



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201626327 A

(43) 公開日：中華民國 105 (2016) 年 07 月 16 日

(21) 申請案號：104100910

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 12 日

(51) Int. Cl. : G06T5/00 (2006.01) G06T7/00 (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：劉育綸 LIU, YU LUN (TW)；杭學鳴 HANG, HSUEH MING (TW)；蔡文祥 TSAI, WEN HSIANG (TW)

(74) 代理人：陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：9 共 29 頁

(54) 名稱

用於立體影像合成之逆向深度映射方法

BACKWARD DEPTH MAPPING METHOD FOR STEREOSCOPIC IMAGE SYNTHESIS

(57) 摘要

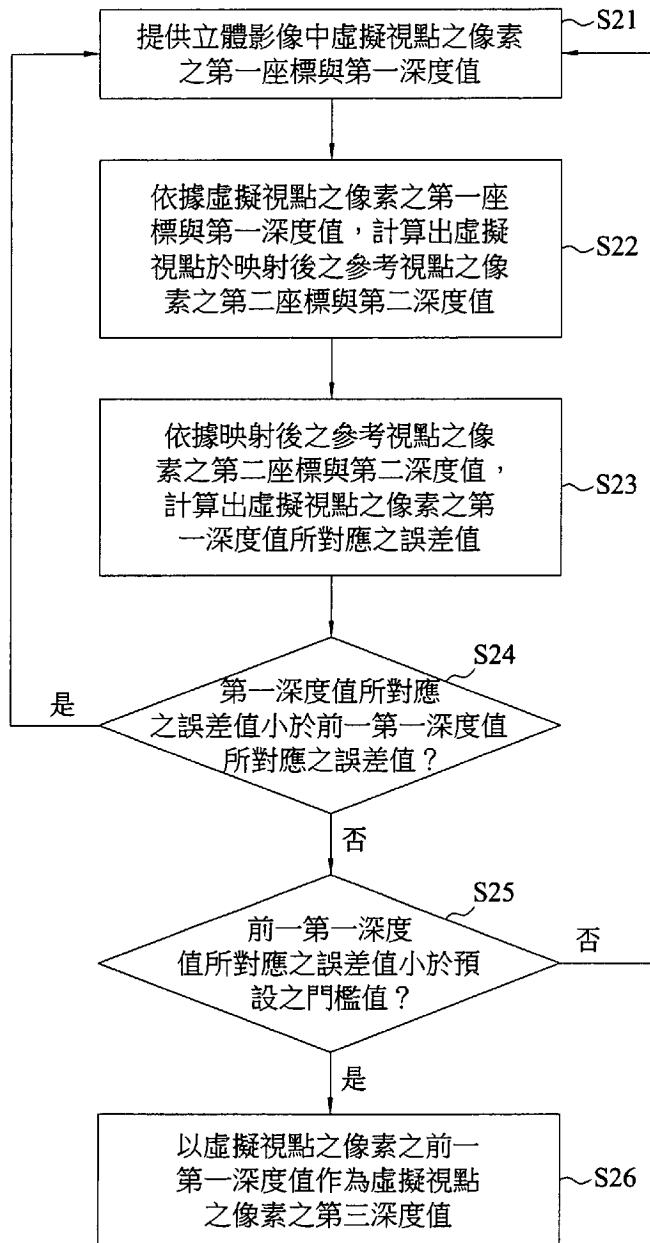
一種用於立體影像合成之逆向深度映射方法，係包括：提供立體影像中虛擬視點之像素之第一座標與第一深度值；依據虛擬視點之像素之第一座標與第一深度值，計算出虛擬視點於映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值；依據映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值，計算出虛擬視點之像素之第一深度值所對應之誤差值；以及依據虛擬視點之像素之第一深度值所對應之誤差值，決定虛擬視點之像素之第三深度值。藉此，本發明能避免虛擬視點產生裂縫、以及背景之像素出現在前景之裂縫中。

The invention is a backward depth mapping method for stereoscopic image synthesis, which comprises: providing a first coordinate and a first depth value of pixel of virtual view in a stereoscopic image; calculating a second coordinate and a second depth value of pixel of reference view after mapping the virtual view based on the first coordinate and the first depth value of pixel of the virtual view; calculating an error value corresponding to the first depth value of pixel of the virtual view based on the mapped second coordinate and second depth value of pixel of the reference view; determining a third depth value of pixel of the virtual view based on the error value corresponding to the first depth value of pixel of the virtual view. Thereby, the invention can avoid the virtual view producing crack and the pixel of background appearing at the crack of the foreground.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S21 至 S26 . . . 步驟



第5圖

## 發明摘要

※申請案號：104100910

※申請日：104.1.12

※IPC分類：

G06T 7/00  
G06T 1/00

## 【發明名稱】(中文/英文)

用於立體影像合成之逆向深度映射方法

BACKWARD DEPTH MAPPING METHOD FOR  
STEREOSCOPIC IMAGE SYNTHESIS

## 【中文】

一種用於立體影像合成之逆向深度映射方法，係包括：提供立體影像中虛擬視點之像素之第一座標與第一深度值；依據虛擬視點之像素之第一座標與第一深度值，計算出虛擬視點於映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值；依據映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值，計算出虛擬視點之像素之第一深度值所對應之誤差值；以及依據虛擬視點之像素之第一深度值所對應之誤差值，決定虛擬視點之像素之第三深度值。藉此，本發明能避免虛擬視點產生裂縫、以及背景之像素出現在前景之裂縫中。

## 【英文】

The invention is a backward depth mapping method for stereoscopic image synthesis, which comprises: providing a first coordinate and a first depth value of pixel of virtual view in a stereoscopic image; calculating a second coordinate and a second depth value of pixel of reference view after mapping the virtual view based on the first coordinate and the first depth value of pixel of the virtual view; calculating an error value corresponding to the first depth value of pixel of the virtual view based on the mapped second coordinate and second depth value of pixel of the reference view; determining a third depth value of pixel of the virtual view based on the error value corresponding to the first depth value of pixel of the virtual view. Thereby, the invention can avoid the virtual view producing crack and the pixel of background appearing at the crack of the foreground.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 5 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

S21 至 S26 步驟

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

無。

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

用於立體影像合成之逆向深度映射方法

BACKWARD DEPTH MAPPING METHOD FOR  
STEREOSCOPIC IMAGE SYNTHESIS

## 【技術領域】

本發明係關於一種逆向深度映射方法，特別是指一種用於立體(三維)影像合成之逆向深度映射方法。

## 【先前技術】

第 1 圖係繪示習知技術中以深度影像繪圖法產生新視角之示意圖。如圖所示，由於視點合成是立體(3D)內容產生的一個重要部分，故通常使用複數交錯設置之參考相機 11 與虛擬相機 12 以產生立體影像 10 之虛擬視點，並使用深度影像繪圖法以進行視點合成，且使用色彩與深度的資訊以創造新視角。

第 2 圖係繪示習知技術中參考視點與虛擬視點之映射狀態示意圖。如圖所示，虛擬視點  $v$  中之物體 15 之尺寸係大於參考視點  $r$  中之物體 14 之尺寸，這種特性尤其會發生在斜物體 13 或合成外插影像中。在此種情形下，若以該參考視點  $r$  當作參考，並將該參考視點  $r$  之每一像素映射至該虛擬視點  $v$  中，則會有一些在該虛擬視點  $v$  中之像素不會被該參考視點  $r$  中之任何像素映射到。為了修正此種瑕疵，傳統方法在映射後之深度圖上使用中值濾波器以填補

