1)大小的框架 I_k 的標準差。

相關度的值介在 −1 (完全不相似) 與 1 (完全相同)

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 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明 (12)

之間，用來判斷相關度的相關視窗(correlation window)的大小是 (2n+1)x(2m+1).。

連續兩格影像之間的關係如第 7 圖所示，在第一格影像 71 中給定一個點 m_1 ，藉由對第二格影像 73 在指定大小的搜尋視窗 75(search window)中搜尋最高相關度的位置，可以在第二格影像中找到相對應的點 m_2。

在本實施例中，搜尋視窗 75 的大小是 13x13，而相關視窗 77 的大小是 17x17，搜尋視窗 75 比相關視窗 77 小的原因是，對眼睛來說，附近有許多高梯度值的區域，如眉毛、眼鏡等。為了降低比對錯誤情形，可將搜尋視窗 75 縮小。事實上，因為搜尋視窗 75 比較小，即使有眨眼的情況也不會造成比對的錯誤，而大的相關視窗 77 可以使比對更加精確。

步驟 S60

順利追蹤到連續影像之三個特徵點後，即可使用「最陡下坡疊代法」來計算對應的三維頭部運動。

依據步驟 S60，係利用最陡下坡疊代法將三維特徵三角形作自由選轉與平移，並從其中選取使連續兩個真實二維特徵三角形誤差為可接受之幾何變換，依序重複本步驟至連續影像之最後一張，形成對應各連續影像之幾何變換。

本實施例主要是由一連串之臉部特徵點之移動來進行三維運動之估測(3-D motion estimation from a sequence of faial feature points)，首先係建立一關於推

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（13）

算三維運動的系統化描述。

如前所述，令 p 表示三維空間中的一點 $(x,y.z)'$，P 代表其在透視投影之下對應的二維座標 $(X,Y)'$，則

$$X = F\frac{x}{z} \quad , \quad Y = F\frac{y}{z} \qquad (2)$$

其中 F 是攝影機到投影平面間的距離，且物體之剛體運動定義為：

p'=Rp+t，或

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = R\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + t \qquad (3)$$

$$= \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \end{bmatrix}$$

其中 R 是旋轉矩陣，t 是平移向量。

若給定連續兩張影像之三個二維特徵點：$\{P_0,P_1,P_2\}$及$\{P_0',P_1',P_2'\}$，則由一組二維特徵點$\{P_0,P_1,P_2\}$移動到另一組二維特徵點$\{P_0',P_1',P_2'\}$(包括旋轉與平移)，其對應的三維幾何移動變換，即方程式(3)式中之 R 與 t 值，可利用「最陡下坡疊代法」來估算。本方法首先係利用三個特徵點來預建(pre-built)一個三維特徵三角形，然後對預建三維特徵三角形進行校準，接著以連續兩個影像為一組，於該些一連串之真實二維特徵三角形中，利用最陡下坡疊代法將該預建三維特徵三角形作自由選轉與平移，形成 12 個幾何變換，並從其中選取使連續兩個真實二維特徵三角形誤差距離為可接受者，形成一估算之三維特徵三角形；然後依序以估算之三維特徵三角形取代預建

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明(14)

三維特徵三角形，重複前一步驟至該些連續影像之最後一張，形成對應各連續影像之幾何變換。

最陡下坡疊代法

例如將此預建特徵三角形作自由旋轉與平移，並反覆重複以下程序：對給定的角度或位移，朝 X 軸，Y 軸，和 Z 軸之每一個方向作旋轉或平移。如在旋轉階段，執行此預建特徵三角形對 X 軸，Y 軸，和 Z 軸的順時鐘及反時鐘方向的旋轉，以得出六個三維幾何移動變換；在平移階段，執行此預建特徵三角形沿 X 軸，Y 軸，和 Z 軸正向及負向上的平移，以得出另六個三維幾何移動變換。從上述十二個三維幾何移動變換中選取會使得二維特徵點 $\{P_0,P_1,P_2\}$ 與二維特徵點 $\{P_0',P_1',P_2'\}$ 的誤差距離達到最小的一個，重覆上述步驟，直到誤差距離降到可接受的範圍以下，或是重覆的次數到達我們所設的最大值，形成一估算之三維特徵三角形，然後依序重複前一步驟至連續影像之最後一張，形成對應各連續影像之幾何變換。

然而如第 8a 圖所示，在透視投影下，由二維的座標點不能決定出唯一之三維運動。如三角形 A 沿 X 軸轉動，形成三角形 B，然而若以箭頭方向表示三角形的法向量(surface normal)，我們可以發現到，D 和 E 這兩種幾何變換，分別是對 X 軸作順時針和逆時針的旋轉，都會造成同樣的投影結果。

