



(21) 申請案號：103145723

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 26 日

(51) Int. Cl. :

*B25J9/16 (2006.01)**G05B19/045 (2006.01)**G05B19/048 (2006.01)**G05B19/423 (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：宋開泰 SONG, KAI TAI (TW)；林明翰 LIN, MING HAN (TW)

(74) 代理人：葉璟宗；詹東穎；劉亞君

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：6 共 38 頁

(54) 名稱

機器人及其控制方法

ROBOT AND CONTROL METHOD THEREOF

(57) 摘要

本發明是關於一種控制方法，適用於一機器人。所述方法包括下列步驟：接收來自於遙控裝置的手動控制命令，並累計手動控制命令的持續時間，其中手動控制命令用於移動機器人；估計對應於手動控制命令的估計移動速度；偵測機器人所在的周圍環境，並依據周圍環境產生自主導航命令；依據持續時間以及估計移動速度及與障礙物間距離決定關聯於手動控制命令的第一權重值；依據第一權重值決定關聯於自主導航命令的第二權重值；依據第一權重值以及第二權重值線性組合手動控制命令以及自主導航命令，以產生移動控制命令；以及依據移動控制命令移動。

A robot and a control method thereof are provided. The method includes the following steps: receiving a manual control command from a remote control device, and accumulating a duration of the manual control command; estimating an estimated moving velocity corresponding to the manual control command; detecting a surrounding environment of the robot and generating an autonomous navigation command based on the surrounding environment; determining a first weighting value associated with the manual control command based on the duration, the estimated moving velocity and the distance to obstacles; determining a second weighting value associated with the autonomous navigation command based on the first weighting value; linearly combining the manual control command and the autonomous navigation command based on the first weighting value and the second weighting value to generate a moving control command; and moving based on the moving control command.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S410~S470 . . . 步

驟

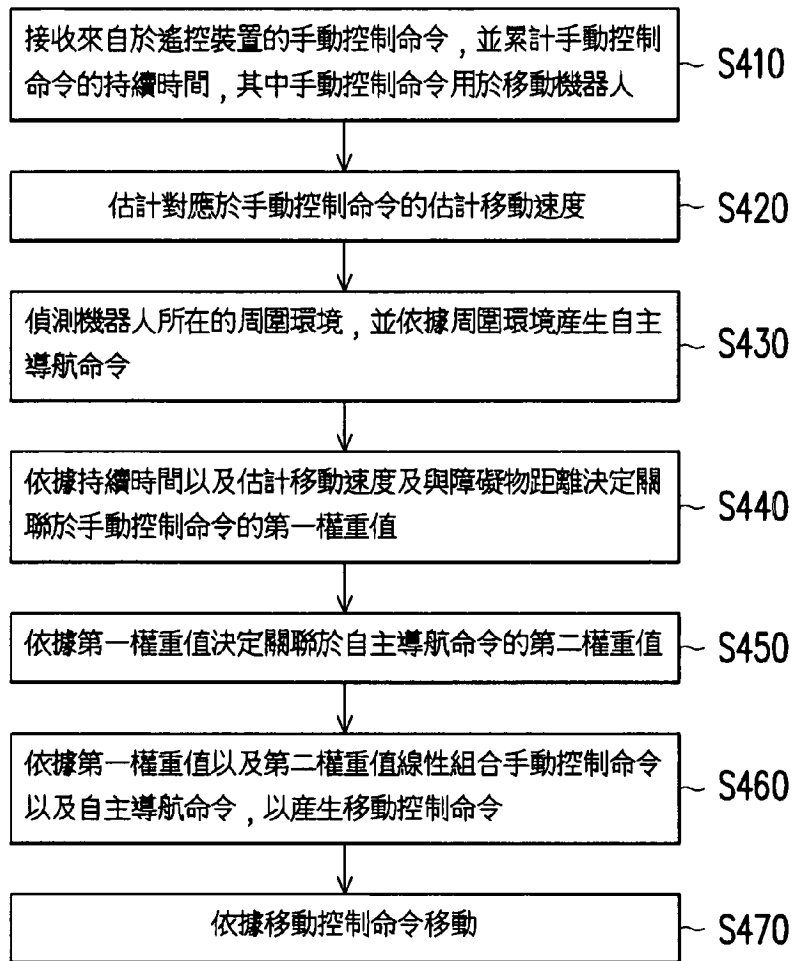


圖 4

※ 申請案號：107145777
 ※ 申請日：103.12.28

發明摘要

B25J 9/16 (2006.01)
 G05B 19/045 (2006.01)
 G05B 19/048 (2006.01)
 G05B 19/423 (2006.01)

※IPC 分類：

【發明名稱】

機器人及其控制方法

ROBOT AND CONTROL METHOD THEREOF

【中文】

本發明是關於一種控制方法，適用於一機器人。所述方法包括下列步驟：接收來自於遙控裝置的手動控制命令，並累計手動控制命令的持續時間，其中手動控制命令用於移動機器人；估計對應於手動控制命令的估計移動速度；偵測機器人所在的周圍環境，並依據周圍環境產生自主導航命令；依據持續時間以及估計移動速度及與障礙物間距離決定關聯於手動控制命令的第一權重值；依據第一權重值決定關聯於自主導航命令的第二權重值；依據第一權重值以及第二權重值線性組合手動控制命令以及自主導航命令，以產生移動控制命令；以及依據移動控制命令移動。

【英文】

A robot and a control method thereof are provided. The method includes the following steps: receiving a manual control command from a remote control device, and accumulating a duration of the manual control command; estimating an estimated moving velocity corresponding to the manual control command; detecting a

surrounding environment of the robot and generating an autonomous navigation command based on the surrounding environment; determining a first weighting value associated with the manual control command based on the duration, the estimated moving velocity and the distance to obstacles; determining a second weighting value associated with the autonomous navigation command based on the first weighting value; linearly combining the manual control command and the autonomous navigation command based on the first weighting value and the second weighting value to generate a moving control command; and moving based on the moving control command.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 4。

【本代表圖之符號簡單說明】：

S410~S470：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】

機器人及其控制方法

ROBOT AND CONTROL METHOD THEREOF

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種機器人，且特別是有關於一種機器人及其控制方法。

【先前技術】

【0002】 近年來，隨著感測器與控制理論的進展，各種機器人的研究與開發逐漸從工廠自動化的相關領域進入到各種服務型的應用場合，開闢了機器人服務的新領域。目前各項產業分析皆提出由服務型機器人代替人類完成家務勞動，是一項相當有前景的技術領域，同時也將帶來龐大的商機。因此，居家服務型機器人興起，帶領人們進入更高品質的生活，也提供便利的服務與協助。

【0003】 然而，在習知的技術中，這些機器人雖然能夠利用既定的演算法進行工作，但對於人類環境中各種不可預期的變化，目前的電腦處理能力與智慧演算法皆尚未成熟到足以處理這些變化。因此，這些機器人不論是動作時間、對於環境的判斷能力及應變能力都不盡理想，使得這些機器人無法達到最佳的服務效果。並且，這些機器人在自主進行任務的過程中，操控者通常也

無法中途介入以控制機器人的運動方式。

【0004】 此外，當機器人被用於代替操控者與其他人互動時，操控者常希望能夠透過遠端遙控的方式來適度地調整機器人的工作方式或讓機器人代理其執行某項動作。然而，由於人類環境較為複雜，因此要在這樣的環境下遠端遙控機器人本身就是一件困難的事情。操控者稍有不慎即可能讓機器人發生例如碰撞障礙物的情形。

【0005】 簡言之，無論是讓機器人自主執行任務，或是因應於操控者的遙控而執行任務，習知的作法中都存在一定的缺陷，因而可能使得機器人的應用有所限制。

【發明內容】

【0006】 有鑑於此，本發明提供一種機器人及其控制方法，使機器人可以透過結合人類的意圖以及機器人本身的自主控制來改善機器人的操控方式。

【0007】 本發明提供一種控制方法，適用於一機器人。所述方法包括下列步驟：接收來自於遙控裝置的手動控制命令，並累計使用者手動控制的持續時間，其中手動控制命令用於移動機器人；估計對應於手動控制命令機器人的移動速度；偵測機器人所在的周圍環境，估計機器人與障礙物間之距離；依據持續時間以及估計移動速度及與障礙物間之距離決定關聯於手動控制命令的第一權重值；並決定關聯於自主導航命令的第二權重值；第一權重值