該些像素之像素間隙，但該中值濾波器卻會破壞該虛擬視點  $v$  之深度邊緣。

第 3A 圖與第 3B 圖係分別繪示習知技術中以正向深度映射法映射參考視點至虛擬視點之示意圖，第 4A 圖與第 4B 圖係分別繪示習知技術中以正向深度映射法產生立體影像之虛擬視點之深度圖。

如第 3A 圖與第 3B 圖所示，在傳統的深度映射法中，正向映射被使用在左深度圖與右深度圖中以產生虛擬視點  $v$  之深度圖。但由於該虛擬視點  $v$  之像素 17 之水平座標  $u_v$  與垂直座標均為整數值的限制，以致映射後之深度圖可能會於複數像素 17 中產生部分的像素間隙 172，因而形成第 4A 圖與第 4B 圖中立體影像 10 之虛擬視點  $v$  之裂縫 173。在第 3A 圖與第 3B 圖中，該參考視點  $r$  之像素 16 之深度值可由視差值 (disparity) 161 推導而得，該虛擬視點  $v$  之像素 17 之深度值可由視差值 171 推導而得。

在第 3A 圖之正向深度映射法之第一種量化誤差中，斜物體中會出現第 4A 圖與第 4B 圖之裂縫 173。在第 3B 圖之正向深度映射法之第二種量化誤差中，當該參考視點  $r$  之像素 16 映射至該虛擬視點  $v$  時，該參考視點  $r$  之像素 16 之視差值 161 (或深度值) 會映射至該虛擬視點  $v$  之像素 17 之像素間隙 172 中以作為該視差值 171 (或深度值)，因而導致背景 18a 之內容會出現在前景 18b 之內容中。

上述二種量化誤差之發生原因，主要是習知技術從該參考視點  $r$  對應每一像素 16 至該虛擬視點  $v$  中，所以該參

考視點  $r$  之像素 16 之水平座標  $u_r$ 、垂直座標與視差值 161(或深度值)在經過四捨五入後，該參考視點  $r$  之複數像素 16 無法全部對應到該虛擬視點  $v$  之複數像素 17 中，以致該虛擬視點  $v$  之複數像素 17 之間會產生像素間隙 172 及裂縫 173。

因此，如何克服上述先前技術之問題，實已成為目前亟欲解決的課題。

### 【發明內容】

本發明係提供一種用於立體影像合成之逆向深度映射方法，可以避免虛擬視點產生像素間隙與裂縫，並避免背景之像素出現在前景之裂縫中。

該逆向深度映射方法係包括：提供立體影像中虛擬視點之像素之第一座標與第一(預設)深度值；依據該虛擬視點之像素之第一座標與第一(預設)深度值，計算出該虛擬視點於映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值；依據該映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值，計算出該虛擬視點之像素之第一(預設)深度值所對應之誤差值；以及依據該虛擬視點之像素之第一(預設)深度值所對應之誤差值，決定該虛擬視點之像素之第三(實際)深度值。

該逆向深度映射方法可進一步包括：在決定出該虛擬視點之像素之第三(實際)深度值前，先判斷該虛擬視點之像素之第一(預設)深度值所對應之誤差值是否小於該虛擬視點之像素之前一第一(預設)深度值所對應之誤差值。



若該虛擬視點之像素之第一(預設)深度值所對應之誤差值小於該前一第一(預設)深度值所對應之誤差值時，則提供該虛擬視點之像素之下一第一(預設)深度值，進而以降冪方式或升冪方式繼續計算該下一第一(預設)深度值所對應之誤差值。

若該虛擬視點之像素之第一(預設)深度值所對應之誤差值大於或等於該前一第一(預設)深度值所對應之誤差值時，則判斷該虛擬視點之像素之前一第一(預設)深度值所對應之誤差值是否小於門檻值。

當該虛擬視點之像素之前一第一(預設)深度值所對應之誤差值小於該門檻值時，則以該虛擬視點之像素之前一第一(預設)深度值作為該虛擬視點之像素之第三(實際)深度值。

該映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值可依據下列逆向深度映射演算法計算之：

$$A^{-1} \left( z_v \begin{bmatrix} u_v \\ v_v \\ 1 \end{bmatrix} - b \right) = z' \begin{bmatrix} u' \\ v' \\ 1 \end{bmatrix}$$

該誤差值可依據下列誤差值演算法計算之：

$$E = \min_{\substack{u_r = \text{floor}(u') \text{ or } \text{ceil}(u') \\ v_r = \text{floor}(v') \text{ or } \text{ceil}(v')}} [(u_r - u')^2 + (v_r - v')^2 + (D(u_r, v_r) - z')^2]$$

由上述內容可知，本發明中用於立體影像合成之逆向深度映射方法，係主要採用逆向深度映射演算法與誤差值

演算法，並將虛擬視點之像素之第一座標與第一(預設)深度值映射至參考視點之像素之第二座標與第二深度值，且依據該映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值，計算出該虛擬視點之像素之第一(預設)深度值所對應之誤差值，再依據該誤差值進一步決定該虛擬視點之像素之第三(實際)深度值。

因此，本發明能解決習知技術之虛擬視點之複數像素之間產生像素間隙之問題，以避免立體影像之虛擬視點會產生裂縫，同時本發明亦能克服習知技術之參考視點之背景之像素映射至虛擬視點之像素之像素間隙中之狀況，以避免該背景之像素於映射後出現在前景之裂縫中，進而提升立體影像合成之虛擬視點之品質。

### 【圖式簡單說明】

第 1 圖係繪示習知技術中以深度影像繪圖法產生新視角之示意圖；

第 2 圖係繪示習知技術中參考視點與虛擬視點之映射狀態示意圖；

第 3A 圖與第 3B 圖係分別繪示習知技術中以正向深度映射法映射參考視點至虛擬視點之示意圖；

第 4A 圖與第 4B 圖係分別繪示習知技術中以正向深度映射法產生立體影像之虛擬視點之深度圖；

第 5 圖係繪示本發明中用於立體影像合成之逆向深度映射方法之流程圖；

第 6A 圖與第 6B 圖係分別繪示本發明中以逆向深度映

射方法映射虛擬視點至參考視點之示意圖；

第 7 圖係繪示本發明中虛擬視點及其映射後之參考視點之像素之座標與深度值之對應關係圖；

第 8A 圖與第 8B 圖係分別繪示本發明中虛擬視點之像素之預設深度值與誤差值之對應關係圖；以及

第 9A 圖與第 9B 圖係分別繪示本發明中以逆向深度映射方法產生立體影像之虛擬視點之深度圖。

### 【實施方式】

以下藉由特定的具體實施例說明本發明之實施方式，熟悉此技術之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地了解本發明之其他優點與功效，亦可藉由其他不同的具體實施例加以施行或應用。

第 5 圖係繪示本發明中用於立體影像合成之逆向深度映射方法之流程圖，第 6A 圖與第 6B 圖係分別繪示本發明中以逆向深度映射方法映射虛擬視點至參考視點之示意圖，第 7 圖係繪示本發明中虛擬視點及其映射後之參考視點之像素之座標與深度值之對應關係圖，第 8A 圖與第 8B 圖係分別繪示本發明中虛擬視點之像素之預設深度值與誤差值之對應關係圖，第 9A 圖與第 9B 圖係分別繪示本發明中以逆向深度映射方法產生立體影像之虛擬視點之深度圖。

如第 5 圖至第 8B 圖所示，本發明之逆向深度映射方法可應用於電子裝置(如立體電視)、或各種具有立體影像合成功能之電子裝置(圖中未繪示)上，且該逆向深度映射

方法係主要包括下列步驟：

在第 5 圖之步驟 S21 與第 6A 圖至第 8B 圖中，先提供該電子裝置之立體影像中虛擬視點  $v$  之像素 32 之第一座標與第一(預設)深度值  $z_v$ ，且該第一(預設)深度值  $z_v$  係無單位並可表示為預先設定、假設、可能或潛在之深度值。該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第一座標可包括水平座標  $u_v$  與垂直座標  $v_v$ ，且該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第一(預設)深度值  $z_v$  係取自複數整數值所構成之序列(如深度值 255 至 1)之一者。接著，進至第 5 圖之步驟 S22。

