



(21)申請案號：102137943

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 21 日

(51)Int. Cl. : G01B11/24 (2006.01)

G06T7/00 (2006.01)

(71)申請人：國立臺灣科技大學(中華民國) NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (TW)

臺北市大安區基隆路4段43號

(72)發明人：林宗翰 LIN, TZUNG HAN (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

(56)參考文獻：

TW 201241547A

CN 100429476C

US 6415051B1

Leotta, Matthew J., Austin Vandergon, and Gabriel Taubin.

"Interactive 3D scanning Without Tracking." Proceedings of Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing (SIBGRAPI) :205-212, Oct-2007

審查人員：吳耿榮

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 31 頁

(54)名稱

三維資料擷取方法及其系統

METHOD AND SYSTEM FOR THREE-DIMENSIONAL DATA ACQUISITION

(57)摘要

一種三維資料擷取方法，適於擷取受測物體的三維資料，包括下列步驟。首先，將雷射光投射於受測物體之表面上的多個區域，以在每一所述區域分別產生多個特徵點。接著，針對每一所述區域，同步自第一方向以及第二方向擷取受測物體與所述特徵點，以產生對應於第一方向的第一物體影像以及對應於第二方向的第二物體影像，再將第一物體影像以及第二物體影像進行處理，以取得第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標。之後，根據每一所述區域所對應的第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標，獲得受測物體的三維資料。

A method for three-dimensional data acquisition, adapted to acquiring three-dimensional data of an object, includes the following steps. First, a laser light is projected onto a plurality of regions on the surface of the object so as to form a plurality of features within each of the regions. For each of the regions, the object and the features are captured from a first direction and a second direction so as to generate a first object image corresponding to the first direction and the second object image corresponding to the second direction. For each of the regions, the first object image and the second object image are processed so as to obtain the two-dimensional coordinates of the features. Next, the three-dimensional data of the object is obtained according to the features in the first object image and the second object image corresponding to each of the regions.

S201~S207 . . . 三
維資料擷取方法的流
程

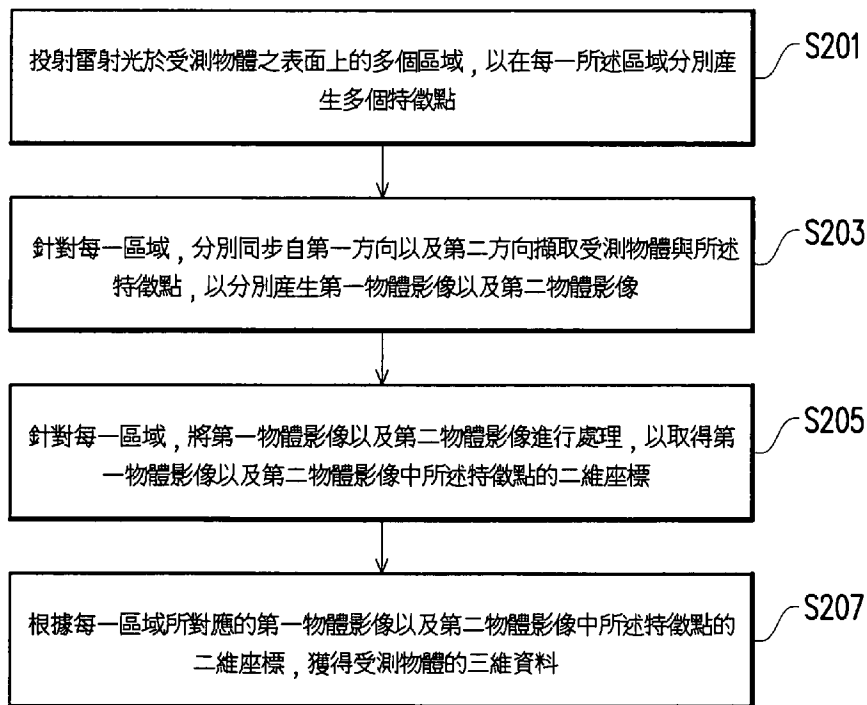


圖 2

發明摘要

※ 申請案號：102(3794)

G01B 11/24 (2006.01)

※ 申請日：102.10.21

※ IPC 分類：G06T 7/00 (2006.01)

【發明名稱】 三維資料擷取方法及其系統

METHOD AND SYSTEM FOR

THREE-DIMENSIONAL DATA ACQUISITION

【中文】

一種三維資料擷取方法，適於擷取受測物體的三維資料，包括下列步驟。首先，將雷射光投射於受測物體之表面上的多個區域，以在每一所述區域分別產生多個特徵點。接著，針對每一所述區域，同步自第一方向以及第二方向擷取受測物體與所述特徵點，以產生對應於第一方向的第一物體影像以及對應於第二方向的第二物體影像，再將第一物體影像以及第二物體影像進行處理，以取得第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標。之後，根據每一所述區域所對應的第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標，獲得受測物體的三維資料。

【英文】

A method for three-dimensional data acquisition, adapted to acquiring three-dimensional data of an object, includes the following steps. First, a laser light is projected onto a plurality of regions on the surface of the object so as to form a plurality of features within each of the regions. For each of the regions, the object and the

features are captured from a first direction and a second direction so as to generate a first object image corresponding to the first direction and the second object image corresponding to the second direction. For each of the regions, the first object image and the second object image are processed so as to obtain the two-dimensional coordinates of the features. Next, the three-dimensional data of the object is obtained according to the features in the first object image and the second object image corresponding to each of the regions.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 2。

【本代表圖之符號簡單說明】：

S201～S207：三維資料擷取方法的流程

【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】 三維資料擷取方法及其系統

METHOD AND SYSTEM FOR

THREE-DIMENSIONAL DATA ACQUISITION

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種資料擷取方法及其系統，且特別是

● 有關於一種三維資料擷取方法及其系統。

【先前技術】

【0002】 在電腦圖學 (computer graphics) 的領域中，針對物體外觀輪廓的幾何量測技術在現今的應用上，舉凡工業設計、逆向工程、醫學影像處理、刑事鑑定、數位文物典藏、文物遺跡考古等均有三維取像與資料分析的需求。此外，近來由於三維掃描器與

● 三維印表機引發的製造革命，更顯示三維幾何資料擷取的重要性。

【0003】 傳統雷射式的三維掃描器設計大多包含可承載物體的旋轉機構 (rotating mechanism) 或移動機構 (moving mechanism) 等傳動元件 (transmission component)，其利用位置的改變以擷取更大範圍的物體之三維資料。此類的設計往往需要更高的製造成本以及額外的校正程序。另一方面，以投射結構光 (structured light) 等無需傳動元件的測量法僅能達到固定的解析度，無法針對局部或特定區域的特徵進行更高解析度的三維資料擷取。因此，如何