此外，在計算過程中，有可能計算得到的幾何變換

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 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（15）

是平移，但真實的幾何變換卻是旋轉。

本實施例則引入關於人類頭部運動之特性，來解決前述問題。

其中人類頭部運動具有以下特性：

(1). 尋找固定不動之特徵點，如雙眼外側的眼角及鼻子之特徵點固定不動，而由於特徵點固定不動，由這三個特徵點所形成的特徵三角形可視為剛體(rigid body)。

(2). 頭部動作以轉動為主。

(3). 頭部轉動時的軸心係在頸部中心點。

根據特性(1)，本實施例係找出三個適合的特徵點，如雙眼外側的眼角及鼻子；根據特性(2)，本實施例係先測試轉動，然後才測試平移；根據特性(3)，則可避免發生第 8a 圖之情形，因為如第 8b 圖所示，D'和 E'這兩種幾何變換，係以頸部中心點為軸心 pivot，因此對 X 軸作順時針及逆時針方向的轉動，在 Y 方向上將會造成位移。

在反覆的過程中，本實施例提供一轉動誤差函式與一平移誤差函式以找出正確的三維幾何變換，其對真實二維特徵三角形(real 2-D feature triangle)與估算之二維特徵三角形(estimated 2-D feature triangle)加以比較，並由其差異大小來判斷誤差的情形。其中真實二維特徵三角形係由各連續影像中，藉臉部三個特徵點得到，而估算的二維特徵三角形則是由前述估算出的三維特徵三

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（16）

角形，經過透視投影而估算求得。

旋轉的誤差函式定義如下：

$ErrR = aT_1 + bT_2 + cT_3 + dT_4$ ，其中

$T_1 = \sum_{i=0}^{2} \left| P_i^{real} - P_i^{estimated} \right|$ ，P_i^{real} 和 $P_i^{estimated}$ 代表真實與估算的二維特徵三角形

（T_1：特徵點間距）

$T_2 = \sum_{i=0}^{2} \left| P_i^{real_aligned} - P_i^{estimated_aligned} \right|$ ，

其中 $P_i^{real_aligned} = P_i^{real} - P_c^{real}$ ， $P_i^{estimated_aligned} = P_i^{estimated} - P_c^{estimated}$

而 $P_c^{real} = \frac{1}{3}\sum_{i=0}^{2} P_i^{real}$ ， $P_c^{estimated} = \frac{1}{3}\sum_{i=0}^{2} P_i^{estimated}$

（T_2：對齊質心之後由特徵點間距計算的三角形相似度）

$$T_3 = \left| \frac{\overline{P_0^{real} P_1^{real}}}{\overline{P_1^{real} P_2^{real}}} - \frac{\overline{P_0^{estimated} P_1^{estimated}}}{\overline{P_1^{estimated} P_2^{estimated}}} \right| + \left| \frac{\overline{P_1^{real} P_2^{real}}}{\overline{P_2^{real} P_0^{real}}} - \frac{\overline{P_1^{estimated} P_2^{estimated}}}{\overline{P_2^{estimated} P_0^{estimated}}} \right|$$

（T_3：由邊長的比例求得的三角形形狀相似度）

$$T_4 = \left| slope(\overline{P_0^{real} P_1^{real}}) - slope(\overline{P_0^{estimated} P_1^{estimated}}) \right| + \left| slope(\overline{P_1^{real} P_2^{real}}) - slope(\overline{P_1^{estimated} P_2^{estimated}}) \right| + \left| slope(\overline{P_2^{real} P_0^{real}}) - slope(\overline{P_2^{estimated} P_0^{estimated}}) \right| ,$$

$$slope(\overline{P_i P_j}) = \frac{Y_j - Y_i}{X_j - X_i}$$

（T_4：由斜率計算的三角形形狀相似度）

其中，T_1的作用在避免如第 8a 圖之混淆情形，因為轉動的軸心點是在頸部中心，因此錯誤的轉動方向將會造成一個較大的T_1值。T_2，T_3，及T_4則都用於測量真實二維特徵三角形與估算的二維特徵三角形間的相似度，其中，T_2是把真實二維特徵三角形與估算的二維特徵三

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（17）

角形的質心對齊之後，計算其對應頂點間的距離，T_3利用邊長的比值來量測真實二維特徵三角形與估算的二維特徵三角形的相似度，T_4則利用斜率來來量測真實二維特徵三角形與估算的二維特徵三角形的相似度。在本實施例中，權重係數 a，b，c，和 d 的值分別是 0.3，0.2，0.2，0.3。