在第 5 圖之步驟 S22 與第 6A 圖至第 8B 圖中，使用該電子裝置內部或外部之處理器(如中央處理器或算術邏輯單元)或處理程式，並依據該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第一座標(水平座標  $u_v$ 、垂直座標  $v_v$ )與第一(預設)深度值  $z_v$ ，計算出該虛擬視點  $v$  於映射後之參考視點  $r$  之像素 31 之第二座標(水平座標  $u'$ 、垂直座標  $v'$ )與第二深度值  $z'$ ，如下列逆向深度映射演算法(1)。

該映射後之參考視點  $r$  之像素 31 之第二座標(水平座標  $u'$ 、垂直座標  $v'$ )與第二深度值  $z'$  可依據下列逆向深度映射演算法(1)計算之：

$$A^{-1}(z_v \begin{bmatrix} u_v \\ v_v \\ 1 \end{bmatrix} - b) = z' \begin{bmatrix} u' \\ v' \\ 1 \end{bmatrix} \dots \dots \dots (1)$$

同時，上述逆向深度映射演算法(1)可依據下列習知技術中正向深度映射法(2)加以修正而得：

$$z_v \begin{bmatrix} u_v \\ v_v \\ 1 \end{bmatrix} = z_r A \begin{bmatrix} u_r \\ v_r \\ 1 \end{bmatrix} + b \quad \dots \dots \dots (2)$$

上述逆向深度映射演算法(1)與正向深度映射法(2)中， $A^{-1}$ 表示反矩陣， $b$ 表示3乘1矩陣， $u_v$ 、 $v_v$ 與 $z_v$ 分別表示該虛擬視點 $v$ 之像素32之水平座標、垂直座標及深度值， $u_r$ 、 $v_r$ 與 $z_r$ 分別表示該映射後之參考視點 $r$ 之像素31之水平座標、垂直座標及深度值， $z_r$ 表示該參考視點 $r$ 之像素31之深度值(如255至1)。

上述逆向深度映射演算法(1)亦可包括下列公式(3)：

$$\begin{cases} A = Q_v Q_r^{-1} & b = Q_v (c_r - c_v) \\ Q_v = K_v \cdot R_v & Q_r = K_r \cdot R_r \\ c_r = -R_r^T \cdot t_r & c_v = -R_v^T \cdot t_v \end{cases} \quad \dots \dots \dots (3)$$

上述公式(3)中， $A$ 表示3乘3矩陣， $K_v$ 與 $K_r$ 分別表示該虛擬視點 $v$ 及該參考視點 $r$ 之內部參數， $R_v$ 與 $R_r$ 分別表示該虛擬視點 $v$ 及該參考視點 $r$ 之旋轉矩陣， $t_v$ 與 $t_r$ 分別表示該虛擬視點 $v$ 與該參考視點 $r$ 之平移向量， $T$ 表示轉置矩陣。接著，進至第5圖之步驟S23。

在第5圖之步驟S23與第6A圖至第8B圖中，依據該映射後之參考視點 $r$ 之像素31之第二座標(水平座標 $u_r$ 、垂直座標 $v_r$ )與第二深度值 $z_r$ ，計算出該虛擬視點 $v$ 之像素32之第一(預設)深度值 $z_v$ 所對應之誤差值 $E$ (無單位)。

該誤差值 $E$ 可依據下列誤差值演算法(4)計算之：

$$E = \min_{\substack{u_r = \text{floor}(u') \text{ or } \text{ceil}(u') \\ v_r = \text{floor}(v') \text{ or } \text{ceil}(v')}} [(u_r - u')^2 + (v_r - v')^2 + (D(u_r, v_r) - z')^2] \dots (4)$$

上述誤差值演算法(4)中， $u_r$ 、 $v_r$ 與  $D(u_r, v_r)$ 分別表示該參考視點  $r$  之像素 31 之水平座標、垂直座標及深度值， $\text{floor}(u')$ 與  $\text{floor}(v')$ 分別表示取該映射後之參考視點  $r$  之像素 31 之水平座標  $u'$ 及該垂直座標  $v'$ 之地板函數， $\text{ceil}(u')$ 與  $\text{ceil}(v')$ 分別表示取該映射後之參考視點  $r$  之像素 31 之水平座標  $u'$ 及該垂直座標  $v'$ 之天花板函數， $\min$ 表示取最小值。

由於該映射後之參考視點  $r$  之像素 31 之水平座標  $u'$ 、垂直座標  $v'$ 及深度值  $z'$ 均為浮點數，亦即帶有小數點之數值，故可以該地板函數  $\text{floor}(u')$ 與地板函數  $\text{floor}(v')$ 分別取得大於該映射後之參考視點  $r$  之像素 31 之水平座標  $u'$ 及垂直座標  $v'$ 之整數值，並以該天花板函數  $\text{ceil}(u')$ 與天花板函數  $\text{ceil}(v')$ 分別取得小於該映射後之參考視點  $r$  之像素 31 之水平座標  $u'$ 及垂直座標  $v'$ 之整數值。

而且，上述誤差值演算法(4)中， $u_r = \text{floor}(u') \text{ or } \text{ceil}(u')$ 與  $v_r = \text{floor}(v') \text{ or } \text{ceil}(v')$ 係表示取得鄰近該參考視點  $r$  之像素 31 之水平座標與垂直座標  $(u', v')$ 之四個整數值的像素，即第一像素  $(\text{floor}(u'), \text{floor}(v'))$ 、第二像素  $(\text{floor}(u'), \text{ceil}(v'))$ 、第三像素  $(\text{ceil}(u'), \text{floor}(v'))$ 與第四像素  $(\text{ceil}(u'), \text{ceil}(v'))$ ，如第 7 圖所示。

因此，假設該參考視點  $r$  之像素 31 之座標  $(u', v') = (1.23, 3.45)$ ，則該第一像素  $(\text{floor}(u'), \text{floor}(v')) = (1, 3)$ ，該第二像

素 ( $\text{floor}(u'), \text{ceil}(v')$ )=(1, 4)，該第三像素 ( $\text{ceil}(u')$ ,  $\text{floor}(v')$ )=(2, 3)，該第四像素 ( $\text{ceil}(u')$ ,  $\text{ceil}(v')$ )=(4, 4)。藉此，可將該第一像素至該第四像素之數值分別帶入上述誤差值演算法(4)中以計算出該誤差值  $E$ ，並依據該誤差值  $E$  以初步判斷是否得出該虛擬視點  $v$  之像素 32 之深度值  $z_v$ 。

爲了取得該虛擬視點  $v$  之像素 32 之正確或較佳的第三(實際)深度值  $z_v$ ，本發明可繼續進行下述第 5 圖之步驟 S24 至步驟 S26。

在第 5 圖之步驟 S24 與第 6A 圖至第 8B 圖中，在決定出該虛擬視點  $v$  之像素 32 之正確或較佳的第三(實際)深度值  $z_v$  前，可先判斷該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$  是否小於該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$ 。若是，則返回第 5 圖之步驟 S21；若是，則進至第 5 圖之步驟 S25。

