



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I590196 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：105117870

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 06 日

(51)Int. Cl. : G06T7/00 (2006.01)

G01F23/292 (2006.01)

(71)申請人：財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會(中華民國) NCKU RESEARCH & DEVELOPMENT FOUNDATION (TW)

臺南市東區大學路 22 巷 2 號

(72)發明人：簡仲和 CHIEN, CHUNG HO (TW)；郭晉安 KUO, CHIN AN (TW)；呂蕙安 LU, HUEI AN (TW)；蔡宗利 TSAI, CHONG LI (TW)

(74)代理人：黃耀霆

(56)參考文獻：

TW 200417719A

TW 201024687A

TW 201124711A

TW 201418671A

CN 101586982A

CN 103134568A

US 5073720

US 5648844

審查人員：李惟任

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：4 共 20 頁

(54)名稱

液面監測方法

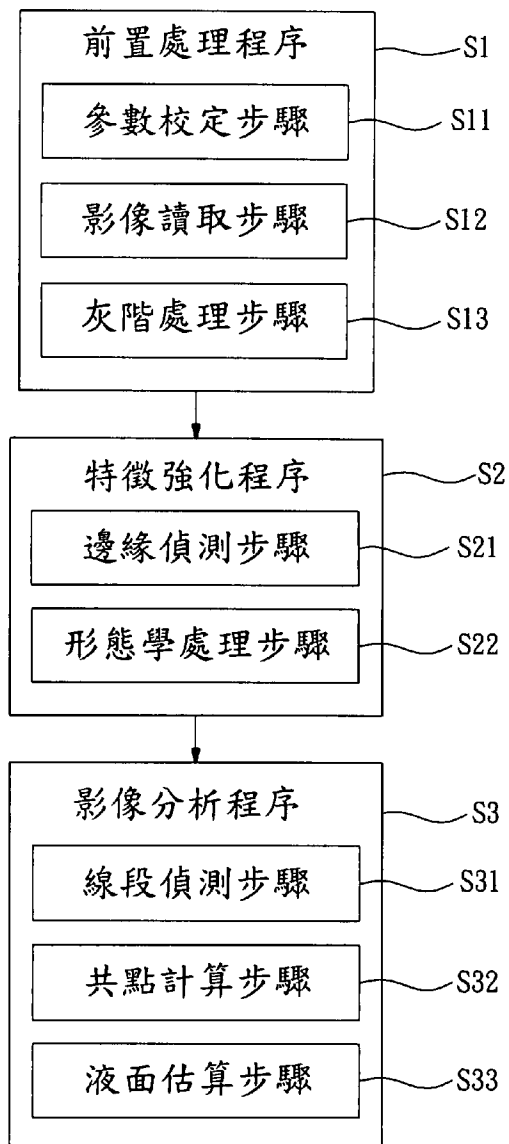
METHOD FOR DETECTING OF LIQUID

(57)摘要

一種液面監測方法，應用於一液面監測系統，該液面監測系統包含一發光模組、一資料擷取模組及一資料處理模組。其中，該發光模組投射一平面狀雷射光束至一壁面及一液體，該壁面及該液面的交界處形成一公共交點的數條光線段。該資料擷取模組拍攝各該光線段，以產生一原始影像。該資料處理模組強化並偵測該原始影像，並求得各該光線段之公共交點的影像座標。隨後，將該影像座標轉換成實際的空間座標，該空間座標即為該液面位置。

The invention relates to a method for detecting of liquid which for a fluid level monitoring system. The fluid level monitoring system includes a light emitting module, a data capture module and a data processing module. Wherein, the light emitting module projects a planar laser beam to a wall and a liquid. And then, the common boundary of the wall and the liquid generates light segments which intersect at a point. The data capture module shooting the light segments to generate an original image. The data processing module strengthens and detects the original image for getting the image coordinate of the point at the light segments. Finally, transforms the image coordinate to a spatial coordinate which is the fluid level.

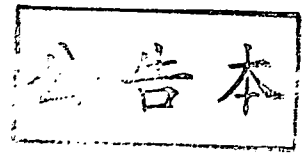
指定代表圖：



符號簡單說明：

- S1 . . . 前置處理程序
- S11 . . . 參數校定步驟
- S12 . . . 影像讀取步驟
- S13 . . . 灰階處理步驟
- S2 . . . 特徵強化程序
- S21 . . . 邊緣偵測步驟
- S22 . . . 形態學處理步驟
- S3 . . . 影像分析程序
- S31 . . . 線段偵測步驟
- S32 . . . 共點計算步驟
- S33 . . . 液面估算步驟

第 3 圖



發明摘要

※ 申請案號：105117870

※ 申請日：105.6.6

※IPC 分類：

G06T 7/00 (2006.01)

G01F 23/292 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

液面監測方法 / Method for Detecting of Liquid

【中文】

一種液面監測方法，應用於一液面監測系統，該液面監測系統包含一發光模組、一資料擷取模組及一資料處理模組。其中，該發光模組投射一平面狀雷射光束至一壁面及一液體，該壁面及該液面的交界處形成一共交點的數條光線段。該資料擷取模組拍攝各該光線段，以產生一原始影像。該資料處理模組強化並偵測該原始影像，並求得各該光線段之共交點的影像座標。隨後，將該影像座標轉換成實際的空間座標，該空間座標即為該液面位置。

【英文】

The invention relates to a method for detecting of liquid which for a fluid level monitoring system. The fluid level monitoring system includes a light emitting module, a data capture module and a data processing module. Wherein, the light emitting module projects a planar laser beam to a wall and a liquid. And then, the common boundary of the wall and the liquid generates light segments which intersect at a point. The data capture module shooting the light segments to generate an original image. The data processing module strengthens and detects the original image for getting the image coordinate of the point at the light segments. Finally, transforms the image coordinate to a spatial coordinate which is the fluid level.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

