

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94138828

※申請日期：94.11.4

※IPC 分類：G01S 1/00

一、發明名稱：(中文/英文)

(10900Z)

嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

代表人：(中文/英文) 張俊彥

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國籍：(中文/英文) 中華民國 TW

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文) 1. 吳立偉

2. 鄭榮煌

3. 張永融

4. 胡竹生

國籍：(中文/英文) 1. 中華民國 TW

2. 中華民國 TW

3. 中華民國 TW

4. 中華民國 TW

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明係為一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其係為以一本體上設置複數個運動單元以及至少一嵌入式網路操控系統，且在本體朝向地面的表面上設置有至少一光流感測器(Optical Flow Sensor)，其中，在運動單元中包含一全向輪(Omni-Directional Wheel)及一馬達裝置；本體的運動係藉由運動單元提供動力，以光流感測器偵測運動狀態且產生光流感測資料，而嵌入式網路操控系統透過通訊網路，可與外部的資訊處理運算端傳輸運動資料與光流感測資料，同時，此運動系統更可連接週邊控制裝置，增加整體系統操控的便利性。由於本發明係利用光流影像偵測的定位方法，即使有輪子滑動、週遭環境變化、誤差累積等等干擾計算的因素產生，仍可獲得精準的定位結果。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)、本案代表圖為：第 二 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

20 本體

211、212、213 全向輪

221、222、223 固定孔

23、24 光流感測器

231、241 光源

251、252、253 馬達裝置

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種嵌入式網路操控之全方向運動系統，特別是有關一種藉由嵌入式網路操控，並配合以光流影像方法進行定位的全方向運動系統。

【先前技術】

二十一世紀在已開發或開發中國家，人口老化的程度越來越嚴重，根據聯合國的統計資料顯示，2025 年老年人口總數將高達 20 億人，再加上開發中國家出生率的降低，高齡化的社會及可創造生產力的人口架構產生變化，也將會衍生出各種社會型態、經濟型態與消費型態的轉變，更牽動整個國家或全球未來的發展，可以預知科幻世界想像的機器人世代，將會順應這股趨勢，快速的在人類科技世界中逐漸實現與應用。過去十年來許多攸關機器人發展的科技如人工智慧、感測技術等有重要進展，更驅動服務用機器人世代的來臨，許多先進國家及預測組織紛紛提出樂觀的期待，更被許多國家視為「下一波具有殺手級應用的產業」。

然而，有關機器人的解釋，早在 1984 年時，國際標準化組織 (International Organization for Standardization, ISO) 就已對機器人提出一定義：「機器人是可程式的機械，在自動控制下實行包括操作或移動動作之課題。」，並且於 1994 年在「工業用機器人操作詞彙」中，說明機器人應為包括操作機 (Manipulator)、致動器 (Actuator) 與控制系統

(含軟、硬體)之設計；一般來說，一個機器人系統則應包括有機器人、末端效應器(End Effector)、相關機器人所需之裝備與感應器、以及用來操作或監控用之相關通訊界面。簡單地說，機器人乃是依據位置座標、速度、末端效應器之抓取姿勢等命令，透過記憶裝置，執行固定或非固定之程式控制，在機器人機構中，最基本者，是為各個致動器，透過連杆與齒輪組的多種配合，可執行控制次系統(控制單元)所下達之各種命令，其中，致動器可為油、氣壓，或是電動馬達等，目前產業界機器人仍以 DC 或 AC 電動馬達為主要的致動器，而在電動馬達上，可為步進或伺服馬達，操作者可透過教導盒或是主電腦下達機器人相對於世界座標(World Coordinate)之控制指令，以完成所需之各種基本控制，或智慧型規劃動作等，同時，機器人亦可具觸覺或視覺感應器，透過感應器介面以執行精確之控制程式或所需之安全防護機能。

目前最常見的機器人多以輪式的移動模式，不過，輪式移動的機器人是一個易受打滑現象影響的系統，且在進行定位控制時，參數的變化對系統數學模型影響很大，其中，縱向速度的變化影響最為明顯。輪式機器人一般常見的定位控制方法是將預設方向與機器人實際測量方向之間的差值作為控制的偏差值，利用控制器輸出一控制量，以做為機器人的前輪偏角。輪式機器人的定位與其縱向速度、橫向速度、前輪偏角、機器人繞其重心的轉動慣量、重心位置、前後輪側偏係數以及實際道路情況等諸多因素有關，在常用的控制方法中，只考慮了預期方向與實際機器人測量方向的偏差，而未能包含其它因素的影響，故，十分難以達到滿意的控制效果。

又，輪式機器人的控制系統參數經常會因為受到某一些特殊參數突然發生變化而受到影響，使得控制參數必須重新設定，例如，使用比例-積分-微分控制器(Proportional Integrated Differential Controller, PID Controller)的輪式機器人在進行定位控制時，於某一縱向速度下設定好 PID 控制參數，然而，縱使縱向速度僅發生了很小變化，仍必須重新設定 PID 的控制參數，否則控制的效果很有可能受到影響。而在實際應用於道路的運動上，在一定的速度下進行彎道或急轉彎時，通常可以輕易地達到對輪式機器人的定位控制與偵測，但在速度產生變化後，定位的誤差將會變大或是出現明顯的震盪幅度，使得誤差累積更佳明顯。

而為了加強上述傳統輪式機器人的移動靈活度，因此，研發出全向輪(Omni-Directional Wheel)的技術以取代傳統的輪式移動模式，使機器人具有較高的移動靈活性，可在較小的空間中進行轉彎的動作，更可以在原地進行旋轉的動作。全向輪的架構特徵是在一圓形的輪軸邊緣上，環繞著數個橢圓形狀的滾筒，且這些滾筒的軸心與輪軸平面之間的夾角是可以調整的，因此，當全向輪在進行運動時，上述滾筒的作用即是在使輪子於轉動過程中所產生垂直輪軸的力量，得以轉換為平行於輪軸的力量，藉由此項功能，可有效地消弭上述傳統輪式機器人在進行定位控制時，因輪子在縱向速度上的變化而產生的影響，同時，相較於傳統輪式機器人在進行運動時，若要執行一邊移動一邊轉動的運動行為，空間上的需求相當的大，另外，更不可能在原地進行旋轉，或是直接地往側向移動，但上述問題均可因全向輪的應用而獲得解決。

因此，由上述的所有習之技術可得知，無論是傳統的輪式機器人或是全向輪式機器人，若欲達到靈巧的運動性，除了針對輪子型態本身的改善以外，相互配合的定位系統精準度亦有相當高的要求，特別是針對家用的機器人設計，不但要求高度的移動精準度，更要兼具低成本、操作使用的簡易性、高度的運動靈活度，而傳統輪式或全向輪式機器人進行移動時，在定位系統上常遭遇到以下的問題：

- (1) 機器人導向輪的里程紀錄器：即所謂的輪式光學編碼器；最主要的缺點是此輪式光學編碼器會累積輪子滑動所產生的誤差，而高精度的編碼器，卻因為需要製作得相當精密，因此，相對地提升了成本。
- (2) 慣性導航設備：常見的有陀螺儀、加速度儀、角速度儀等；最主要的缺點是此慣性導航設備的精密度會因為積分誤差而造成累積錯誤，且隨著精密度的提升，慣性導航設備在價格上也是急劇攀升。
- (3) 視覺定位導航系統(Vision Navigation System)：經常應用的有視覺定位發展系統(Evolution Robotics Software Platform, ERSP)；最主要的缺點是在視覺定位導航系統中通常必須應用電腦控制顯示器(Computer-Controlled Device, CCD)與一計算平台，不過因為資訊量大、演算複雜，且視覺本身容易受到環境中的光線變化、遮蔽現象與其他環境的種種變動而影響，因此，視覺定位導航系統的準確性不易控制。

有鑑於此，本發明係針對上述之問題，提出一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，利用有別於習知輪式定位法的光流影像方式，以進行運動定位的偵測，可提供機器人或移動平台高度自由移動的能力，並且降低系統定位的成本，以有效解決習之技術的困擾，同時，將整個運動系統的控制整合於網路通訊中，使得提昇了整個系統的應用便利化與人性化。

【發明內容】

本發明之主要目的在提供一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其係利用光流影像的方式以進行運動系統的定位偵測，不需使用價格高昂的高精度導航感測器，可降低系統定位所需的成本。

本發明之另一目的在提供一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其係利用光流影像的方式以進行運動系統的定位偵測，直接獲得地面的相對移動訊息，而不需藉由逆向運動學反推導位移資訊，可有效提高計算結果的精準度。

本發明之再一目的在提供一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其係利用光流影像的方式以進行運動系統的定位偵測，直接獲得地面的相對移動訊息，無須依據輪子轉速間接推算運動系統的速度與距離，因此，不會受到輪子打滑而影響到最終計算的結果。

本發明之又一目的在提供一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其係利用光流影像的方式以進行運動系統的定位偵測，直接獲得地面的相對移動訊息，不需透過電腦控制顯示器偵測環境，因此，定位

的精準度不受環境光源不足的影響，也不受環境變換的影響。

本發明之又一目的在提供一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其係利用光流影像的方式以進行運動系統的定位偵測，直接獲得地面的相對移動訊息，以光學偵測取代傳統慣性導航定位，不會由於累積誤差的產生而影響定位結果。

本發明之又一目的在提供一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其係利用全向輪取代雙輪平行式的運動系統，可在較為狹小的空間中，靈巧地進行各種運動，包括原地旋轉、一邊移動一邊轉動以及直接側向移動。

本發明之又一目的在提供一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其係可利用通訊網路的整合技術，使運動系統的操作介面更為方便且人性化。