以低成本的元件以及可調變的解析度快速精確地擷取物體的三維資料已成為亟欲解決的問題之一。

【發明內容】

【0004】 本發明提供一種三維資料擷取方法及其裝置，其利用可調變的解析度以快速精確地擷取一受測物體的三維資料。

【0005】 本發明提出一種三維資料擷取方法，包括下列步驟。首先，將雷射光投射於受測物體之表面上的多個區域，以在每一所述區域分別產生多個特徵點。接著，針對每一所述區域，同步自第一方向以及第二方向擷取受測物體與所述特徵點，以產生對應於第一方向的第一物體影像以及對應於第二方向的第二物體影像，再將第一物體影像以及第二物體影像進行處理，以取得第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標。之後，根據每一所述區域所對應的第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標，獲得受測物體的三維資料。

【0006】 在本發明的一實施例中，在針對每一所述區域，將第一物體影像以及第二物體影像進行處理，以取得第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標之前，上述三維資料擷取方法更包括下列步驟。自第一方向以及第二方向擷取校正物的影像，以產生對應於第一方向的第一校正影像以及對應於第二方向的第二校正影像。接著，將第一校正影像以及第二校正影像進行處理，以產生對應於第一校正影像的第一內部參數、第一外部參

數、第一鏡頭變形參數以及對應於第二校正影像的第二內部參數、第二外部參數、第二鏡頭變形參數，其中第一外部參數與第二外部參數同時對應於一座標系統。

【0007】 在本發明的一實施例中，上述針對每一所述區域，將第一物體影像以及第二物體影像進行處理，以取得第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標的步驟包括：針對每一所述區域，根據第一鏡頭變形參數以及第二鏡頭變形參數，分別將第一物體影像以及第二物體影像進行反扭曲運算，以產生第一修正物體影像以及第二修正物體影像；針對每一所述區域，取得多個第一特徵點以及多個第二特徵點的二維座標，其中所述第一特徵點為第一修正物體影像中的所述特徵點，所述第二特徵點為第二修正物體影像中的所述特徵點；針對每一所述區域，根據每一所述第一特徵點以及每一所述第一特徵點所對應的第一極線，自第二修正物體影像中取得每一所述第一特徵點的對應點的二維座標，以及根據每一所述第二特徵點以及每一所述第二特徵點所對應的第二極線，自第一修正物體影像中取得每一所述第二特徵點的對應點的二維座標。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述根據每一所述區域所對應的第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標，獲得受測物體的三維資料的步驟包括：根據第一投影矩陣、第二投影矩陣、每一所述區域所對應之所述第一特徵點的二維座標、每一所述區域所對應之所述第一特徵點的所述對應點的二維座標、

每一所述區域所對應之所述第二特徵點的二維座標、每一所述區域所對應之所述第二特徵點的所述對應點的二維座標，獲得受測物體的三維資料，其中第一投影矩陣為第一內部參數與第一外部參數所組合而成的矩陣，第二投影矩陣為第二內部參數與第二外部參數所組合而成的矩陣。

【0009】 在本發明的一實施例中，在根據每一所述區域所對應的第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標，獲得受測物體的三維資料之後，上述三維資料擷取方法更包括下列步驟：根據受測物體的三維資料，產生多個三角網格，據以建構受測物體的三維模型。

【0010】 本發明提出一種三維資料擷取方法，包括投光裝置、第一影像擷取裝置、第二影像擷取裝置以及影像處理裝置。投光裝置用以投射雷射光於受測物體之表面上的多個區域，以在每一所述區域分別產生多個特徵點。針對每一所述區域，第一影像擷取裝置以及第二影像擷取裝置用以同步自第一方向以及第二方向擷取受測物體與所述特徵點，以產生對應於第一方向的第一物體影像以及對應於第二方向的第二物體影像。針對每一所述區域，影像處理裝置用以將第一物體影像以及第二物體影像進行處理，以取得第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標，又根據每一所述區域所對應的第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標，獲得受測物體的三維資料。

【0011】 在本發明的一實施例中，第一影像擷取裝置以及第二影

像擷取裝置更擷取一校正物的影像，以產生對應於第一方向的第一校正影像以及第二方向的第二校正影像。影像處理裝置將第一校正影像以及第二校正影像進行處理，以產生對應於第一校正影像的第一內部參數、第一外部參數、第一鏡頭變形參數以及對應於第二內部參數、第二外部參數、第二鏡頭變形參數，其中第一外部參數與第二外部參數同時對應於一座標系統。

● **【0012】** 在本發明的一實施例中，針對每一所述區域，影像處理裝置根據第一鏡頭變形參數以及第二鏡頭變形參數，分別將第一物體影像以及第二物體影像進行反扭曲運算，以產生第一修正物體影像以及第二修正物體影像。針對每一所述區域，影像處理裝置又取得多個第一特徵點以及多個第二特徵點的二維座標，其中所述第一特徵點為第一修正物體影像中的所述特徵點，所述第二特徵點為第二修正物體影像中的所述特徵點。針對每一所述區域，影像處理裝置再根據每一所述第一特徵點以及每一所述第一特徵點所對應的第一極線，自第二修正物體影像中取得每一所述第一特徵點的對應點的二維座標，以及根據每一所述第二特徵點以及每一所述第二特徵點所對應的第二極線，自第一修正物體影像中取得每一所述第二特徵點的對應點的二維座標。

【0013】 在本發明的一實施例中，影像處理裝置根據第一投影矩陣、第二投影矩陣、每一所述區域所對應之所述第一特徵點的二維座標、每一所述區域所對應之所述第一特徵點的所述對應點的二維座標、每一所述區域所對應之所述第二特徵點的二維座標、

每一所述區域所對應之所述第二特徵點的所述對應點的二維座標，獲得受測物體的三維資料，其中第一投影矩陣為第一內部參數與第一外部參數所組合而成的矩陣，第二投影矩陣為第二內部參數與第二外部參數所組合而成的矩陣。

【0014】 在本發明的一實施例中，影像處理裝置更根據受測物體的三維資料，產生多個三角網格，據以建構受測物體的三維模型。

【0015】 基於上述，本發明的三維資料擷取方法及其裝置可藉由投光裝置將雷射光投射於受測物體的多個區域，以在受測物體上產生多個特徵點，同時藉由兩個影像擷取裝置自不同方向同步擷取受測物體以及特徵點的多組影像，並且藉由影像處理裝置來計算特徵點在多組影像中的二維座標，據以獲得受測物體的三維資料。此外，本發明可依受測物體的輪廓複雜度來調整投光裝置的移動速度、轉動姿態以及反覆掃描的次數，以調整水平方向以及垂直方向的掃描解析度。此三維資料擷取方法及其裝置不僅可在低成本的考量下達到可調變解析度的功效，更可即時對影像進行處理，以增強本發明在實際應用中的適用性。

【0016】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0017】

圖 1 為根據本發明之一實施例所繪示的三維資料擷取系統的



示意圖。

圖 2 為根據本發明之一實施例所繪示的三維資料擷取方法的流程圖。

圖 3 為根據本發明之一實施例所繪示的影像校正方法的流程圖。

圖 4 為根據本發明之一實施例所繪示的三維資料擷取方法的流程圖。

圖 5A 與圖 5B 分別為同步所擷取的第一修正物體影像以及第二修正物體影像之局部放大示意圖。

【實施方式】

【0018】 圖 1 為根據本發明之一實施例所繪示的三維資料擷取系統的示意圖，但此僅是爲了方便說明，並不用以限制本發明。首先圖 1 先介紹三維資料擷取系統的所有構件以及配置關係，詳細功能將配合圖 2 一併揭露。