當返回步驟 S21 時，表示該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E_n$  小於該前一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$ ，則提供該虛擬視點  $v$  之像素 32 之下一第一(預設)深度值  $z_v$ ，進而以降冪方式或升冪方式繼續計算該下一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$ 。該降冪方式可爲每次自複數第一(預設)深度值  $z_v$  (如深度值 255 至 1) 中往下提取下一個小於目前深度值  $z_v$  (如深度值 101) 之深度值  $z_v$  (如深度值 100)，而該升冪方式可爲每次自複數第一(預設)深度值  $z_v$  (如深度值 1 至 255) 中往上提取下一個大於目前深度值  $z_v$  (如深度值 101) 之深度值  $z_v$  (如深

度值 102)，請參見第 8A 圖與第 8B 圖且圖式中僅顯示部分的深度值  $z_v$  以供說明之。

在第 5 圖之步驟 S25 與第 6A 圖至第 8B 圖中，若該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E_n$  並非小於(即大於或等於)該前一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$  時，則判斷該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$  是否小於預設之門檻值  $\delta$ 。若否，則返回步驟 S21；若是，則進至步驟 S26。

當返回步驟 S21 時，表示該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$  並非小於(即大於或等於)該門檻值  $\delta$ ，則同樣提供該虛擬視點  $v$  之像素 32 之下一第一(預設)深度值  $z_v$ ，進而以降冪方式或升冪方式繼續計算該下一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$ 。

在第 5 圖之步驟 S26 與第 6A 圖至第 8B 圖中，當該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$  小於該門檻值  $\delta$  時，則以該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$  作為該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第三(實際)深度值  $z_v$ ，且該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$  係為第一個小於該門檻值  $\delta$  之最小誤差值。

關於上述第 5 圖中步驟 S24 至步驟 26 之實施例，舉例而言，如第 8A 圖所示(請一併參閱第 6A 圖至第 7 圖)，假設該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第一(預設)深度值  $z_v$ (如深度值  $z_v=111$ )所對應之誤差值  $E$ (如誤差值  $E_n=0.01$ )，係小於該虛



擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$ (如深度值  $z_v=110$ )所對應之誤差值  $E$ (如誤差值  $E_{n-1}=0.00615$ )，並進一步判斷出該誤差值  $E$  小於該門檻值  $\delta$  (如門檻值  $\delta =0.75$ )。藉此，即可以該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$ (如深度值  $z_v=110$ )作為該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第三(實際)深度值  $z_v$ ，且該前一第一(預設)深度值  $z_v$  係位於第一區域  $D1$  內，亦即該前一第一(預設)深度值  $z_v$  係為第一個小於該門檻值  $\delta$  之誤差值  $E$  所對應之預設深度值  $z_v$ 。

再舉例而言，如第 8A 圖所示(請一併參閱第 6A 圖至第 7 圖)，假設該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第一(預設)深度值  $z_v$ (如深度值  $z_v=84$ )所對應之誤差值  $E$ (如誤差值  $E_n=0.02$ )，係小於該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$ (如深度值  $z_v=83$ )所對應之誤差值  $E$ (如誤差值  $E_{n-1}=0.01$ )，並進一步判斷出該誤差值  $E$  小於該門檻值  $\delta$  (如門檻值  $\delta =0.75$ )。雖然該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$ (如深度值  $z_v=83$ )也可作為該虛擬視點  $v$  之像素 32 之深度值  $z_v$ ，但因該前一第一(預設)深度值  $z_v$  係位於第二區域  $D2$  內，亦即該前一第一(預設)深度值  $z_v$  係為第二個小於該門檻值  $\delta$  之誤差值  $E$  所對應之預設深度值  $z_v$ ，所以依據 Z 緩衝法(z-buffer)會選擇上述第一個小於該門檻值  $\delta$  之誤差值  $E$  所對應之預設深度值  $z_v$ ，例如選擇第一區域  $D1$  之深度值  $z_v=110$  而非第二區域  $D2$  之深度值  $z_v=83$ ，藉此避免該虛擬視點  $v$  之遮蔽區域內之像素 32 取得錯誤的深度值  $z_v$ 。

又舉例而言，如第 8B 圖所示(請一併參閱第 6A 圖至第 7 圖)，假設該虛擬視點  $v$  之像素 32 之第一(預設)深度值  $z_v$ (如深度值  $z_v=78$ )所對應之誤差值  $E$ (如誤差值  $E_n=230$ )，係大於該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$ (如深度值  $z_v=77$ )所對應之誤差值  $E$ (如誤差值  $E_{n-1}=225.731$ )，並進一步判斷出該虛擬視點  $v$  之像素 32 之前一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$ (如誤差值  $E_{n-1}=225.731$ )並非小於該門檻值  $\delta$  (如門檻值  $\delta E_n=0.75$ )，則以降幂方式提供該虛擬視點  $v$  之像素 32 之下一第一(預設)深度值  $z_v$ (如深度值  $z_v=79$ )，並繼續計算該下一第一(預設)深度值  $z_v$  所對應之誤差值  $E$ ，亦即從上述第 5 圖之步驟 S25 返回步驟 S21。

如上述第 5 圖至第 8B 圖所示，本發明係採用逆向深度映射方法，以映射該虛擬視點  $v$  之像素 32 之水平座標  $u_v$ 、垂直座標  $v_v$  與預設深度值  $z_v$  至該參考視點  $r$  之像素 31 之水平座標  $u'$ 、垂直座標  $v'$  與深度值  $z'$ ，藉此取得該虛擬視點  $v$  之像素 32 之正確或較佳的真實深度值  $z_v$ 。

在第 6A 圖與第 6B 圖中，本發明並未顯示虛擬視點  $v$  之像素 32 之深度值  $z_v$  與參考視點  $r$  之像素 31 之深度值  $z'$ ，因該深度值  $z_v$  與深度值  $z'$  可分別由視差值 321 及視差值 311(如第 6A 圖之視差值 311, 321 之數值 4, 3, 2, 1)推導而得。而且，該視差值 321(或視差值 311)愈大，表示該深度值  $z_v$ (或深度值  $z'$ )愈小且距離愈近；反之，該視差值 321(或視差值 311)愈小，表示該深度值  $z_v$ (或深度值  $z'$ )愈大且距離愈遠。

同時，在第 6A 圖與第 6B 圖中，可明顯看出該虛擬視點  $v$  之每一像素 32 均可對應到該參考視點  $r$  之視差值 311(或深度值)，使得第 6A 圖之複數像素 32 之間不會具有像素間隙，且第 6B 圖之參考視點  $r$  之背景 33a 之複數像素 31 於映射後不會出現在前景 33b 之複數像素 31 中，從而得到第 9A 圖與第 9B 圖中不具有裂縫或較佳的立體影像 30 之虛擬視點  $v$ 。

因此，本發明能解決習知技術中如第 3A 圖所示之虛擬視點  $v$  之複數像素 17 之間會產生像素間隙 172 之問題，以避免習知技術中如第 4A 圖與第 4B 圖所示之立體影像 30 之虛擬視點  $v$  會產生裂縫 173 之情形。而且，本發明亦能克服第 3B 圖中該參考視點  $r$  之背景 18a 之像素 16 會映射至該虛擬視點  $v$  之像素 17 之像素間隙 172 內之狀況，以避免該背景 18a 之像素 16 於映射後出現在前景 18b 之像素 16 中。

由上述內容可知，本發明中用於立體影像合成之逆向深度映射方法，係主要採用逆向深度映射演算法與誤差值演算法，並將虛擬視點之像素之第一座標與第一(預設)深度值映射至參考視點之像素之第二座標與第二深度值，且依據該映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值計算出該虛擬視點之像素之第一(預設)深度值所對應之誤差值，再依據該誤差值進一步決定該虛擬視點之像素之第三(實際)深度值。