為達到上述之目標，本發明提出一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其係包含一本體，其上設置有複數個運動單元，用以控制本體的運動與從動，其中，每一運動單元更包括有一全向輪以及一馬達裝置，另外，在本體朝向地面的表面上設置有至少一光流感測器，用以偵測本體的運動狀態，並且產生一組光流感測定位資料，以及，在本體上更設置有至少一嵌入式網路操控系統，可藉由通訊網路傳輸運動資料與光流感測之定位資料，並且，此運動系統更可與資訊處理運算端與週邊控制裝置連接，使得整體的系統操控更加便利。

底下藉由具體的實施例，並配合所附的圖式以詳加說明，當可更容易

瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

【實施方式】

所謂的光流影像偵測定位法，顧名思義即是利用光流影像以作為定位的方法，而光流的定義所指的是當一物體作連續變化的運動時，投影到平面上會產生一連串的影像，因為攝影機與物體的運動會造成影像像素(pixel)的位移，而此種位移的相對運動速度即稱為光流。以光流影像作為定位的偵測方法特別適用於未知環境的感測與追蹤，因為，光流影像偵測定位方法是在某一時間下，依照當時的週遭環境而反應出其特徵，故，無須在事前先了解環境的特徵或是被追蹤物體的特殊行為，更增加了光流影像偵測定位方法的應用領域。

本發明中所應用的光流影像偵測定位方法的原理，將先在本段中介紹，其中，在此所使用的光流感測器為具有每吋 800 次紀錄能力的解析度，且最快的移動速度可達到每秒 14 吋，請同時參考第一(a)圖與第一(b)圖，分別為光流感測的正交狀態架構示意圖與正交模式輸出波型圖(Quadrature Mode Output Waveform)，其中，在第一(a)與第一(b)圖中的負號(-)均表示左方向運動，而正號(+)均表示右方向運動，配合第一(a)與第一(b)圖的資訊，即可得知光流感測器在 X 軸與 Y 軸上的運動資訊。而另外，也可經由數學方程式的推導光流感測器的運動狀態資訊，以下，利用兩個裝設於不同位置的光流感測器，以偵測一運動系統的運動狀態，偵測的方向包含有 X、Y 軸的位移以及 Z 軸的旋轉量，並由運動系統與兩個光流感測器之間的關係，得到如下的運動學方程式：

$$V_{r,x} = V_{1,x} + W_r \cdot r_{1,y} \quad [1]$$

$$V_{r,y} = V_{1,y} - W_r \cdot r_{1,x} \quad [2]$$

$$V_{r,x} = V_{2,x} + W_r \cdot r_{2,y} \quad [3]$$

$$V_{r,y} = V_{2,y} - W_r \cdot r_{2,x} \quad [4]$$

其中，

$V_{r,x}$ 、 $V_{r,y}$ 為運動系統中心點的速度值；

W_r 為運動系統的旋轉角速度；

$V_{i,x}$ 、 $V_{i,y}$ 為第 i 個光流感測器的速度值；以及

$r_{1,x}$ 、 $r_{1,y}$ 為第 i 個光流感測器與運動系統中心的距離。

而為了要得到運動系統的速度與角速度，可將上述的式[1]、式[2]、式[3]以及式[4]改寫成如下的矩陣向量表示式：

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -r_{1,y} \\ 0 & 1 & r_{1,x} \\ 1 & 0 & -r_{2,y} \\ 0 & 1 & -r_{2,x} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{r,x} \\ V_{r,y} \\ W_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{1,x} \\ V_{1,y} \\ V_{2,x} \\ V_{2,y} \end{bmatrix} \quad [5]$$

先以“Least-square method(最小平方誤差方法)”求得此運動系統的移動速度及旋轉速度，並且以積分方式求得此運動系統的移動距離與旋轉量，最終計算結果如下所示：

$$\theta_{robot} = \int (W_r) dt \quad [6]$$

$$X_{robot} = \int (V_{r,x} \cos \theta_{robot} - V_{r,y} \sin \theta_{robot}) dt \quad [7]$$

$$Y_{robot} = \int (V_{r,x} \sin \theta_{robot} + V_{r,y} \cos \theta_{robot}) dt \quad [8]$$

其中，

θ_{robot} 為運動系統的 Z 軸旋轉量；

X_{robot} 為運動系統的 X 軸的移動量； 以及

Y_{robot} 為運動系統的 Y 軸的移動量。

瞭解本發明所應用的光流影像感測定位方法後，接續將再介紹本發明的硬體架構設計。本發明所揭示的為一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，是為具有高精準度定位能力的全方向運動，且可藉由網路的平台以執行控制，本發明之系統為運用在運動進行時，利用光流影像偵測法以偵測地面影像，並配合嵌入式網路技術整合達到一個低成本高整合度的運動平台，最主要可應用在家用機器人系統以及室內移動式機器人。本發明可在一個二維(2-Dimensional, 2D)的平面下，提供三個自由度運動的能力，即是為如上述計算結果中的 X、Y 軸平移與 Z 軸旋轉的運動能力，並且藉由嵌入式網路技術的整合，達到分散式計算以及遠端控制的功能。以下將提供本發明的實施例，並配合圖式加以說明。

在本發明中所提供的嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統的整體架構中，是為一個本體上裝載有數個運動單元、數個光流感測器、嵌入式網路操控系統，另外，在外部更可連接至資訊處理運算端，讓使用者可直接於資訊處理運算端輸入控制此嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統的相關資訊，並利用嵌入式有線網路(Embedded-Ethernet) IEEE802.3、嵌入式無線網路(Embedded-Wireless LAN, Wi-Fi) IEEE802.11a/b/g、乙太網路、藍芽(Bluetooth)技術或超寬頻(Ultra

Wideband, UWB)技術等通訊媒介，進行嵌入式網路操控系統與資訊處理運算端之間運動資料與光流感測資料的雙方向傳輸，並且，同時可應用週邊控制裝置來操控此嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統的運動，使得整體的操控性更加容易且人性化。而在上述的每一個運動單元中，更包含有一全向輪與一馬達裝置，而在嵌入式網路操控系統中，則包括有至少一感應控制單元、至少一馬達控制單元、至少二網路系統控制單元、至少一無線網路收發單元。

● 首先，介紹本發明進行運動與定位偵測的硬體架構部分，請參考第二圖所示，此圖是為本發明運動與定位偵測的硬體架構示意圖，在本體 20 的周邊上設置有三組全向輪 211、212、213，兩兩全向輪 211、212、213 間的夾角固定為 120 度，且每一個全向輪 211、212、213 均與一個馬達裝置 251、252、253 連接，並透過微控制器(Microcontroller，未顯示於圖中)所輸出的脈衝寬度調節(Pulse Width Modulation, PWM)訊號以控制馬達裝置 251、252、253，可供給本體 20 所需要的運動動力，另外，更設置兩個具有光源 231、241 的光流感測器 23、24，用以感測本體 20 進行移動時的即時定位資料。

而上述的運動與定位偵測的硬體架構可透過設置於本體 20 上的控制電路架構來進行控制，請參考第三圖所示，本圖為本發明的控制電路架構示意圖，在本體 20 的上方承載有一組嵌入式網路操控系統，其中，此嵌入式網路操控系統中包含一組具有切換集線器(Switch Hub)332 的無線網路基地台(Access Point, AP)331，並連接兩組嵌入式網路系統控制電路板 341、

342，與一組馬達控制電路板 36、一組感測器控制電路板 35，其中，馬達控制電路板 36 與本發明系統中的馬達裝置 251、252、253 連接，而感測器控制電路板 35 則是與本發明系統中的光流感測器 23、24 連接，惟，在本實施例中，馬達裝置 251、252、253 與光流感測器 23、24 並未與控制電路設置於同一平面上，因此在第三圖中以虛線表示；另外，更有一組充電電池組 37、一組電力供應控制系統電路板 38 用以供應本發明整體的電力；而在本體 20 上的嵌入式網路操控系統更可與外部的個人電腦(Personal Computer, PC, 未顯示於圖中)、無線搖桿(Joystick, 未顯示於圖中)連接。為了避免塵埃或其他污染物的影響，更可保護所有裝置免於碰撞的損壞，本體 20 上可外加一上蓋(未顯示於圖中)用以罩遮，並藉由多個固定孔 221、222、223 配合適合的固定元件(未顯示於圖中)的設計方式，將本體 20 與上蓋緊密地結合，這樣的設計同時也提供了本體 20 可兼具有承載、架構再擴充的應用延展性。

以上為進行運動、偵測與執行控制的硬體設施部分的說明，而在實際操作本發明系統的執行流程上，在此，以使用者的操控角度進行說明，首先，請同時參考第二圖與第四圖，其中，第四圖為本發明系統的整合系統示意圖，外部的資訊處理運算端通常是為個人電腦，其中安裝有個人電腦端控制程式 41(Robot Agent)，以人性化的圖形化使用者介面 411(Graphical User Interface, GUI)來進行操控，同時，在第五圖中即提供此圖形化使用者介面的視窗圖式，視窗 50 的左半邊為控制資訊輸入欄位 51，而視窗的右半邊則顯示出依據光流法影像定位法所偵測出的即時軌

跡紀錄 52，並且在此介面中設計有完善的可回授控制演算法，如：全向輪的動力學演算方法(OWMP Control Algorithm)；請再次參考第二圖與第四圖，在此資訊處理運算端中更裝設有無線網路卡介面 413；當使用者 414 於圖形化使用介面 411 中輸入相關的控制指令後，此控制指令便依照全向輪動力學演算方法 412 進行運算，完成運算後的數據即為可控制本體 20 的運動資料，經由無線網路卡介面 413 將此訊號發送至無線網路 (IEEE802.11b/g)40，以傳輸至本體 20 的嵌入式網路操控系統 42 中。