此外，平移的誤差函式 $ErrT$ 則定義為：

$ErrT = T_1$ ，其中平移的誤差函式僅就頂點間的距離考量。

此外，本實施例令提供一錯誤回復功能，雖然誤差函式能夠引導前述重複步驟朝向正確的移動變換進行，但是仍然有陷入區域解的可能，且誤差會逐漸累加。本實施例採用預測演算法如在 Jiann-Rong Wu, and Ming Ouhyoung,"Reducing The Latency in Head-Mounted Display by a Novel Predition Method Using Grey System Theory," Computer Graphics Forum, Vol. 13, No. 3, pp. C503-512,1994 中所提之「Grey System 預測法」來作計算的錯誤回復，使系統再一次嚐試找出正確的幾何變換。Grey System 預測法能夠預測三個特徵點的下一個三維位置，並由此預測法得到的三維特徵三角形經透視投影得到一預測二維特徵三角形，因此可以用前述提到的誤差函式來測量由預測二維特徵三角形與真實二維特徵三角形之誤差值。如果誤差值比經由前述估算求得的二維特徵三角形與真實二維特徵三角形之誤差值還要

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（18）

小，則採用預測法得到的三維特徵三角形來取代估算得到的三維特徵三角形，否則仍然採用估算得到的三維特徵三角形。

由於 Grey System 預測法是直接產生下一步的三維位置，因此，不能得到其對應的幾何移動變換情形。然而由於只需在三維對三維的對應關係下，計算其三維幾何變換，故可依據 Thomas S. Huang, and Arun N. netravali, "Motion and Structure from Feature Correspondences: A Review,"Proceedings of the IEEE, vol. 82, No. 2, pp. 252-268, Feb.1994 中，Huang 和 Netravali 所提出之演算法，來解決前述問題，其中所需要的 3x3 矩陣奇異值分解 (singular value decomposition, SVD)是利用 Meschach 這個數值運算函式庫。

其中依據連續影像之幾何變換，可以得到各影像之三維特徵三角形之座標值及其法向量。

步驟 S70

依據該步驟，可將該些幾何變換如旋轉矩陣 R 與平移矩陣 t，透過傳輸媒介如網路 35 傳送至第一處理裝置 40，令使用者之原始影像產生對應之頭部運動。

此外，可以對臉部變化較多之部分，如眼睛和嘴巴，採用 Kiyoharu Aizawa, and Thomas S. Huang, "Model-Based Image Coding：Advanced Video Coding Techniques for Very Low Bit-Rate Applications," Proceedings of the

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（19）

IEEE, vol. 83, No. 2, pp. 259-271, Feb.1995 中 Kiyoharu 和 Huang 所提之「剪貼法」(clip-and-paste method)來作臉部影像合成(face synthesis)。

執行結果

第二處理裝置 30 之整個三維頭部運動的計算系統是在 Microsoft 公司的 Windows95 平台下發展的。為了便於除錯及更清楚的顯示計算的結果，本實施例係把計算出的臉部面對方向傳到第一處理裝置 40，如第 9a 至 9l 圖所示，其為從一段三維頭部運動計算結果的視訊影像中截取的片段畫面，計算的結果，可得各三維幾何變換如轉動與平移之資料，但為清楚說明起見，在此以三維特徵三角形 91 及其法向量 93 來表示，其中法向量 93 的方向即為臉部所面對的方向。

整體系統的執行速度在 Pentium-II 400MHz 的個人電腦上每秒可達二十五格以上，如第 9a 至 9l 圖所示，由於所需要的特徵點只有三個：雙眼和鼻子，因此使用者可以在三秒鐘之內透過點選裝置完成點選動作。

頭部校準的程序非常簡單，使用者只須正面對著攝影機，在一秒內即可完成校準的程序。事實上使用者並不會感覺到在作校準的程序。在實驗中，對於不同的人、不同的攝影機、及不同的光源環境之下，這個程序都同樣可以順利進行。此外，在校準時，使用者的頭也不一定要在攝影機所拍到的畫面的正中央，因為校準程序會自動將原點重置為所萃取到的特徵三角形的中心。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（20）