因此，本發明能解決習知技術之虛擬視點之複數像素

之間產生像素間隙之問題，以避免立體影像之虛擬視點會產生裂縫，同時本發明亦能克服習知技術之參考視點之背景之像素映射至虛擬視點之像素之像素間隙中之狀況，以避免該背景之像素於映射後出現在前景之裂縫中，進而提升立體影像合成之虛擬視點之品質。

上述實施例僅例示性說明本發明之原理、特點及其功效，並非用以限制本發明之可實施範疇，任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與改變。任何運用本發明所揭示內容而完成之等效改變及修飾，均應為本發明之申請專利範圍所涵蓋。因此，本發明之權利保護範圍，應如申請專利範圍所列。

### 【符號說明】

10、30	立體影像
11	參考相機
12	虛擬相機
13	斜物體
14、15	物體
16、17、31、32	像素
161、171、311、321	視差值
172	像素間隙
173	裂縫
18a	背景
18b	前景

D1	第一區域
D2	第二區域
$E$ 、 $E_n$ 、 $E_{n-1}$	誤差值
$r$	參考視點
$u_r$	參考視點之像素之水平座標
$u_v$	虛擬視點之像素之水平座標
$u'$	映射後之參考視點之像素之水平座標
$v$	虛擬視點
$v_v$	虛擬視點之像素之垂直座標
$v'$	映射後之參考視點之像素之垂直座標
$z_v$	第一深度值
$z'$	第二深度值
S21 至 S26	步驟

## 申請專利範圍

1. 一種用於立體影像合成之逆向深度映射方法，係包括下列步驟：
  - 提供立體影像中虛擬視點之像素之第一座標與第一深度值；
  - 依據該虛擬視點之像素之第一座標與第一深度值，計算出該虛擬視點於映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值；
  - 依據該映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值，計算出該虛擬視點之像素之第一深度值所對應之誤差值；以及
  - 依據該虛擬視點之像素之第一深度值所對應之誤差值，決定該虛擬視點之像素之第三深度值。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之逆向深度映射方法，其中，該虛擬視點之像素之第一座標係包括水平座標與垂直座標，且該虛擬視點之像素之第一深度值係取自複數整數值所構成之序列之一者。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之逆向深度映射方法，復包括在決定出該虛擬視點之像素之第三深度值前，先判斷該虛擬視點之像素之第一深度值所對應之誤差值是否小於該虛擬視點之像素之前一第一深度值所對應之誤差值。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之逆向深度映射方法，其中，若該虛擬視點之像素之第一深度值所對應之誤差

值小於該前一第一深度值所對應之誤差值時，則提供該虛擬視點之像素之下一第一深度值，進而以降冪方式或升冪方式繼續計算該下一第一深度值所對應之誤差值。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之逆向深度映射方法，其中，若該虛擬視點之像素之第一深度值所對應之誤差值大於或等於該前一第一深度值所對應之誤差值時，則判斷該虛擬視點之像素之前一第一深度值所對應之誤差值是否小於門檻值。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之逆向深度映射方法，其中，當該虛擬視點之像素之前一第一深度值所對應之誤差值小於該門檻值時，則以該虛擬視點之像素之前一第一深度值作為該虛擬視點之像素之第三深度值。
7. 如申請專利範圍第 6 項所述之逆向深度映射方法，其中，該虛擬視點之像素之前一第一深度值所對應之誤差值係為第一個小於該門檻值之最小誤差值。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之逆向深度映射方法，其中，該映射後之參考視點之像素之第二座標與第二深度值係依據下列逆向深度映射演算法計算之：

$$A^{-1} \left( z_v \begin{bmatrix} u_v \\ v_v \\ 1 \end{bmatrix} - b \right) = z' \begin{bmatrix} u' \\ v' \\ 1 \end{bmatrix}$$

其中， $A^{-1}$  表示反矩陣， $b$  表示 3 乘 1 矩陣， $u_v$ 、 $v_v$  與  $z_v$  分別表示該虛擬視點之像素之水平座標、垂直座

標及深度值， $u'$ 、 $v'$ 與  $z'$ 分別表示該映射後之參考視點之像素之水平座標、垂直座標及深度值。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之逆向深度映射方法，其中，該逆向深度映射演算法復包括下列公式：

$$A = Q_v Q_r^{-1} \quad b = Q_v (c_r - c_v)$$

$$Q_v = K_v \cdot R_v \quad Q_r = K_r \cdot R_r$$

$$c_r = -R_r^T \cdot t_r \quad c_v = -R_v^T \cdot t_v$$

其中， $A$  表示 3 乘 3 矩陣， $K_v$  與  $K_r$  分別表示該虛擬視點及該參考視點之內部參數， $R_v$  與  $R_r$  分別表示該虛擬視點及該參考視點之旋轉矩陣， $t_v$  與  $t_r$  分別表示該虛擬視點與該參考視點之平移向量， $T$  表示轉置矩陣。

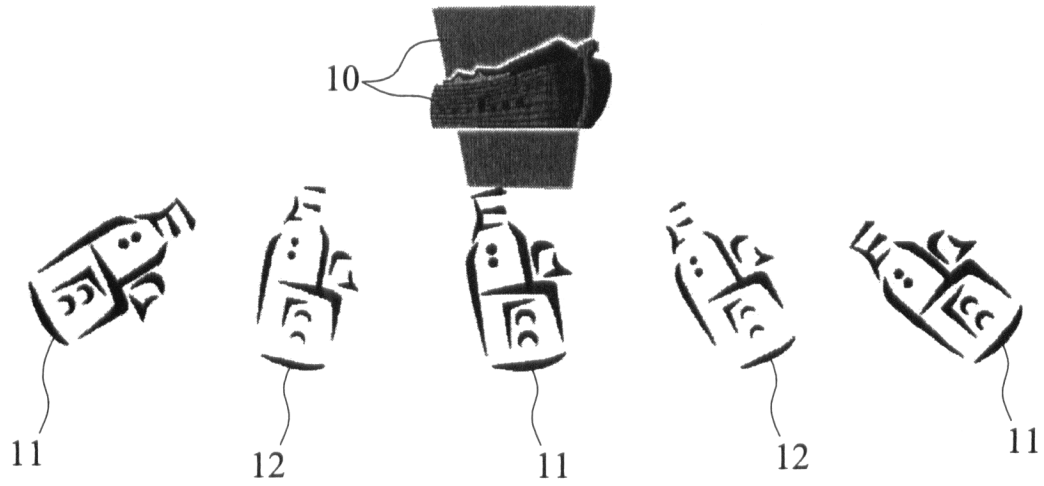
10. 如申請專利範圍第 8 項所述之逆向深度映射方法，其中，該誤差值係依據下列誤差值演算法計算之：

$$E = \min_{\substack{u_r = \text{floor}(u') \text{ or } \text{ceil}(u') \\ v_r = \text{floor}(v') \text{ or } \text{ceil}(v')}} [(u_r - u')^2 + (v_r - v')^2 + (D(u_r, v_r) - z')^2]$$

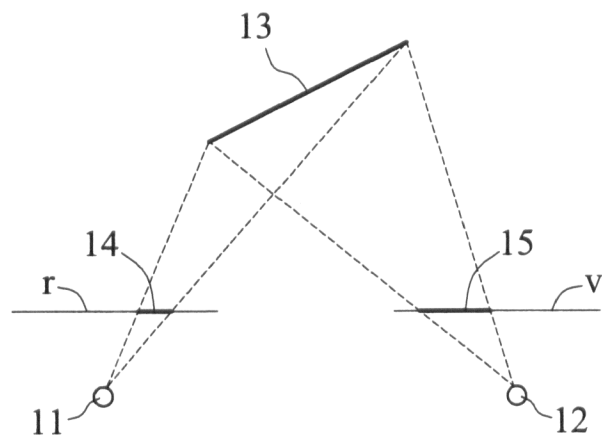
其中， $E$  表示該誤差值， $u_r$ 、 $v_r$  與  $D(u_r, v_r)$  分別表示該參考視點之像素之水平座標、垂直座標及深度值， $\text{floor}(u')$  與  $\text{floor}(v')$  分別表示取該水平座標  $u'$  及該垂直座標  $v'$  之地板函數， $\text{ceil}(u')$  與  $\text{ceil}(v')$  分別表示取該水平座標  $u'$  及該垂直座標  $v'$  之天花板函數， $\min$  表示取最小值。