【0019】 請參照圖 1，三維資料擷取系統 100 包括投光裝置 110、第一影像擷取裝置 120A、第二影像擷取裝置 120B 以及影像處理裝置 130。在本範例實施例中，三維資料擷取系統 100 可針對受測物體 A 進行掃描，以獲得受測物體 A 的三維資料。

【0020】 在本實施例中，投光裝置 110 爲線光源 (linear light source)，其用以投射雷射光於受測物體 A。當投光裝置 110 投射例如是紅色雷射光於受測物體 A 時，受測物體 A 的表面會產生直

線狀或曲線狀的紅色狹縫區域。此外，投光裝置 110 可由使用者任意操作或是以運動機構（motion mechanism）帶動，使得雷射光可投射於受測物體 A 的表面之任意位置。

【0021】 在本實施例中，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 可以是採用電荷耦合元件（charge coupled device, CCD）鏡頭的照相機，並且兩者皆有固定焦距，但本發明不限於此。在本實施例中，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 可以鎖在一個固定的支架上，使得兩者之間的相對位置固定。換句話說，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 的視角方向具有固定的夾角，在此將第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 的視角方向分別定義為「第一方向」以及「第二方向」。第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 用以同步且連續擷取受測物體 A 的影像。

【0022】 在本實施例中，影像處理裝置 130 可以為個人電腦、筆記型電腦、智慧型手機、平板電腦，本發明不以此為限。影像處理裝置 130 包括記憶體以及處理器。記憶體用以儲存第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 所擷取的影像，而處理器用於處理記憶體中所儲存的影像。此外，影像處理裝置 130 可利用有線傳輸或是無線傳輸的方式取得第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 所擷取的影像。

【0023】 圖 2 為根據本發明之一實施例所繪示的三維資料擷取方法的流程圖，而圖 2 的三維資料擷取方法可以圖 1 的三維資料擷

取系統 100 的各元件實現。

【0024】請同時參照圖 1 以及圖 2，首先，投光裝置 110 投射雷射光於受測物體 A 之表面上的多個區域，以在每一所述區域分別產生多個特徵點（步驟 S201）。在本實施例中，受測物體 A 為表面具有不規則輪廓的人形石膏像，而所述區域即為投光裝置 110 投射雷射光於受測物體 A 時，受測物體 A 之表面上所產生的直線狀或曲線狀的狹縫區域。以圖 1 為例，當投光裝置 110 投射紅色雷射光於受測物體 A 時，受測物體 A 的表面上會產生紅色的區域 M。由於受測物體 A 的表面具有不規則輪廓，區域 M 上會形成多個亮點（未繪示），或多段曲線亮帶，而所述亮點或亮帶即為特徵點。由於投光裝置 110 可由使用者任意操作或是以運動機構帶動，當投光裝置 110 將雷射光投射於受測物體 A 之表面上的另一區域時，另一區域上亦會形成多個特徵點。為了擷取受測物體 A 的完整三維資料，投光裝置 110 將對受測物體 A 之表面上的所有區域投射雷射光，以產生多條曲線以及特徵點。然而，為了方便說明，本實施例僅將針對區域 M 進行論述。

【0025】接著，針對每一區域，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 分別同步自第一方向以及第二方向擷取受測物體 A 與所述特徵點，以分別產生第一物體影像以及第二物體影像（步驟 S203）。舉例而言，當受測物體 A 的表面上產生區域 M 時，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 即會同步自第一方向以及第二方向擷取受測物體 A、區域 M 以及區域 M

上的特徵點，而第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 可產生出一組影像，即為第一物體影像以及第二物體影像。當受測物體 A 的表面產生另一區域時，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 亦會同步自第一方向以及第二方向擷取受測物體 A、另一區域以及另一區域上的特徵點，而產生另一組第一物體影像以及第二物體影像。以此類推，當投光裝置 110 在步驟 S201 中投射雷射光於受測物體 A 之表面上的其它多個區域時，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 將會產生多組第一物體影像以及第二物體影像。

【0026】 接著，針對每一所述區域，影像處理裝置 130 將第一物體影像以及第二物體影像進行處理，以取得第一物體影像以及第二物體影像中所述特徵點的二維座標（步驟 S205）。也就是說，影像處理裝置 130 利用有線傳輸或是無線傳輸的方式取得每一區域的一組第一物體影像以及第二物體影像後，影像處理裝置 130 會先將第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 所造成的影像變形對各組第一物體影像以及第二物體影像進行校正。在校正的程序當中，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 將會產生多個校正參數。由於所述特徵點為受測物體 A 之表面輪廓所形成的亮點，影像處理裝置 130 可利用例如是亮度值來偵測各組第一物體影像以及第二物體影像中的特徵點，以取得所有特徵點的二維座標。

【0027】 之後，影像處理裝置 130 將根據每一區域所對應的第一

物體影像以及第二物體影像中各個特徵點的二維座標，獲得受測物體 A 的三維資料（步驟 S207）。在本實施例中，影像處理裝置 130 可根據第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 所產生的校正參數以及每一區域所對應的第一物體影像以及第二物體影像中各個特徵點的二維座標，以奇異值分解（singular value decomposition, SVD）的方式取得受測物體 A 的三維資料。

● 【0028】 關於步驟 S205 中的校正參數與所有特徵點的二維座標之計算方式，以及步驟 S207 中利用所有特徵點的二維座標取得受測物體 A 的三維資料的計算方式，將在以下段落中做更進一步的說明。

● 【0029】 圖 3 為根據本發明之一實施例所繪示的影像校正方法的流程圖。

● 【0030】 請同時參照圖 1 以及圖 3，首先，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 分別自第一方向以及第二方向擷取校正物的影像，以分別產生第一校正影像以及第二校正影像（步驟 S301）。詳言之，在本實施例中，三維資料擷取系統 100 將利用校正物來針對第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 進行校正參數計算程序。在本實施例中，校正物為具有參考圖案的平板，而此參考圖案可以例如是棋盤格。第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 擷取校正物的影像後，則會分別產生第一校正影像以及第二校正影像。

【0031】 接著，影像處理裝置 130 將對第一校正影像以及第二校

正影像進行處理，以產生對應於第一校正影像的第一內部參數、第一外部參數、第一鏡頭變形參數以及對應於第二校正影像的第二內部參數、第二外部參數、第二鏡頭變形參數，其中第一外部參數與第二外部參數同時對應於一座標系統（步驟 S303）。此步驟的主要目的是取得第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 對所擷取的影像產生變形的參數。在此，第一內部參數與第一外部參數可組合而成第一投影矩陣，而第二內部參數與第二外部參數可組合而成第二投影矩陣。

