



(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 I831718 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 02 月 01 日

(21) 申請案號：112128076

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 27 日

(51) Int. Cl. : A63F13/21 (2014.01)

A63F13/40 (2014.01)

(30) 優先權：2022/07/27 美國

63/392,496

(71) 申請人：宏達國際電子股份有限公司 (中華民國) HTC CORPORATION (TW)

桃園市桃園區興華路 23 號

(72) 發明人：吳健民 WU, CHIEN-MIN (TW)；許友惠 HSU, YUHUI (TW)

(74) 代理人：葉璟宗；詹東穎；劉亞君

(56) 參考文獻：

TW M571760U

TW 201911133A

TW 202222073A

US 2017/0282062A1

US 2019/0318501A1

US 2020/0368616A1

審查人員：施易昉

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：6 共 30 頁

(54) 名稱

追蹤系統和追蹤方法

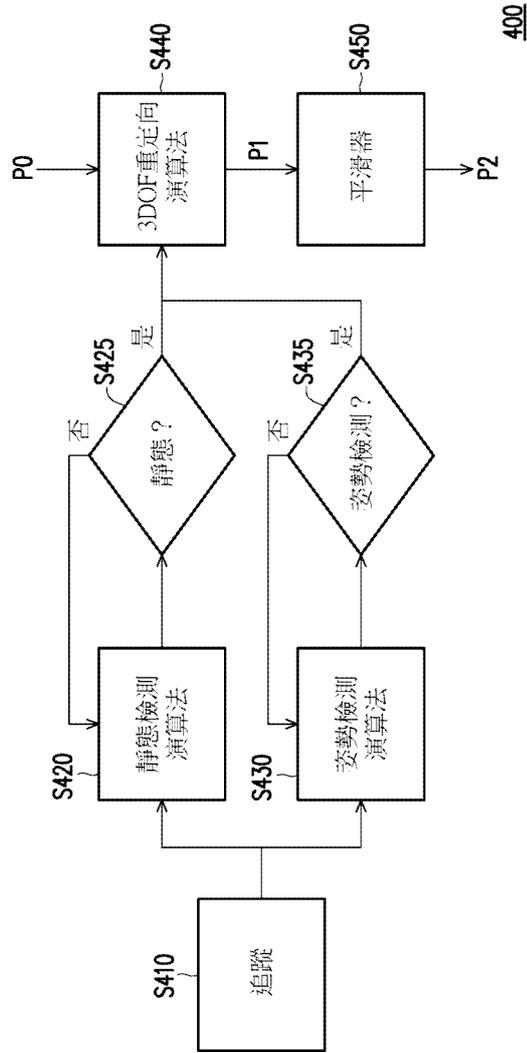
(57) 摘要

本揭露提供一種追蹤系統。追蹤系統包含三自由度 (3DoF) 裝置、相機和處理器。三自由度裝置適於安裝在佩戴或保持在用戶的身體部位上的控制裝置上。三自由度裝置配置成從三自由度裝置的三自由度感測器獲得感測器資料。相機配置成獲得相機資料。相機資料包括作為追蹤目標的用戶的身體部位或控制裝置的影像。處理器配置成：基於感測器資料和相機資料追蹤，追蹤目標，以產生追蹤結果；基於追蹤結果，確定追蹤目標為靜態的或非靜態的；基於追蹤結果，確定追蹤目標的目標姿勢；以及在背景中校準三自由度感測器的累積誤差。

A tracking system is provided. The tracking system includes a three degree-of-freedom (3DoF) device, a camera, and a processor. The 3DoF device is adapted to be mounted on a control device worn or hold on a body portion of a user. The 3DoF device is configured to obtain sensor data from a 3DoF sensor of the 3DoF device. The camera is configured to obtain camera data. The camera data comprises an image of the body portion of the user or the control device as a tracking target. The processor is configured to: track the tracking target to generate a tracking result based on the sensor data and the camera data; determine the tracking target being static or not based on the tracking result; determine a target pose of the tracking target based on the tracking result; and calibrate an accumulative error of the 3DoF sensor in background.

指定代表圖：

符號簡單說明：
S510、S520、S530、
S540、S550:步驟



【圖4】



公告本

I831718

【發明摘要】

【中文發明名稱】 追蹤系統和追蹤方法

【英文發明名稱】 TRACKING SYSTEM AND TRACKING

METHOD

【中文】本揭露提供一種追蹤系統。追蹤系統包含三自由度(3DoF)裝置、相機和處理器。三自由度裝置適於安裝在佩戴或保持在用戶的身體部位上的控制裝置上。三自由度裝置配置成從三自由度裝置的三自由度感測器獲得感測器資料。相機配置成獲得相機資料。相機資料包括作為追蹤目標的用戶的身體部位或控制裝置的影像。處理器配置成：基於感測器資料和相機資料追蹤，追蹤目標，以產生追蹤結果；基於追蹤結果，確定追蹤目標為靜態的或非靜態的；基於追蹤結果，確定追蹤目標的目標姿勢；以及在背景中校準三自由度感測器的累積誤差。

【英文】 A tracking system is provided. The tracking system includes a three degree-of-freedom (3DoF) device, a camera, and a processor. The 3DoF device is adapted to be mounted on a control device worn or hold on a body portion of a user. The 3DoF device is configured to obtain sensor data from a 3DoF sensor of the 3DoF device. The camera is configured to obtain camera data. The camera data comprises an image of the body portion of the user or

the control device as a tracking target. The processor is configured to: track the tracking target to generate a tracking result based on the sensor data and the camera data; determine the tracking target being static or not based on the tracking result; determine a target pose of the tracking target based on the tracking result; and calibrate an accumulative error of the 3DoF sensor in background.

【指定代表圖】圖5。

【代表圖之符號簡單說明】

S510、S520、S530、S540、S550:步驟

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 追蹤系統和追蹤方法

【英文發明名稱】 TRACKING SYSTEM AND TRACKING

METHOD

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種追蹤系統，且特別是有關於一種追蹤方法。

【先前技術】

【0002】 為了給用戶帶來沉浸式體驗，不斷地開發與擴展現實（extended reality；XR）相關的技術，例如增強現實（augmented reality；AR）、虛擬現實（virtual reality；VR）和混合現實（mixed reality；MR）。AR 技術允許用戶將虛擬元素帶到現實世界。VR 技術允許用戶進入整個新虛擬世界以經歷不同生活。MR 技術合並現實世界與虛擬世界。此外，為了給用戶帶來完全沉浸式體驗，可通過一或多個裝置提供視覺內容、音頻內容或其它感覺的內容。

【發明內容】

【0003】 本發明提供一種追蹤系統和一種追蹤方法，以便校準三自由度（three degree-of-freedom；3DoF）裝置的累積誤差

(accumulative error)。

【0004】 本發明的追蹤系統包含三自由度 (3DoF) 裝置、相機和處理器。3DoF 裝置適於安裝在佩戴或保持在用戶的身體部位上的控制裝置上。3DoF 裝置配置成從 3DoF 裝置的 3DoF 感測器獲得感測器資料。相機配置成獲得相機資料。相機資料包括作為追蹤目標的用戶的身體部位或控制裝置的影像。處理器配置成：基於感測器資料和相機資料，追蹤追蹤目標，以產生追蹤結果；基於追蹤結果，確定追蹤目標為靜態的或非靜態的；基於追蹤結果，確定追蹤目標的目標姿勢；以及響應於追蹤目標為靜態的且目標姿勢為校準姿勢，在背景中校準 3DoF 感測器的累積誤差。