此外，本方法在 Pentium-II 233MHz 的個人電腦上每秒可計算 250 次以上。

雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

A5
B5

四、中文發明摘要（發明之名稱：使用臉部三點特徵值於三維頭部運動之影像處理方法）

一種使用臉部三點特徵值於三維頭部運動之影像處理方法，包括：提供一使用者之原始影像予一第一處理裝置；捕捉使用者之第一影像予一第二處理裝置；自第二處理裝置中選取第一影像之臉部三個特徵點，形成一三維特徵三角形；於使用者進行頭部運動時，捕捉使用者之連續影像予第二處理裝置；追蹤該些連續影像對應之臉部三個特徵點，形成一連串之真實二維特徵三角形；利用最陡下坡疊代法將三維特徵三角形作自由選轉與平移，並從其中選取使連續兩個真實二維特徵三角形誤差為可接受之幾何變換，依序重複本步驟至連續影像之最後一張，形成對應各連續影像之幾何變換；將該些

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）
訂
線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

A5
B5

四、中文發明摘要（發明之名稱：　　）

幾何變換傳送至第一處理裝置，以令使用者之原始影像產生對應之頭部運動。

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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

1. 一種使用臉部三點特徵值於三維頭部運動之影像處理方法，包括下列步驟：

(a)提供一使用者之原始影像予一第一處理裝置；

(b)捕捉該使用者之一第一影像予一第二處理裝置；

(c)自該第二處理裝置中選取第一影像之臉部三個特徵點，形成一三維特徵三角形；

(d)於該使用者進行頭部運動時，捕捉該使用者之連續影像予該第二處理裝置；

(e)追蹤該些連續影像對應之臉部三個特徵點，形成一連串之真實二維特徵三角形；

(f)將該三維特徵三角形作自由轉動與平移，形成複數個幾何變換，並從其中選取一幾何變換，使連續兩個真實二維特徵三角形誤差為可接受者，依序重複本步驟至連續影像之最後一張，取對應各連續影像之幾何變換；及

(g)將該些幾何變換傳送至該第一處理裝置，以令該使用者之原始影像產生對應之頭部運動。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該原始影像為使用者之既存照片。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該步驟(b)，係由一攝影裝置捕捉使用者之第一影像予一第二處理裝置。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

步驟(c)，係以定位裝置自該第二處理裝置中選取第一影像之臉部三個特徵點，形成一三維特徵三角形。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該步驟(c)，係以滑鼠自該第二處理裝置中選取第一影像之臉部三個特徵點，形成一三維特徵三角形。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該些幾何變換包括三維特徵三角形之三點座標值及法向量。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該三個特徵點，係點選在臉部中大約視為剛體之部分。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該三個特徵點，係點選在臉部雙眼外側的眼角及鼻子。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該三個特徵點，係點選在臉部雙耳尖及下巴尖。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該步驟(f)，該三維特徵三角形係先作轉動再作平移。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該頭部運動在轉動時的軸心係選擇頸部中心點。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該步驟(g)，係藉一傳輸媒介將該些幾何變換傳送至該第一處理裝置，以令該使用者之原始影像產生對應之頭部運動。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中，該步驟(g)，傳輸媒介包括網路傳輸媒介。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

14. 一種使用臉部三點特徵值於三維頭部運動之影像處理方法，包括下列步驟：

(a)提供一使用者之原始影像予一第一處理裝置；

(b)由一攝影裝置捕捉使用者之第一影像予一第二處理裝置；

(c)以定位裝置自該第二處理裝置中選取該第一影像之臉部三個特徵點；

(d)依據該臉部的三個特徵點預建一三維特徵三角形；

(e)於該使用者進行頭部運動時，由該攝影裝置捕捉使用者自第一影像後之連續影像予該第二處理裝置；

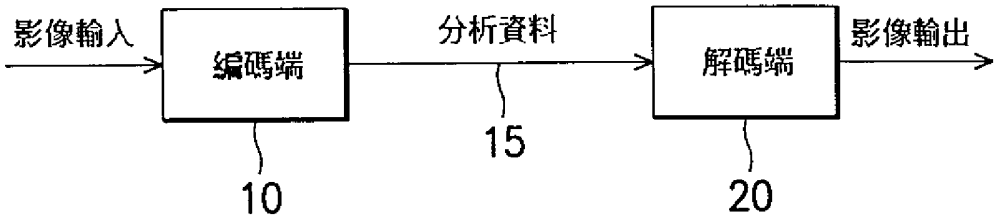
(f)依據該第一影像之臉部的三個特徵點追蹤該些連續影像對應之臉部的三個特徵點，形成一連串之真實二維特徵三角形；

(g)以連續兩個為一組，於該些一連串之真實二維特徵三角形中，利用最陡下坡疊代法將該預建三維特徵三角形作自由選轉與平移，形成 12 個幾何變換，並從其中選取使該連續兩個真實二維特徵三角形誤差距離為可接受者，形成一估算之三維特徵三角形；