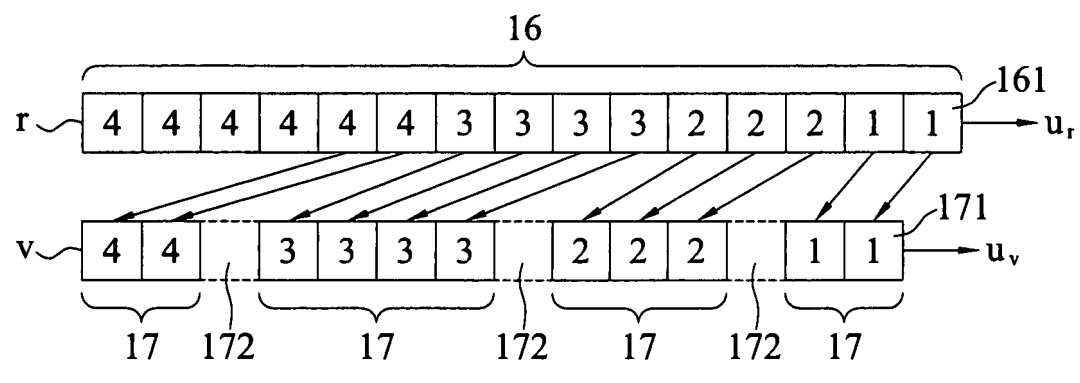
# 圖式



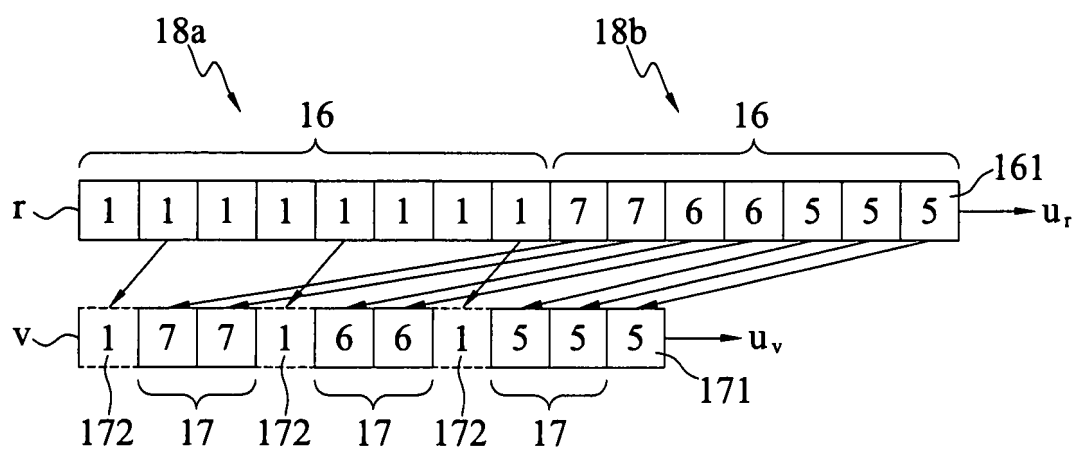
第1圖



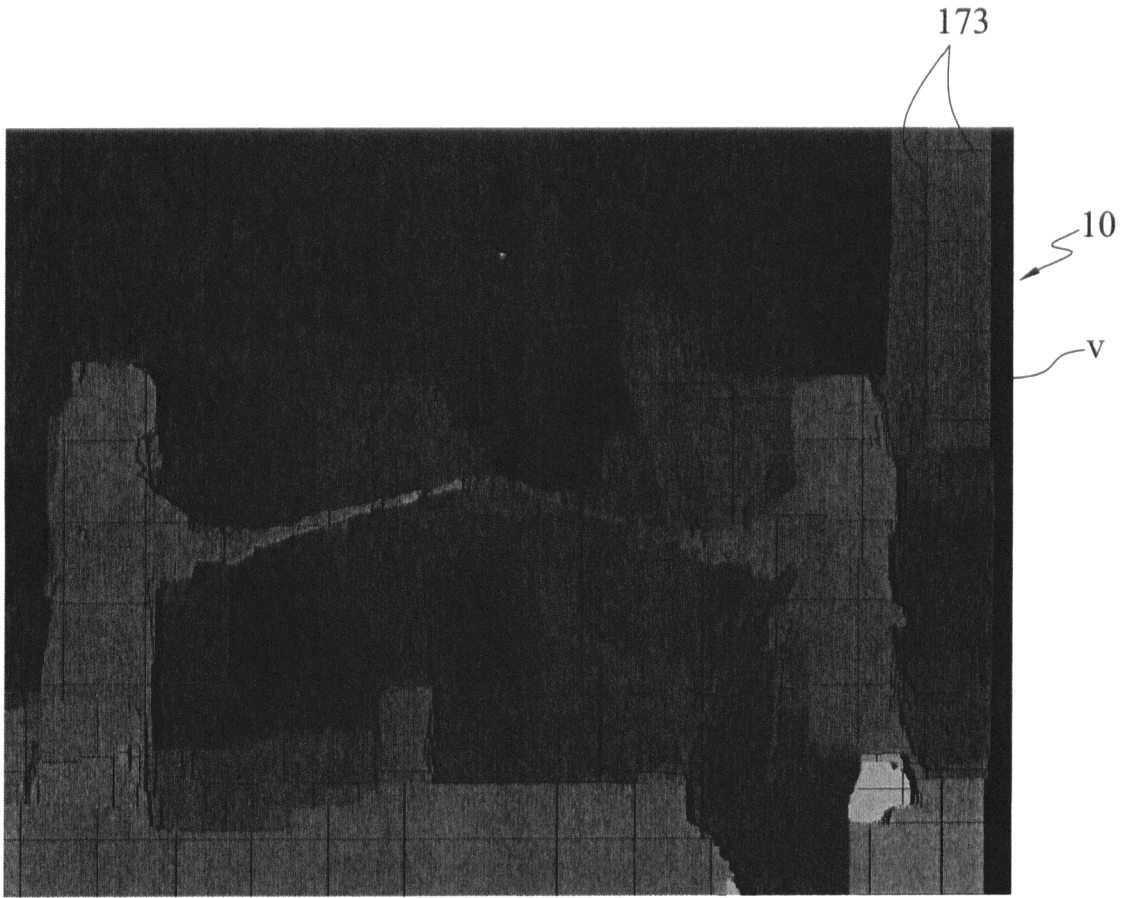
第2圖



第3A圖



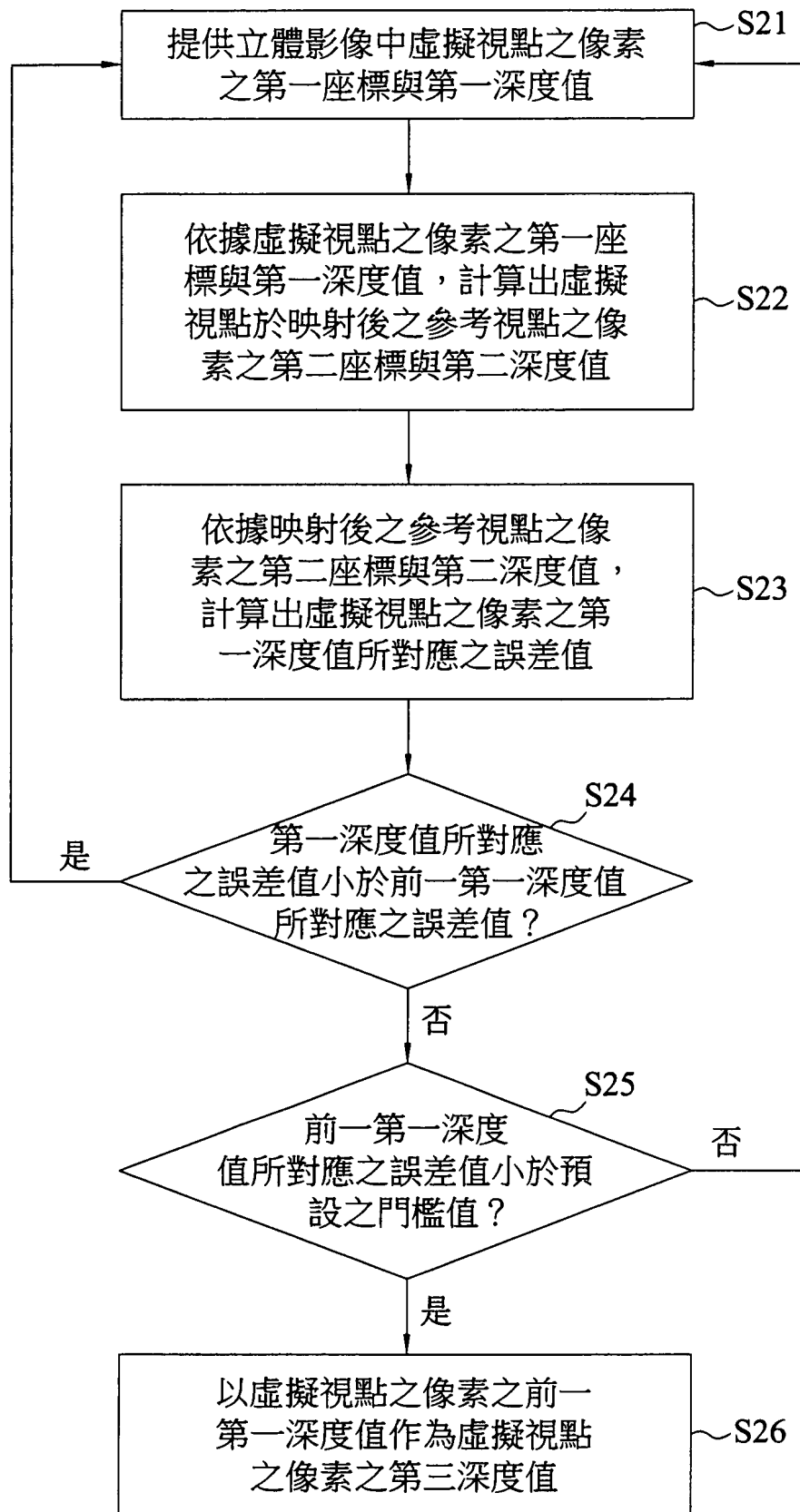