【0005】 本發明的追蹤方法適於安裝在佩戴或保持在用戶的身體部位上的控制裝置上的三自由度 (3DoF) 裝置。追蹤方法包含：從 3DoF 裝置的 3DoF 感測器獲得感測器資料；獲得相機資料，其中相機資料包括作為追蹤目標的用戶的身體部位或控制裝置的影像；基於感測器資料和相機資料，追蹤追蹤目標，以產生追蹤結果；基於追蹤結果，確定追蹤目標為靜態的或非靜態的；基於追蹤結果，確定追蹤目標的目標姿勢；以及響應於追蹤目標為靜態的且目標姿勢為校準姿勢，在背景中校準 3DoF 感測器的累積誤差。

【0006】 基於上述，根據追蹤系統和追蹤方法，可在用戶沒有注意到的情況下（例如，在不中斷遊戲體驗的情況下）在背景執行 3DoF 裝置的 3DoF 感測器的校準，由此增加用戶體驗。

【0007】 為了使前述內容更易於理解，下文詳細地描述附有圖式的若干實施例。

【圖式簡單說明】

【0008】

圖 1 為根據本揭露的實施例的追蹤系統的示意圖。

圖 2A 為根據本揭露的實施例的現實世界中的追蹤系統的追蹤情境的示意圖。

圖 2B 為根據本揭露的實施例的虛擬世界中的追蹤系統的追蹤情境的示意圖。

圖 3 為根據本揭露的實施例的虛擬世界中的追蹤系統的追蹤情境的示意圖。

圖 4 為根據本揭露的實施例的追蹤系統的示意性流程圖。

圖 5 為根據本揭露的實施例的追蹤方法的示意性流程圖。

【實施方式】

【0009】 現將詳細參考本揭露的示範性實施例，在隨附圖式中示出所述實施例的實例。只要可能，在圖式和描述中使用相同附圖標號來指代相同或相似組件。

【0010】 在本揭露的整個本說明書和所附申請專利範圍中，特定術語用以指代特定組件。本領域中的技術人員應理解，電子裝置製造商可用不同名稱來指代相同組件。本文並不意圖區分有相同

功能但不同名稱的那些組件。在以下描述和權利請求中，例如“包括”和“包含”的詞語是開放式術語，且應解釋為“包含但不限於……”。

【0011】 貫穿本申請案的整個說明書（包含所附申請專利範圍）所使用的術語“耦合（或連接）”可指代任何直接或間接連接構件。舉例而言，如果文本描述第一裝置耦合（或連接）到第二裝置，則應解釋為第一裝置可直接連接到第二裝置，或第一裝置可通過其它裝置或特定連接構件間接連接以連接到第二裝置。在本申請案的整個說明書（包含所附申請專利範圍）中提到的術語“第一”、“第二”和類似術語僅用於命名離散元件或用於在不同實施例或範圍當中進行區分。因此，術語不應視為限制元件數量的上限或下限且不應用於限制元件的布置順序。另外，在可能的情況下，在圖式和實施例中使用相同附圖標號的元件/組件/步驟表示相同或類似部分。在不同實施例中使用相同附圖標號或使用相同術語可相互參考元件/組件/步驟的相關描述。

【0012】 應注意，在以下實施例中，可在不脫離本揭露的精神的情況下替換、重組和混合若干不同實施例的技術特徵以完成其它實施例。只要每一實施例的特徵並不違反本揭露的精神或彼此衝突，其可任意地混合且一起使用。

【0013】 為了給用戶帶來沉浸式體驗，不斷地開發與 XR、AR、VR 和 MR 相關的技術。AR 技術允許用戶將虛擬元素帶到現實世界。VR 技術允許用戶進入整個新虛擬世界以經歷不同生活。MR

技術合並現實世界與虛擬世界。此外，為了給用戶帶來完全沉浸式體驗，可通過一或多個裝置提供視覺內容、音頻內容或其它感覺的內容。

【0014】 為了在虛擬世界中呈現平滑體驗，多個裝置通常用於檢測用戶或對象的移動。舉例來說，通常使用包括加速度計、陀螺儀、其它類似裝置或這些裝置的組合的慣性測量單元（inertial measurement unit；IMU）來檢測用戶或對象的移動。舉例來說，陀螺儀通常用於檢測對象的旋轉量。以每秒的角度來測量旋轉速率，且通過對隨時間的旋轉速率進行積分，可獲得旋轉角。然而，來自IMU的定向和/或位置測量可能具有隨時間緩慢改變的傾向，甚至存在沒有外力作用於IMU的情況下。此現象稱為漂移(drift)，這可能造成測量誤差。換句話說，陀螺儀自身可歸因於時間累積而在操作期間產生誤差，由此導致IMU的檢測結果可能逐漸失真。因此，可能會發生虛擬世界中對應於IMU的虛擬對象的失真情況。

【0015】 解決累積誤差存在許多方式。以陀螺儀作為實例。具體來說，陀螺儀的測量值可包含俯仰(pitch)角、側傾(roll)角和偏航(yaw)角。歸因於物理特性，可使用重力軸線校正俯仰角和側傾角。對於偏航角，外部裝置可用作校正累積誤差的參考。舉例來說，可請求用戶將陀螺儀與現實世界中的參考對準。替代地，可請求用戶執行一系列姿勢來校正累積誤差。也就是說，大部分解決方案不是如此直觀的，且可能需要外部裝置。因此，所屬領

域的技術人員希望提供校準陀螺儀的累積誤差的直觀且方便的方式。

【0016】 圖 1 為根據本揭露的實施例的追蹤系統的示意圖。參考圖 1，追蹤系統 100 可包含三自由度(3 degree-of-freedom; 3DoF)裝置 120、相機 114 和處理器 112。3DoF 裝置 120 可適於安裝在控制裝置(未繪示)上，且控制裝置可適於佩戴或保持在用戶的身體部位上。此外，3DoF 裝置 120 可配置成從 3DoF 裝置 120 的 3DoF 感測器 122 獲得感測器資料。相機 114 可配置成獲得相機資料。相機資料可包含作為追蹤目標的用戶的身體部位或控制裝置(未繪示)的影像。處理器 112 可配置成基於感測器資料和相機資料，追蹤追蹤目標，以產生追蹤結果。此外，處理器 112 可配置成基於追蹤結果，確定追蹤目標為靜態的或非靜態的。此外，處理器 112 可配置成基於追蹤結果，確定追蹤目標的目標姿勢。另外，處理器 112 可配置成響應於追蹤目標為靜態的且追蹤目標的目標姿勢為校準姿勢，在背景中校準 3DoF 感測器 122 的累積誤差。以此方式，可在用戶沒有注意到的情況下在背景中校正 3DoF 裝置 120 的 3DoF 感測器 122 的累積誤差，由此增加用戶體驗。

【0017】 在一個實施例中，處理器 112 和相機 114 可包含於頭戴式顯示器(head-mounted display; HMD)裝置中。在一個實施例中，HMD 裝置可配置成顯示 AR、VR、MR 或 XR 的內容。頭戴式顯示器裝置可包含例如頭戴裝置、可佩戴眼鏡(例如，AR/VR 護目鏡)、適於 AR、VR、MR、XR 或其它現實相關技術的其它類