S1	前置處理程序	S11	參數校定步驟
S12	影像讀取步驟	S13	灰階處理步驟
S2	特徵強化程序		
S21	邊緣偵測步驟	S22	形態學處理步驟
S3	影像分析程序	S31	線段偵測步驟
S32	共點計算步驟	S33	液面估算步驟

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

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)

液面監測方法 / Method for Detecting of Liquid

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種液面監測方法，特別是一種將一平面狀雷射光束投射到一壁面及一液面，該壁面與該液面交界處形成一共同交點的至少三條光線段，並以影像處理方法取得該共同交點的空間位置的液面監測方法。

【先前技術】

【0002】 台灣處於西北太平洋地區颱風侵襲的主要路徑，係屬於高災害風險地區，且極易受到天然災害的影響。有鑒於此，都市地區容易因為大量的雨水而造成短時間內無法排除多餘雨量或區域排洪不及而淹水，而嚴重威脅民眾的生命與財產安全。據此，河川水位的液位監測與預警向來是災害防範的首要目標；而為了達到上述之目標，較佳是採用一液面監測方法，以監測該液面位置。此外，該液面監測方法亦可廣泛地應用於其他各種領域，例如：化學或醫學等相關領域。舉例而言，於化學相關領域之實驗中，對於各種液態化學原料之量測，由於牽扯到各種化學原料間不同濃度的配置，因此，其劑量之量測精準度是非常重要。再者，於醫學相關領域中，對於治療病患所用之藥劑的用量監測，例如：施打點滴時，其點滴瓶之藥劑是否已經低於一臨界值，而需提醒醫療人員補充該藥劑或停止施打點滴。

【0003】 上述液面監測方法，可為一習知液位量測方法，其係透過拍攝一液體的表面影像，以測量該液體的液面位置，其實施例可參酌如中華民國第 201024687 號「雷射光學影像水位量測裝置及其方法」專利案。上

述專利案之方法，係利用二雷射光源射出的光線於一水體表面形成二雷射光點。隨後，由一影像擷取裝置拍攝並取得包含該二雷射光點之一水體影像，並傳送該水體影像至影像處理裝置進行分析。該影像處理裝置的分析方法係利用一校正迴歸曲線計算該二雷射光點之間的距離，藉此求出該水體之水位高度。

【0004】 惟，該二雷射光點係藉由該二雷射光源產生，並執行後續的運算，以求出該水體之水位高度。有鑑於此，為了更簡化上述液位量測方法之硬體需求，本發明提供一種液面監測方法，僅須將一平面狀雷射光束投射到一壁面及一液面，該壁面與該液面交界處形成一共交點的至少三條光線段，並分析該共交點的位置以準確量測並取得液面位置。

【發明內容】

【0005】 本發明之目的係提供一種液面監測方法，係由一發光模組將一平面狀雷射光束投射到一壁面及一液面，該壁面與該液面交界處形成一共交點的至少三條光線段，並分析該共交點的位置以準確量測並取得液面位置。

【0006】 一種液面監測方法，應用於一液面監測系統，以監測一盛液裝置內之液體的液面位置，該液面監測系統包含一資料處理模組，該方法包含：以該資料處理模組讀入一原始影像；以該資料處理模組偵測該原始影像中形成一共交點的至少三條光線段；以該資料處理模組計算該共交點的影像座標；及以該資料處理模組將該影像座標換算為一空間座標，該空間座標即為該液體之液面位置，其中，該至少三條光線段包含至少一曲線線段時，該資料處理模組對該原始影像執行直線偵測及曲線偵測。

【0007】 其中，該盛液裝置具有一壁面與該液體相接觸，使該液體之液面與該壁面相接形成一交線，該液面監測系統另包含一發光模組及一資料擷取模組，該資料處理模組耦接該發光模組及該資料擷取模組，該方法

於該資料處理模組讀入該原始影像前，以該發光模組朝該交線投射一平面狀雷射光束，以於鄰近該交線的壁面與液面形成該至少三條光線段，而該共交點即係位於該交線上，且以該資料擷取模組朝該至少三條光線段拍攝並產生該原始影像。

【0008】 其中，該平面狀雷射光束於該壁面及該液面分別形成一第一光線段及一第二光線段，該第二光線段於該壁面形成一第三光線段，該第三光線段於該液面形成一第四光線段，該至少三條光線段包含該第一光線段、該第二光線段、該第三光線段及該第四光線段中至少三條光線段。

【0009】 其中，該至少三條光線段之偵測方法，係對該原始影像執行一邊緣偵測及一形態學處理以產生一二值影像，並對該二值影像執行線段偵測。

【0010】 其中，該形態學處理係對該原始影像執行形態學中的填滿及骨架化。

【0011】 其中，該壁面為一曲面狀壁面時，該至少三條光線段包含至少一曲線線段，該資料處理模組對該原始影像執行直線偵測及曲線偵測。

【0012】 其中，該資料處理模組計算該共交點之影像座標的方法係為一最小二乘法。

【0013】 其中，該資料處理模組將該影像座標換算為該空間座標的方法係為一直接線性轉換法。

【圖式簡單說明】

【0014】

第 1 圖：本發明液面監測方法實施例之系統架構示意圖。

第 2 圖：本發明液面監測方法實施例之硬體運作流程圖。

第 3 圖：本發明液面監測方法實施例之軟體運作流程圖。

第 4 圖：本發明液面監測方法實施例之光線段偵測示意圖。

【實施方式】

【0015】 為讓本發明之上述及其他目的、特徵及優點能更明顯易懂，下文特舉本發明之較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【0016】 本發明全文所述之「耦接」(Coupled Connection)，係指二電子裝置可經由有線或是無線技術相互通訊，惟不以此為限，係本發明所屬技術領域中具有通常知識者可以理解。