第3B圖



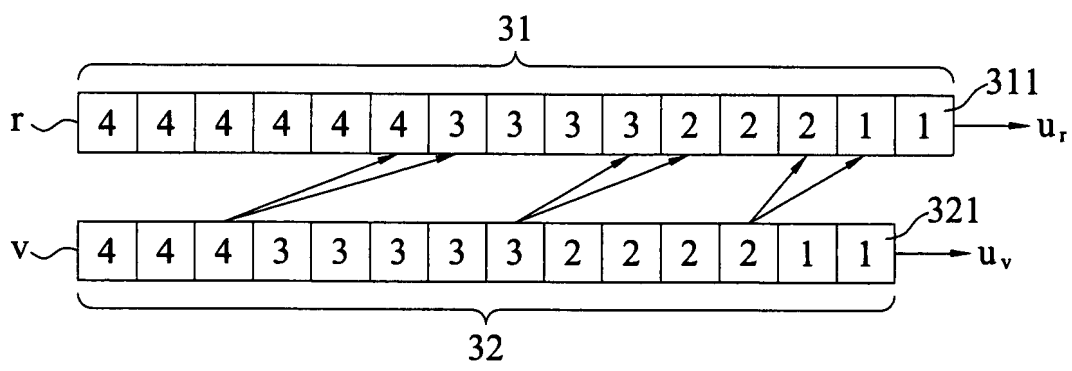
第4A圖



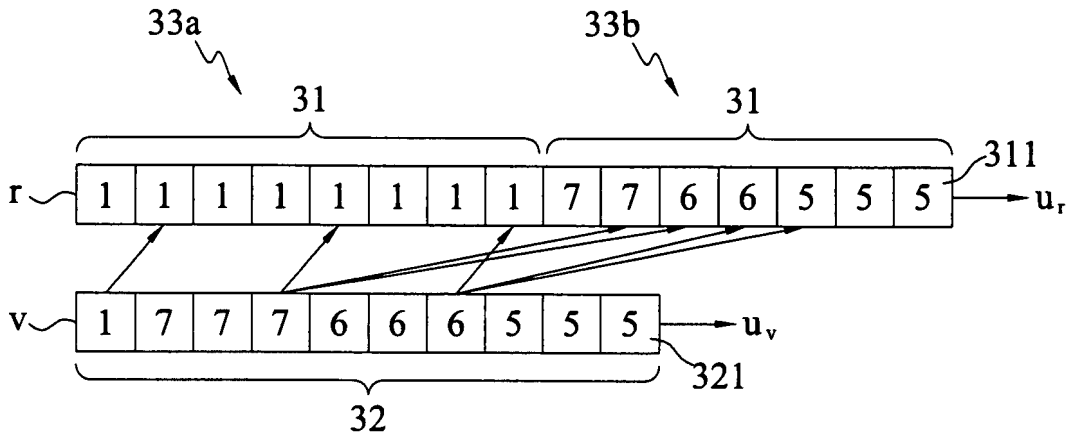
第4B圖



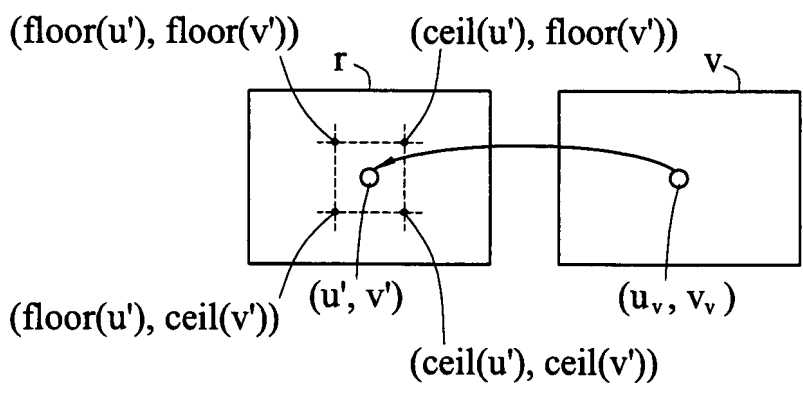
第5圖