似裝置，或這些裝置的組合。然而，本揭露並不限於此。應注意，雖然為方便解釋起見描繪處理器 112 和相機 114 可包含於 HMD 裝置中，但可單獨地安置處理器 112 和相機 114。也就是說，本揭露並不限制處理器 112 和相機 114 所安置的位置。

【0018】 在一個實施例中，處理器 112 包含例如微控制器單元 (microcontroller unit; MCU)、中央處理單元 (central processing unit; CPU)、微處理器、數位訊號處理器 (digital signal processor; DSP)、可程式化控制器、可程式化邏輯裝置 (programmable logic device; PLD)、其它類似裝置或這些裝置的組合。本揭露並不限於此。另外，在實施例中，處理器 112 的功能中的每一個可實現為多個程式碼。程式碼儲存於記憶體中，且由處理器 112 執行。替代地，在實施例中，處理器 112 的功能中的每一個可實現為一或多個電路。本揭露並不限制軟體或硬體的使用，以實現處理器 112 的功能。

【0019】 在一個實施例中，相機 114 可包含例如互補金屬氧化物半導體 (complementary metal oxide semiconductor; CMOS) 相機、電荷耦合裝置 (charge coupled device; CCD) 相機、光檢測與測距 (light detection and ranging; LiDAR) 裝置、雷達、紅外感測器、超音波感測器、其它類似裝置或這些裝置的組合。本揭露並不限於此。

【0020】 在一個實施例中，控制裝置 (未繪示) 可包含例如玩具槍、控制杆、球棒、球拍、其它類似裝置或這些裝置的組合。在

另一實施例中，控制裝置可包含例如腕帶、手套、防護手套、其它類似裝置或這些裝置的組合。此外，同時，用戶可握持玩具槍、控制杆、球棒、球拍、其它類似裝置或這些裝置的組合。由於 3DoF 裝置 120 適於安裝在控制裝置上，因此 3DoF 裝置 120 的 3DoF 感測器 122 能夠檢測控制裝置的移動。也就是說，3DoF 裝置 120 的 3DoF 感測器 122 可配置成通過檢測 3DoF 裝置 120 的移動直接或間接檢測玩具槍、控制杆、拍、球拍、其它類似裝置或這些裝置的組合的移動。應注意，為了解釋方便起見，描述控制裝置可為手持型裝置或手佩戴式裝置。然而，本揭露並不限於此。在又另一實施例中，控制裝置可適於佩戴在用戶的腳或腿上。

【0021】 在一個實施例中，3DoF 感測器 122 可包含例如 IMU、加速度計、陀螺儀、其它類似裝置或這些裝置的組合。本揭露並不限於此。在一個實施例中，3DoF 感測器 122 可配置成檢測感測器資料，且感測器資料可包含三自由度 (DoF) 的三個角速度。三個角速度可包含圍繞 X 軸的側傾角速度、圍繞 Y 軸的俯仰角速度和圍繞 Z 軸的偏航角速度。通過對隨時間的角速度進行積分，可獲得旋轉的三個角度。旋轉的三個角度可為俯仰角、側傾角和偏航角。

【0022】 在一個實施例中，追蹤系統 100 可進一步包含顯示器。顯示器可配置成顯示虛擬世界中對應於安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置的虛擬裝置。在一個實施例中，顯示器可包含於 HMD 裝置中，但本揭露不限於此。在一個實施例中，顯示器可包含例如有

機發光二極體 (organic light-emitting diode; OLED) 顯示器裝置、次毫米 (mini) LED 顯示器裝置、微型 (micro) LED 顯示器裝置、量子點 (quantum dot; QD) LED 顯示器裝置、液晶顯示器 (liquid-crystal display; LCD) 顯示器裝置、拼接式顯示器裝置、可折疊顯示器裝置或電子紙顯示器 (electronic paper display; EPD)。

然而，本揭露並不限於此。另外，3DoF 裝置 120、處理器 112 和相機 114 中的每一個可包含或可耦合到網路模組，使得 3DoF 裝置 120、處理器 112 和相機 114 可能夠彼此通訊。在一個實施例中，網路模組可包含例如有線網路模組、無線網路模組、藍牙模組、紅外模組、射頻識別 (radio frequency identification; RFID) 模組、Zigbee 網路模組或近場通訊 (near field communication; NFC) 網路模組。然而，本揭露並不限於此。

【0023】 在一個實施例中，追蹤系統 100 可進一步包含額外裝置 (未繪示)。額外裝置可適於佩戴在用戶的身體部位 (例如，手、腕、腳、腿.....等) 上。在一個實施例中，額外裝置可被相機 114 追蹤，即相機資料可包含額外裝置的影像。換句話說，額外裝置亦可作為追蹤目標，以輔助產生追蹤結果。此外，在一個實施例中，額外裝置可包含六自由度 (6DoF) 感測器，使得額外裝置能夠追蹤額外裝置自身。此外，除感測器資料和相機資料之外，額外裝置還可配置成獲得用於追蹤追蹤目標 (即，手或控制裝置) 的額外資料。也就是說，在額外裝置佩戴在身體部位上之後，處理器 112 可配置成基於感測器資料、相機資料和額外資料，追蹤

追蹤目標，以產生追蹤結果。因此，可改進追蹤結果的準確性。

【0024】圖 2A 為根據本揭露的實施例的現實世界中的追蹤系統的追蹤情境的示意圖。參考圖 1 和圖 2A，在追蹤情境 200A 中，用戶 U 可將 HMD 裝置 110 佩戴在他的頭部上且在真實世界中將安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置（例如，玩具槍）握持在手中。為了解釋方便起見，描繪 3DoF 裝置 120 隱藏在控制裝置中，但本揭露不限於此。經由 HMD 裝置 110，可將虛擬世界中的沉浸式體驗提供給用戶 U。在一個實施例中，用戶 U 可意圖瞄準虛擬世界中的虛擬敵人。在此情況下，用戶 U 可伸直臂且用安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置（例如，玩具槍）擺出瞄準姿勢。也就是說，如圖 2A 中所繪示，安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置和用戶 U 的臂可在第一對準線 L1 上對準。此外，處理器 112 可配置成追蹤用戶 U 的手或追蹤安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置（例如，玩具槍），以產生追蹤結果。換句話說，用戶 U 的手或安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置可被視為追蹤目標。在一個實施例中，處理器 112 可配置成基於 3DoF 感測器 122 的感測器資料和/或相機 114 的相機資料，追蹤追蹤目標。因此，基於追蹤結果，處理器 112 可配置成更新虛擬世界中對應於安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置的虛擬裝置。

【0025】圖 2B 為根據本揭露的實施例的虛擬世界中的追蹤系統的追蹤情境的示意圖。參考圖 1 到圖 2B，在追蹤情境 200B 中，虛擬化身 AT 可握持由 HMD 裝置 110 顯示的虛擬世界中的虛擬裝

置 220。虛擬化身 AT 可對應於用戶 U，且虛擬裝置 220 可對應於安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置（例如，玩具槍）。在用戶 U 意圖瞄準虛擬世界中的虛擬敵人時，響應於用戶 U 在現實世界中的姿勢，虛擬化身 AT 可伸直臂且用虛擬裝置 220 擺出瞄準姿勢。也就是說，如圖 2B 中所繪示，虛擬裝置 220 和虛擬化身 AT 的臂可在第二對準線 L2 上對準。