在來自上述資訊處理運算端的運動資訊發送至無線網路 (IEEE802.11b/g)40 後，將由本體 20 上的嵌入式網路操控系統 42 進行訊息的接收，其中，資料在資訊處理運算端與本體 20 中控制系統之間的傳輸路徑，是為一種雙方面的全雙工式訊息溝通模式，一方向為接收來自使用者的資訊處理運算端所輸入的控制訊號，另一方向則為在本體 20 開始移動後，隨即透過光流感測器 23、24 自動偵測本體 20 的位置，並將此與位置相關的資訊傳送回資訊處理運算端中。因此，配合第二圖之運動與定位偵測的硬體架構示意圖與第四圖中顯示的無線網路基地台 331 在接收來自資訊處理運算端的運動資料後，經由切換集線器 332 將此資料傳送至與馬達控制電路板 36 連接的嵌入式網路系統控制電路板 342 上，最終，馬達控制電路板 36 依照所接收到的運動資料驅動馬達裝置 251、252、253 作動，以提供全向輪 211、212、213 適當的運動動力來帶動本體 20 的運動，當本體 20 開始運動時，裝設於其下表面的光流感測器 23、24 便開始啟動偵測地面的動作，同時，光流感測器 23、24 會將偵測到的定位資訊轉換為光流感測

資料輸出至光流感測器控制電路板 35 中，此光流感測資料接續由嵌入式網路系統控制電路板 341、切換集線器 332 進行傳輸，最後，利用無線網路基地台 331 把此光流感測資料發送到無線網路(IEEE802.11b/g)40，回傳至使用者 414 的資訊處理運算端。

而此時，在無線網路 (IEEE802.11b/g)40 中存在有一來自本體 20 中控制系統所發送出的光流感測資料，因此，資訊處理運算端中的無線網路卡介面 413 將會截取此光流感測資料，並再以全向輪的動力學演算方法 412 為基準的運算轉換後，將使用者 414 所需要的位置定位資訊同時以數量化與模擬軌跡圖式化的兩種表現方式，顯示於圖形化使用者介面 411 上，如同上述第五圖中所示，供使用者瞭解系統即時的定位資訊，以做為移動本發明系統的下一步參考。

由此可知，本發明除了具有容易使用的控制介面、靈活作動的全向輪外，更藉由光流感測器的設計，可在運動系統進行運動的同時偵測當下的相對位置資訊，並回傳至資訊處理運算端，以供作計算定位資料的訊息，並直接將運算的定位結果以數據及模擬軌跡圖式顯示於操作介面上，讓使用者得以對本發明提供之系統運動狀態一目瞭然。

藉由以上的分析與說明，已對於本發明的結構與操作有明確的瞭解，以下將再配合圖式，以充分地揭露本發明利用全向輪所能夠呈現的運動模式，由簡至繁可分類成以下五種：

(1)原地旋轉：請參考第六圖，運動系統中的三個全向輪 211、212、

213 角速度保持一定且相等、轉向保持相等(如圖中實線箭頭所指

示的方向)，則運動系統將在原地以等速度做順時針的旋轉(如圖中虛線箭頭所指示的方向)。

(2)對頭直行：請參考第七圖，運動系統中的三個全向輪 211、212、213 中，有一個全向輪 211 不運轉，而其他兩個全向輪 212、213 以相同的角速度旋轉但轉向相反，如圖中實線箭頭所指示的方向，則運動系統將朝著不運轉的全向輪 211 的方向(一個「頭」)前進，如圖中虛線箭頭所指示的方向。

(3)對頭差速轉向：請參考第八圖，運動系統以上述的(2)對頭直行的運動模式為基礎，轉動的兩個全向輪 212、213 改以轉速不相同的運動模式，如圖中實線箭頭所指示的方向，則運動系統會進行轉彎的動作，且此時運動系統的「頭」會改變前進方向，如圖中虛線箭頭所指示的方向。這種運動模式與一般兩輪的運動系統差速轉彎的道理類似。

(4)平移：請參考第九圖，運動系統的三個全向輪 211、212、213 以某一特定方向上運動合力相抵銷的模式進行平移的運動，如圖中實線箭頭所指示的方向，因此，就本發明的運動系統而言，此種運動模式的平移方向是可利用各種不同運動方向任意組合而選擇的，第九圖中僅以運動系統向右平移的運動為例，如圖中虛線箭頭所指示的方向；同時，此種平移運動更是為兩輪運動系統無法達到的一種運動模式。

(5) 平移且自轉：請參考第十圖，此種運動模式為本運動系統可提供

最複雜的運動方式，運動系統中的三個全向輪 211、212、213 同時以運動合力相抵銷與累加的模式，如圖中實線箭頭所指示的方向，進行平行且自轉的運動模式，如圖中虛線箭頭所指示的方向。

由於本發明的嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，可在二維的平面上朝向任意方向前進，亦可達到同時兼顧前進與旋轉的動作，並配合精準度高的光流影像定位方式進行運動系統的定位偵測，不但可利用光學滑鼠中的光流感測器取代傳統設計繁複的定位系統，亦排除了在要求高精度定位之下所需的高成本負擔，也使得定位技術不再受到環境變化的牽制，同時，亦摒除了輪子打滑而造成定位結果不準確的問題。也因為本發明的運動系統中設置有嵌入式網路操控系統，因此，無論是近端操控或是遠距的操控，只要透過無線網路，即可與外界進行聯繫與溝通，使得本發明運動系統的操控性更加便利，並且，藉由網路技術的整合，利用建構有個人電腦控制程式的資料處理運算端，以達到分散式的計算目標，且在資料處理運算端上以人性的圖形化使用者介面做為操控的介面，或更可整合週邊硬體來增加操控的靈活度與硬體的擴充性，使本發明得以有效且廣泛應用於家庭、工業、醫療等各種不同的層面。

惟，以上所述之實施例僅為本發明之較佳實施例，藉由實施例說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者，可充分瞭解本發明之內容並據以實施，並非用以侷限本發明實施之範圍。舉凡運用本發明申請專利範圍所述之構造、形狀、特徵及精神所為之均等變化及修飾，皆應包括於本發明申請專利之範圍內。

【圖式簡單說明】

第一圖為本發明之正交模式輸出波型圖。

第二圖為本發明之運動與定位偵測的硬體架構示意圖。

第三圖為本發明之控制電路架構示意圖。

第四圖為本發明之整合系統架構示意圖。

第五圖為本發明之圖形化使用者介面視窗。

第六圖為本發明之原地旋轉運動模式示意圖。

第七圖為本發明之對頭直行運動模式示意圖。

第八圖為本發明之對頭差速轉向運動模式示意圖。

第九圖為本發明之平移運動模式示意圖。

第十圖為本發明之平移且自轉運動模式示意圖。

【主要元件符號說明】

20 本體

211、212、213 全向輪

221、222、223 固定孔

23、24 光流感測器

231、241 光源

251、252、253 馬達裝置

331 無線網路基地台

332 切換集線器

341、342 嵌入式網路系統控制電路板

- 35 感應器控制電路板
- 36 馬達控制電路板
- 37 充電電池
- 38 電力供應控制系統電路板
- 40 無線網路
- 41 控制程式
- 411 圖形化使用者介面
- 412 全向動力學演算方法
- 413 無線網路卡介面
- 414 使用者
- 42 嵌入式網路操控系統
- 331 無線網路基地台
- 332 切換集線器
- 341、342 嵌入式網路系統控制電路板
- 35 感應器控制電路板
- 36 馬達控制電路板
- 23、24 光流感測器
- 251、252、253 馬達裝置
- 37 充電電池
- 38 電力供應控制系統電路板

十、申請專利範圍：

1、一種光流影像定位全方向運動系統，包括：

一本體；

複數運動單元，設置於該本體上，該等運動單元係用於控制該本體之運動與從動，每一該等運動單元包括：

一全向輪；以及

一馬達裝置，與該全向輪連接，該馬達裝置係用以提供該全向輪之運動動力；以及

至少一光流感測器，設置於該本體朝向地面之表面，該等光流感測器係用以偵測該本體之運動狀態，並產生一光流感測資料。

2、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供原地旋轉之運動模式。

3、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供對頭直行之運動模式。

4、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供對頭差速轉彎之運動模式。

5、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供平移之運動模式。

6、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供平移且自轉之運動模式。

7、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等控制馬達裝置係可藉由複數微控制單元以操控該等馬達裝置之轉向與轉

速。

8、如申請專利範圍第 7 項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等微控制單元係可藉由全向輪運動控制演算法以操控該等馬達裝置之轉向與轉速。

9、一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，包括：

一本體；

複數運動單元，設置於該本體上，該等運動單元係用於控制該本體之運

動與從動，每一該等運動單元包括：

一全向輪；以及

一馬達裝置，與該全向輪連接，該馬達裝置係用以提供該全向輪之運動動力；

至少一光流感測器，設置於該本體朝向地面之表面，該等光流感測器係用以偵測該本體之運動狀態，並產生一光流感測資料；以及

至少一嵌入式網路操控系統，設置於該本體之上表面，該嵌入式網路操控系統係用藉由一網路溝通路徑，以接收該本體所需要之一運動資料，並且回傳該光流感測器所產生之該光流感測資料。

10、如申請專利範圍第 9 項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該嵌入式網路操控系統更包括：