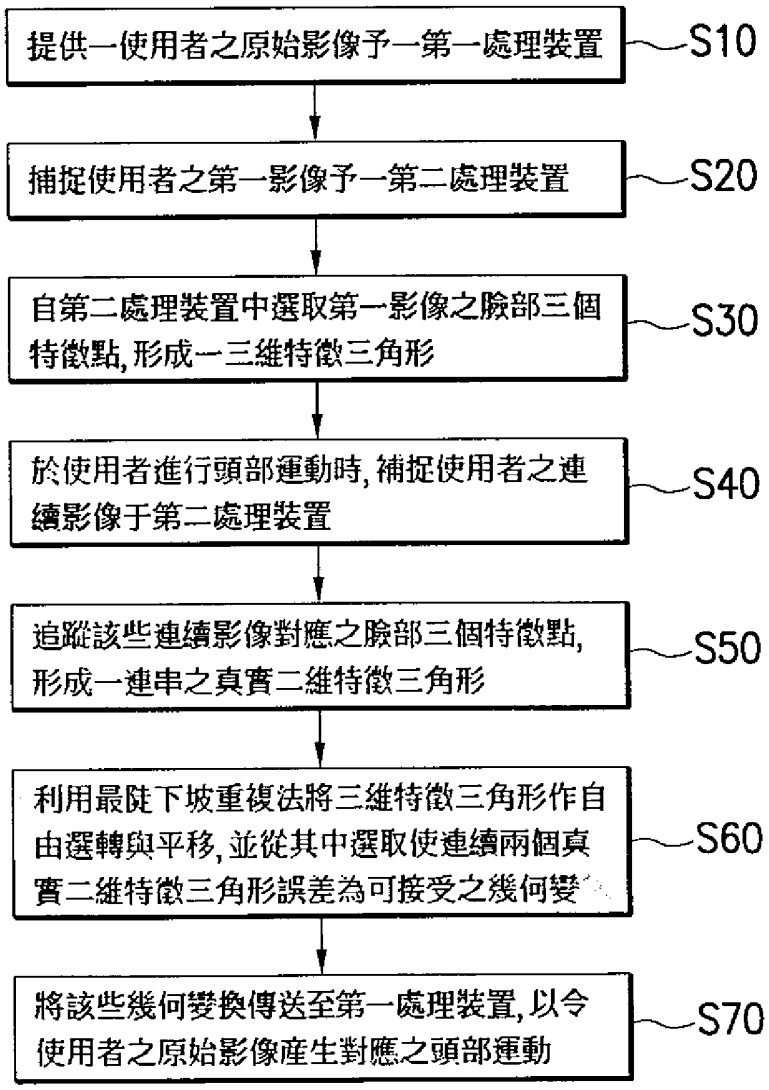
(h)依序，以該估算之三維特徵三角形取代預建三維特徵三角形，重複步驟(g)至該些連續影像之最後一張；

(i)將該些幾何變換資料傳送至該第一處理裝置，以使該使用者之原始影像產生對應之頭部運動。

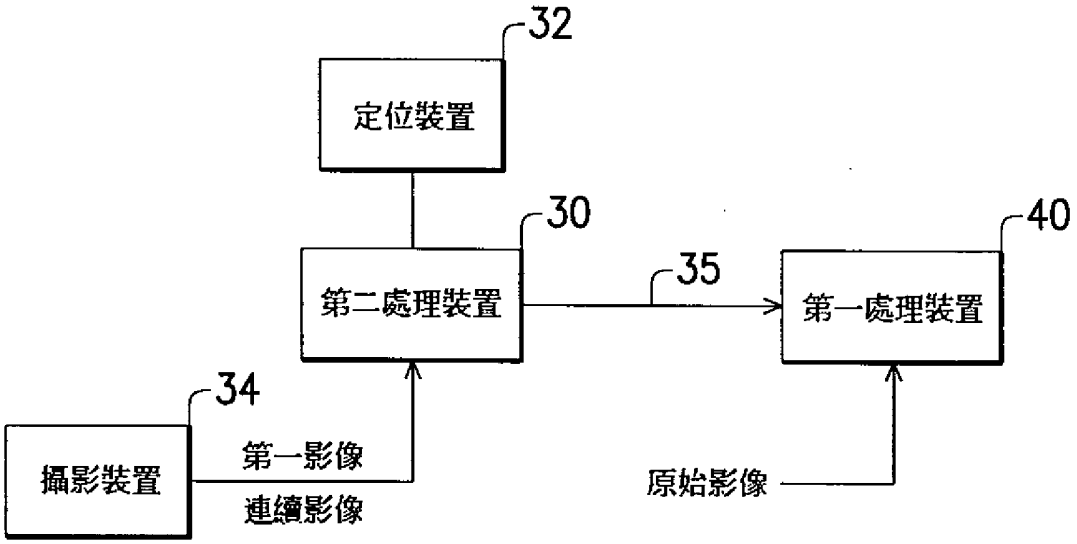
（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）