【0026】 在一個實施例中，處理器 112 可配置成基於相機資料，利用手追蹤演算法（hand tracking algorithm）執行手追蹤，以產生第一追蹤結果。舉例來說，相機 114 可配置成捕獲用戶 U 的手的手影像。基於手影像，處理器 112 可配置成產生第一追蹤結果。也就是說，可基於第一追蹤結果，確定用戶 U 的手（即，追蹤目標）的手姿勢（即，目標姿勢）。

【0027】 在另一實施例中，處理器 112 可配置成基於相機資料，利用對象檢測演算法（object detection algorithm）執行對象檢測，以產生第一追蹤結果。也就是說，安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置及/或額外裝置的形狀（即，預儲存影像）可預儲存在 HMD 裝置 110 的記憶體中。此外，相機 114 可配置成捕獲包含安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置及/或額外裝置的對象影像。對象影像可包含於相機資料中。基於對象影像和預儲存的影像，處理器 112 可配置成產生第一追蹤結果。以此方式，處理器 112 可配置成基於感測器資料和相機資料（即，對象影像），確定控制裝置（即，追蹤目標）的對象姿勢（即，目標姿勢）。

【0028】 在一個實施例中，用戶 U 的手、控制裝置（例如，玩具槍）或額外裝置可配備有至少一個光學標記（optical marker）。此外，相機 114 可配置成捕獲包含光學標記的標記影像。標記影像可包含於相機資料中。基於標記影像，處理器 112 可配置成產生光學追蹤結果。也就是說，第一追蹤結果可不僅包含基於手追蹤演算法和/或對象檢測演算法的結果，而且包含光學追蹤結果。因此，可改進追蹤結果的準確性。

【0029】 另外，3DoF 裝置 120 的 3DoF 感測器 122 可配置成檢測安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置的移動。基於所檢測到的移動（即，3DoF 感測器 122 的感測器資料），處理器 112 可配置成產生第二追蹤結果。也就是說，可基於第二追蹤結果，確定追蹤目標（即，安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置或用戶 U 的手）的目標姿勢。此外，由於安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置由用戶 U 的手握持或佩戴，因此用戶 U 的手的手姿勢可類似於或相同於安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置的對象姿勢。

【0030】 圖 3 為根據本揭露的實施例的虛擬世界中的追蹤系統的追蹤情境的示意圖。參考圖 1 到圖 3，在追蹤情境 300 中，圖 3 為圖 2B 中的追蹤 200B 的部分的俯視圖的實施例。應注意，歸因於 3DoF 裝置 120 的 3DoF 感測器 122 的累積誤差，即使安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置的姿勢不改變，虛擬裝置 220 的姿勢也可能改變。換句話說，在偏移之後，如圖 3 中所繪示，虛擬化身 AT 的臂可能仍在第二對準線 L2 上對準，但虛擬裝置 220 可能在

第三對準線 L3 而非第二對準線 L2 上對準。

【0031】 具體來說，歸因於 3DoF 感測器 122 的累積誤差，3DoF 感測器 122 的當前偏航角可能從 3DoF 感測器 122 的正確偏航角漂移。在這種情況下，處理器 112 可配置成基於來自 HMD 裝置 110 的追蹤結果，獲得正確偏航角，且將正確偏航角確定為當前偏航角。更具體地說，處理器 112 可配置成基於經由相機 114 的相機資料（例如，第一追蹤結果），確定正確偏航角（即，正確線），且基於經由 3DoF 感測器 122 的感測器資料（例如，第二追蹤結果），確定當前偏航角（即，當前線）。在一個實施例中，處理器 112 可配置成沿著用戶 U 的臂的方向，確定正確線，且基於 3DoF 感測器 122 的感測器資料，確定當前線。此外，處理器 112 可配置成基於正確線和當前線，校準當前偏航角。因此，可校準 3DoF 感測器 122 的累積誤差。

【0032】 在一個實施例中，第二對準線 L2 可稱為正確線，且第三對準線 L3 可稱為當前線。此外，正確線可表示 3DoF 感測器 122 的正確偏航角，且當前線可表示 3DoF 感測器 122 的當前偏航角。

（偏航角的）漂移角 DFT 可定義為正確偏航角（即，正確線）與當前偏航角（即，當前線）之間的角度。在一個實施例中，在漂移角 DFT 為實際較小時，用戶 U 可甚至未注意到偏航角的漂移（即，虛擬裝置 220 的漂移）。然而，在漂移角 DFT 大於特定值時，用戶 U 可能會開始注意到偏航角有問題（即，虛擬裝置 220 的姿勢）。

【0033】 為了防止這種情況發生，在漂移角 DFT 仍較小（即，小

於特定值)時,可校準漂移角 DFT,以減少累積誤差的影響。也就是說,響應於漂移角 DFT 小於閾值角,處理器 112 可配置成將正確線確定為當前線。此外,可基於 3DoF 感測器 122 的當前偏航角,校正虛擬裝置 220 的姿勢。換句話說,處理器 112 可配置成在校準 3DoF 感測器 122 的累積之後,確定對應於安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置的物理姿勢的虛擬裝置 220 的虛擬裝置姿勢。此外,處理器 112 可配置成通過顯示器顯示具有虛擬裝置姿勢的虛擬裝置。

【0034】 此外,在漂移角 DFT 大於特定值時,可基於不同機制,來校準漂移角 DFT。也就是說,如果一次性地校準大於特定值的漂移角 DFT,那麼用戶 U 可能會清晰地感覺到對虛擬裝置 220 的姿勢的校正。因此,在漂移角 DFT 大於特定值時,漂移角 DFT 可切割成片段,以用於校準。舉例來說,可在第一時間點校準漂移角 DFT 的一半。隨後,可在第一時間點之後的第二時間點處校準漂移角 DFT 的剩餘一半。換句話說,可確定正確線與當前線之間的校準線,以用於兩階段校準。也就是說,處理器 112 可配置成響應於漂移角 DFT 不小於閾值角而確定正確線與當前線之間的校準線。此過程還可稱為平滑過程 (smooth process)。以此方式,可在用戶 U 沒有注意到的情況下在背景執行校準。

【0035】 圖 4 為根據本揭露的實施例的追蹤系統的示意性流程圖。參考圖 1 到圖 4,追蹤方法 400 可包含步驟 S410、步驟 S420、步驟 S425、步驟 S430、步驟 S435、步驟 S440 和步驟 S450。

【0036】 為了增加校準 3DoF 感測器 122 的累積誤差的效率，僅在用戶 U 的手不移動時獲得控制裝置的正確姿勢（即，正確線）是更好的。也就是說，可在追蹤目標（例如，用戶 U 的手或安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置）為靜態時執行 3DoF 感測器 122 的校準。另外，為了在用戶 U 沒有注意到的情況下校準 3DoF 感測器 122 的累積誤差，選擇用戶 U 常常在虛擬世界中執行的姿勢以用於校準是更好的。舉例來說，在射擊遊戲中，用戶 U 可能會常常擺出瞄準姿勢。也就是說，瞄準姿勢可用作校準的觸發機制（即，校準姿勢）。在一個實施例中，校準姿勢可包含例如用戶 U 用安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置瞄準的姿勢、用戶 U 用安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置指向的姿勢、用戶 U 的臂為筆直的姿勢，或其它類似姿勢。

【0037】 在一個實施例中，為了增加校準的效率且在用戶 U 沒有注意到的情況下執行校準，追蹤方法 400 可引入靜態檢測演算法和姿勢檢測演算法。也就是說，靜態檢測演算法配置成確定追蹤目標（例如，用戶 U 的手或安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置）是否為靜態的，且姿勢檢測演算法配置成確定目標姿勢（例如，用戶 U 的手的手姿勢或安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置的對象姿勢）為校準姿勢或非校準姿勢。