【0032】詳言之，在此的第一鏡頭變形參數以及第二鏡頭變形參數則分別為第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 中的鏡頭扭曲變形係數（distortion coefficients），其通常是由多項式表示，用於描述鏡頭所導致的桶狀（barrel）或針狀（pincushion）變形。另一方面，內部參數（intrinsic parameters）可用來描述相機座標（camera coordinates）與影像座標（image coordinates）之間的轉換關係，也就是利用針孔（pinhole）成像原理將相機座標投影到成像平面（projective plane），通常以 3×3 的矩陣表示。第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 的外部參數（extrinsic parameters）則是用來描述三維世界座標（world coordinate）與三維相機座標之間的轉換關係，其可以一個旋轉與平移的 3×4 複合矩陣表示。第一投影矩陣與第二投影矩陣可分別以方程式(1.1)與方程式(1.2)表示：

$$\mathbf{P} = [p_1^T; p_2^T; p_3^T] \quad \text{方程式(1.1)}$$

$$\mathbf{P}' = [p_1'^T; p_2'^T; p_3'^T] \quad \text{方程式(1.2)}$$

【0033】 接著，影像處理裝置 130 針對每一所述區域，根據第一鏡頭變形參數以及第二鏡頭變形參數，分別將第一物體影像以及第二物體影像進行反扭曲運算（undistortion），以產生第一修正物體影像以及第二修正物體影像（步驟 S305）。也就是說，影像處理裝置 130 在利用第一鏡頭變形參數以及第二鏡頭變形參數分別將第一物體影像以及第二物體影像進行反扭曲運算後，所產生的第一修正物體影像以及第二修正物體影像可將影像修正回近似針孔投影的數學模型。

【0034】 圖 4 為根據本發明之一實施例所繪示的三維資料擷取方法的流程圖。

【0035】 請同時參照圖 1 以及圖 4，投光裝置 110 投射雷射光於受測物體 A 之表面上的多個區域，以在每一所述區域分別產生多個特徵點（步驟 S401），並且第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 將分別同步且連續自第一方向以及第二方向擷取受測物體 A 與特徵點，以產生多組第一物體影像以及第二物體影像（步驟 S403）。也就是說，當投光裝置 110 所投射的雷射光掃過受測物體 A 之表面的同時，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 將分別同步且連續擷取受測物體 A 與特徵點。在此，所述區域的位置可任由使用者決定，並且投光裝置 110 的移動速度以及轉動姿態將影響第一物體影像以及第二物體影像的數量。舉例來說，以第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置

120B 固定的影像擷取頻率而言，當投光裝置 110 的移動速度越快，則第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 在水平方向所擷取的第一物體影像以及第二物體影像的數量越少；當投光裝置 110 的轉動姿態越少，第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 在垂直方向所擷取的第一物體影像以及第二物體影像的數量同樣地越少。

【0036】 接著，影像處理裝置 130 將針對每一區域，根據第一鏡頭變形參數以及第二鏡頭變形參數，分別將第一物體影像以及第二物體影像進行反扭曲運算，以產生第一修正物體影像以及第二修正物體影像（步驟 S405），使得第一物體影像以及第二物體影像可被修正為接近針孔投影狀態。步驟 S405 請參照圖 3 的相關說明，於此不再贅述。

【0037】 之後，影像處理裝置 130 自每一區域所對應的一組第一物體影像以及第二物體影像分別取得多個第一特徵點以及多個第二特徵點的二維座標（步驟 S407），其中第一特徵點為第一修正物體影像中的特徵點，第二特徵點為第二修正物體影像中的特徵點。以下僅針對單一組第一修正物體影像以及第二修正物體影像來進行說明。

【0038】 圖 5A 與圖 5B 分別為同步所擷取的第一修正物體影像以及第二修正物體影像之局部放大圖。影像處理裝置 130 將採用一門檻值於第一修正物體影像以及第二修正物體影像中過濾每一條水平線上的最亮點。此最亮點的座標在 y 方向（垂直方向）的數

值為整數，在 x 方向（水平方向）的數值為浮點數。而影像處理裝置 130 可參考例如是所有畫素的亮度值之高斯分佈（Gaussian distribution），以在 x 方向逼近出最亮點的所在的子畫素（sub-pixel）之座標。圖 5A 的空心圓圈點即為自第一修正物體影像所過濾出的亮點，也就是前述的第一特徵點；圖 5B 的空心圓圈點即為自第二修正物體影像所過濾出的亮點，也就是前述的第二特徵點。

● 【0039】 請再參照圖 4，在步驟 S407 之後，影像處理單元 130 將針對每一區域，根據第一特徵點以及第一特徵點所對應的第一極線，自第二修正物體影像中取得第一特徵點的對應點之二維座標，或是根據第二特徵點以及第二特徵點所對應的第二極線，自第一修正物體影像中取得第二特徵點的對應點之二維座標（步驟 S409）。在此，將第一特徵點以及第一特徵點的對應點或是第二特徵點以及第二特徵點的對應點稱為「對應組」。

● 【0040】 詳言之，根據電腦視覺理論，若三維空間內的某個空間點可同時被兩個不同位置的相機所拍攝，則兩部相機的中心、兩部相機分別所拍攝到的一組對應點，以及前述的三維空間點可在空間上以極線幾何（epipolar geometry）來描述，也就是存在一個基礎矩陣（fundamental matrix）的轉換關係。應用此概念，當受測物體 A 的表面上存在一個特徵點 X，而若特徵點 X 同時被第一影像擷取裝置 120A 以及第二影像擷取裝置 120B 所擷取，並且經由影像處理裝置 130 進行校正後，產生例如是圖 5A 的第一修正物

體影像以及圖 5B 的第二修正物體影像。若特徵點 X 投影於第一修正物體影像中形成第一特徵點 x_i ，則第一特徵點 x_i 與第一影像擷取裝置 120A 之中心點的連線再與第二影像擷取裝置 120B 之中心點所連成的平面，將會與第二修正物體影像產生交集 (intersection)。

【0041】 假設圖 5A 中的第一特徵點 x_i 可以透過基礎矩陣在圖 5B 中形成一條極線 l_i ，此極線 l_i 即為前述之第一極線。極線 l_i 以及第二特徵點 x'_k 與第二特徵點 x'_{k+1} 的連線可以交集出一個點 x'_i ，在此的點 x'_i 即為第一特徵點 x_i 的對應點。換言之，第一特徵點 x_i 以及點 x'_i 即為前述所定義之「對應組」。值得注意的是，第二特徵點 x'_k 以及第二特徵點 x'_{k+1} 需與極線 l_i 足夠接近 (例如距離小於 1.414 個畫素)，點 x'_i 才將被視為有效的對應點。另一方面，由圖 5B 上的第二特徵點亦可在圖 5A 中透過第二極線 (未繪示) 找到第二特徵點的對應點。