與第二權重值之和等於 1。依據第一權重值以及第二權重值線性組合手動控制命令以及自主導航命令，以產生移動控制命令；以及依據移動控制命令移動。

【0008】 在本發明之一實施例中，偵測機器人所在的周圍環境的步驟包括透過雷射測距儀掃描周圍環境以產生掃描結果以及基於掃描結果建立周圍環境的地圖，並在地圖中定位機器人的目前位置。此地圖經網路傳送至遙控裝置顯示給遠端操作者。

【0009】 在本發明之一實施例中，因應於來自遙控裝置的目標選擇命令而鎖定物體以及接收來自於遙控裝置的執行命令，並因應於執行命令而控制機器人的機械手臂對物體執行特定動作。

【0010】 在本發明之一實施例中，周圍環境包括目標物以及多個障礙物，且依據周圍環境產生自主導航命令的步驟包括：依據機器人的最大移動速度、目標點之緩衝距離以及機器人的目前位置與目標物之間的距離向量產生第一移動速度向量；依據各障礙物與機器人的目前位置之間的位置向量以及機器人的最大安全距離產生第二移動速度向量；以及加總第一移動速度向量以及第二移動速度向量以產生自主導航命令。

【0011】 在本發明之一實施例中，第一移動速度向量表徵為：

$$\vec{V}_r = \begin{cases} \frac{\vec{D}}{D_{buffer}} v_{max} & , |\vec{D}| \leq D_{buffer} \\ \frac{\vec{D}}{|\vec{D}|} v_{max} & , |\vec{D}| > D_{buffer} \end{cases} ,$$

其中 \vec{D} 為機器人與目標物之間的距離向量， v_{max} 為機器人的最大移

動速度， D_{buffer} 為目標物的該緩衝距離。

【0012】 在本發明之一實施例中，第二移動速度向量表徵為：

$$\vec{v}_o = \alpha \sum_i \left[\left(\frac{D_{max} - |\vec{x}_i|}{D_{max}} \right) \left(\frac{-\vec{x}_i}{|\vec{x}_i|} \right) \right],$$

其中 α 為一常數， \vec{x}_i 為障礙物與機器人之間的第 i 個位置向量， D_{max} 為機器人的最大安全距離。

【0013】 在本發明之一實施例中，周圍環境包括目標物，且方法更包括：依據機器人旋轉其頭部朝向的最大角速度、緩衝角度以及機器人的頭部方向與目標物之間的夾角計算機器人旋轉其頭部朝向的一角速度；以及依據角速度旋轉機器人的頭部朝向。其中，角速度表徵為：

$$\omega_r = \begin{cases} \frac{\Delta\theta}{\theta_{buffer}} \omega_{max}, & |\Delta\theta| \leq \theta_{buffer} \\ \frac{\Delta\theta}{|\Delta\theta|} \omega_{max}, & |\Delta\theta| > \theta_{buffer} \end{cases}$$

，其中 $\Delta\theta$ 為機器人的頭部方向與目標物之間的夾角， ω_{max} 為機器人旋轉其頭部朝向的最大角速度， θ_{buffer} 為機器人旋轉其頭部朝向的緩衝角度。

【0014】 在本發明之一實施例中，依據持續時間以及估計移動速度及與障礙物間距離決定關聯於手動控制命令的第一權重值的步驟包括：當持續時間超過預設時間或估計移動速度低於預設速度或與障礙物間距離較遠時，增加第一權重值；以及當持續時間未超過預設時間或估計移動速度不低於預設速度或與障礙物間距離較近時，減少第一權重值。

【0015】 本發明提供一種機器人裝置，其包括偵測單元、儲存單元以及處理單元。偵測單元偵測機器人所在的周圍環境。儲存單元儲存多個模組。處理單元耦接偵測單元及儲存單元，存取並執行儲存單元儲存的所述多個模組。所述多個模組包括累計模組、估計模組、產生模組、決定模組、組合模組以及移動模組。累計模組接收來自於遙控裝置的手動控制命令，並累計手動控制命令的持續時間，其中手動控制命令用於移動機器人。估計模組估計機器人移動速度。產生模組控制偵測單元偵測機器人所在的周圍環境，並依據周圍環境產生自主導航命令。決定模組依據持續時間以及估計手動速度決定關聯於移動控制命令的第一權重值。並根據第一權重值決定關聯於自主導航命令的第二權重值。組合模組依據第一權重值以及第二權重值線性組合手動控制命令以及自主導航命令，以產生移動控制命令。移動模組依據移動控制命令移動機器人。

【0016】 在本發明之一實施例中，模組更包括控制模組，經配置以：因應於來自遙控裝置的目標選擇命令而鎖定物體；以及接收來自於遙控裝置的執行命令，並因應於執行命令而控制機器人的機械手臂對物體執行一特定動作。

【0017】 在本發明之一實施例中，偵測單元為雷射測距儀，且產生模組經配置以：透過雷射測距儀掃描周圍環境以產生掃描結果；以及基於掃描結果建立周圍環境的地圖，並在地圖中定位機器人的目前位置。

【0018】 在本發明之一實施例中，周圍環境中包括目標物以及多個障礙物，且產生模組經配置以：依據機器人的最大移動速度、目標點之緩衝距離以及機器人的目前位置與目標物之間的距離向量產生第一移動速度向量；依據各障礙物與機器人的目前位置之間的位置向量以及機器人的最大安全距離產生第二移動速度向量；以及加總第一移動速度向量以及第二移動速度向量以產生自主導航命令。

【0019】 在本發明之一實施例中，第一移動速度向量表徵為：

$$\vec{v}_r = \begin{cases} \frac{\bar{D}}{D_{buffer}} V_{max} & , |\bar{D}| \leq D_{buffer} \\ \frac{\bar{D}}{|\bar{D}|} V_{max} & , |\bar{D}| > D_{buffer} \end{cases} ,$$

其中 \bar{D} 為機器人與該目標物之間的距離向量， V_{max} 為機器人的最大移動速度， D_{buffer} 為目標點的緩衝距離。

【0020】 在本發明之一實施例中，第二移動速度向量表徵為：

$$\vec{v}_o = \alpha \sum_i \left[\left(\frac{D_{max} - |\bar{x}_i|}{D_{max}} \right) \left(\frac{-\bar{x}_i}{|\bar{x}_i|} \right) \right] ,$$

其中 α 為一常數， \bar{x}_i 為障礙物與機器人之間第 i 個位置向量， D_{max} 為機器人的最大安全距離。

【0021】 在本發明之一實施例中，周圍環境中包括目標物，並且模組更包括旋轉模組，經配置以：依據機器人旋轉其頭部朝向的最大角速度、緩衝角度以及機器人的頭部方向與目標物之間的夾角計算機器人旋轉其頭部朝向的角速度；以及依據角速度旋轉機器人。其中，角速度表徵為：

$$\omega_r = \begin{cases} \frac{\Delta\theta}{\theta_{buffer}} \omega_{max} & , |\Delta\theta| \leq \theta_{buffer} \\ \frac{\Delta\theta}{|\Delta\theta|} \omega_{max} & , |\Delta\theta| > \theta_{buffer} \end{cases} ,$$

其中 $\Delta\theta$ 為機器人的頭部方向與目標物之間的夾角， ω_{max} 為機器人旋轉其頭部朝向的最大角速度， θ_{buffer} 為機器人旋轉其頭部朝向的緩衝角度。

【0022】 在本發明之一實施例中，決定模組經配置以：當持續時間超過預設時間或估計移動速度低於預設速度時或與障礙物間距離較遠，增加第一權重值；以及當持續時間未超過預設時間或估計移動速度不低於預設速度時或與障礙物距離較近時，減少第一權重值。

【0023】 基於上述，本發明提供一種機器人及其控制方法，透過定義兩個可變動的權重值，使操控者與機器人可以透過此權重值分佈的變動來改變手動控制命令與自主導航命令在移動控制命令中的主導權比重。如此一來，機器人即可同時結合人類的意圖以及機器人本身的自主控制來改善機器人本身的移動方式，進而提升機器人的工作效率。

【0024】 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】

【0025】

圖 1 是依據本發明之一實施例繪示的遙控裝置示意圖。

圖 2 是依據本發明之一實施例繪示的機器人外觀的示意圖。

圖 3 是依據圖 2 實施例繪示的機器人功能方塊圖。

圖 4 是依據本發明之一實施例繪示的控制方法的流程圖。

圖 5A 是依據本發明之一實施例繪示的機器人的周圍環境。

圖 5B 是依據圖 5A 實施例繪示的基於掃描結果所建立的地圖。

圖 6A 是依據本發明之一實施例繪示的產生自主導航命令的示意圖。

圖 6B 是依據本發明之一實施例繪示的機器人旋轉頭部的示意圖。

【實施方式】

【0026】 圖 1 是依據本發明之一實施例繪示的遙控裝置示意圖。在本實施例中，遙控裝置 100 可以是智慧型手機、平板電腦、個人數位助理、筆記型電腦（Notebook PC）或其他類似的裝置。遙控裝置 100 可配置有互動式介面，其可讓操控者操作其中的元件來遙控機器人，或是顯示來自於機器人的影像或聲音等訊息。所述互動式介面例如是觸控面板、觸控螢幕或是其他可顯示資訊或是讓操控者輸入資訊的元件。