【0038】 更具體地說，在步驟 S410 中，追蹤可由追蹤系統 100 執行。追蹤可包含以下中的至少一個：手追蹤、光學追蹤和對象檢測，或與其他追蹤系統（例如，前述額外裝置）的組合，但本揭

露不限於此。在步驟 S420 中，處理器 112 可配置成執行靜態檢測演算法。在步驟 S425 中，處理器 112 可配置成確定追蹤目標（例如，手或控制裝置）為靜態的或非靜態的。在一個實施例中，處理器 112 可配置成基於經由相機 114 的第一追蹤結果，確定追蹤目標為靜態的或非靜態的。在另一實施例中，處理器 112 可配置成基於經由 3DoF 裝置 120 的第二追蹤結果，確定追蹤目標為靜態的或非靜態的。響應於追蹤目標為非靜態的，處理器 112 可配置成再次執行步驟 S420。另一方面，響應於追蹤目標為靜態的，處理器 112 可配置成執行步驟 S440。

【0039】 在步驟 S430 中，處理器 112 可配置成執行姿勢檢測演算法。類似於追蹤，可基於手追蹤、光學追蹤和經由相機 114 的對象檢測或額外裝置進行的額外追蹤結果（即，額外資料）中的至少一個，執行姿勢檢測演算法。也就是說，處理器 112 可配置成基於經由相機 114 的第一追蹤結果和/或經由額外裝置的額外追蹤結果，執行姿勢檢測演算法。在步驟 S435 中，處理器 112 可配置成基於經由相機 114 的第一追蹤結果，確定追蹤目標的目標姿勢為校準姿勢或非校準姿勢。響應於目標姿勢為非校準姿勢，處理器 112 可配置成再次執行步驟 S430。另一方面，響應於目標姿勢為校準姿勢，處理器 112 可配置成執行步驟 S440。應注意，在一個實施例中，只要符合步驟 S425 或步驟 S435 的條件，就可執行步驟 S440。在另一實施例中，僅當符合步驟 S425 和步驟 S435 的兩個條件時，可執行步驟 S440。然而，本揭露並不限於此。

【0040】 在步驟 S440 中，可執行 3DoF 重定向演算法。可輸入 3DoF 裝置 120 的當前姿勢 P0（即，當前偏航角），且可輸出 3DoF 裝置 120 的正確姿勢 P1（即，正確偏航角）。在一個實施例中，可基於經由 3DoF 感測器 122 的第二追蹤結果，確定當前姿勢 P0，且可基於經由相機 114 的第一追蹤結果，確定正確姿勢 P1。在步驟 S450 中，基於當前姿勢 P0 與正確姿勢 P1 之間的差異，處理器 112 可配置成使用平滑器（smoother）（例如，執行平滑過程）來對差異平滑。隨後，可從平滑器輸出經校準的姿勢 P2，以在用戶 U 沒有注意到的情況下校準 3DoF 感測器 122 的累積誤差。

【0041】 圖 5 為根據本揭露的實施例的追蹤方法的示意性流程圖。參考圖 1 到圖 5、追蹤方法 400 可包含步驟 S510、步驟 S520、步驟 S530、步驟 S540 和步驟 S550。

【0042】 在步驟 S510 中，可從 3DoF 裝置 120 的 3DoF 感測器 122 獲得感測器資料，且可從相機 114 獲得相機資料。相機資料可包含作為追蹤目標的用戶的身體部位或安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置的影像。在步驟 S520 中，可基於感測器資料和相機資料追蹤，追蹤目標，以產生追蹤結果。在步驟 S530 中，可基於追蹤結果，確定追蹤目標為靜態的或非靜態的。在步驟 S540 中，可基於追蹤結果，確定追蹤目標的目標姿勢。在步驟 S550 中，響應於追蹤目標為靜態的且目標姿勢為校準姿勢，可在背景中校準 3DoF 裝置 120 的累積誤差。

【0043】 另外，追蹤方法 400 的實施細節可參考圖 1 到圖 4 的描

述，以獲得足夠教示、建議和實施例，而本文中不冗餘地描述細節。

【0044】 綜上所述，根據追蹤系統 100 和追蹤方法 400，通過檢測校準姿勢，3DoF 感測器 122 可通過將安裝有 3DoF 裝置 120 的控制裝置的軸線與用戶 U 的臂的軸線對準來校準。以此方式，可在用戶 U 沒有注意到的情況下(例如，在不中斷遊戲體驗的情況下)在背景執行 3DoF 感測器 122 的校準。因此，可校正 3DoF 裝置 120 的累積誤差，由此增加用戶體驗。

【0045】 對於本領域的技術人員將顯而易見的是，可在不脫離本揭露的範圍或精神的情況下對所揭露實施例進行各種修改和變化。鑒於前述內容，希望本揭露涵蓋修改和變化，前提條件是所述修改和變化屬所附申請專利範圍和其等效物的範圍內。