【0042】 影像處理裝置 130 在同一組第一修正物體影像以及第二修正物體影像收集到所有對應組的二維座標後，將對其它組的第一修正物體影像以及第二修正物體影像進行相同的步驟。接著，影像處理裝置 130 根據第一投影矩陣、第二投影矩陣、每一所述區域所對應的所有對應組之二維座標，獲得受測物體 A 的三維資料 (步驟 S411)。以受測物體 A 的表面上的特徵點 X 為例，若特徵點 X 投影於第一修正物體影像中形成第一特徵點 x ，在理想狀態下將會滿足方程式(2.1)：

$$\mathbf{x} \times [\mathbf{P}\mathbf{X}] = 0 \quad \text{方程式(2.1)}$$

同理，對於第一特徵點 x 於第二修正物體影像中的對應點 x' ，在理想狀態下將會滿足方程式(2.2)：

$$x' \times [P'X] = 0 \quad \text{方程式(2.2)}$$

其中 P 與 P' 分別為方程式(1.1)的第一投影矩陣以及方程式(1.2)的第二投影矩陣，而第一特徵點 x 以及第一特徵點 x 的對應點 x' 可以表示為方程式(3.1)與方程式(3.2)的形式：

$$x = [x \ y \ 1]^T \quad \text{方程式(3.1)}$$

$$x' = [x' \ y' \ 1]^T \quad \text{方程式(3.2)}$$

因此，由於影像處理單元 130 已在先前的步驟中取得第一投影矩陣 P 、第二投影矩陣 P' 以及對應組 x 與 x' ，並且可整理為方程式(4)：

$$\begin{bmatrix} xp_3^T - p_1^T \\ yp_3^T - p_2^T \\ x'p_3'^T - p_1'^T \\ y'p_3'^T - p_1'^T \end{bmatrix} X = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{方程式(4)}$$

因此影像處理單元 130 可藉由奇異值分解獲得特徵點 X 的三維資料。

【0043】 值得注意的是，由於雷射光在受測物體 A 的表面產生多個特徵點，接著透過上述演算方式將所述特徵點的三維資料計算出來，使用者或是運動機構更可以藉由反覆揮動雷射光以在 x 方向產生更多的特徵點，進而提升 x 方向的掃描解析度 (scan resolution)；亦可以藉由些微傾斜的雷射線以在 y 方向產生更多的特徵點，進而提升 y 方向的掃描解析度。因此，使用者或是運動機構可根據受測物體的輪廓複雜程度而調整投光裝置 110 的掃描

解析度。例如，受測物體 A 的外觀包含了具有複雜外觀的臉部以及簡單幾何外觀基座，若投光裝置 110 以較高的解析度掃瞄基座，則會產生過多不必要的特徵點，若以較低的解析度掃瞄臉部外觀，則可能因取樣不足而無法表現出臉部的外觀。

【0044】 據此，在步驟 S411 之後，使用者或是運動機構可判斷是否決定結束擷取受測物體 A 的三維資料（步驟 S413）。舉例而言，使用者可根據影像處理裝置 130 已取得的受測物體 A 之三維資料的個數來判斷是否足夠建構受測物體 A 的三維模型。當使用者認為受測物體 A 的三維資料不足，三維資料擷取系統 100 將回到步驟 S401，以重新對受測物體 A 進行更多的三維資料擷取。

【0045】 當使用者認為受測物體的三維資料已足夠，三維資料擷取系統 100 將停止對受測物體 A 進行三維資料擷取。此時，影像處理裝置 130 將根據受測物體 A 的三維資料，產生多個三角網格（triangular mesh），據以建構受測物體 A 的三維模型（步驟 S415）。由於現今電腦圖學的領域中已存在多種三角網格化（triangulation）的演算方法，於此不再贅述。

【0046】 綜上所述，本發明的三維資料擷取方法及其裝置可藉由投光裝置將雷射光投射於受測物體的多個區域，以在受測物體上產生多個特徵點，同時藉由兩個影像擷取裝置自不同方向同步擷取受測物體以及特徵點的多組影像，並且藉由影像處理裝置來計算特徵點在多組影像中的二維座標，據以獲得受測物體的三維資料。此外，本發明可依受測物體的輪廓複雜度來調整投光裝置的

移動速度、轉動姿態以及反覆掃描的次數，以調整水平方向以及垂直方向的掃描解析度。此三維資料擷取方法及其裝置不僅可在低成本的考量下達到可調變解析度的功效，更可即時對影像進行處理，以增強本發明在實際應用中的適用性。

【0047】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0048】

100：三維資料擷取系統

110：投光裝置

120A、120B：第一影像擷取裝置、第二影像擷取裝置

130：影像處理裝置

A：受測物體

M：區域

S201～S207、S401～S415：三維資料擷取的流程

S301～S305：影像校正方法的流程

l'_i ：極線

x_i 、 x'_k ：第一特徵點、第一特徵點 x_i 的對應點

x'_k 、 x'_{k+1} ：第二特徵點

申請專利範圍

1. 一種三維資料擷取方法，適於擷取一受測物體的三維資料，該三維資料擷取方法包括：

投射一雷射光於該受測物體之表面上的多個區域，以在每一所述區域分別產生多個特徵點，其中該雷射光的移動速度、轉動姿態以及投射次數關聯於該受測物體之該表面的輪闊複雜度；

針對每一所述區域，同步自一第一方向以及一第二方向擷取該受測物體與所述特徵點，以產生對應於該第一方向的一第一物體影像以及對應於該第二方向的一第二物體影像；

針對每一所述區域，將該第一物體影像以及該第二物體影像進行處理，以取得該第一物體影像以及該第二物體影像中所述特徵點的二維座標；以及

根據每一所述區域所對應的該第一物體影像以及該第二物體影像中所述特徵點的二維座標，獲得該受測物體的三維資料。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的三維資料擷取方法，其中在針對每一所述區域，將該第一物體影像以及該第二物體影像進行處理，以取得該第一物體影像以及該第二物體影像中所述特徵點的二維座標的步驟之前，該三維資料擷取方法更包括：

自該第一方向以及該第二方向擷取一校正物的影像，以產生對應於該第一方向的一第一校正影像以及對應於該第二方向的一第二校正影像；以及

將該第一校正影像以及該第二校正影像進行處理，以產生對

應於該第一校正影像的一第一內部參數、一第一外部參數、一第一鏡頭變形參數以及對應於該第二校正影像的一第二內部參數、一第二外部參數、一第二鏡頭變形參數，其中該第一外部參數與該第二外部參數同時對應於一座標系統。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的三維資料擷取方法，其中針對每一所述區域，將該第一物體影像以及該第二物體影像進行處理，以取得該第一物體影像以及該第二物體影像中所述特徵點的二維座標的步驟包括：

針對每一所述區域，根據該第一鏡頭變形參數以及該第二鏡頭變形參數，分別將該第一物體影像以及該第二物體影像進行一反扭曲運算，以產生一第一修正物體影像以及一第二修正物體影像；

針對每一所述區域，取得多個第一特徵點以及多個第二特徵點的二維座標，其中所述第一特徵點為該第一修正物體影像中的所述特徵點，所述第二特徵點為該第二修正物體影像中的所述特徵點；以及

針對每一所述區域，根據每一所述第一特徵點以及每一所述第一特徵點所對應的一第一極線，自該第二修正物體影像中取得每一所述第一特徵點的一對應點的二維座標，以及根據每一所述第二特徵點以及每一所述第二特徵點所對應的一第二極線，自該第一修正物體影像中取得每一所述第二特徵點的一對應點的二維座標。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的三維資料擷取方法，其中根據每一所述區域所對應的該第一物體影像以及該第二物體影像中所述特徵點的二維座標，獲得該受測物體的三維資料的步驟包括：