至少一感應器控制單元，與該光流感測器連接，該感應器控制單元係用以傳輸該光流感測器所產生之該光流感測資料；

至少一馬達控制單元，與該等馬達裝置連接，該馬達控制單元係用以傳輸

該運動資料以控制該等馬達裝置之運動；

至少二嵌入式網路系統控制單元，分別與該感應器控制單元與該馬達控制單元連接，該等嵌入式網路系統控制單元係可以分別傳送該運動資料至該馬達控制單元中，且接收由該感應器控制單元傳入之該光流感測資料；以及

至少一無線網路收發單元，藉由一切換集線器單元與該等嵌入式網路系統控制單元連接，該無線網路收發單元可提供一網路溝通路徑以傳輸該運動資料以及該光流感測資料。

11、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控系統，其中，該嵌入式網路操控系統係可以直接與一資訊處理運算端連結，傳輸該運動資料與該光流感測資料，並於該資訊處理端中進行該運動資料與該光流感測資料的運算與儲存。

12、如申請專利範圍第 11 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該資訊處理運算端係可以利用全向輪動力學演算法進行資訊處理。

13、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控系統，其中，該資訊處理運算端係可為個人電腦、個人數位助理等。

14、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控系統，其中，該嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統係可以透過一週邊控制裝置進行操控。

15、如申請專利範圍第 14 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向

運動系統，其中，該周邊控制裝置係可為有線遙控裝置、無線遙控裝置等。

16、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控系統，其中，該無線網路收發單元係可為無線網路基地台。

17、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控系統，其中，該網路溝通路徑係可為乙太網路、嵌入式有線網路 (Embedded-Ethernet) IEEE802.3、嵌入式無線網路 (Embedded-Wireless LAN, Wi-Fi) IEEE802.11a/b/g、藍芽 (Bluetooth) 技術或超寬頻 (Ultra Wideband, UWB) 技術等通訊媒介。

18、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供原地旋轉之運動模式。

19、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供對頭直行之運動模式。

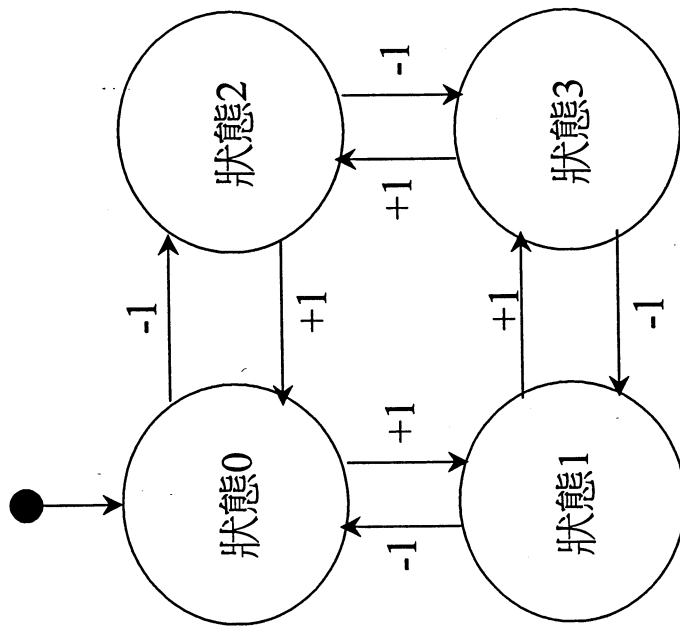
20、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供對頭差速轉彎之運動模式。

21、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供平移之運動模式。

22、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供平移且自轉之運動模式。

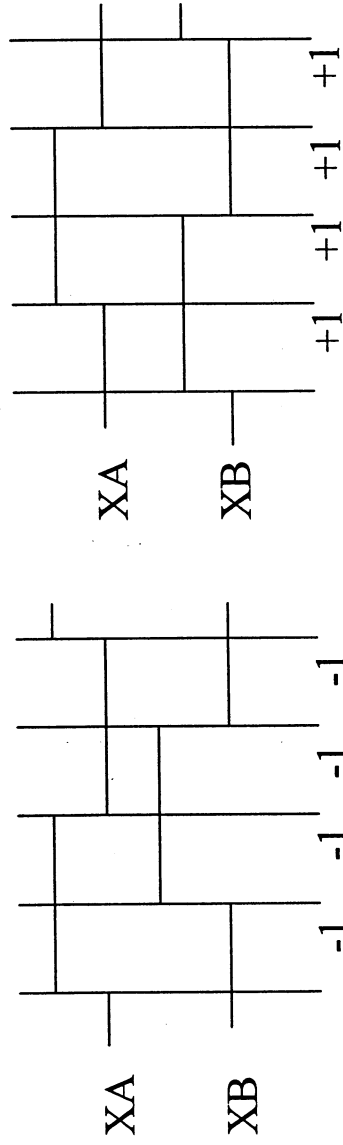
23、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等馬達裝置係可藉由複數微控制單元以操控該等馬達裝置之轉向與轉速。

24、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等微控制單元係可藉由全向輪運動控制演算法以操控該等馬達裝置之轉向與轉速。