【符號說明】

【0046】

100:追蹤系統

110:HMD 裝置

112:處理器

114:相機

120:三自由度裝置

122:3DoF 感測器

200A、200B、300:追蹤情境

220: 虛擬裝置

400: 追蹤方法

AT: 虛擬化身

DFT: 漂移角

L1: 第一對準線

L2: 第二對準線

L3: 第三對準線

P0: 當前姿勢

P1: 正確姿勢

P2: 經校準的姿勢

S410、S420、S425、S430、S435、S440、S450、S510、S520、

S530、S540、S550: 步驟

U: 用戶

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種追蹤系統，包括：

三自由度裝置，適於安裝在佩戴或保持在用戶的身體部位上的控制裝置上，其中所述三自由度裝置配置成從所述三自由度裝置的三自由度感測器獲得感測器資料；

相機，配置成獲得相機資料，其中所述相機資料包括作為追蹤目標的所述用戶的所述身體部位或所述控制裝置的影像；以及
處理器，配置成：

基於所述感測器資料和所述相機資料，追蹤所述追蹤目標，以產生追蹤結果；

基於所述追蹤結果，確定所述追蹤目標為靜態的或非靜態的；

基於所述追蹤結果，確定所述追蹤目標的目標姿勢；以及
響應於所述追蹤目標為靜態的且所述目標姿勢為校準姿勢，在背景中校準所述三自由度感測器的累積誤差。