【0027】 在一實施例中，所述互動式介面可包括地圖重建影像 110、機器人視覺影像 120、頭部朝向拉桿 130、動作選擇介面 140 以及虛擬搖桿區域 150。地圖重建影像 110 例如是機器人透過雷射

測距儀 (Laser scanner) 掃描機器人的周圍環境所取得的地圖資訊。機器人視覺影像 120 例如是由機器人的攝影裝置或其他具有影像擷取功能的電子裝置所擷取的影像。頭部朝向拉桿 130 可讓操控者透過向左或向右的方向控制來操控機器人的頭部朝向。動作選擇介面 140 可用於控制機器人的物理性動作。動作選擇介面 140 中的動作選項 141~146 例如包括左、右機械臂的抓取、放下、倒茶、遞送等物理性動作，但本發明不限於此。

【0028】 虛擬搖桿區域 150 可用於控制機器人的移動方向與移動速度。虛擬搖桿區域 150 為一個圓型區域，正中間的圓球 155 為模擬一般的遊戲搖桿，因此，操控者可透過操作一般遊戲搖桿的控制方式來操作虛擬搖桿區域 150。舉例而言，當操控者將圓球 155 往上/下/左/右移動時，即代表操控者欲控制機器人往前/後/左/右移動。另外，操控者移動圓球 155 的幅度可正比於操控者希望機器人移動的速度。舉例而言，當操控者移動圓球 155 的距離為所述圓型區域的半徑時（即，圓球 155 被移動至圓型區域的最外圈），即代表操控者希望機器人 200 以最大移動速度移動。然而，當操控者移動圓球 155 的距離為所述圓型區域半徑的 50%時，即代表操控者希望機器人 200 以最大移動速度的 50%移動，但本發明的可實施方式不限於此。

【0029】 在其他實施例中，遙控裝置 100 亦可包括一前置鏡頭（未繪示），用以擷取操控者的影像，而遙控裝置 100 可透過例如行動通訊（例如第四代行動通訊系統）網路或無線網路（例如無線保

真度 (wireless fidelity, Wi-Fi)) 來將此影像傳遞至機器人。

【0030】 圖 2 是依據本發明之一實施例繪示的機器人外觀示意圖。在本實施例中，機器人 200 例如可受控於圖 1 所示的遙控裝置 100 而執行任務。遙控裝置 100 與機器人 200 之間的連線與通訊可透過無線網路以套接介面 (socket) 資料傳遞的方式進行。在操控機器人 200 的過程中，操控者可以利用遙控裝置 100 的互動式介面下達對機器人 200 的操作意圖，也可以透過遙控裝置 100 的互動式介面接收機器人 200 的周圍環境資訊 (例如，地圖重建影像 110 及機器人視覺影像 120 等)。

【0031】 機器人 200 配置有全向式的移動平台 210、右機械臂 220、左機械臂 230、頭部 240 以及顯示器 250，以因應操控者對於前述互動式平台的操作而移動及/或執行物理性動作。移動平台 210 可配置有具有相互耦接的馬達控制器 (未繪示)、馬達驅動器 (未繪示) 及滾輪 (未繪示) 等元件。移動平台 210 可依據操控者對於圓球 155 所進行的操作及/或機器人 200 的自主導航機制來控制機器人 200 的移動方式。

【0032】 右機械臂 220 以及左機械臂 230 則可依據操控者在動作選擇介面 140 中選取的動作選項而執行抓取、放下、倒茶、遞送等動作。頭部 240 可配置任何具有電荷耦合元件 (Charge coupled device, CCD) 鏡頭、互補式金氧半電晶體 (Complementary metal oxide semiconductor transistors, CMOS) 鏡頭及/或紅外線鏡頭的攝影機。頭部 240 所配置的各种攝影機可用於擷取機器人視覺影

像 120，並透過機器人 200 中的通訊元件回傳至遙控裝置 100。此外，頭部 240 也可配置 Kinect 感測器、深度攝影機或立體攝影機等元件。顯示器 250 例如是液晶顯示器（Liquid-Crystal Display，LCD）、電漿顯示器、真空螢光顯示器、發光二極體（Light-Emitting Diode，LED）顯示器、場發射顯示器（Field Emission Display，FED）及/或其他合適種類的顯示器。顯示器 250 可用於顯示遙控裝置 100 的前置鏡頭所擷取的操控者影像。

【0033】 圖 3 是依據圖 2 實施例繪示的機器人功能方塊圖。在本實施例中，機器人 200 包括偵測單元 310、儲存單元 320 以及處理單元 330。偵測單元 310 例如為雷射測距儀，其可以雷射光來掃描並偵測機器人 200 周圍的物體，而得到機器人 200 與至少一相鄰物體與之間的距離感測值。儲存單元 320 例如是記憶體、硬碟或是其他任何可用於儲存資料的元件，而可用以記錄多個模組。

【0034】 處理單元 330 耦接感測單元 310 以及儲存單元 320。處理單元 330 可為一般用途處理器、特殊用途處理器、傳統的處理器、數位訊號處理器、多個微處理器（microprocessor）、一個或多個結合數位訊號處理器核心的微處理器、控制器、微控制器、特殊應用集成電路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）、場可程式閘陣列電路（Field Programmable Gate Array，FPGA）、任何其他種類的積體電路、狀態機、基於進階精簡指令集機器（Advanced RISC Machine，ARM）的處理器以及類似品。

【0035】 在本實施例中，處理單元 330 可存取儲存單元 320 所儲

存的累計模組 320_1、估計模組 320_2、產生模組 320_3、決定模組 320_4、組合模組 320_5 以及移動模組 320_6 以執行本發明提出的控制方法的各個步驟。

【0036】 圖 4 是依據本發明之一實施例繪示的機器人及其控制方法的流程圖。本實施例提出的方法可由圖 3 的機器人 200 執行，以下即搭配圖 3 的各個元件來說明本方法的詳細步驟。

【0037】 在步驟 S410 中，累計模組 320_1 接收來自於遙控裝置 100 的手動控制命令，並累計手動控制命令的持續時間。在本實施例中，所述手動控制命令可用於移動機器人 200 及/或控制機器人 200 的物理性動作。在步驟 S420 中，估計模組 320_2 估計對應於手動控制命令的估計移動速度。

【0038】 如先前實施例中所提及的，操控者可透過遙控裝置 100 的虛擬搖桿區域 150 控制機器人 200 的移動方向與移動速度。在操控者透過遙控裝置 100 的虛擬搖桿區域 150 控制機器人 200 的移動方向與移動速度的同時，遙控裝置 100 會傳送一個包含上述控制動作的手動控制指令給機器人 200。在機器人 200 接收來自於遙控裝置 100 的手動控制命令之後，累計模組 220_1 會先累計手動控制命令的持續時間（即，操控者觸碰虛擬搖桿區域 150 直到停止觸碰的時間）。接下來，估計模組 220_2 估計對應於手動控制命令的估計移動速度。在一實施例中，估計模組 220_2 可依據操控者移動圓球 155 的距離來推得所述估計移動速度。具體而言，假設操控者移動圓球 155 的距離為虛擬搖桿區域 150 中圓型區域

半徑的 30%時，則估計模組 220_2 可計算估計移動速度為機器人 200 的最大移動速度的 30%，但本發明可不限於此。

【0039】 應了解的是，估計移動速度僅對應於操控者希望機器人 200 移動的速度，但機器人 200 並不會確實依據估計移動速度進行移動。詳細而言，由於操控者並不一定熟悉機器人 200 的周圍環境，因此機器人 200 若忠實地依據操控者的操作移動的話，機器人 200 很可能會撞到周圍的障礙物。因此，在接下來的篇幅中，本發明實施例更引入了機器人 200 的自主導航及障礙物閃避機制，用以修正機器人 200 的移動方式。如此一來，當操控者遙控機器人 200 移動時，機器人 200 可適時地輔助操控者閃避機器人 200 周圍環境中的障礙物，進而提供較佳的操作體驗。