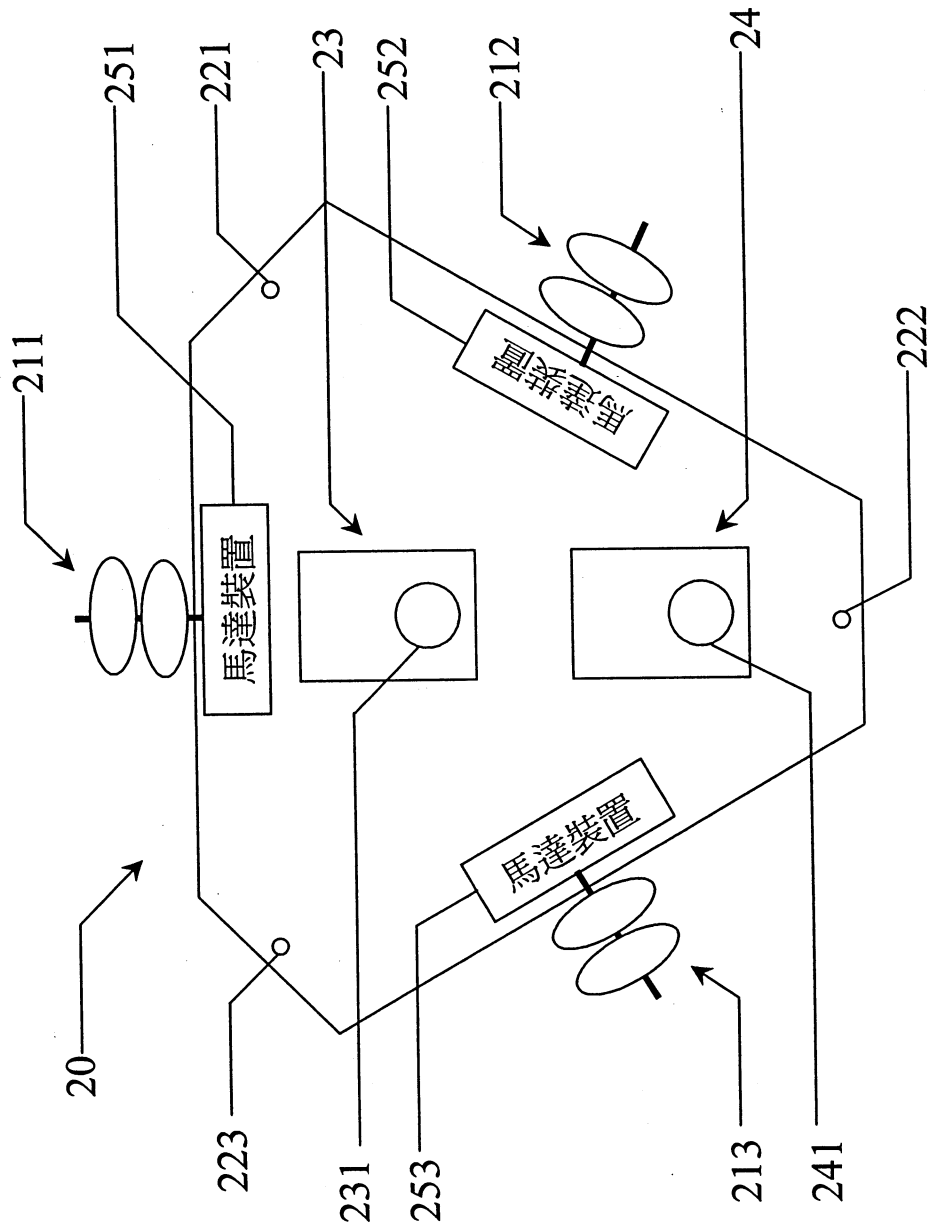


狀態	X與Y軸的輸出	
	A	B
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1

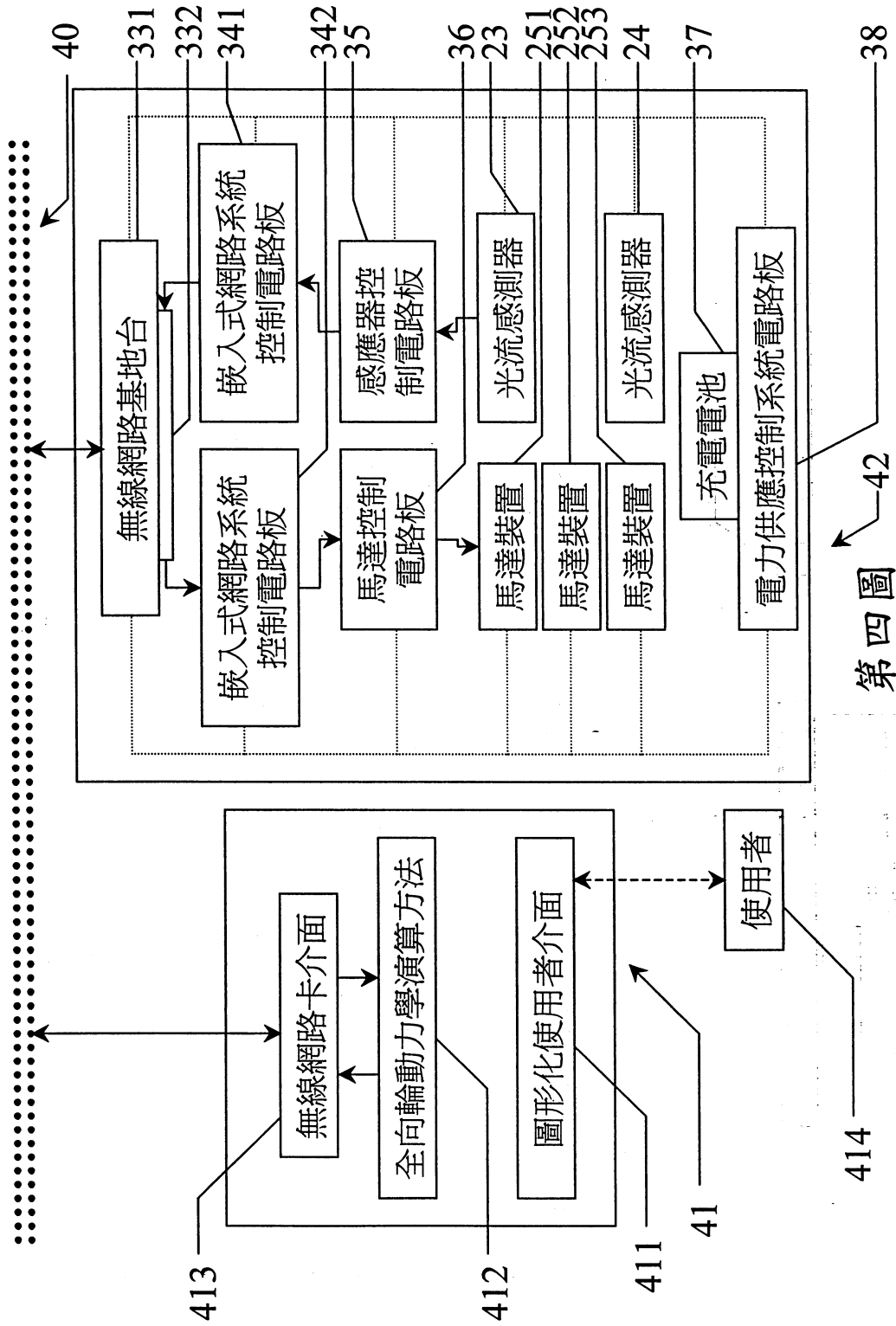
第一(a)圖



第一(b)圖



第二圖



第四圖

50

The screenshot shows a software window titled 'Form1'. The main area is a coordinate grid with a dashed border. A dotted rectangle is drawn on the grid, centered around the intersection of the horizontal and vertical axes. The grid has a vertical axis labeled '1', '2', '3' and a horizontal axis labeled '1', '2', '3'. The dotted rectangle spans from approximately x=1.5 to x=2.5 and y=1.5 to y=2.5.

On the left side, there is a control panel with a 'reset' button and several input fields:

1			
2			
3			

Below these are labels for coordinates:

cx_1	12.9125
cy_1	-5.3875
cx_2	-4.4375
cy_2	-4.2875

At the bottom right, there is another control panel with labels and input fields:

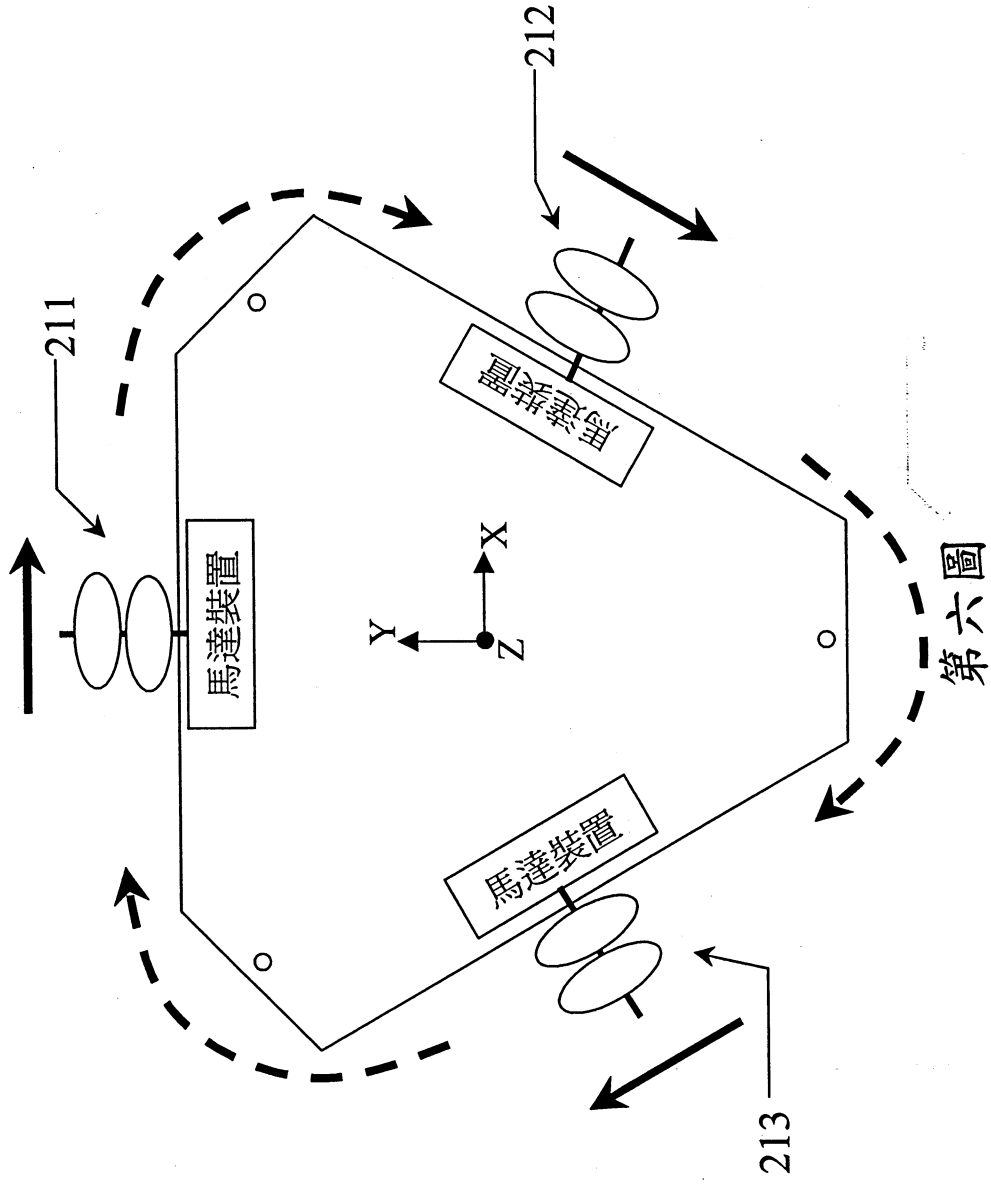
WinSock	
Remote IP	192.168.1.99
RemotePort	4003
Local port	5102
RecvData	
Update	

An 'Exit' button is located at the bottom right of the main grid area.