【請求項2】 如請求項1所述的追蹤系統，其中所述處理器進一步配置成：

基於所述追蹤結果，獲得正確偏航角；以及

將所述正確偏航角確定為當前偏航角。

【請求項3】 如請求項1所述的追蹤系統，其中所述相機安裝在佩戴在所述用戶的頭部上的頭戴式裝置上，且所述處理器進一步配置成：

基於所述相機資料，確定所述追蹤目標的所述目標姿勢。

【請求項4】 如請求項1所述的追蹤系統，其中所述處理器進一步配置成：

基於所述相機資料，確定所述追蹤目標為靜態的或非靜態的。

【請求項5】 如請求項1所述的追蹤系統，其中所述處理器進一步配置成：

基於所述感測器資料，確定所述追蹤目標為靜態的或非靜態的。

【請求項6】 如請求項1所述的追蹤系統，其中所述處理器進一步配置成：

基於所述相機資料，確定正確線；

基於所述感測器資料，確定當前線；以及

基於所述正確線和所述當前線，校準當前偏航角。

【請求項7】 如請求項6所述的追蹤系統，其中所述處理器進一步配置成：

沿著所述用戶的臂的方向，確定所述正確線，其中所述控制裝置佩戴或保持在所述臂的手上；以及

基於所述感測器資料，確定所述當前線，其中所述感測器資料包括所述當前偏航角。

【請求項8】 如請求項6所述的追蹤系統，其中所述處理器進一步配置成：

基於所述正確線與所述當前線之間的角，確定漂移角；

響應於所述漂移角小於閾值角，將所述正確線確定為所述當前線。

【請求項9】 如請求項8所述的追蹤系統，其中所述處理器進一步配置成：