【0040】 接下來，在步驟 S430 中，產生模組 320_3 控制偵測單元 310 偵測機器人所在的周圍環境，並依據周圍環境產生自主導航命令。在本實施例中，偵測單元 310 例如是雷射測距儀。在透過雷射測距儀掃描周圍環境之後，產生模組 320_3 可產生掃描結果以建立周圍環境的地圖，並在地圖中定位機器人 200 的目前位置。在一實施例中，產生模組 320_3 可結合極化掃描匹配 (Polar Scan Matching, PSM) 方法以及擴展卡門濾波 (Extended Kalman Filter, EKF) 演算法的概念來處理雷射測距儀的掃描結果，進而建立地圖以及在地圖中定位機器人 200 的目前位置。

【0041】 請參照圖 5A，圖 5A 是依據本發明之一實施例繪示的機器人的周圍環境。在本實施例中，假設周圍環境 500 為機器人 200

的周圍環境，其中包括許多障礙物（以長方形框表示）。在此情況下，產生模組 320_3 可基於雷射測距儀的掃描結果來建立如圖 5B 所示的地圖 510，並在地圖 510 中定位機器人 200 的目前位置 520。

【0042】圖 5B 是依據圖 5A 實施例繪示的基於掃描結果所建立的地圖。具體而言，產生模組 320_3 可基於 PSM 方法將雷射測距儀的掃描結果以極座標表示，並將兩次的掃描結果進行點對點的匹配。接著，產生模組 320_3 可藉由兩次掃描結果的位置與角度差異來修正機器人 200 在地圖中的目前位置。由於每一次的匹配結果會因雜訊而產生誤差，使得定位結果無法有效的用於長距離的行走。因此，在本實施例中，產生模組 320_3 可引入擴展卡門濾波演算法、里程計以及 PSM 計算結果以減少機器人 200 定位時所產生的誤差。值得注意的是，機器人 200 的定位與地圖建立方式可以採用其他演算法來實現，本發明不限於此。

【0043】另外，在本實施例中，產生模組 320_3 所建立的地圖以及機器人 200 在地圖中的目前位置還可回傳至遙控裝置 100 並顯示為地圖重建影像 110，以讓操控者在遙控機器人 200 可同時掌握機器人 200 的周圍環境。以圖 5B 為例，操控者可透過圖 5B 得知機器人 200 目前離障礙物 530 很近，因而可提升操控者操作機器人 200 的警覺性，進而降低機器人 200 碰撞障礙物 530 的機率。

【0044】在其他實施例中，當機器人 200 的周圍環境中存在目標物時，產生模組 320_3 可依據周圍環境來產生將機器人 200 導航至此目標物的自主導航命令。

【0045】 在本實施例中，自主導航命令（以 \vec{v}_r 表示）可表徵為以下兩個向量的總和：（1）用於將機器人 200 往目標物直線前進的第一移動速度向量（2）用於讓機器人 200 閃避各個障礙物的第二移動速度向量。

【0046】 在一實施例中，產生模組 320_3 可依據機器人 200 的最大移動速度、緩衝距離以及機器人 200 的目前位置與目標物之間的距離向量產生第一移動速度向量（以 \vec{v}_r 表示）。所述緩衝距離例如是足以讓機器人 200 從最大移動速度減速至靜止的安全距離，或是其他由設計者自行設計的距離。

【0047】 在一實施例中，第一移動速度向量（ \vec{v}_r ）可表徵為：

$$\vec{v}_r = \begin{cases} \frac{\bar{D}}{D_{buffer}} v_{max} & , |\bar{D}| \leq D_{buffer} \\ \frac{\bar{D}}{|\bar{D}|} v_{max} & , |\bar{D}| > D_{buffer} \end{cases}$$

其中 \bar{D} 代表機器人 200 的目前位置與目標物之間的距離向量， v_{max} 代表機器人 200 最大移動速度以及 D_{buffer} 代表所述緩衝距離。從上式可看出，當機器人 200 與目標物之間的距離大於緩衝距離時，機器人 200 以最大移動速度向目標物前進。當機器人 200 與目標物之間的距離不大於緩衝距離時，機器人 200 可逐漸地減速，直到機器人 200 抵達目標物為止。

【0048】 在另一實施例中，產生模組 320_3 可依據各障礙物與機器人 200 的目前位置之間的位置向量以及機器人 200 的最大安全距離產生第二移動速度向量（以 \vec{v}_o 表示）。所述最大安全距離例如

是足以讓機器人 200 避開障礙物的安全距離，或是其他由設計者自行設計的距離。

【0049】 在一實施例中，第二移動速度向量（ \vec{v}_o ）可以表徵為：

$$\vec{v}_o = \alpha \sum_i \left[\left(\frac{D_{\max} - |\bar{x}_i|}{D_{\max}} \right) \left(\frac{-\bar{x}_i}{|\bar{x}_i|} \right) \right],$$

其中 α 代表一常數， \bar{x}_i 代表障礙物與機器人 200 之間的第 i 個位置向量以及 D_{\max} 代表所述最大安全距離。

【0050】 在本實施例中， \bar{x}_i 可由雷射測距儀偵測得到。對於第 i 個障礙物而言，產生模組 320_3 可產生用於閃避此障礙物的向量

（即， $\left(\frac{D_{\max} - |\bar{x}_i|}{D_{\max}} \right) \left(\frac{-\bar{x}_i}{|\bar{x}_i|} \right)$ ）。接著，產生模組 320_3 可將閃避所有障礙

物的向量進行加總以產生第二移動向量（ \vec{v}_o ）。

【0051】 如先前所提及的，產生模組 320_3 可將第一移動速度向量以及第二移動速度向量加總以產生機器人 200 的自主導航命令（即， $\vec{v}_i = \vec{v}_o + \vec{v}_r$ ）。

【0052】 請參照圖 6A，圖 6A 是依據本發明之一實施例繪示的產生自主導航命令的示意圖。在本實施例中，產生模組 320_3 可產生將機器人 200 往目標物 620 直線前進的第一移動速度向量（ \vec{v}_r ）以及讓機器人 200 閃避障礙物 630 的第二移動速度向量（ \vec{v}_o ）。接著，產生模組 320_3 可加總第一移動速度向量以及第二移動速度向量以產生自主導航命令（ \vec{v}_i ）。簡言之，自主導航命令（ \vec{v}_i ）可讓機器人 200 在不碰撞障礙物 630 的情況下往目標物 620 前進。

【0053】 值得注意的是，在產生模組 320_3 求得自主導航命令之

後，機器人 200 並不會立刻基於自主導航命令進行移動。具體而言，如先前實施例所提及的，機器人 200 的自主導航及障礙物閃避機制是用於輔助操控者操作機器人 200 的，因此自主導航命令還需透過某種機制與來自於遙控裝置 100 的手動控制命令結合，方能產生用於控制機器人 200 的確切移動方式的移動控制命令。結合手動控制命令以及自主導航命令的機制將在之後的篇幅中進行說明。

【0054】 在其他實施例中，儲存單元 320 還可包括旋轉模組 320_7，用以在機器人 200 的移動過程中旋轉頭部 240 朝向，以讓機器人 200 的臉部方向轉向目標物，進而擷取目標物的影像。在一實施例中，旋轉模組 320_7 可依據機器人 200 旋轉頭部 240 的最大角速度、緩衝角度以及機器人 200 的臉部方向與目標物之間的夾角計算機器人 200 旋轉的角速度。接著，旋轉模組 320_7 可依據此角速度旋轉機器人 200 的頭部朝向。所述緩衝角度例如是足以讓機器人 200 從最大角速度減速至靜止的安全角度，或是其他由設計者自行設計的角度。

【0055】 在一實施例中，機器人 200 旋轉頭部朝向的角速度可表徵為：

$$\omega_r = \begin{cases} \frac{\Delta\theta}{\theta_{buffer}} \omega_{max} , & |\Delta\theta| \leq \theta_{buffer} \\ \frac{\Delta\theta}{|\Delta\theta|} \omega_{max} & , |\Delta\theta| > \theta_{buffer} \end{cases} ,$$

其中 ω_{max} 代表機器人 200 旋轉的最大角速度， θ_{buffer} 代表所述緩衝角

度。從上式可看出，當機器人 200 的臉部方向與目標物之間的角度相差大於緩衝角度時，旋轉模組 320_7 可基於最大角速度旋轉頭部 240。當機器人 200 的臉部方向與目標物之間的角度相差不大於緩衝角度時，則旋轉模組 320_7 可逐漸地減少旋轉頭部 240 的速度，直到機器人 200 的臉部方向朝向目標物為止。

【0056】 請參照圖 6B，圖 6B 是依據本發明之一實施例繪示的機器人旋轉頭部的示意圖。在本實施例中，當機器人 200 位於地點 A 時，其臉部方向例如是朝向目標物 620' 的方向 A1。在機器人 200 移動至地點 B 之後，旋轉模組 320_7 可依據前述教示將機器人 200 的臉部方向從方向 A1 旋轉至朝向目標物 620' 的方向 B1。