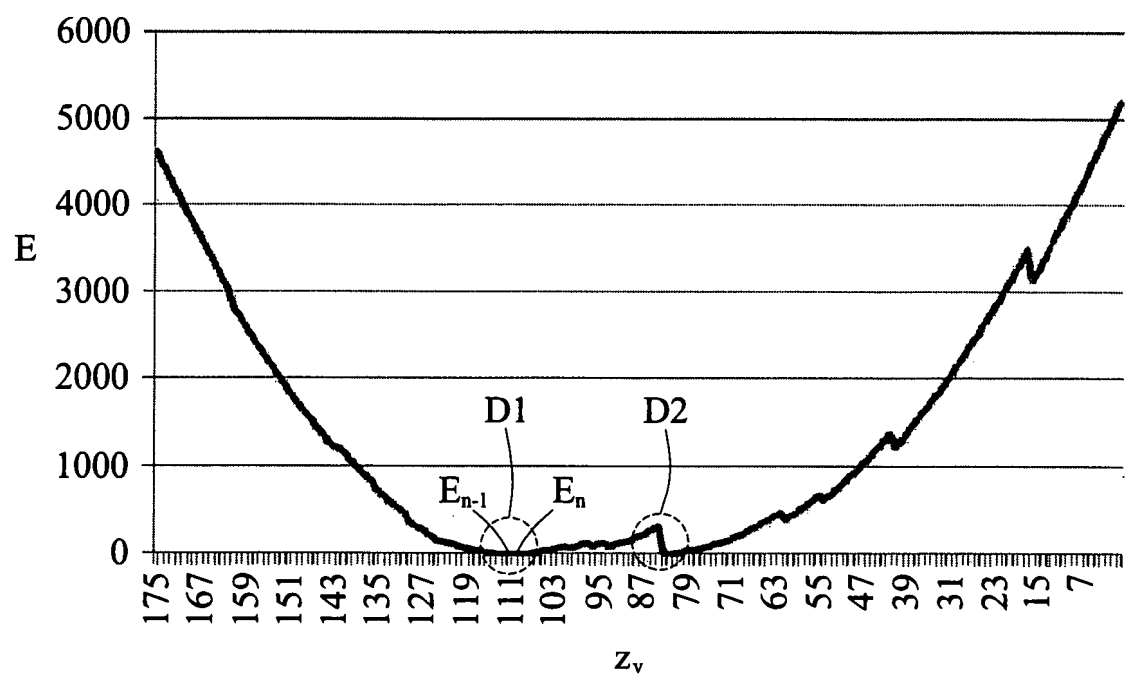
第6A圖



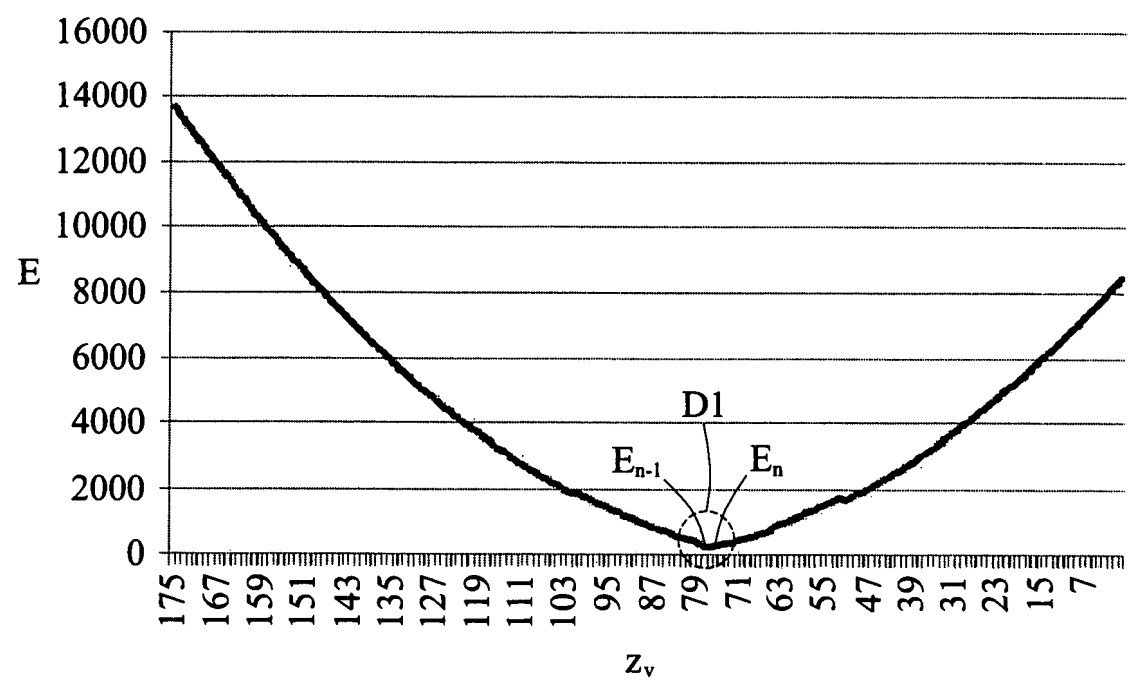
第6B圖



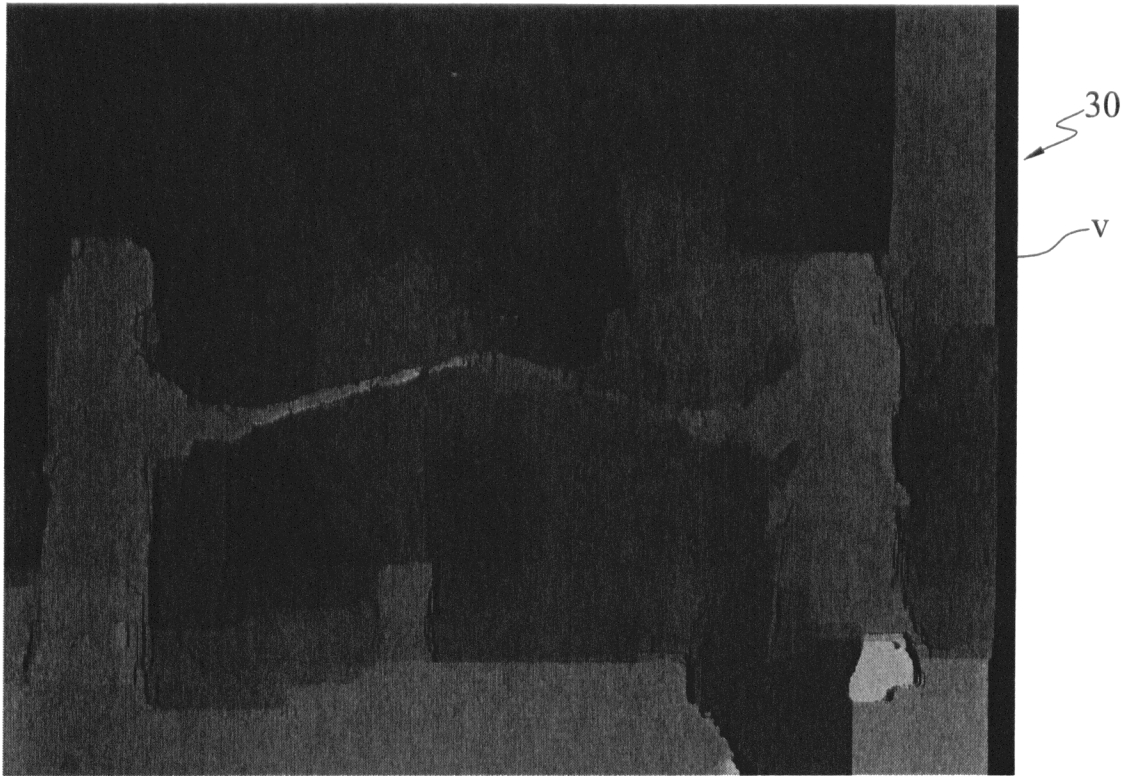
第7圖



第8A圖



第8B圖



第9A圖



第9B圖