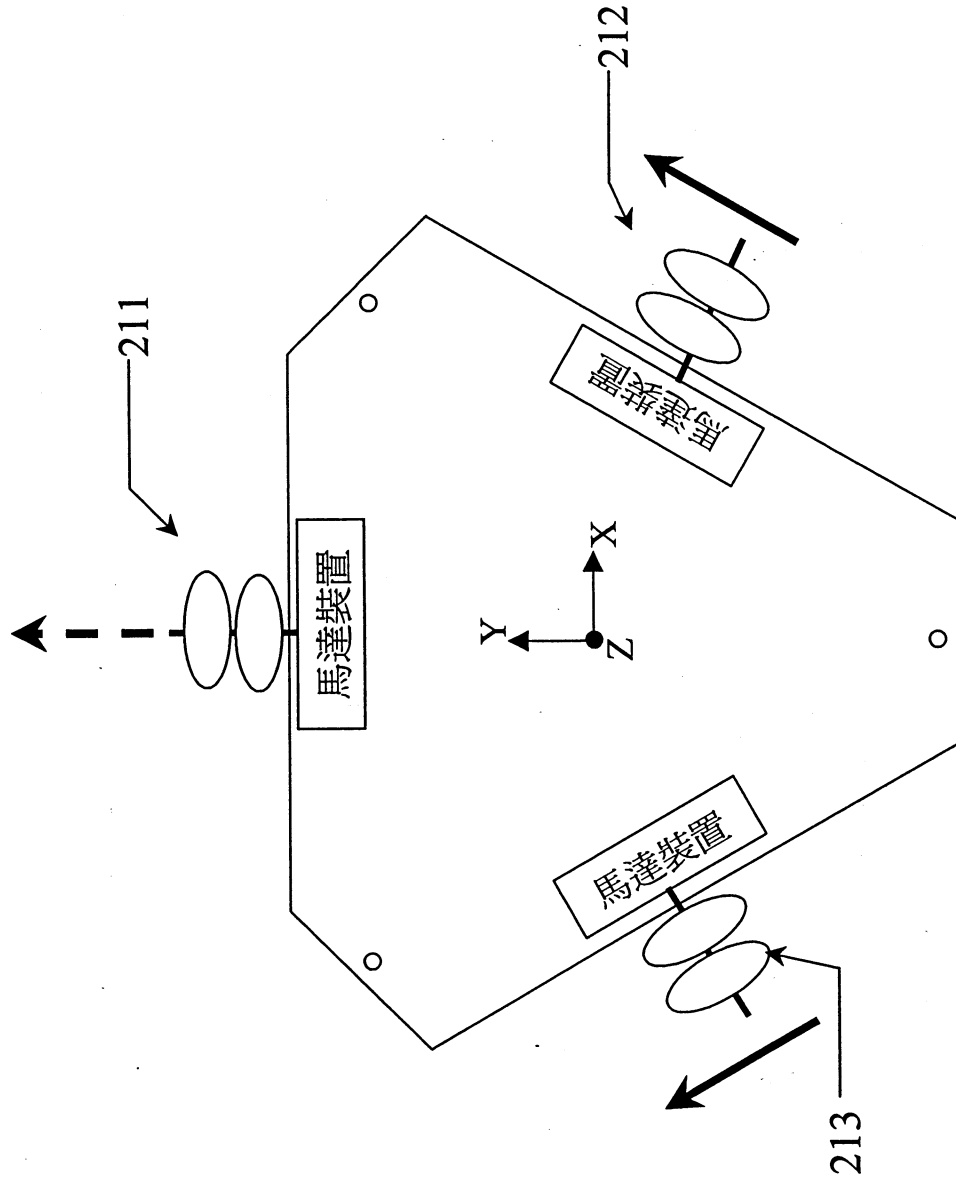
51

第五圖

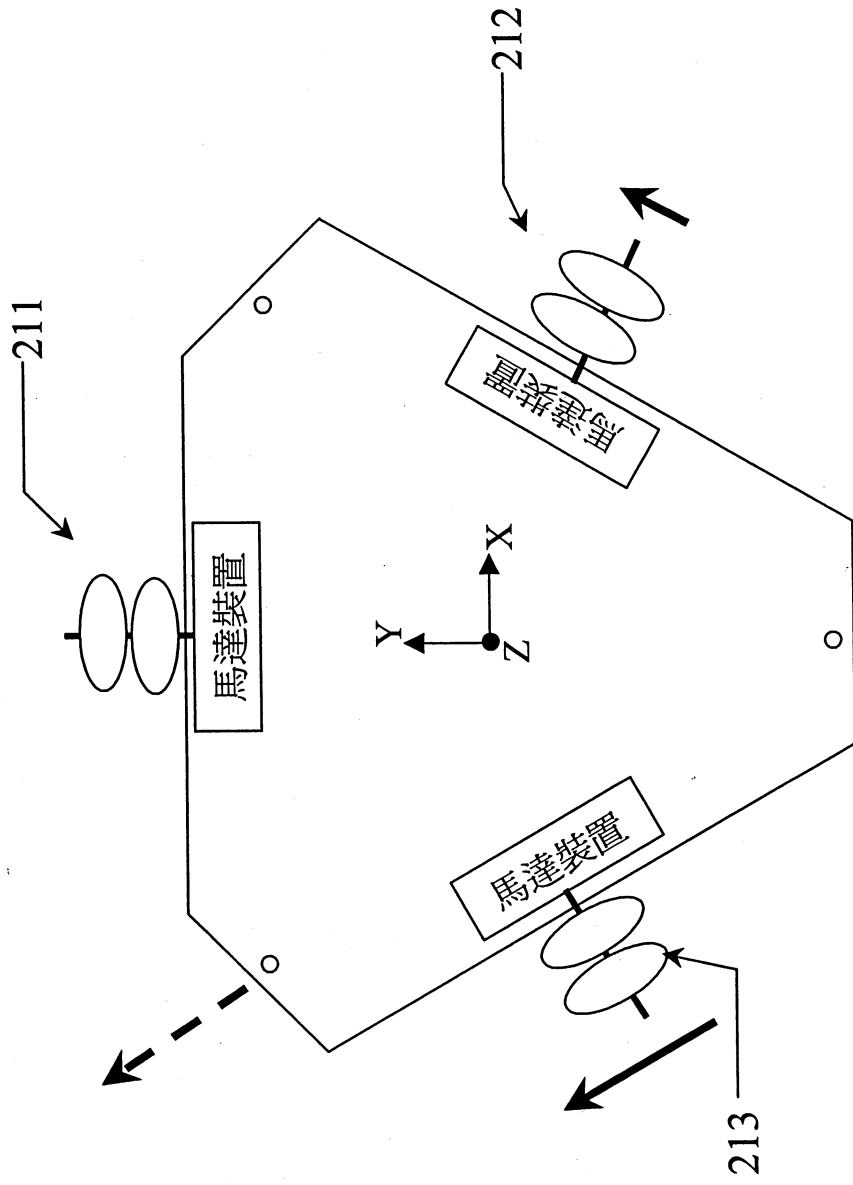
52



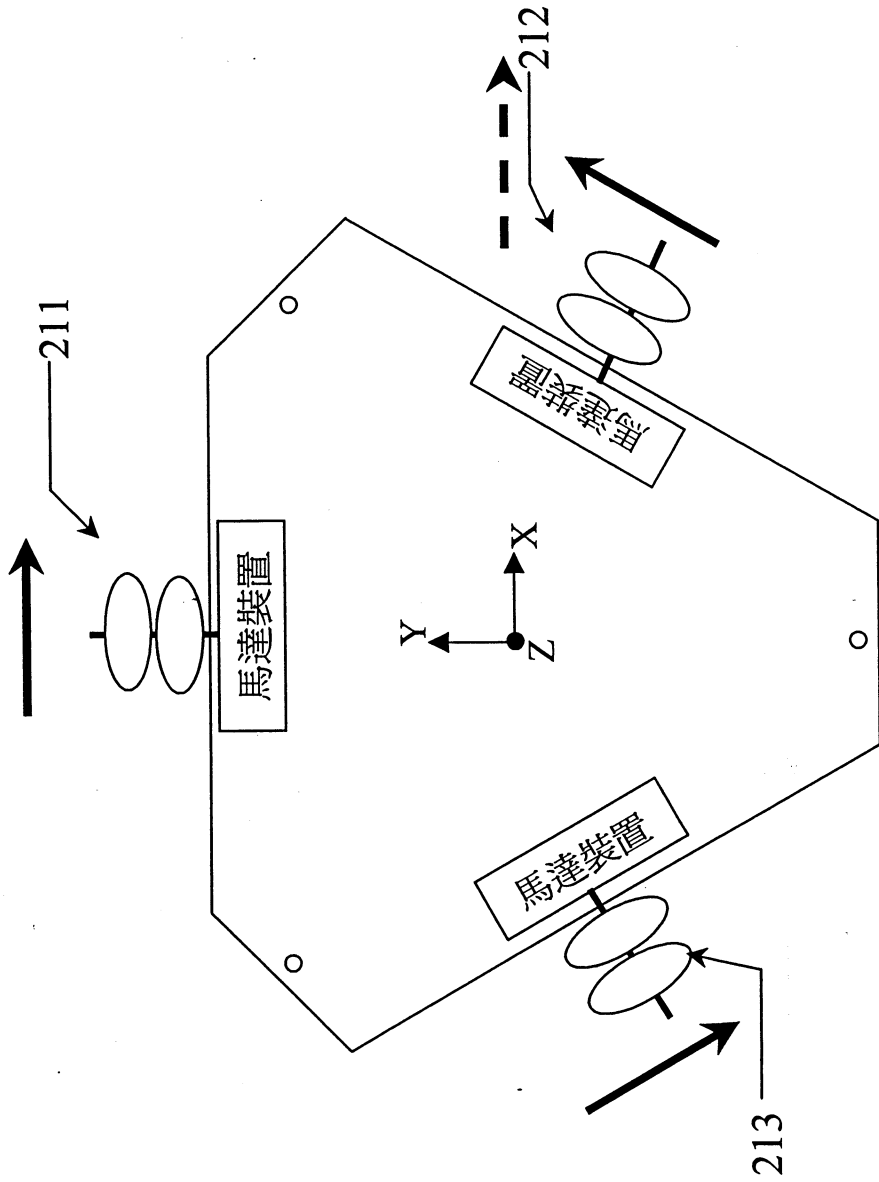
第六圖



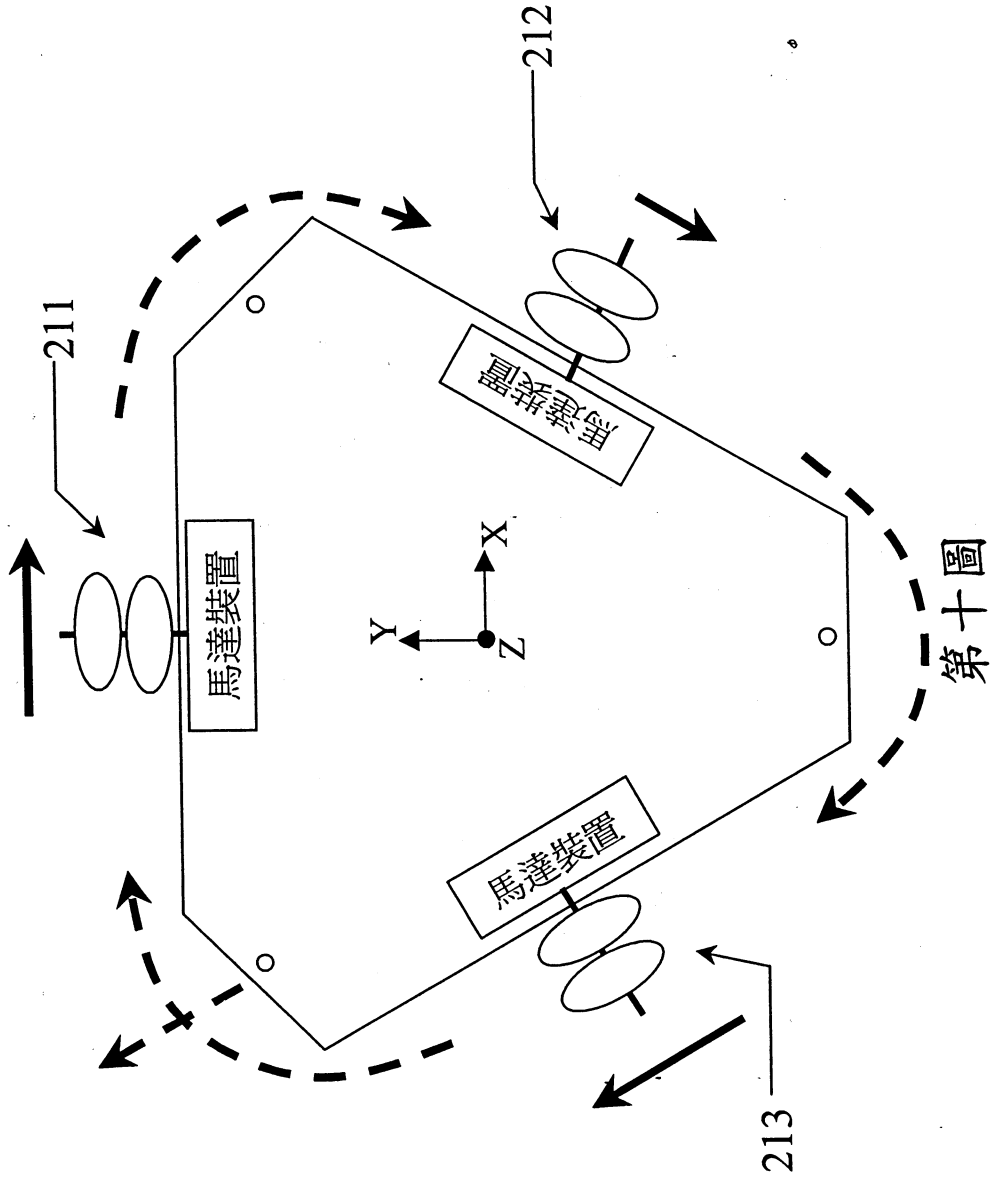
第七圖



第八圖



第九圖



$$V_{r,x} = V_{1,x} + w_r \cdot r_{1,y} \quad [1]$$

$$V_{r,y} = V_{1,y} - w_r \cdot r_{1,x} \quad [2]$$

$$V_{r,x} = V_{2,x} + w_r \cdot r_{2,y} \quad [3]$$

$$V_{r,y} = V_{2,y} - w_r \cdot r_{2,x} \quad [4]$$

其中，

$V_{r,x}$ 、 $V_{r,y}$ 為運動系統中心點的速度值；

w_r 為運動系統的旋轉角速度；

$V_{i,x}$ 、 $V_{i,y}$ 為第 i 個光流感測器的速度值；以及

$r_{i,x}$ 、 $r_{i,y}$ 為第 i 個光流感測器與運動系統中心的距離。

而為了要得到運動系統的速度與角速度，可將上述的式[1]、式[2]、式[3]以及式[4]改寫成如下的矩陣向量表示式：

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -r_{1,y} \\ 0 & 1 & r_{1,x} \\ 1 & 0 & -r_{2,y} \\ 0 & 1 & -r_{2,x} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{r,x} \\ V_{r,y} \\ w_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{1,x} \\ V_{1,y} \\ V_{2,x} \\ V_{2,y} \end{bmatrix} \quad [5]$$

先以“Least-square method(最小平方誤差方法)”求得此運動系統的移動速度及旋轉速度，並且以積分方式求得此運動系統的移動距離與旋轉量，最終計算結果如下所示：

$$\theta_{robot} = \int (w_r) dt \quad [6]$$

$$X_{robot} = \int (V_{r,x} \cos \theta_{robot} - V_{r,y} \sin \theta_{robot}) dt \quad [7]$$

$$Y_{robot} = \int (V_{r,x} \sin \theta_{robot} + V_{r,y} \cos \theta_{robot}) dt \quad [8]$$

跡紀錄 52，並且在此介面中設計有完善的可回授控制演算法，如：全向輪的動力學演算方法；請再次參考第二圖與第四圖，在此資訊處理運算端中更裝設有無線網路卡介面 413；當使用者 414 於圖形化使用介面 411 中輸入相關的控制指令後，此控制指令便依照全向輪動力學演算方法 412 進行運算，完成運算後的數據即為可控制本體 20 的運動資料，經由無線網路卡介面 413 將此訊號發送至無線網路(IEEE802.11b/g)40，以傳輸至本體 20 的嵌入式網路操控系統 42 中。