響應於所述漂移角不小於所述閾值角，確定所述正確線與所述當前線之間的校準線；以及

將所述校準線確定為所述當前線。

【請求項10】 一種追蹤方法，適於安裝在佩戴或保持在用戶的身體部位上的控制裝置上的三自由度裝置，包括：

從所述三自由度裝置的三自由度感測器，獲得感測器資料；

獲得相機資料，其中所述相機資料包括作為追蹤目標的所述用戶的所述身體部位或所述控制裝置的影像；

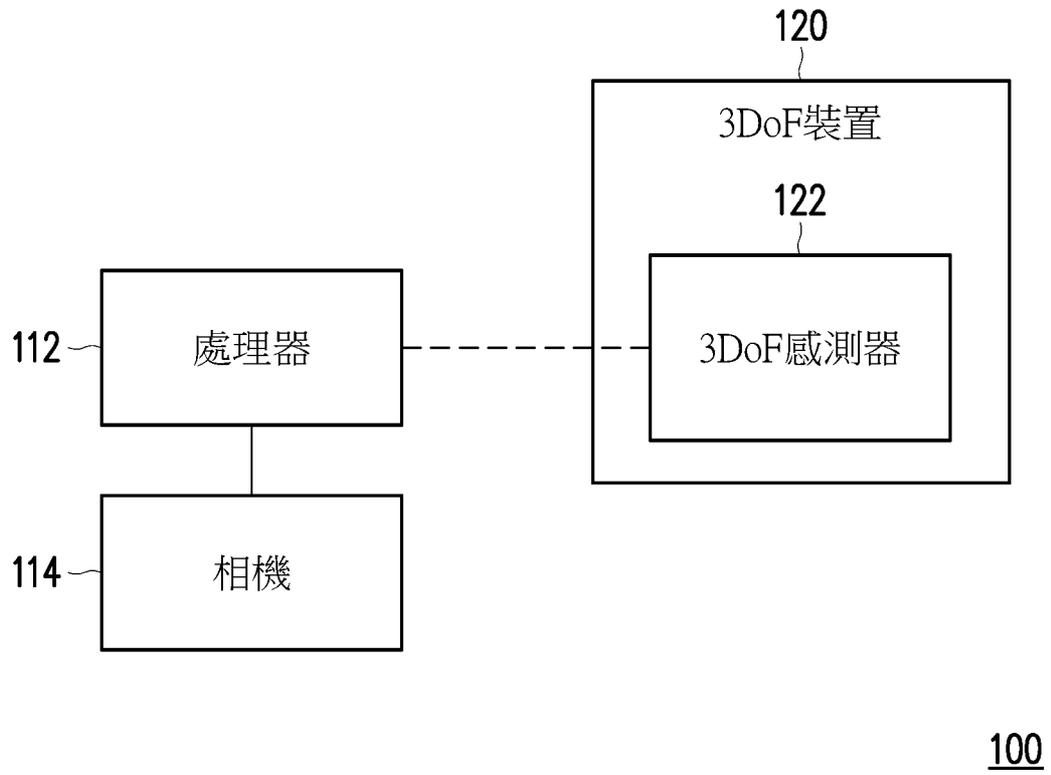
基於所述感測器資料和所述相機資料，追蹤所述追蹤目標，以產生追蹤結果；

基於所述追蹤結果，確定所述追蹤目標為靜態的或非靜態的；

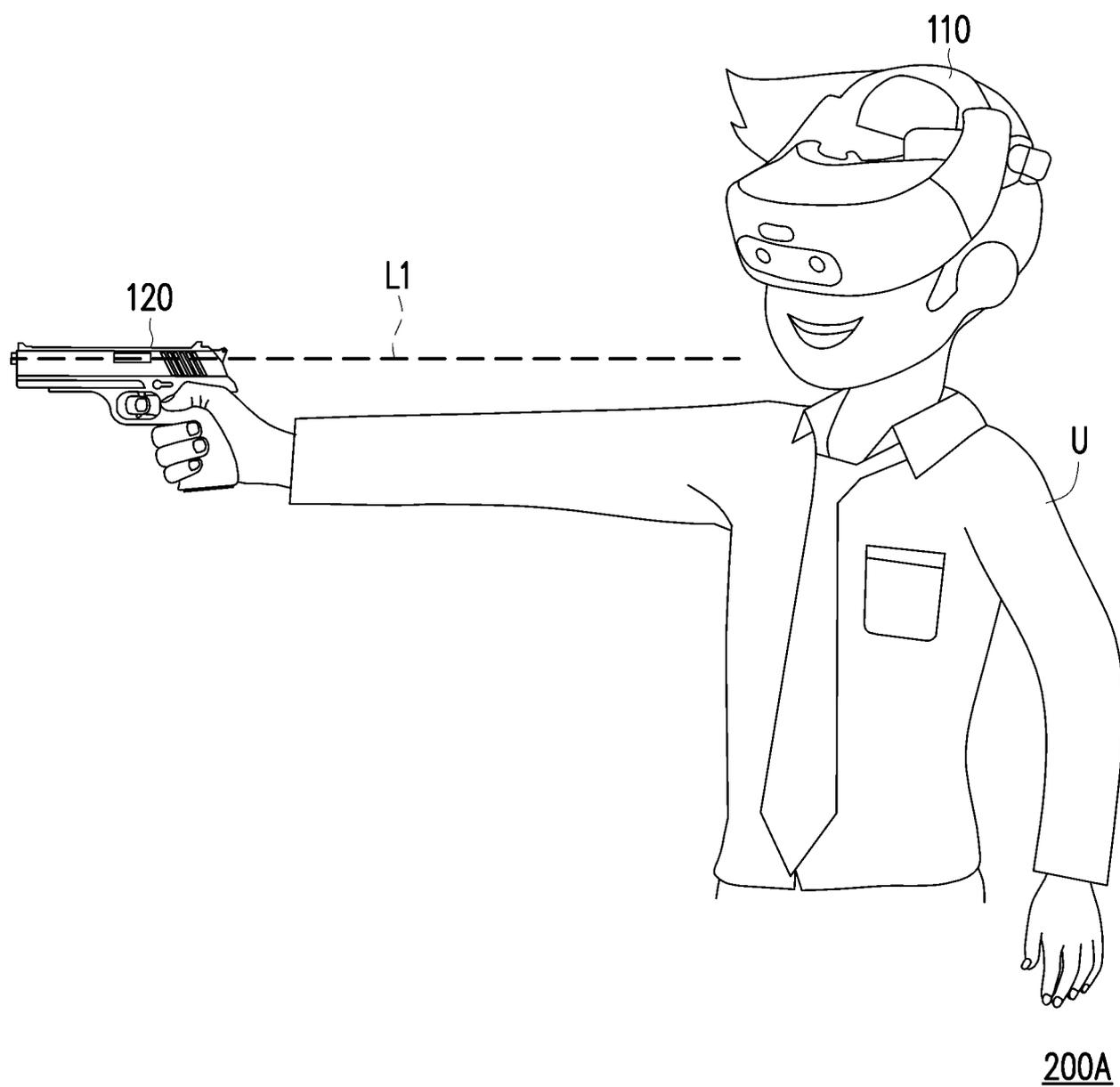
基於所述追蹤結果，確定所述追蹤目標的目標姿勢；以及

響應於所述追蹤目標為靜態的且所述目標姿勢為校準姿勢，在背景中校準所述三自由度感測器的累積誤差。

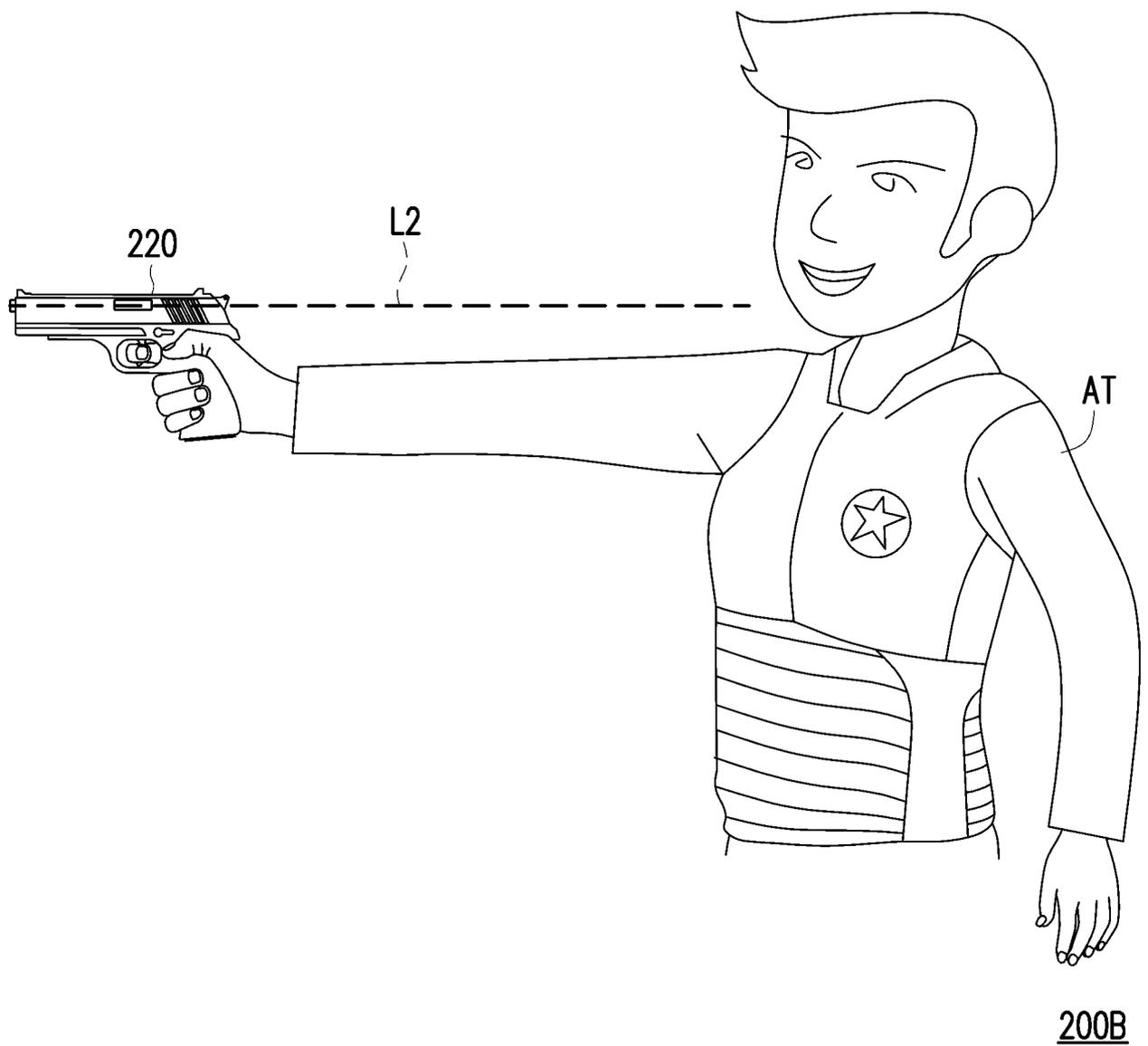
【發明圖式】



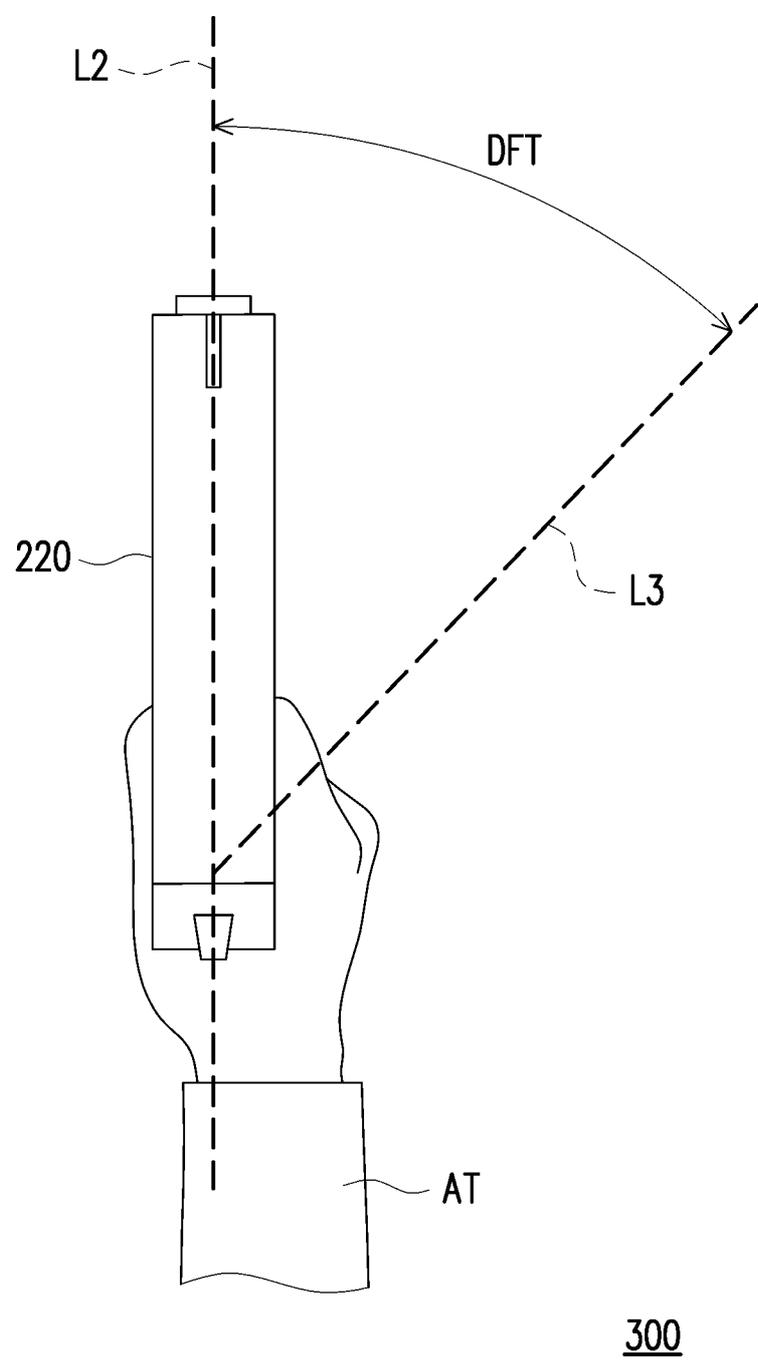
【圖1】



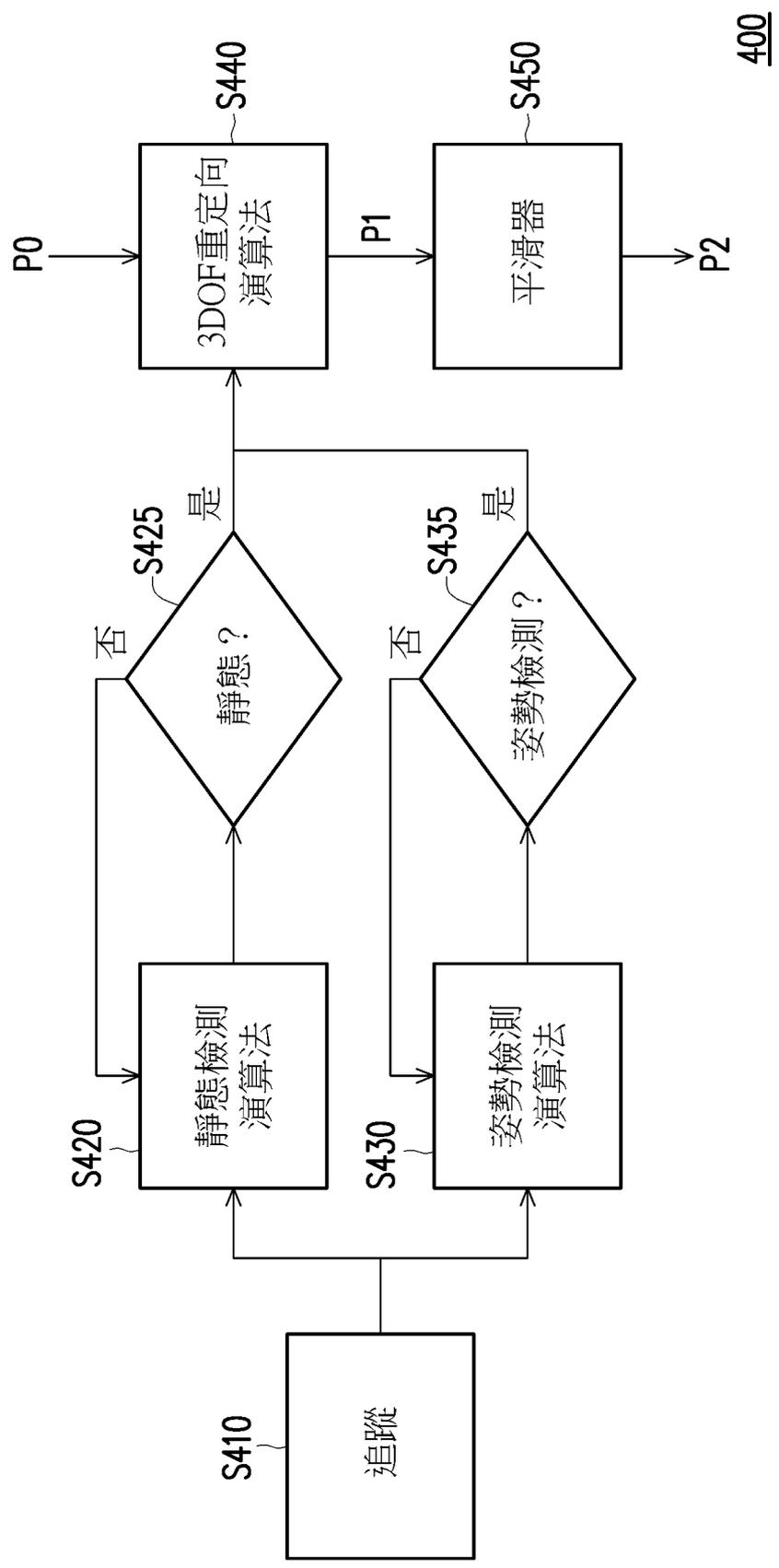
【圖2A】



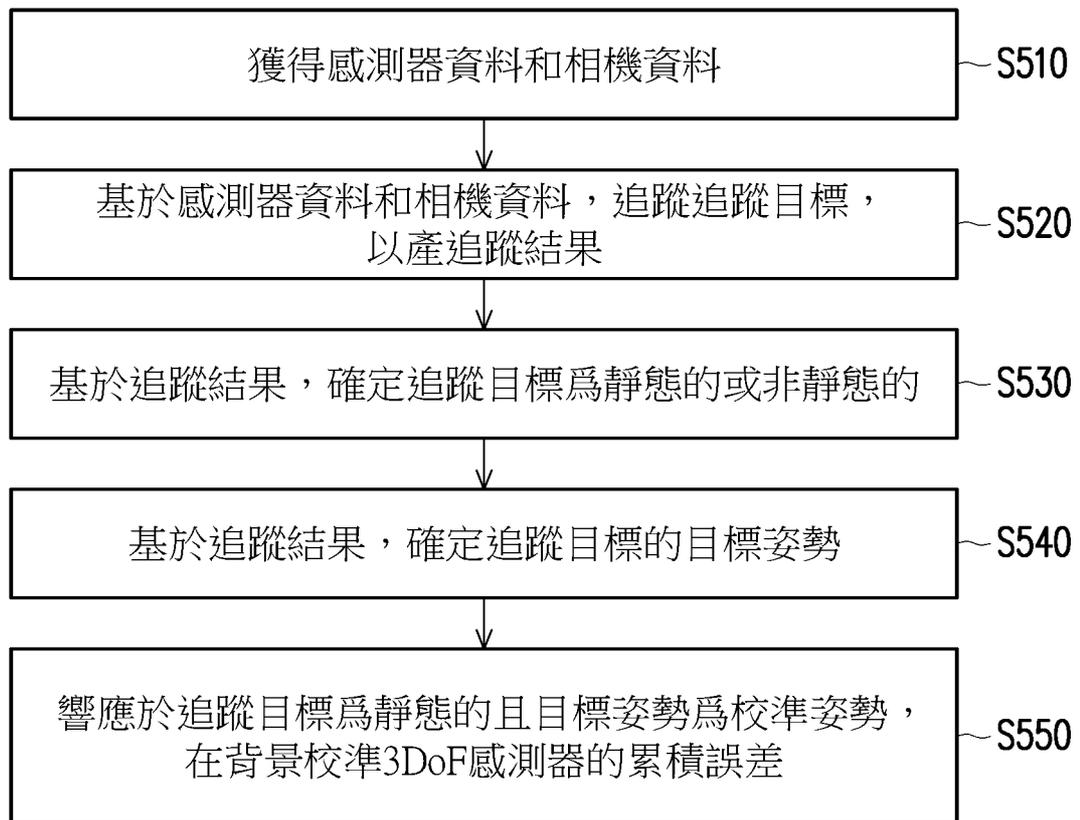
【圖2B】



【圖3】



【圖4】



【圖5】