【0057】 在一實施例中，用於結合手動控制命令與自主導航命令的機制例如是先為其決定對應的第一權重值與第二權重值，再依據第一權重值與第二權重值線性組合手動控制命令與自主導航命令以產生移動控制命令。第一權重值及第二權重值可個別視為一種控制增益，而此控制增益可反映出手動控制命令與自主導航命令在移動控制命令中的主導權比重。以下將介紹決定第一權重值及第二權重值的具體細節。

【0058】 請再次參照圖 4，在步驟 S440 中，決定模組 320_4 依據上述持續時間以及估計移動速度及與障礙物間距離決定關聯於手動控制命令的第一權重值。

【0059】 在一實施例中，當持續時間超過一預設時間或估計移動速度低於一預設速度時，決定模組 320_4 可增加第一權重值。另

一方面，當持續時間未超過預設時間或估計移動速度不低於預設速度時，決定模組 320_4 可減少第一權重值。

【0060】 詳細而言，當決定模組 320_4 偵測操控者觸碰虛擬搖桿區域 150 的持續時間超過一預設時間（例如，20 秒）時，表示操控者較能夠專注於機器人 200 的移動控制，故決定模組 320_4 可增加第一權重值的大小，以提高手動控制命令在移動控制命令中的主導權比重。反之，若當決定模組 320_4 偵測操控者觸碰虛擬搖桿區域 150 的持續時間未超過所述預設時間時，則決定模組 320_4 可降低第一權重值的大小，以降低手動控制命令在移動控制命令中的主導權比重。

【0061】 另一方面，當決定模組 320_4 偵測到機器人 200 的估計移動速度低於一預設速度（例如 50 公分/秒）時，代表機器人 200 即便確實以估計移動速度進行移動也不容易發生例如碰撞障礙物的意外。換言之，操控者較能確保機器人 200 的安全與穩定。因此，決定模組 320_4 亦可增加第一權重值的大小，以提高手動控制命令在移動控制命令中的主導權比重。反之，當決定模組 320_4 偵測到機器人 200 的估計移動速度不低於一預設速度時，代表機器人 200 若以估計移動速度進行移動的話容易發生例如碰撞障礙物的意外。換言之，操控者較能確保機器人 200 的安全與穩定。因此，決定模組 320_4 可降低第一權重值的大小，以降低手動控制命令在移動控制命令中的主導權比重。

【0062】 在步驟 S450 中，決定模組 320_4 根據第一權重值決定關

聯於自主導航命令的第二權重值。在一實施例中，第一權重值與第二權重值之和等於 1。

【0063】 接著，在步驟 S460 中，組合模組 320_5 依據第一權重值以及第二權重值線性組合手動控制命令以及自主導航命令，以產生機器人 200 的移動控制命令。在一實施例中，組合模組 320_5 可將相乘後的第一權重值及手動控制命令與相乘後的第二權重值及自主導航命令加總以產生移動控制命令，但本發明的可實施方式不限於此。之後，在步驟 S470 中，移動模組 320_6 即可依據移動控制命令移動機器人 200。

【0064】 簡言之，本發明實施例的方法可依據手動控制命令的持續時間以及機器人 200 的周圍環境來調整關聯於手動控制命令的第一權重值以及關聯於自主導航命令的第二權重值。如此一來，在操控者透過遙控裝置 100 控制機器人 200 移動的同時，機器人 200 亦能夠透過自身的自主導航及障礙物閃避等能力來輔助操控者，進而避免發生例如碰撞障礙物等意外。

【0065】 在其他實施例中，儲存單元 320 還可包括控制模組 320_8，其可因應於操控者對於遙控裝置 100 的操作而控制機器人 200 對某物體執行物理性動作。

【0066】 請再次參照圖 1。在機器人視覺影像 120 中可包括兩個物體（例如是瓶子及杯子），而操控者可透過點擊物體的方式來決定其欲控制右機械臂 220 及/或左機械臂 230 執行特定動作的物體。假設操控者點擊機器人視覺影像 120 中的一物體（例如瓶子），則

遙控裝置 100 可將此操作轉換為一目標選擇命令，並轉發至機器人 200。接著，控制模組 320_8 可因應於此目標選擇命令而鎖定此物體。在一實施例中，控制模組 320_8 可取得例如 Kinect 感測器所提供的深度影像，再以投影的方式轉換所述物體在三度空間中的位置，進而規劃將右機械臂 220 及/或左機械臂 230 往所述物體移動的路徑。

【0067】 在操控者選擇所述物體之後，操控者可進一步在動作選擇介面 140 選取動作選項 141~146 的其中之一，以控制右機械臂 220 及/或左機械臂 230 對所述物體執行特定動作。在本實施例中，動作選擇介面 140 中右半邊三個動作選項 141~143 例如可用於控制右機械臂 220，而左半邊三個動作選項 144~146 例如可用於控制左機械臂 230。假設操控者選擇動作選項 144，則代表操控者欲控制左機械臂 230 對物體進行抓取的特定動作。在此情況下，遙控裝置 100 可對應地產生執行命令，並發送至機器人 200。接著，控制模組 320_8 可因應於此執行命令而控制左機械臂 230 抓取所述物體（例如，瓶子）。

【0068】 在其他實施例中，當操控者透過遙控裝置 100 控制右機械臂 220 抓取另一物體（例如，杯子）時，控制模組 320_8 亦可基於上述教示而控制右機械臂 220 抓取杯子。

【0069】 接著，當操控者點擊動作選項 145 以控制左機械臂 230 進行「倒茶」的特定動作時，遙控裝置 100 同樣可產生對應的執行命令並轉發此執行命令至機器人 200。之後，控制模組 320_8

即可因應此執行命令而控制左機械臂 230 將瓶子內的液體倒入右機械臂 220 所抓取的杯子中。

【0070】 在完成「倒茶」的特定動作之後，操控者可在機器人視覺影像 120 中選擇一目標物（例如是一未繪示之人體）。此時，遙控裝置 100 同樣可將此操作轉換為一目標選擇命令，並轉發至機器人 200。接著，控制模組 320_8 即可依據先前教示而鎖定此人體。之後，當操控者點擊動作選項 143 時，遙控裝置 100 可產生對應的執行命令，並轉發此執行命令至機器人 200。因應於此執行命令，控制模組 320_8 即可控制右機械臂 220 將所抓取的盛裝液體的杯子遞送至所述人體。

【0071】 簡言之，操控者可透過本發明提出的方法來控制機器人 200 執行特定動作的時間點，並且以更精準的方式控制機械臂所作用物體及動作。

【0072】 本領域具通常知識者應可了解，先前實施例中所使用的各個裝置及其功能、演算法、任務及動作僅用以舉例，並非用以限定本發明的可實施方式。

【0073】 綜上所述，本發明實施例的方法可依據手動控制命令的持續時間以及機器人的周圍環境來調整關聯於手動控制命令的第一權重值以及關聯於自主導航命令的第二權重值。如此一來，在操控者透過遙控裝置控制機器人移動的同時，機器人亦能夠透過自身的自主導航及障礙物閃避等能力來輔助操控者，進而避免發生例如碰撞障礙物等意外。此外，操控者可透過本發明提出的方

法來控制機器人執行特定動作的時間點，並且以更精準的方式控制機械臂所作用物體及動作。

【0074】 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】

【0075】

- 100：遙控裝置
- 110：地圖重建影像
- 120：機器人視覺影像
- 130：頭部朝向拉桿
- 140：動作選擇介面
- 141~146：動作選項
- 150：虛擬搖桿區域
- 155：圓球
- 200：機器人
- 210：移動平台
- 220：右機械臂
- 230：左機械臂
- 240：頭部

250：顯示器
310：偵測單元
320：儲存單元
320_1：累計模組
320_2：估計模組
320_3：產生模組
320_4：決定模組
320_5：組合模組
320_6：移動模組
320_7：旋轉模組
320_8：控制模組
330：處理單元
500：周圍環境
510：地圖
520：目前位置
530、630：障礙物
620、620'：目標物
A、B：地點
A1、B1：方向
S410~S470：步驟