根據該第一投影矩陣、該第二投影矩陣、每一所述區域所對應之所述第一特徵點的二維座標、每一所述區域所對應之所述第一特徵點的所述對應點的二維座標、每一所述區域所對應之所述第二特徵點的二維座標、每一所述區域所對應之所述第二特徵點的所述對應點的二維座標，獲得該受測物體的三維資料，其中該第一投影矩陣為該第一內部參數與該第一外部參數所組合而成的矩陣，該第二投影矩陣為該第二內部參數與該第二外部參數所組合而成的矩陣。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的三維資料擷取方法，其中在根據每一所述區域所對應的該第一物體影像以及該第二物體影像中所述特徵點的二維座標，獲得該受測物體的三維資料的步驟之後，該三維資料擷取方法更包括：

根據該受測物體的三維資料，產生多個三角網格，據以建構該受測物體的三維模型。

6. 一種三維資料擷取系統，適於擷取一受測物體的三維資料，該三維資料擷取系統包括：

一投光裝置，投射一雷射光於該受測物體之表面上的多個區域，以在每一所述區域分別產生多個特徵點，其中該投光裝置的移動速度、轉動姿態以及投射次數關聯於該受測物體之該表面的

輪闊複雜度；

一第一影像擷取裝置以及一第二影像擷取裝置，針對每一所述區域，同步自一第一方向以及一第二方向擷取該受測物體與所述特徵點，以產生對應於該第一方向的一第一物體影像以及對應於該第二方向的一第二物體影像；

一影像處理裝置，針對每一所述區域，將該第一物體影像以及該第二物體影像進行處理，以取得該第一物體影像以及該第二物體影像中所述特徵點的二維座標，又根據每一所述區域所對應的該第一物體影像以及該第二物體影像中所述特徵點的二維座標，獲得該受測物體的三維資料。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述的三維資料擷取系統，其中該第一影像擷取裝置以及該第二影像擷取裝置更擷取一校正物的影像，以產生對應於該第一方向的一第一校正影像以及對應於該第二方向的一第二校正影像，並且該影像處理裝置將該第一校正影像以及該第二校正影像進行處理，以產生對應於該第一校正影像的一第一內部參數、第一外部參數、一第一鏡頭變形參數以及對應於該第二校正影像的一第二內部參數、一第二外部參數、一第二鏡頭變形參數，其中該第一外部參數與該第二外部參數同時對應於一座標系統。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述的三維資料擷取系統，其中該影像處理裝置針對每一所述區域，根據該第一鏡頭變形參數以及該第二鏡頭變形參數，分別將該第一物體影像以及該第二

物體影像進行一反扭曲運算，以產生一第一修正物體影像以及一第二修正物體影像，

該影像處理裝置又針對每一所述區域，取得多個第一特徵點以及多個第二特徵點的二維座標，其中所述第一特徵點為該第一修正物體影像中的所述特徵點，所述第二特徵點為該第二修正物體影像中的所述特徵點，以及

該影像處理裝置再針對每一所述區域，根據每一所述第一特徵點以及每一所述第一特徵點所對應的一第一極線，自該第二修正物體影像中取得每一所述第一特徵點的一對應點的二維座標，以及根據每一所述第二特徵點以及每一所述第二特徵點所對應的一第二極線，自該第一修正物體影像中取得每一所述第二特徵點的一對應點的二維座標。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述的三維資料擷取系統，其中該影像處理裝置根據該第一投影矩陣、該第二投影矩陣、每一所述區域所對應之所述第一特徵點的二維座標、每一所述區域所對應之所述第一特徵點的所述對應點的二維座標、每一所述區域所對應之所述第二特徵點的二維座標、每一所述區域所對應之所述第二特徵點的所述對應點的二維座標，獲得該受測物體的三維資料，其中該第一投影矩陣為該第一內部參數與該第一外部參數所組合而成的矩陣，該第二投影矩陣為該第二內部參數與該第二外部參數所組合而成的矩陣。