【0017】 本發明全文所述之「像素」(Pixels)，係指一影像組成的最小單位，用以表示該影像之解析度 (Resolution)，例如：若該影像之解析度為 1024×768 ，則代表該影像共有 1024×768 個像素，係本發明所屬技術領域中具有通常知識者可以理解。

【0018】 本發明全文所述之「色階」(Color Level)，係指該像素所顯現顏色分量或亮度的濃淡程度，例如：彩色影像之紅色 (R)、綠色 (G)、藍色 (B) 分量的色階範圍各為 0~255；或者，灰階影像之亮度 (Luminance) 的色階範圍可為 0~255，係本發明所屬技術領域中具有通常知識者可以理解。

【0019】 請參閱第 1 圖所示，其係本發明液面監測方法實施例之系統架構示意圖，包含：一資料處理模組 1、一發光模組 2 及一資料擷取模組 3。其中，該發光模組 2 及該資料擷取模組 3 耦接該資料處理模組 1。該系統可應用於監測一盛液裝置 (例如：一水道或一容器) 內之液體 L 的液面 S 位置。其中，該盛液裝置包括二側壁、一底壁及一容置空間，該容置空間係由該二側壁及該底壁所形成，且該容置空間係用以盛裝該液體 L。詳言之，該二側壁之一係具有一朝向該容置空間的壁面 W，該壁面 W 可為一平面狀壁面或一曲面狀壁面，且該壁面 W 具有相對的一頂端及一底端。此外，該盛液裝置內盛有該液體 L 的情況下，該液體 L 與該壁面 W 相接觸，且該液面 S 與該壁面 W 相接形成一交線。此外，該資料處理模組 1 較佳可

耦接一資料庫模組 4，例如：MySQL、Oracle 等資料庫，該資料庫模組 4 可用以儲存該資料擷取模組 3 所拍攝之原始影像 A，亦可由該資料處理模組 1 接收一影像作為該原始影像 A，並作為後續影像處理分析使用。

【0020】請參閱第 2 圖所示，其係本發明液面監測方法實施例之硬體運作流程圖。其中，該發光模組 2 係朝向該交線投射一平面狀雷射光束 T，該平面狀雷射光束 T 較佳係涵蓋由該發光模組 2 及該壁面 W 之底端的連線方向至該發光模組 2 及該壁面 W 之頂端的連線方向所構成之範圍。並且，該平面狀雷射光束 T 不與該交線平行。藉此，該盛液裝置內盛有該液體 L 的情況下，該平面狀雷射光束 T 可於鄰近該交線的壁面 W 與液面 S 形成至少三條光線段，且該至少三條光線段係於該交線上形成一交點。在本實施例中，該平面狀雷射光束 T 於該壁面 W 及液面 S 分別形成一第一光線段 U 及一第二光線段 Y，該第二光線段 Y 於該壁面 W 形成一第三光線段 Z，該第三光線段 Z 於該液面 S 形成一第四光線段 X，該至少三條光線段包含該第一光線段 U、該第二光線段 Y、該第三光線段 Z 及該第四光線段 X 中至少三條光線段。此外，該壁面 W 係以一渠道側壁之壁面為實施態樣作為後續說明。再者，該發光模組 2 可為一雷射霧燈（Laser Emitter with Prism Lens），亦可利用一雷射筆投射一條狀光束於一稜鏡上，藉此形成該平面狀雷射光束 T。然而，該發光模組 2 之實施方式及應用本監測方法之容器並不以上述型態為限。

【0021】請再參閱第 2 圖所示，該資料擷取模組 3（例如：監視攝影機、網路攝影機或紅外線攝影機等）可耦接該資料處理模組 1（例如：電腦主機、檔案伺服器或雲端伺服器等）作為系統執行架構。在本實施例中，該資料擷取模組 3 可設置於該發光模組 2 旁，且拍攝取得包含該至少三條光線段的原始影像 A（Original Image），例如：單一（Single）或連續（Continued）影像等，該原始影像 A 可為彩色或灰階影像。該資料處理模

組 1 可自該資料擷取模組 3 接收該原始影像 A，並據以執行本發明液面監測方法實施例所揭示的軟體運作流程，用以量測液面位置，惟不以此為限。詳言之，上述之液面位置係為該液體 L 之水位高度。此外，該原始影像 A 係以彩色影像作為實施態樣進行後續說明，惟不以此為限，依此類推，可應用於黑白或連續影像之液面位置量測，其係本發明所屬技術領域中具有通常知識者可以理解，在此容不贅述。

【0022】請參閱第 3 圖所示，其係本發明液面監測方法實施例之軟體運作流程圖，可包含一前置處理程序 S1、一特徵強化程序 S2 及一影像分析程序 S3，分別敘述如後。

【0023】該前置處理程序 S1 可包含一參數校定步驟 S11、一影像讀取步驟 S12 及一灰階處理步驟 S13。其中，該參數校定步驟 S11 可由該資料處理模組 1 設定至少四外部控制點，以求得該資料擷取模組 3 的外部參數。該資料處理模組 1 以該資料擷取模組 3 的外部參數、一平面校正版及一校正公式計算，求出該資料擷取模組 3 的內部參數。在本實施例中，該資料擷取模組 3 係為一攝影機。而該攝影機的內部參數可用以校正其鏡頭之輻射畸變 (Radial Distortion)，其係本發明所屬技術領域中具有通常知識者可以理解，在此不多加贅述。其中，該校正公式可參酌「Holland 等人 (1997) 所提供的一種用以解決影像扭曲之校正方法」。此外，該資料擷取模組 3 之內部參數的計算方式係為本發明所屬技術領域中具有通常知識者可以理解，在此容不贅述。