申請專利範圍

1. 一種控制方法，適於一機器人，包括：

接收來自於一遙控裝置的一手動控制命令，並累計該手動控制命令的一持續時間，其中該手動控制命令用於移動該機器人；

估計對應於該手動控制命令的一估計移動速度；

偵測該機器人所在的一周圍環境，並依據該周圍環境產生一自主導航命令；

依據該持續時間以及該估計移動速度及與障礙物間距離決定關聯於該手動控制命令的一第一權重值；

依據該第一權重值決定關聯於該自主導航命令的一第二權重值；

依據該第一權重值以及該第二權重值線性組合該手動控制命令以及該自主導航命令，以產生一移動控制命令；以及

依據該移動控制命令移動。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，更包括：

因應於來自該遙控裝置的一目標選擇命令而鎖定一物體；以及

接收來自於該遙控裝置的一執行命令，並因應於該執行命令而控制該機器人的一機械手臂對該物體執行一特定動作。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中偵測該機器人所在的該周圍環境的步驟包括：

透過一雷射測距儀掃描該周圍環境以產生一掃描結果；以及

基於該掃描結果建立該周圍環境的一地圖，並在該地圖中定位該機器人的一目前位置。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的方法，其中該周圍環境中包括一目標物以及多個障礙物，且依據該周圍環境產生該自主導航命令的步驟包括：

依據該機器人的一最大移動速度、一緩衝距離以及該機器人的該目前位置與該目標物之間的一距離向量產生一第一移動速度向量；

依據各該障礙物與該機器人的該目前位置之間的一位置向量以及該機器人的一最大安全距離產生一第二移動速度向量；以及

加總該第一移動速度向量以及該第二移動速度向量以產生該自主導航命令。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述的方法，其中該第一移動速度向量表徵為：

$$\vec{V}_r = \begin{cases} \frac{\vec{D}}{D_{buffer}} V_{max} & , |\vec{D}| \leq D_{buffer} \\ \frac{\vec{D}}{|\vec{D}|} V_{max} & , |\vec{D}| > D_{buffer} \end{cases} ,$$

其中 \vec{D} 為該機器人與該目標物之間的該距離向量， V_{max} 為該機器人的該最大移動速度， D_{buffer} 為該機器人與該目標物的該緩衝距離。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述的方法，其中該第二移動速度向量表徵為：

$$\vec{v}_o = \alpha \sum_i \left[\left(\frac{D_{\max} - |\bar{x}_i|}{D_{\max}} \right) \left(\frac{-\bar{x}_i}{|\bar{x}_i|} \right) \right],$$

其中 α 為一常數， \bar{x}_i 為障礙物與該機器人之間的第 i 個位置向量， D_{\max} 為該機器人的該最大安全距離。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該周圍環境中包括一目標物，且所述方法更包括：

依據該機器人旋轉其頭部朝向的一最大角速度、一緩衝角度以及該機器人的一臉部方向與該目標物之間的一夾角計算該機器人旋轉其頭部朝向的一角速度；以及

依據該角速度旋轉該機器人的頭部朝向，

其中，該角速度表徵為：

$$\omega_r = \begin{cases} \frac{\Delta\theta}{\theta_{buffer}} \omega_{\max}, & |\Delta\theta| \leq \theta_{buffer} \\ \frac{\Delta\theta}{|\Delta\theta|} \omega_{\max}, & |\Delta\theta| > \theta_{buffer} \end{cases}$$

，其中 $\Delta\theta$ 為該機器人的該臉部方向與該目標物之間的該夾角， ω_{\max} 為該機器人旋轉其頭部朝向的該最大角速度， θ_{buffer} 為該機器人旋轉其頭部朝向的該緩衝角度。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中依據該持續時間以及該估計移動速度及與障礙物間距離決定關聯於該手動控制命令的該第一權重值的步驟包括：

當該持續時間超過一預設時間或該估計移動速度低於一預設速度時，增加該第一權重值；

當該持續時間未超過該預設時間或該估計移動速度不低於該

預設速度時，減少該第一權重值；

當該持續時間超過該預設時間或該與障礙物間距離大於一預設距離時，增加該第一權重值；以及

當該持續時間未超過該預設時間或該與障礙物間距離不大於該預設速度時，減少該第一權重值。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中該第一權重值與該第二權重值之和等於 1。

10. 一種機器人，包括：

一偵測單元，偵測該機器人所在的一周圍環境；

一儲存單元，儲存多個模組；以及

一處理單元，耦接該偵測單元及該儲存單元，存取並執行該儲存單元儲存的該些模組，該些模組包括：

一累計模組，接收來自於一遙控裝置的一手動控制命令，並累計該手動控制命令的一持續時間，其中該手動控制命令用於移動該機器人；

一估計模組，估計對應於該手動控制命令的一估計移動速度；

一產生模組，控制該偵測單元偵測該機器人所在的該周圍環境，並依據該周圍環境產生一自主導航命令；

一決定模組，依據該持續時間以及該估計移動速度及與障礙物間距離決定關聯於該手動控制命令的一第一權重值，並依據該第一權重值決定關聯於該自主導航命令的一第二權重值；

一組合模組，依據該第一權重值以及該第二權重值線性組合

該手動控制命令以及該自主導航命令，以產生一移動控制命令；
以及

一移動模組，依據該移動控制命令移動該機器人。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述的機器人，其中該些模組更包括一控制模組，經配置以：

因應於來自該遙控裝置的一目標選擇命令而鎖定一物體；以及

接收來自於該遙控裝置的一執行命令，並因應於該執行命令而控制該機器人的一機械手臂對該物體執行一特定動作。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述的機器人，其中該偵測單元為一雷射測距儀，且該產生模組經配置以：

透過該雷射測距儀掃描該周圍環境以產生一掃描結果；以及
基於該掃描結果建立該周圍環境的一地圖，並在該地圖中定位該機器人的一目前位置。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述的機器人，其中該周圍環境中包括一目標物以及多個障礙物，且該產生模組經配置以：

依據該機器人的一最大移動速度、一緩衝距離以及該機器人的該目前位置與該目標物之間的一距離向量產生一第一移動速度向量；

依據各該障礙物與該機器人的該目前位置之間的一位置向量以及該機器人的一最大安全距離產生一第二移動速度向量；以及
加總該第一移動速度向量以及該第二移動速度向量以產生該

自主導航命令。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述的機器人，其中該第一移動速度向量表徵為：

$$\vec{v}_r = \begin{cases} \frac{\bar{D}}{D_{buffer}} V_{max} & , |\bar{D}| \leq D_{buffer} \\ \frac{\bar{D}}{|\bar{D}|} V_{max} & , |\bar{D}| > D_{buffer} \end{cases} ,$$

其中 \bar{D} 為該機器人與該目標物之間的該距離向量， V_{max} 為該機器人的該最大移動速度， D_{buffer} 為該機器人與該目標物的該緩衝距離。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述的機器人，其中該第二移動速度向量表徵為：

$$\vec{v}_o = \alpha \sum_i \left[\left(\frac{D_{max} - |\bar{x}_i|}{D_{max}} \right) \left(\frac{-\bar{x}_i}{|\bar{x}_i|} \right) \right] ,$$

其中 α 為一常數， \bar{x}_i 為障礙物與該機器人之間的第 i 個位置向量， D_{max} 為該機器人的該最大安全距離。

16. 如申請專利範圍第 10 項所述的機器人，其中該周圍環境中包括一目標物，且該些模組更包括一旋轉模組，經配置以：

依據該機器人旋轉其頭部朝向的一最大角速度、一緩衝角度以及該機器人的一臉部方向與該目標物之間的一夾角計算該機器人旋轉其頭部朝向的一角速度；以及

依據該角速度旋轉該機器人的頭部朝向，

其中，該角速度表徵為：

$$\omega_r = \begin{cases} \frac{\Delta\theta}{\theta_{buffer}} \omega_{max} , & |\Delta\theta| \leq \theta_{buffer} \\ \frac{\Delta\theta}{|\Delta\theta|} \omega_{max} & , |\Delta\theta| > \theta_{buffer} \end{cases}$$

，其中 $\Delta\theta$ 為該機器人的該臉部方向與該目標物之間的該夾角， ω_{max} 為該機器人旋轉其頭部朝向的該最大角速度， θ_{buffer} 為該機器人旋轉其頭部朝向的該緩衝角度。