10. 如申請專利範圍第 6 項所述的三維資料擷取系統，其中

該影像處理裝置更根據該受測物體的三維資料，產生多個三角網格，據以建構該受測物體的三維模型。

圖式

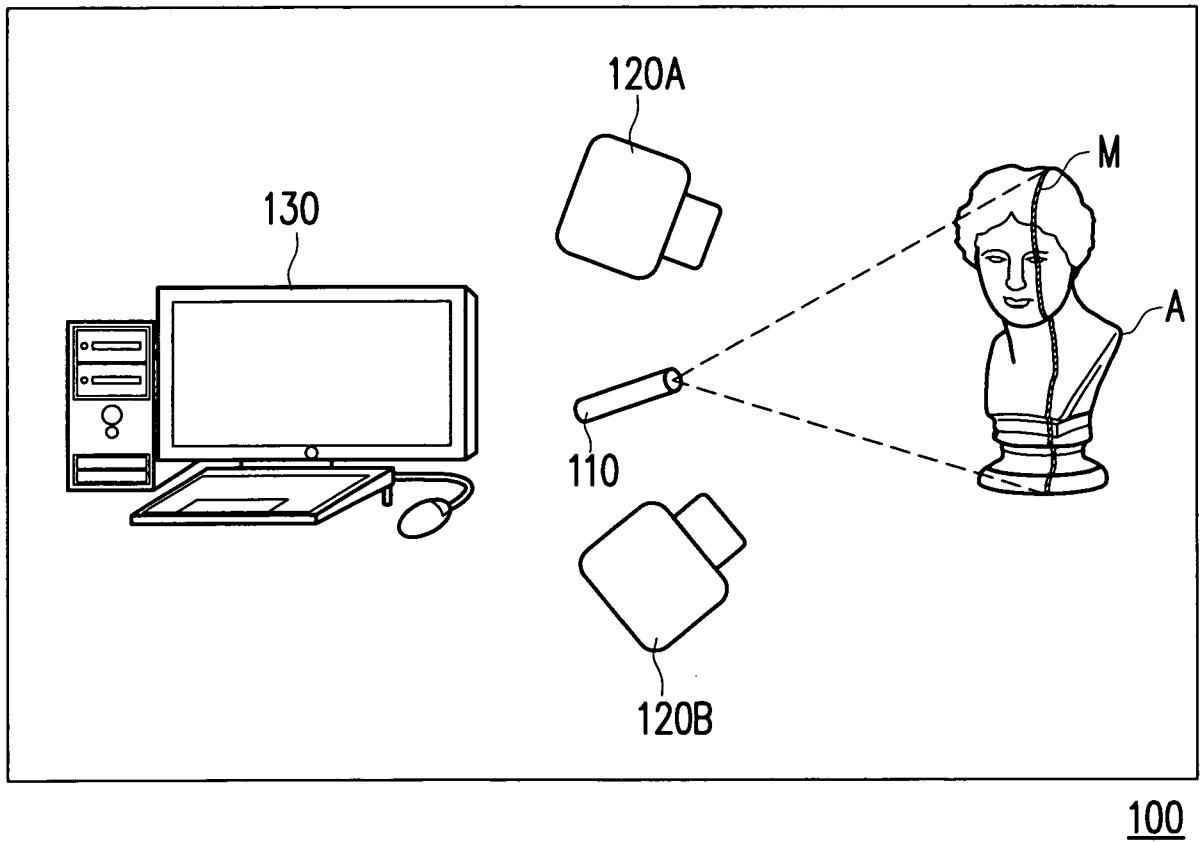


圖 1

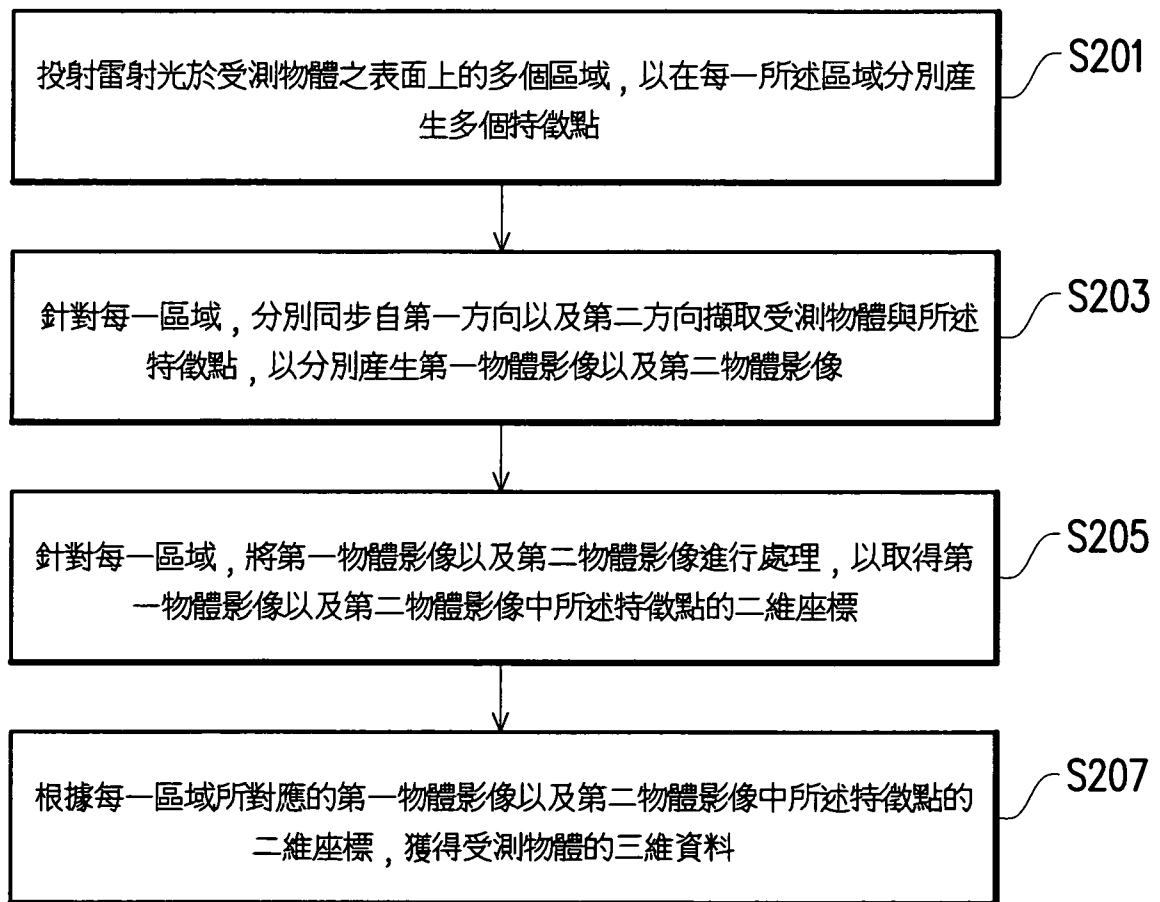


圖 2