【0024】該影像讀取步驟 S12 可由該資料處理模組 1 自該資料擷取模組 3 中讀入該原始影像 A，惟不以此為限。其中，該原始影像 A 可包含該壁面 W、該液體 L 及該至少三條光線段的圖像。

【0025】該灰階處理步驟 S13 可由該資料處理模組 1 對該原始影像 A 進行灰階處理，其主要原理乃依據該原始影像 A 各像素之紅色、綠色及藍

色分量的色階，將該原始影像 A 之色調平均轉換到色階範圍為 0~255 之亮度。

【0026】 惟，該參數校定步驟 S11 及該灰階處理步驟 S13 係可選擇性執行，例如：該資料擷取模組 3 之內外部參數不需進行校定時，即可省略該參數校定步驟 S11；再者，該原始影像 A 之像素的色階範圍為 0~255，即可省略該灰階處理步驟 S13，其係本發明所屬技術領域中具有通常知識者可以理解，在此不多加限制。

【0027】 該特徵強化程序 S2 之主要目的係強化該原始影像 A 所包含的光線段之特徵，可包含一邊緣偵測步驟 S21 及一形態學處理步驟 S22。其中，該邊緣偵測步驟 S21 可由該資料處理模組 1 偵測該原始影像 A 之邊緣特徵，該偵測方法可為一種梯度運算子邊緣搜尋法，例如：肯尼邊緣檢測 (Canny Edge Detection) 或索貝爾邊緣檢測 (Sobel Edge Detection) 等。在本實施例中，係採用肯尼邊緣檢測為實施態樣作為後續說明，惟不以此為限，其主要原理係計算該原始影像 A 中各像素之影像梯度 (Gradient) 值 G，並依據該影像梯度值 G 計算各該像素之影像邊界值 E。詳言之，該原始影像 A 經由執行該邊緣偵測步驟 S21 後，可為影像處理中的二值影像，惟不以此為限。其中，該影像邊界值 E 為 1 或 0，分別代表一像素為一邊界或並非一邊界。該影像梯度值 G 與影像邊界值 E 之計算公式如下式

(1)~(3)所示：

$$G = \begin{bmatrix} \frac{\partial f(x,y)}{\partial x} \\ \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (2)$$

$$E(x,y) = \begin{cases} 1, G > \omega \\ 0, G \leq \omega \end{cases} \quad (3)$$

其中， $f(x,y)$ 係為該原始影像 A 之像素為 (x,y) 時之灰階值，且 $0 \leq x < M$ 且 $0 \leq y < N$ ； G_x 代表該原始影像 A 之水平方向之梯度值； G_y 代表該原始影像 A 之垂直方向之梯度值； ω 為一閾值。若該原始像素 A 之像素 (x,y) 的影像梯度值 G 大於該閾值 ω 時，則設定該像素 (x,y) 之影像邊界值 $E(x,y)$ 為 1；若該原始像素 A 之像素 (x,y) 的影像梯度值 G 不大於該閾值 ω 時，則設定該像素 (x,y) 之影像邊界值 $E(x,y)$ 為 0。在本實施例中，該資料處理模組 1 藉由該梯度運算子邊緣搜尋法偵測該原始影像 A 的邊緣特徵，以求出該原始影像 A 中其邊界值為 1 的壁面、液面及該至少三條光線段。

【0028】 該形態學處理步驟 S22 可由該資料處理模組 1 對該原始影像 A 使用填滿 (Fill) 及骨架化 (Skeletonizing) 的形態學影像處理方法，使該原始影像 A 中產生該至少三條光線段之特徵。該原始影像 A 經由執行該形態學處理步驟 S22 後，可為影像處理中的二值影像，惟不以此為限。舉例而言，該資料處理模組 1 對該原始影像 A 使用填滿的形態學影像處理方法後，會將該原始影像 A 所包含之至少三條光線段的邊緣特徵內部填滿。當該至少三條光線段皆係為一直線時，該至少三條光線段皆為一 $m \times n$ 的四邊形，其中， m 代表該四邊形寬度的像素值，且 $m \geq 1$ ； n 代表該四邊形長度的像素值，且 $n \geq 1$ ；當該至少三條光線段中包含一曲線時，則該曲線之寬度的像素值為 m ，且 $m \geq 1$ 。惟，該至少三條光線段的寬度或長度之像素值大於 1 時，可能會造成後續影像處理步驟的誤判，故，該資料處理模組 1 再對該原始影像 A 使用骨架化的形態學影像處理方法，將該至少三條光線段的寬度或長度其中之一的像素值轉換成 1 像素。藉此，提高後續影像處理步驟的精確度及影像處理效率。

【0029】 請一併參閱第 4 圖所示，該影像分析程序 S3 可包含一線段偵測步驟 S31、一共點計算步驟 S32 及一液面估算步驟 S33。其中，該線段偵測步驟 S31 可由該資料處理模組 1 偵測該原始影像 A 所包含之至少三

條光線段。在本實施例中，當該壁面 W 係為該平面狀壁面時，係採用一霍夫轉換法 (Hough Transform) 可參酌「Hough (1962)」，偵測該原始影像 A 所包含之至少三條光線段，其主要原理係將該原始影像 A 中各線段之各點的 x 及 y 座標轉換為 ρ (rho) 及 θ (theta) 極座標。該轉換公式如下式 (4)~(5) 所示：