在來自上述資訊處理運算端的運動資訊發送至無線網路(IEEE802.11b/g)40 後，將由本體 20 上的嵌入式網路操控系統 42 進行訊息的接收，其中，資料在資訊處理運算端與本體 20 中控制系統之間的傳輸路徑，是為一種雙方面的全雙工式訊息溝通模式，一方向為接收來自使用者的資訊處理運算端所輸入的控制訊號，另一方向則為在本體 20 開始移動後，隨即透過光流感測器 23、24 自動偵測本體 20 的位置，並將此與位置相關的資訊傳送回資訊處理運算端中。因此，配合第二圖之運動與定位偵測的硬體架構示意圖與第四圖中顯示的無線網路基地台 331 在接收來自資訊處理運算端的運動資料後，經由切換集線器 332 將此資料傳送至與馬達控制電路板 36 連接的嵌入式網路系統控制電路板 342 上，最終，馬達控制電路板 36 依照所接收到的運動資料驅動馬達裝置 251、252、253 作動，以提供全向輪 211、212、213 適當的運動動力來帶動本體 20 的運動，當本體 20 開始運動時，裝設於其下表面的光流感測器 23、24 便開始啟動偵測地面的動作，同時，光流感測器 23、24 會將偵測到的定位資訊轉換為光流感測

示的方向)，則運動系統將在原地以等速度做順時針的旋轉(如圖中虛線箭頭所指示的方向)。

(2)對頭直行：請參考第七圖，運動系統中的三個全向輪 211、212、213 中，有一個全向輪 211 不運轉，而其他兩個全向輪 212、213 以相同的角速度旋轉但轉向相反，如圖中實線箭頭所指示的方向，則運動系統將朝著不運轉的全向輪 211 的方向(一個「頭」)前進，如圖中虛線箭頭所指示的方向。

(3)對頭差速轉向：請參考第八圖，運動系統以上述的(2)對頭直行的運動模式為基礎，轉動的兩個全向輪 212、213 改以轉速不相同的運動模式，如圖中實線箭頭所指示的方向，則運動系統會進行轉彎的動作，且此時運動系統的「頭」會改變前進方向，如圖中虛線箭頭所指示的方向。這種運動模式與一般兩輪的運動系統差速轉彎的道理類似。

(4)平移：請參考第九圖，運動系統的三個全向輪 211、212、213 以某一特定方向上運動分力相抵銷的模式進行平移的運動，如圖中實線箭頭所指示的方向，因此，就本發明的運動系統而言，此種運動模式的平移方向是可利用各種不同運動方向任意組合而選擇的，第九圖中僅以運動系統向右平移的運動為例，如圖中虛線箭頭所指示的方向；同時，此種平移運動更是為兩輪運動系統無法達到的一種運動模式。

(5) 平移且自轉：請參考第十圖，此種運動模式為本運動系統可提供

最複雜的運動方式，運動系統中的三個全向輪 211、212、213 同時以運動分力相抵銷與累加的模式，如圖中實線箭頭所指示的方向，進行平行且自轉的運動模式，如圖中虛線箭頭所指示的方向。

由於本發明的嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，可在二維的平面上朝向任意方向前進，亦可達到同時兼顧前進與旋轉的動作，並配合精準度高的光流影像定位方式進行運動系統的定位偵測，不但可利用光學滑鼠中的光流感測器取代傳統設計繁複的定位系統，亦排除了在要求高精度定位之下所需的高成本負擔，也使得定位技術不再受到環境變化的牽制，同時，亦摒除了輪子打滑而造成定位結果不準確的問題。也因為本發明的運動系統中設置有嵌入式網路操控系統，因此，無論是近端操控或是遠距的操控，只要透過無線網路，即可與外界進行聯繫與溝通，使得本發明運動系統的操控性更加便利，並且，藉由網路技術的整合，利用建構有個人電腦控制程式的資料處理運算端，以達到分散式的計算目標，且在資料處理運算端上以人性的圖形化使用者介面做為操控的介面，或更可整合週邊硬體來增加操控的靈活度與硬體的擴充性，使本發明得以有效且廣泛應用於家庭、工業、醫療等各種不同的層面。

惟，以上所述之實施例僅為本發明之較佳實施例，藉由實施例說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者，可充分瞭解本發明之內容並據以實施，並非用以侷限本發明實施之範圍。舉凡運用本發明申請專利範圍所述之構造、形狀、特徵及精神所為之均等變化及修飾，皆應包括於本發明申請專利之範圍內。