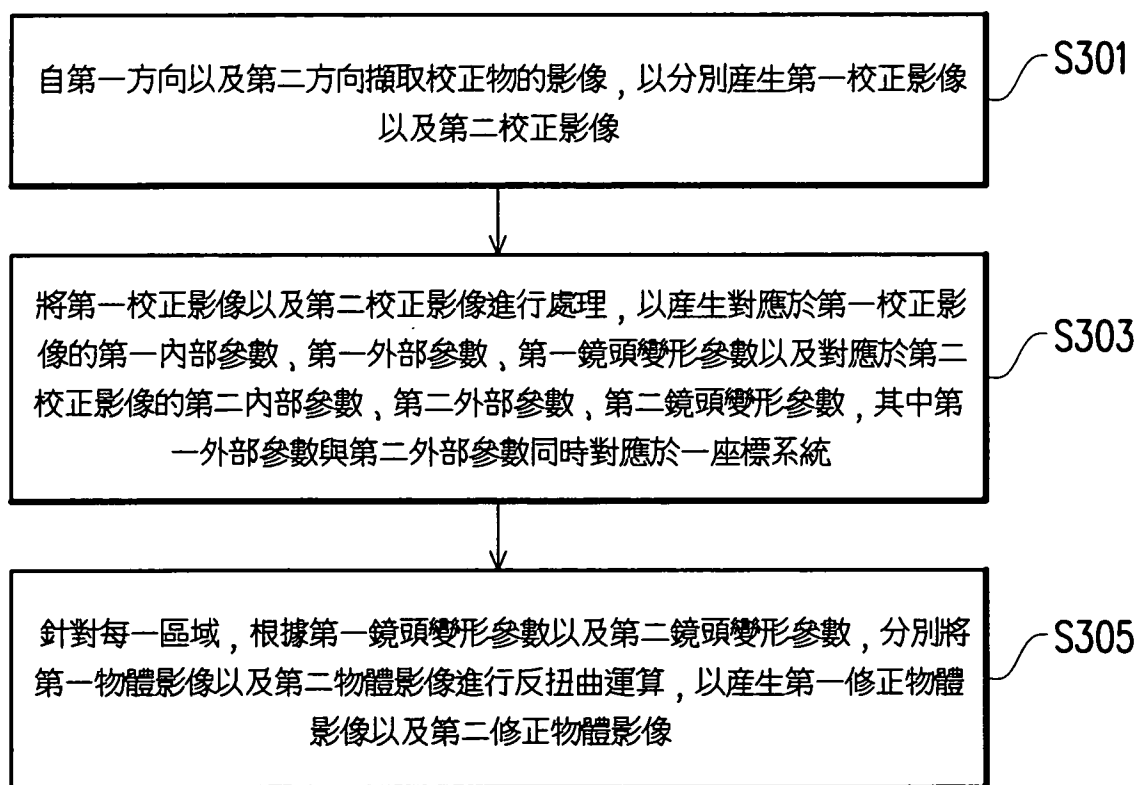


圖 3

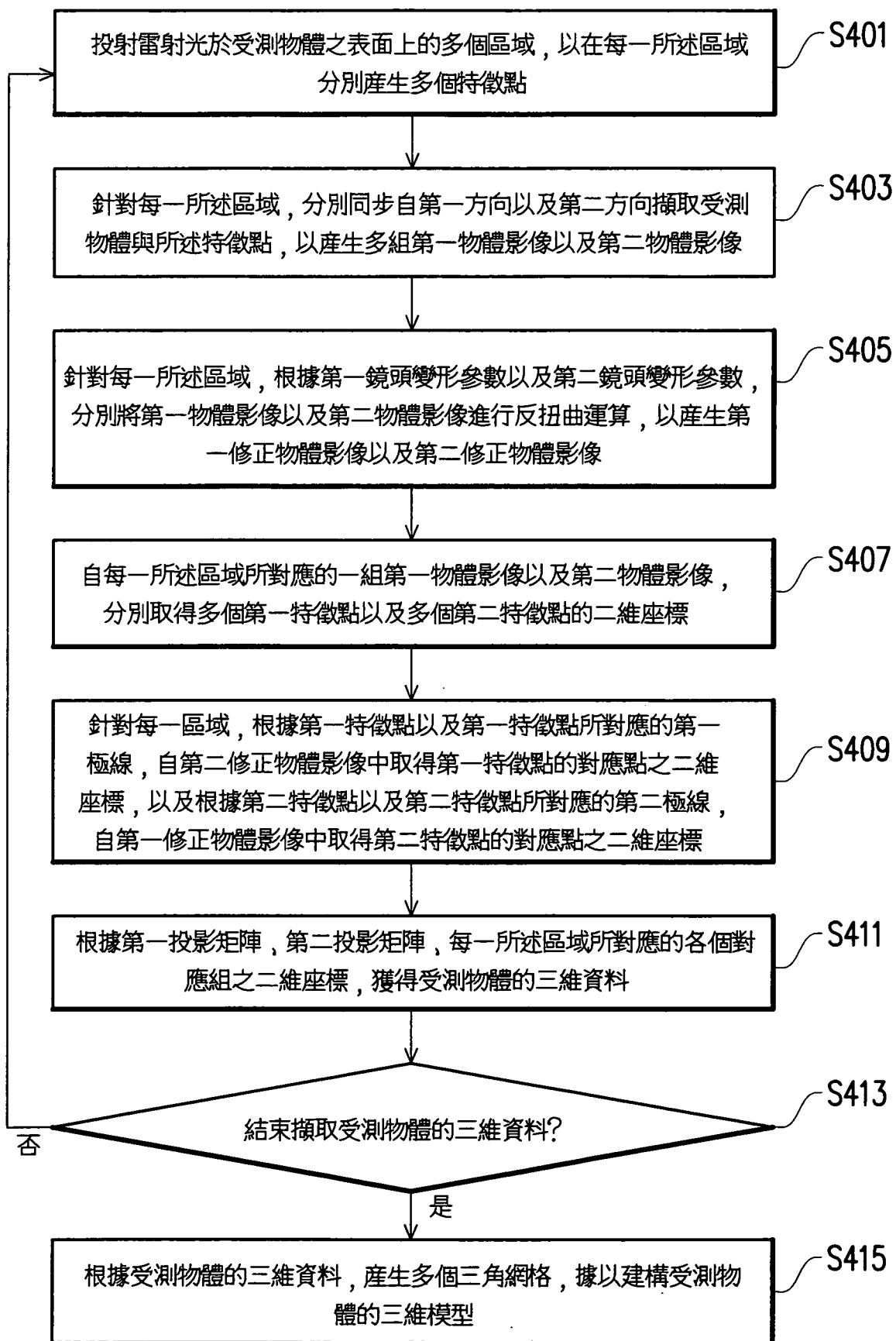


圖 4

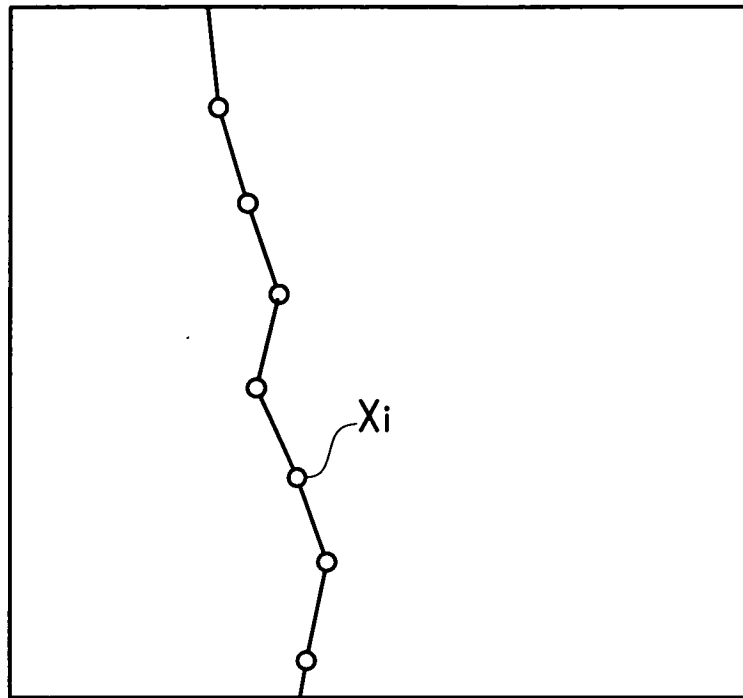


圖 5A

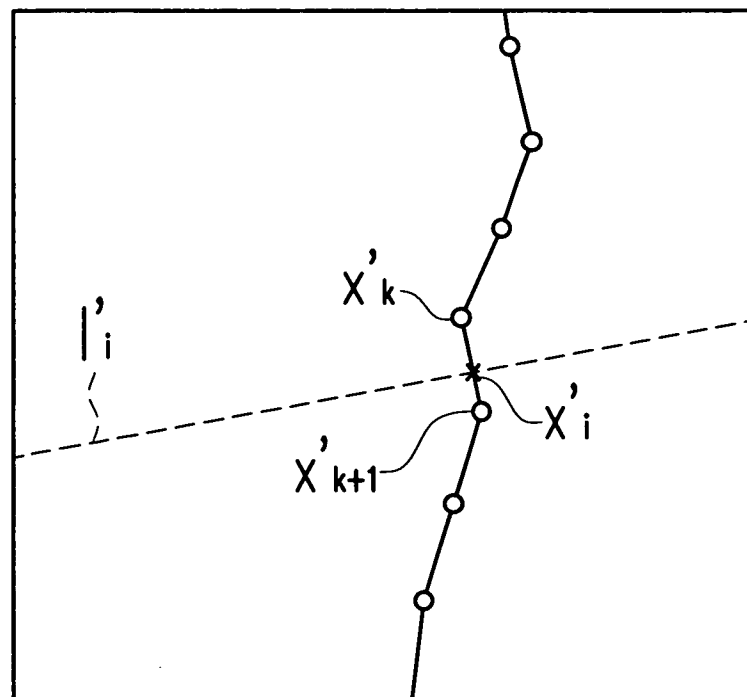


圖 5B