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (4)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right) \quad (5)$$

依據該霍夫轉換法，該原始影像 A 內同一方向線段在 ρ 及 θ 極座標圖上，具有交會在同一點之特性，因此，可取出最大交叉量之點，並選取 ρ 與 θ 接近最佳值之線段為所偵測的光線段。

【0030】 惟，當該壁面 W 係為該曲面狀壁面時，該至少三條光線段可包含至少一曲線線段，因此，可由該資料處理模組 1 對該原始影像 A 執行直線偵測及曲線偵測。

【0031】 該共點計算步驟 S32 可由該資料處理模組 1 求得該至少三條光線段的線段方程式。在本實施例中，可由該資料處理模組 1 於該原始影像 A 中任取組成該至少三條光線段之最低需求數量的像素座標點（例如：至少需要二像素座標點才能產生一直線方程式或至少需要三像素座標點才能產生一曲線方程式），以產生該至少三條光線段的線段方程式。此外，當該至少三條光線段皆為一直線線段時，可由該資料處理模組 1 將該至少三條光線段以一向量表示法表示各自的線段方程式。隨後，可由該資料處理模組 1 根據上述的線段方程式產生一矩陣方程式，並以該資料處理模組 1 藉由一聯立法或一最小二乘法 (Generalized Least Squares) 對該矩陣方程式計算，以求得該至少三條光線段之共交點的影像座標。在本實施例中，該資料處理模組 1 係採用該最小二乘法對該線段方程式運算，惟不以此為

限，且該最小二乘法之運算方式係本發明所屬相關技術領域中具有通常知識者可以理解，在此不多加贅述。

【0032】舉例而言，當該壁面係為該平面狀壁面時，該資料處理模組 1 可於該原始影像 A 中偵測出二直線線段 L1,L2。其中，該直線線段 L1 之任意兩點的影像座標分別為(248,216)、(276,538)；該直線線段 L2 之任意兩點的影像座標分別為(260,387)、(523,825)。一直線線段的向量表示式如下式(6)所示：

$$a_i + tn_i, -\infty < t < \infty \quad (6)$$

其中， a_i 為第 i 條直線線段之像素座標的矩陣表示式， n_i 為第 i 條直線線段之單位向量，則該二直線線段 L1,L2 各自的單位向量分別為 $[0.0866 \ 0.9962]^T$ 及 $[0.5148 \ 0.8573]^T$ 。隨後，該資料處理模組 1 以該最小二乘法計算，求出該二直線線段 L1,L2 之共交點的影像座標，其中該最小二乘法的計算方式如下式(7)~(9)所示：

$$p = R^{-1}q \quad (7)$$

$$R = \sum_{j=1}^J (I - n_j n_j^T) \quad (8)$$

$$q = \sum_{j=1}^J (I - n_j n_j^T) \times a_j \quad (9)$$

其中， p 為該共交點之座標， $j(j=1,2,\dots,J)$ 為第 j 條直線線段， I 為單位矩陣， n_j 為第 j 條直線線段之單位向量， n_j^T 為第 j 條直線線段之單位向量的轉移矩陣， a_j 為第 j 條直線線段之向量表示式。並求得該共交點的影像座標為(263,392)。

【0033】該液面估算步驟 S33 可由該資料處理模組 1 將該影像座標轉換為該壁面與該液面交界處之空間座標，從而估算出液面位置。在本實施例中，該空間座標之轉換較佳可採用一直接線性轉換法 (Direct Linear Transformation)，其公式如下式(10)所示：

$$u = \frac{L_1X + L_2Y + L_3Z + L_4}{L_9X + L_{10}Y + L_{11}Z + 1}, v = \frac{L_5X + L_6Y + L_7Z + L_8}{L_9X + L_{10}Y + L_{11}Z + 1} \quad (10)$$

其中，(u,v)為該共交點的影像座標，(X,Y,Z)為該壁面與該液面交界處之空間座標， L_i ($i=1,2,\dots,11$)為該資料擷取模組3的外部參數。由於該資料擷取模組3係拍攝該渠道側壁之壁面W作為實施態樣，因此，假設該資料擷取模組3與該渠道之距離令該資料擷取模組3不用考慮景深所造成的影響。所以，可由該資料處理模組1設定該空間座標的Y軸為零，以降低該液面估算步驟S33運算所需花費的時間，具有提升「影像處理效率」之功效。故，該直接線性轉換法之公式可以修改成如下式(11)所示：

$$u = \frac{L_1X + L_3Z + L_4}{L_9X + L_{11}Z + 1}, v = \frac{L_5X + L_7Z + L_8}{L_9X + L_{11}Z + 1} \quad (11)$$

其中，(u,v)為該共交點影像座標，(X,Y,Z)為該壁面與該液面交界處之空間座標， L_i ($i=1,3,4,5,7,8,9,11$)為該資料擷取模組3的外部參數。

【0034】綜上所述，本發明之液面監測方法於該影像前處理程序S1中對該資料處理模組1設定該四外部控制點，以求得該資料擷取模組3的外部參數。該資料處理模組1以該外部參數、該平面校正板及該校正公式產生該資料擷取模組3的內部參數。隨後，該資料處理模組1自該資料擷取模組3讀入該原始影像A，並且藉由執行該特徵強化程序S2對該原始影像A進行影像處理。再者，該資料處理模組1執行該影像分析程序S3偵測該原始影像A所包含之至少三條光線段的特徵，並計算該至少三條光線段之共交點的影像座標，以估算出該壁面與該液面交界處之空間座標，並取得該液面位置。據此，本發明之液面監測量測方法，可達成準確量測液面位置之目的。

【0035】雖然本發明已利用上述較佳實施例揭示，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之內，相對上述