【圖式簡單說明】

第一圖為本發明之正交模式輸出波型圖。

第二圖為本發明之運動與定位偵測的硬體架構示意圖。

第三圖為本發明之控制電路架構示意圖。

第四圖為本發明之整合系統架構示意圖。

第五圖為本發明之圖形化使用者介面視窗。

第六圖為本發明之原地旋轉運動模式示意圖。

第七圖為本發明之對頭直行運動模式示意圖。

第八圖為本發明之對頭差速轉向運動模式示意圖。

第九圖為本發明之平移運動模式示意圖。

第十圖為本發明之平移且自轉運動模式示意圖。

【主要元件符號說明】

20 本體

211、212、213 全向輪

221、222、223 固定孔

23、24 光流感測器

231、241 光源

251、252、253 馬達裝置

331 無線網路基地台

332 切換集線器

341、342 嵌入式網路系統控制電路板

- 35 感應器控制電路板
- 36 馬達控制電路板
- 37 充電電池
- 38 電力供應控制系統電路板
- 40 無線網路
- 41 控制程式
- 411 圖形化使用者介面
- 412 全向動力學演算方法
- 413 無線網路卡介面
- 414 使用者
- 42 嵌入式網路操控系統
- 331 無線網路基地台
- 332 切換集線器
- 341、342 嵌入式網路系統控制電路板
- 35 感應器控制電路板
- 36 馬達控制電路板
- 23、24 光流感測器
- 251、252、253 馬達裝置
- 37 充電電池
- 38 電力供應控制系統電路板

十、申請專利範圍：

1、一種光流影像定位全方向運動系統，包括：

一本體；

複數運動單元，設置於該本體上，該等運動單元係用於控制該本體之運動與從動，每一該等運動單元包括：

一全向輪；以及

一馬達裝置，與該全向輪連接，該馬達裝置係用以提供該全向輪之運動動力；以及

至少一光流感測器，設置於該本體朝向地面之表面，該等光流感測器係用以偵測該本體之運動狀態，並產生一光流感測資料。

2、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供原地旋轉之運動模式。

3、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供對頭直行之運動模式。

4、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供對頭差速轉彎之運動模式。

5、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供平移之運動模式。

6、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供平移且自轉之運動模式。

7、如申請專利範圍第1項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等控制馬達裝置係可藉由複數微控制單元以操控該等馬達裝置之轉向與轉

速。

8、如申請專利範圍第7項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等微控制單元係可藉由全向輪運動控制演算法以操控該等馬達裝置之轉向與轉速。

9、一種嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，包括：

一本體；

複數運動單元，設置於該本體上，該等運動單元係用於控制該本體之運

動與從動，每一該等運動單元包括：

一全向輪；以及

一馬達裝置，與該全向輪連接，該馬達裝置係用以提供該全向輪之運動動力；

至少一光流感測器，設置於該本體朝向地面之表面，該等光流感測器係用以偵測該本體之運動狀態，並產生一光流感測資料；以及

至少一嵌入式網路操控系統，設置於該本體之上表面，該嵌入式網路操控系統係用藉由一網路溝通路徑，以接收該本體所需要之一運動資料，並且回傳該光流感測器所產生之該光流感測資料。

10、如申請專利範圍第9項所述之光流影像定位全方向運動系統，其中，該嵌入式網路操控系統更包括：

至少一感應器控制單元，與該光流感測器連接，該感應器控制單元係用以傳輸該光流感測器所產生之該光流感測資料；

至少一馬達控制單元，與該等馬達裝置連接，該馬達控制單元係用以傳輸

該運動資料以控制該等馬達裝置之運動；

至少二嵌入式網路系統控制單元，分別與該感應器控制單元與該馬達控制單元連接，該等嵌入式網路系統控制單元係可以分別傳送該運動資料至該馬達控制單元中，且接收由該感應器控制單元傳入之該光流感測資料；以及

至少一無線網路收發單元，藉由一切換集線器單元與該等嵌入式網路系統控制單元連接，該無線網路收發單元可提供一網路溝通路徑以傳輸該運動資料以及該光流感測資料。

11、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控系統，其中，該嵌入式網路操控系統係可以直接與一資訊處理運算端連結，傳輸該運動資料與該光流感測資料，並於該資訊處理端中進行該運動資料與該光流感測資料的運算與儲存。

12、如申請專利範圍第 11 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該資訊處理運算端係可以利用全向輪動力學演算法進行資訊處理。

13、如申請專利範圍第 11 項所述之嵌入式網路操控系統，其中，該資訊處理運算端係可為個人電腦、個人數位助理等。

14、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控系統，其中，該嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統係可以透過一週邊控制裝置進行操控。

15、如申請專利範圍第 14 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向

運動系統，其中，該周邊控制裝置係可為有線遙控裝置、無線遙控裝置等。

16、如申請專利範圍第 10 項所述之嵌入式網路操控系統，其中，該無線網路收發單元係可為無線網路基地台。

17、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控系統，其中，該網路溝通路徑係可為乙太網路、嵌入式有線網路 (Embedded-Ethernet) IEEE802.3、嵌入式無線網路 (Embedded-Wireless LAN, Wi-Fi) IEEE802.11a/b/g、藍芽 (Bluetooth) 技術或超寬頻 (Ultra Wideband, UWB) 技術等通訊媒介。

18、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供原地旋轉之運動模式。

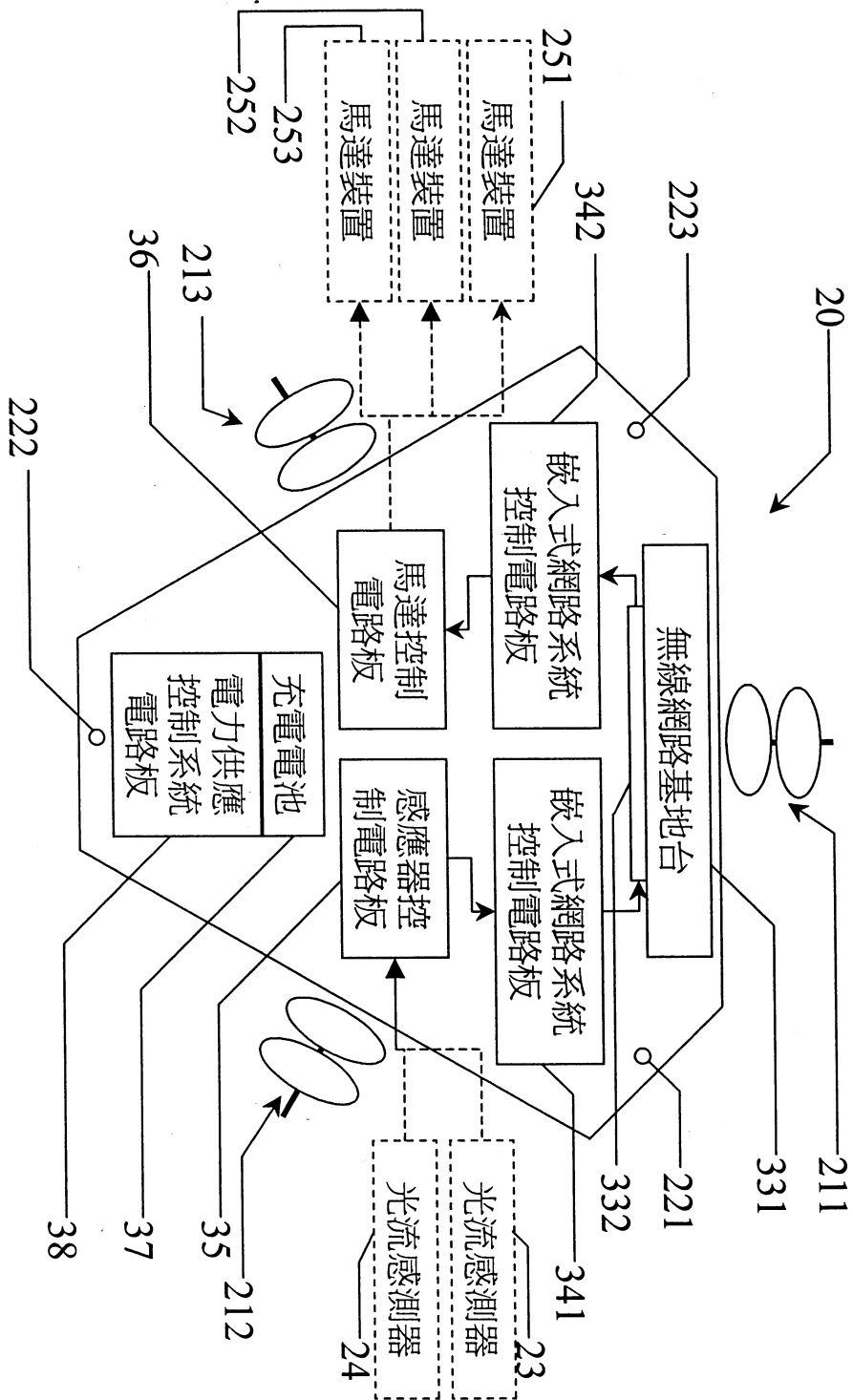
19、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供對頭直行之運動模式。

20、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供對頭差速轉彎之運動模式。

21、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供平移之運動模式。

22、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等運動單元係可提供平移且自轉之運動模式。

23、如申請專利範圍第 9 項所述之嵌入式網路操控之光流影像定位全方向運動系統，其中，該等馬達裝置係可藉由複數微控制單元以操控該等馬達裝置之轉向與轉速。



第三圖