17. 如申請專利範圍第 10 項所述的機器人，其中該決定模組經配置以：

當該持續時間超過一預設時間或該估計移動速度低於一預設速度時，增加該第一權重值；

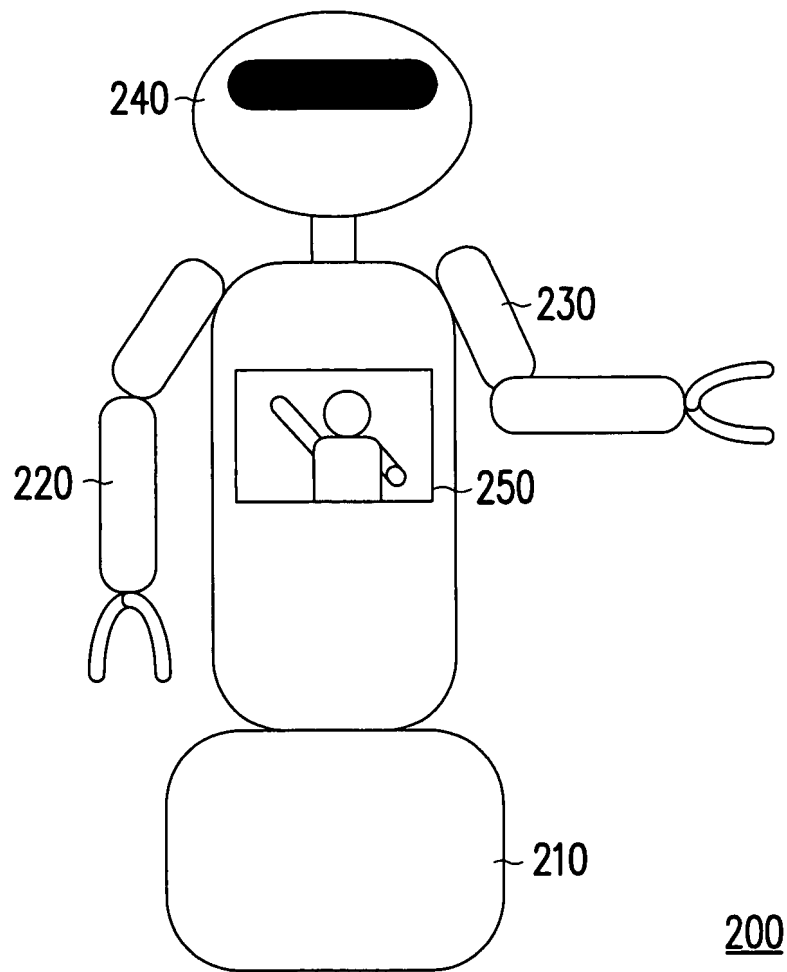
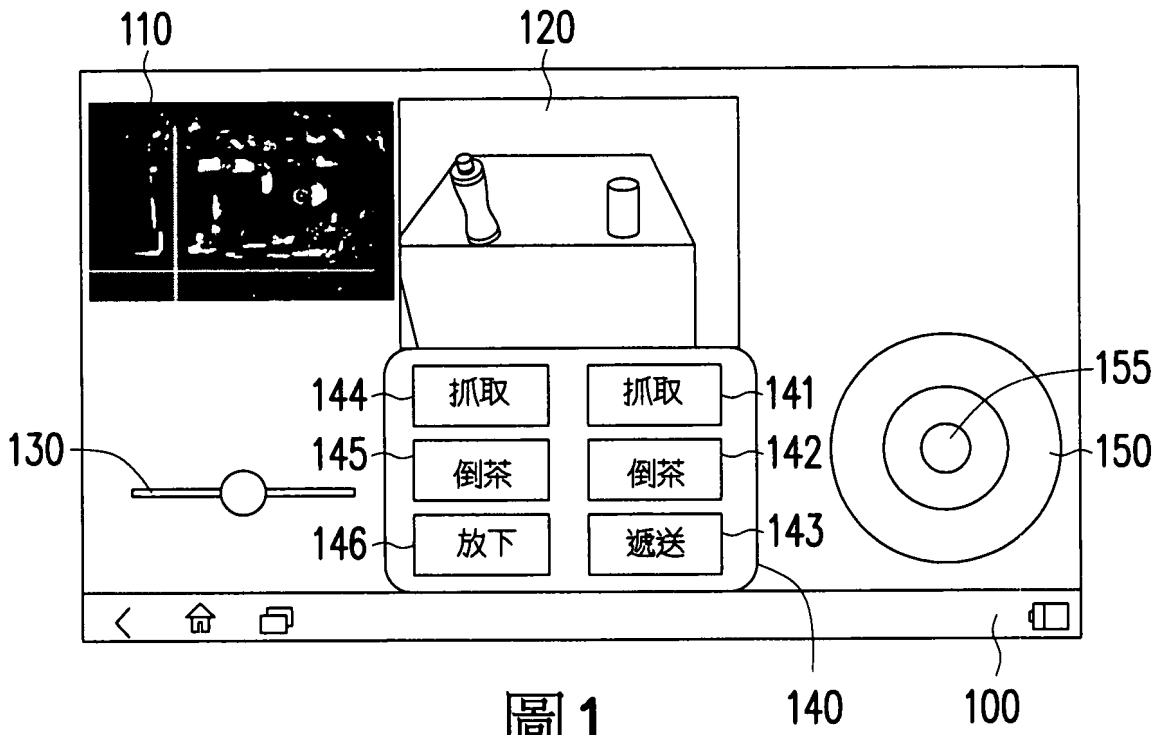
當該持續時間未超過該預設時間或該估計移動速度不低於該預設速度時，減少該第一權重值；