實施例進行各種更動與修改仍屬本發明所保護之技術範疇，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。

【符號說明】

【0036】

1	資料處理模組	2	發光模組
3	資料擷取模組	4	資料庫模組
S1	前置處理程序	S11	參數校定步驟
S12	影像讀取步驟	S13	灰階處理步驟
S2	特徵強化程序		
S21	邊緣偵測步驟	S22	形態學處理步驟
S3	影像分析程序	S31	線段偵測步驟
S32	共點計算步驟	S33	液面估算步驟
L	液體	S	液面
W	壁面	A	原始影像
T	平面狀雷射光束	U	第一光線段
Y	第二光線段	Z	第三光線段
X	第四光線段	G	影像梯度值
E	影像邊界值	ω	閾值

申請專利範圍

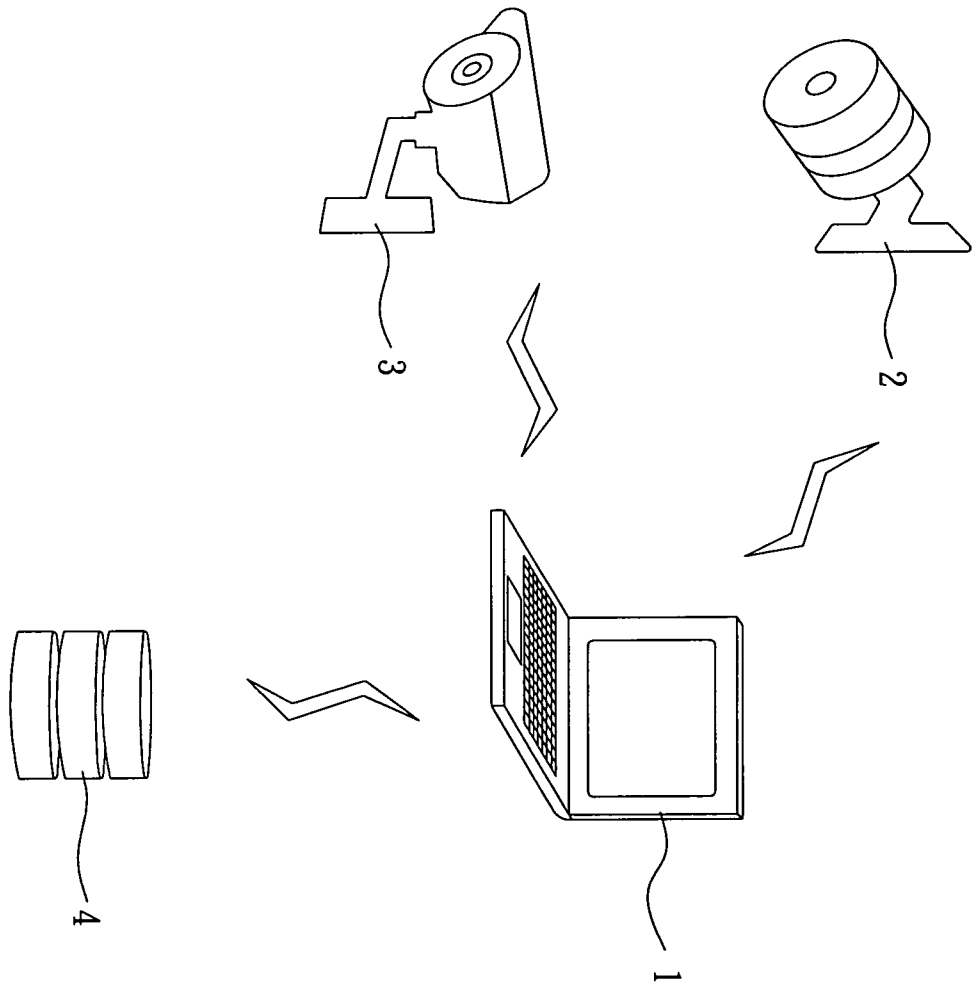
1. 一種液面監測方法，應用於一液面監測系統，以監測一盛液裝置內之液體的液面位置，該液面監測系統包含一資料處理模組，該方法包含：
以該資料處理模組讀入一原始影像；
以該資料處理模組偵測該原始影像中形成一交點的至少三條光線段；
以該資料處理模組計算該交點的影像座標；及
以該資料處理模組將該影像座標換算為一空間座標，該空間座標即為該液體之液面位置，其中，該至少三條光線段包含至少一曲線線段時，該資料處理模組對該原始影像執行直線偵測及曲線偵測。
2. 如申請專利範圍第1項所述之液面監測方法，其中，該盛液裝置具有一壁面與該液體相接觸，使該液體之液面與該壁面相接形成一交線，該液面監測系統另包含一發光模組及一資料擷取模組，該資料處理模組耦接該發光模組及該資料擷取模組，該方法於該資料處理模組讀入該原始影像前，以該發光模組朝該交線投射一平面狀雷射光束，以於鄰近該交線的壁面與液面形成該至少三條光線段，而該交點即係位於該交線上，且以該資料擷取模組朝該至少三條光線段拍攝並產生該原始影像。
3. 如申請專利範圍第2項所述之液面監測方法，其中，該平面狀雷射光束於該壁面及該液面分別形成一第一光線段及一第二光線段，該第二光線段於該壁面形成一第三光線段，該第三光線段於該液面形成一第四光線段，該至少三條光線段包含該第一光線段、該第二光線段、該第三光線段及該第四光線段中至少三條光線段。
4. 如申請專利範圍第2項所述之液面監測方法，其中，該壁面為一曲面狀壁面時，該至少三條光線段包含至少一曲線線段，該資料處理模組對該原始影像執行直線偵測及曲線偵測。
5. 如申請專利範圍第1項所述之液面監測方法，其中，該至少三條光線段