影像輸入
編碼端
分析資料
解碼端
影像輸出
10
15
20

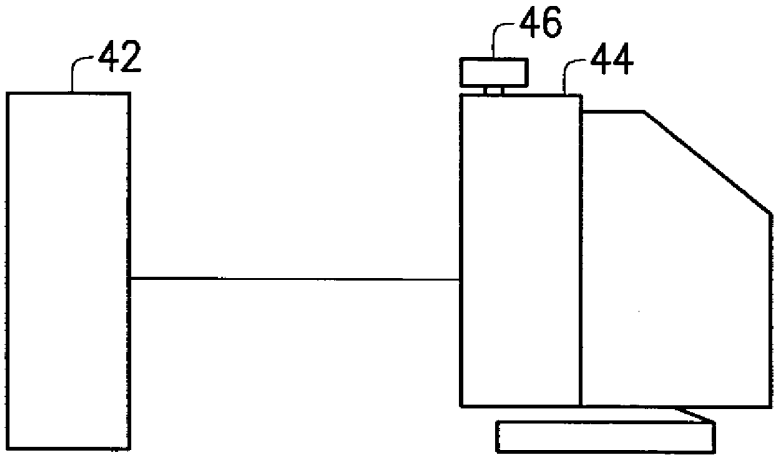
第 1 圖


提供一使用者之原始影像予一第一處理裝置
S10
捕捉使用者之第一影像予一第二處理裝置
S20
自第二處理裝置中選取第一影像之臉部三個特徵點,形成一三維特徵三角形
S30
於使用者進行頭部運動時,補捉使用者之連續影像于第二處理裝置
S40
追蹤該些連續影像對應之臉部三個特徵點,形成一連串之真實二維特徵三角形
S50
利用最陡下坡重複法將三維特徵三角形作自由選轉與平移,並從其中選取使連續兩個真實二維特徵三角形誤差為可接受之幾何變
S60
將該些幾何變換傳送至第一處理裝置,以令使用者之原始影像產生對應之頭部運動
S70