當該持續時間超過一預設時間或與該障礙物間距離大於一預設距離時，增加該第一權重值；以及

當該持續時間未超過該預設時間或與該障礙物間距離不大於該預設速度時，減少該第一權重值。

18. 如申請專利範圍第 10 項所述的機器人，其中該第一權重值與該第二權重值之和等於 1。

圖式



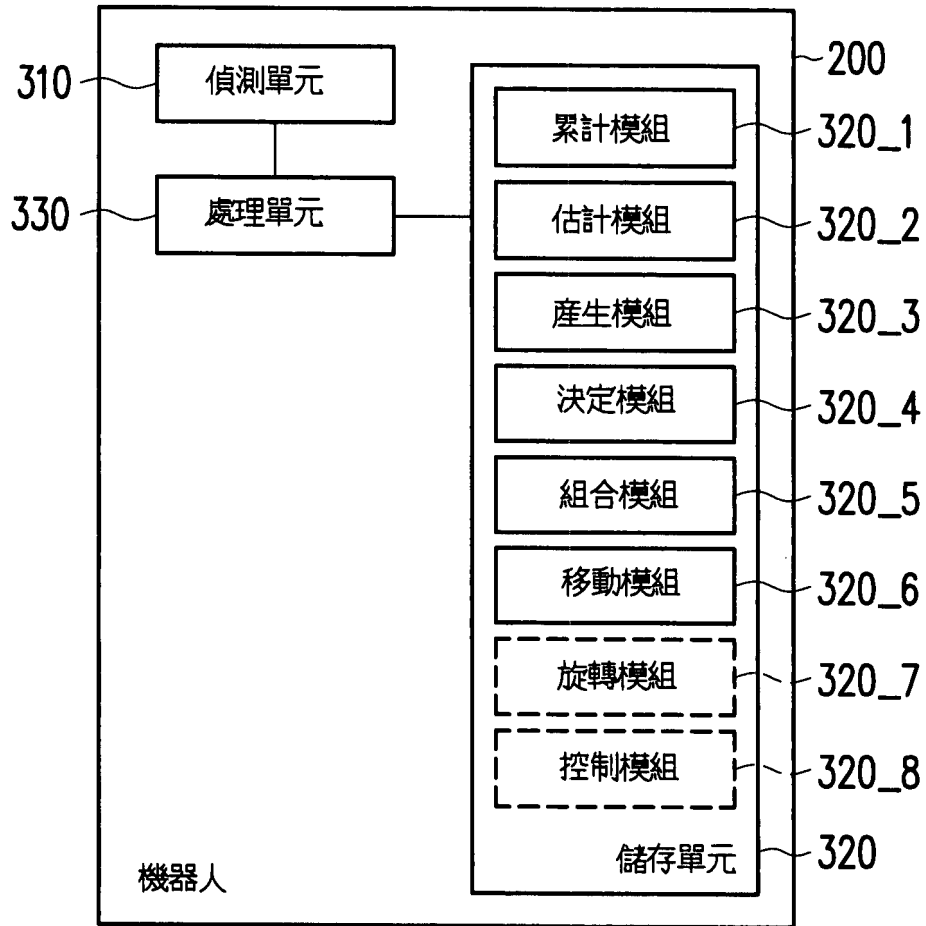


圖3

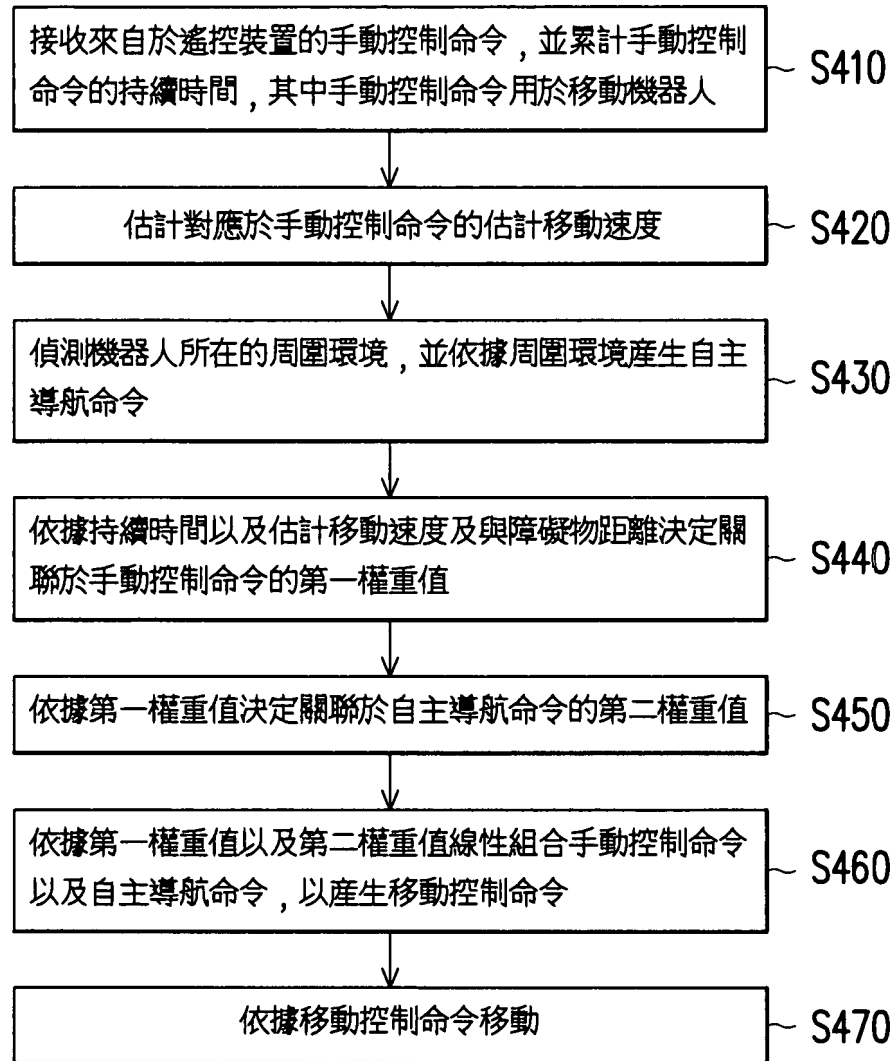


圖 4

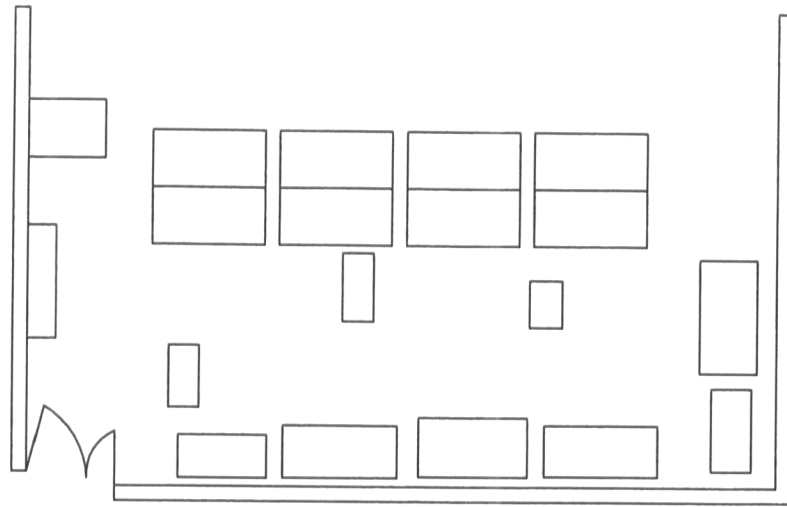


圖 5A

500

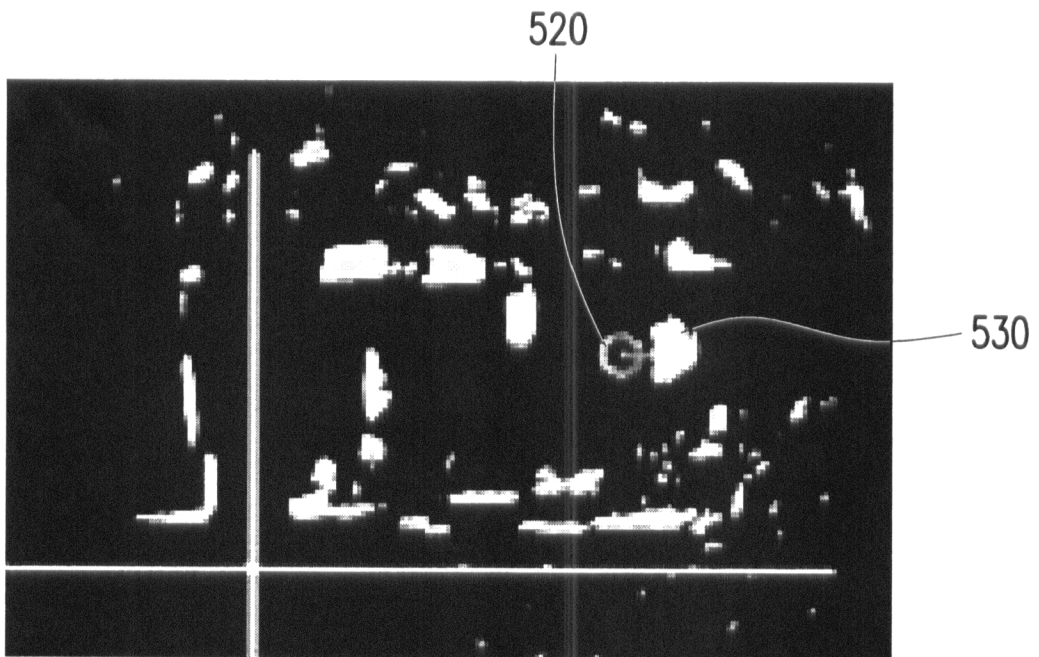


圖 5B

510

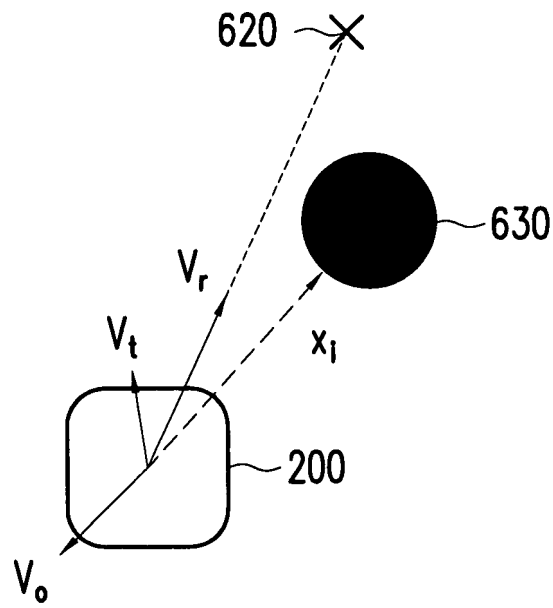


圖 6A

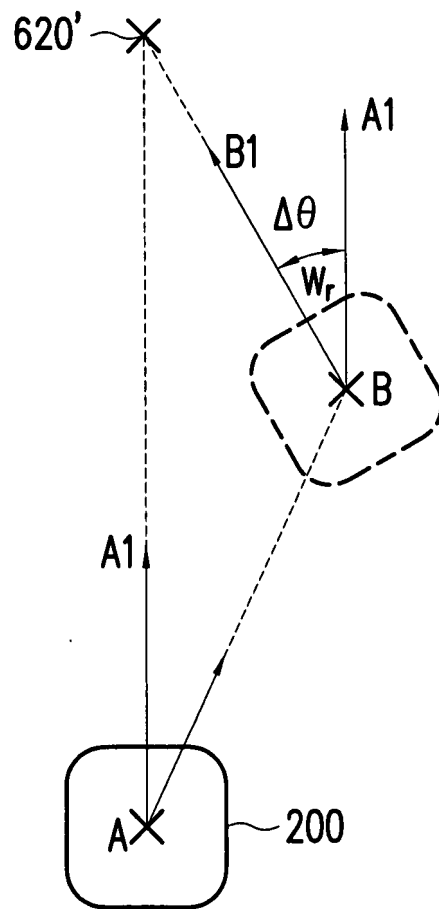


圖 6B