之偵測方法，係對該原始影像執行一邊緣偵測及一形態學處理以產生一二值影像，並對該二值影像執行線段偵測。

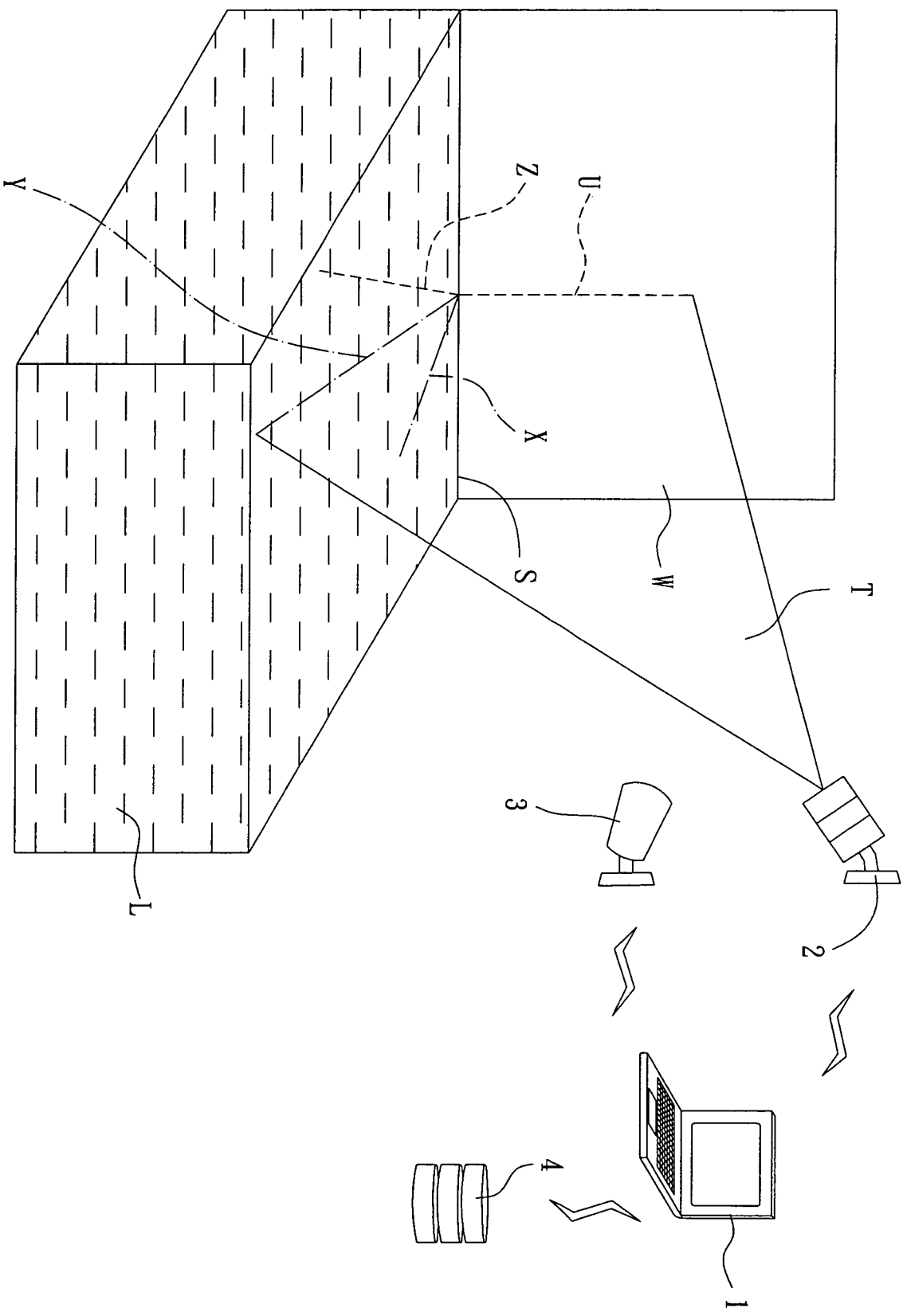
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之液面監測方法，其中，該形態學處理係對該原始影像執行形態學中的填滿及骨架化。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之液面監測方法，其中，該資料處理模組計算該共交點之影像座標的方法係為一最小二乘法。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之液面監測方法，其中，該資料處理模組將該影像座標換算為該空間座標的方法係為一直接線性轉換法。