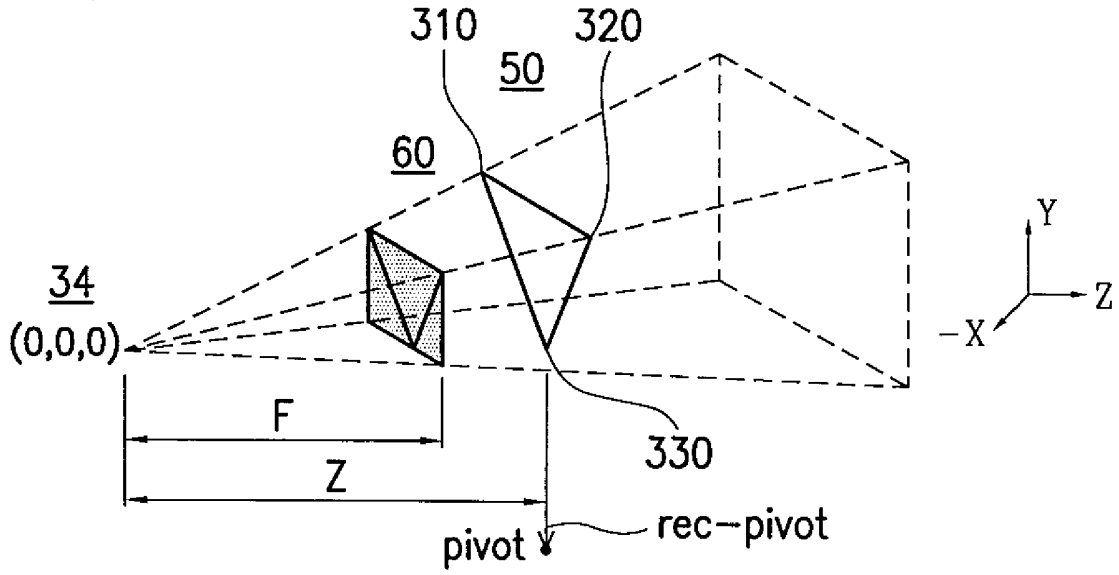
第 2 圖



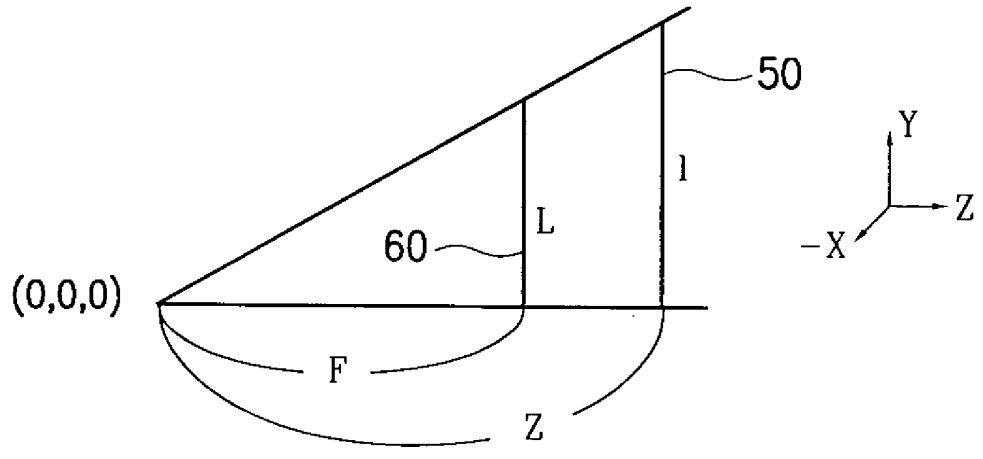
第 3 圖



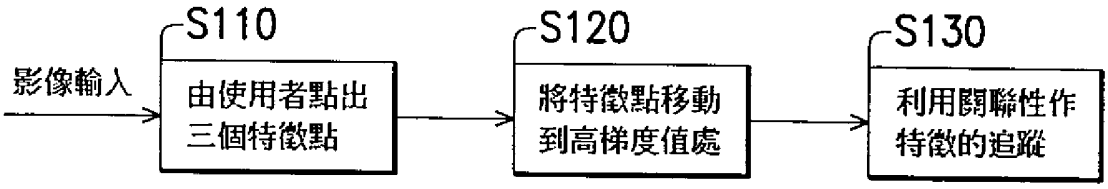
第 4 圖


310
320
50
60
34
(0,0,0)
F
Z
330
pivot
rec-pivot
Y
Z
-X

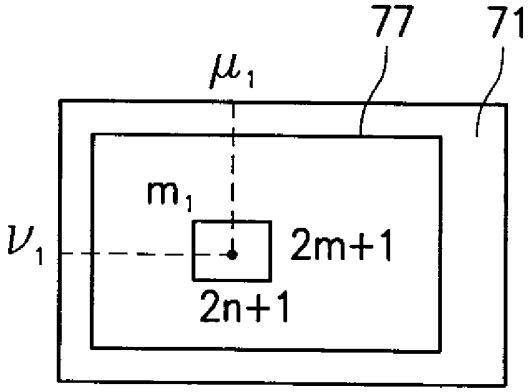
第5a圖


50
l
L
60
(0,0,0)
F
Z
Y
Z
-X

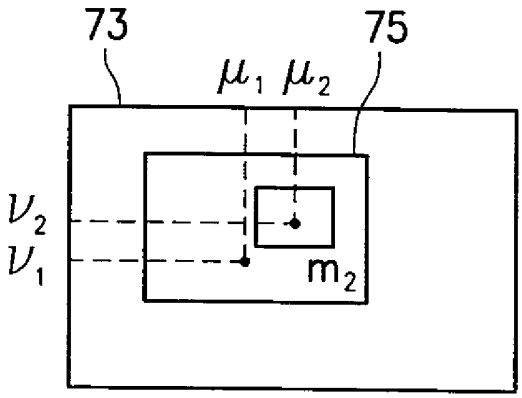
第5b圖



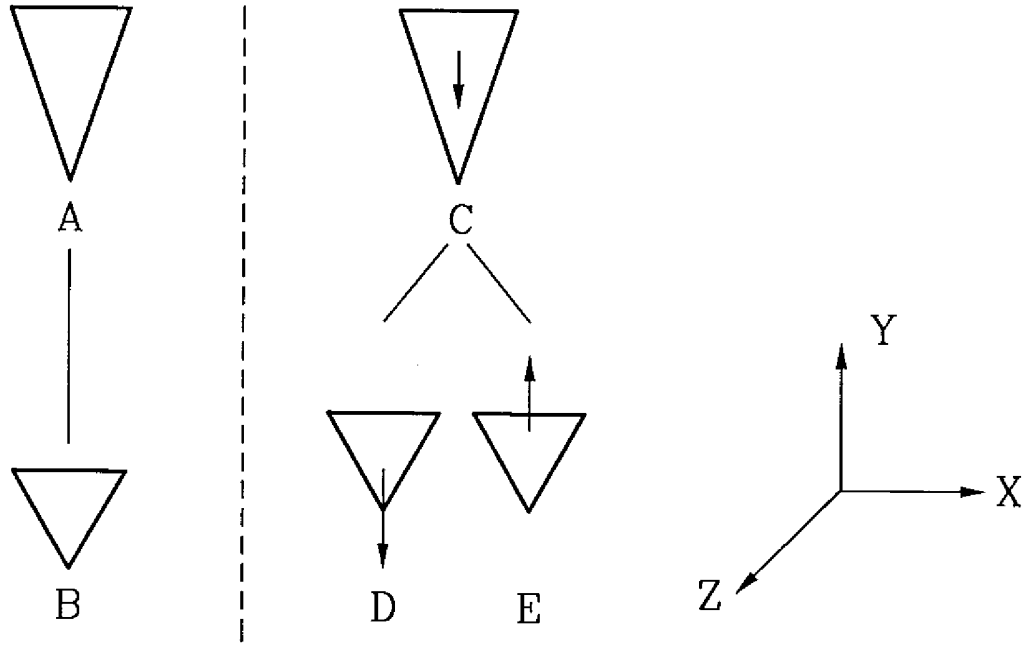
第 6 圖



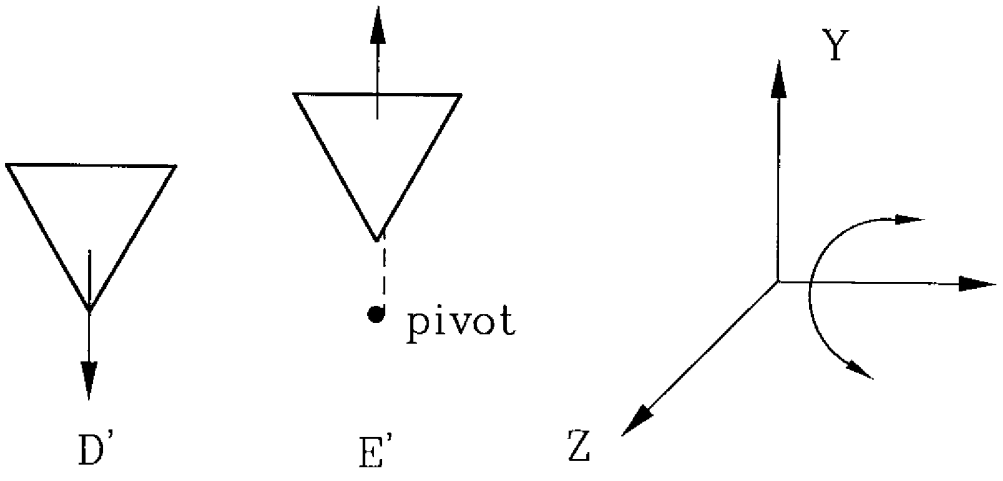
第7a圖



第7b圖



第8a圖



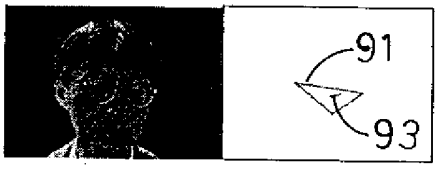
第8b圖



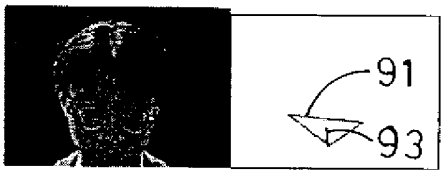
第9a圖



第9g圖



第9b圖



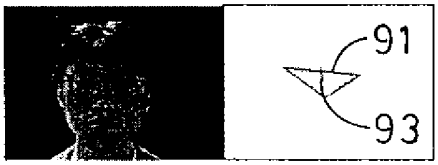
第9h圖



第9c圖



第9i圖



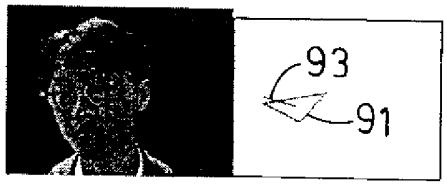
第9d圖



第9j圖



第9e圖



第9k圖



第9f圖



第9l圖