圖式

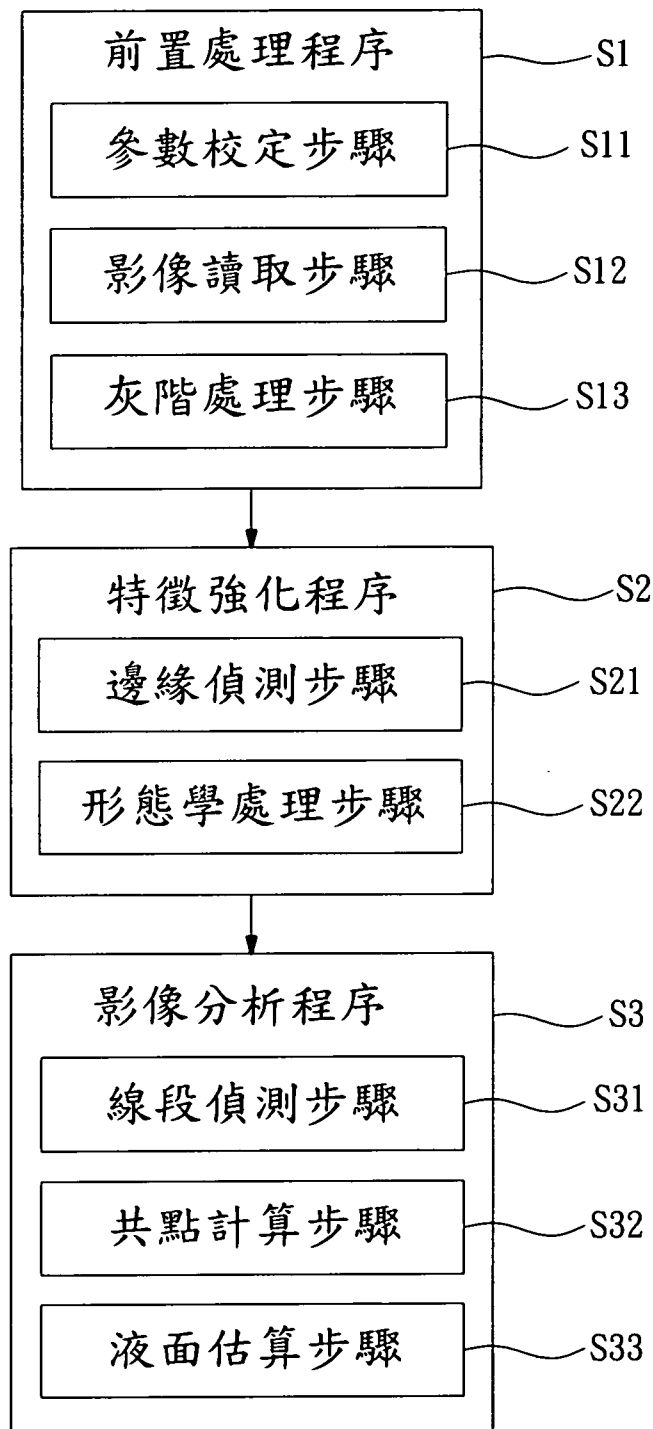
第 1 圖



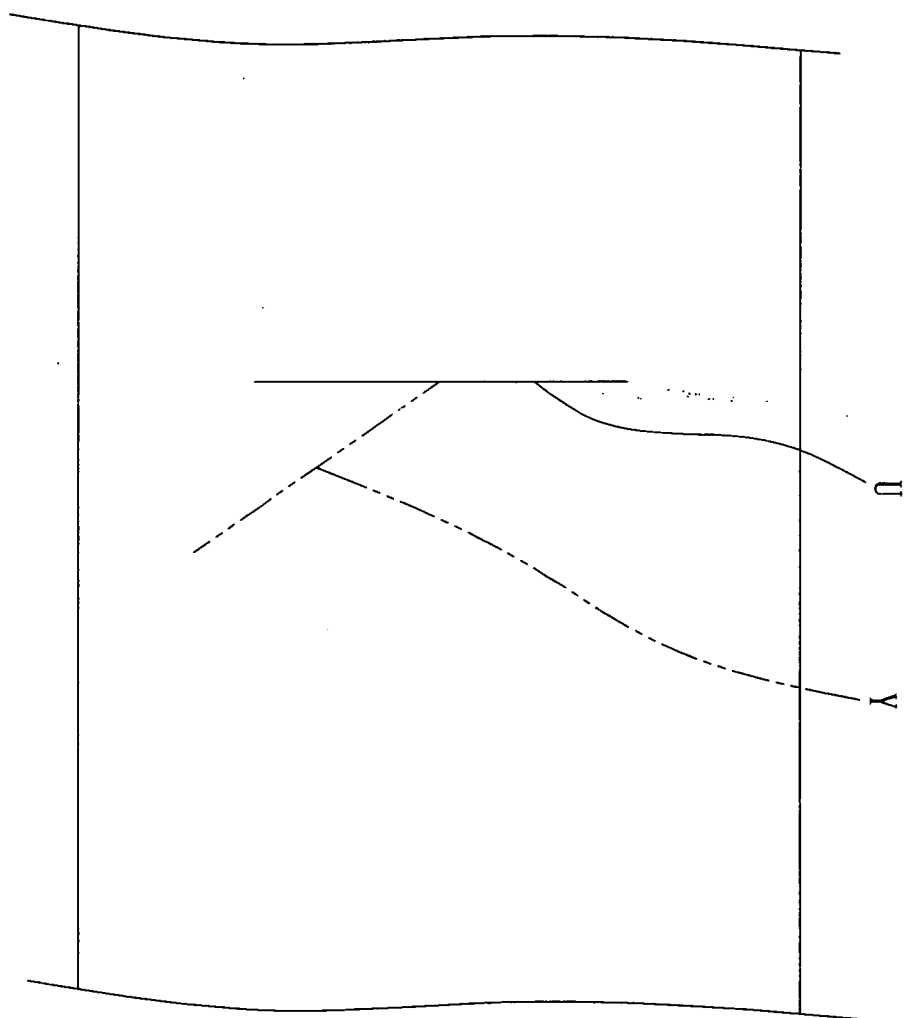
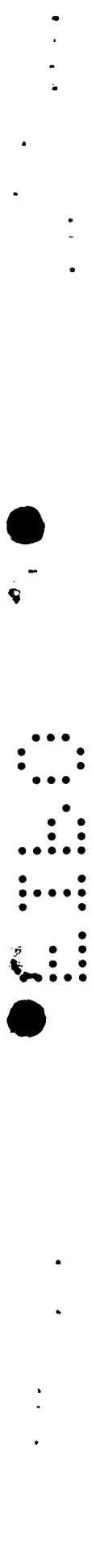
0 9 1 9 6



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