



(21) 申請案號：104111793

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 13 日

(51) Int. Cl. : G01S5/02 (2010.01)

(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：胡竹生 HU, JWU SHENG (TW) ; 孫冠群 SUN, KUAN CHUN (TW)

(74) 代理人：高玉駿；楊祺雄

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：4 共 21 頁

(54) 名稱

定位方法

A POSITIONING METHOD

(57) 摘要

一種定位方法，用於定位一待定位裝置，並由一定位系統來實施，該定位系統包含一距離估測單元、一指向估測單元及一處理單元，該定位方法包含下列步驟：(a) 該距離估測單元於一當前單位時間點與先前連續 N 個單位時間點中估測該待定位裝置在每一單位時間點與一預定參考點之距離；(b) 該指向估測單元在先前 N 個單位時間內估測該待定位裝置在每一單位時間內的移動方向之單位向量；及(c) 該處理單元根據該等 N+1 個距離、該等 N 個移動方向之單位向量、及該待定位裝置在先前 N 個單位時間點的定位座標，估算該待定位裝置在該當前單位時間點的定位座標。

A positioning method for positioning a to-be-positioned device is implemented by a positioning system that includes a distance estimation unit, an orientation estimation unit, and a processing unit. The positioning method includes: (a) estimating, by the distance estimation unit, a distance between the to-be-positioned device and a predetermined reference point at each of a current time point and previous continuous N time points, a time different between each adjacent pair of the current time point and the previous N time points being defined as the same unit of time; (b) estimating, by the orientation estimation unit, a unit vector of an orientation of the to-be-positioned device during each of previous continuous N units of time; and (c) estimating, by the processing unit, based on the N+1 distances, the N unit vectors and positioning coordinates of the to-be-positioned device respectively at the previous N time points, a positioning coordinate of the to-be-positioned device at the current time point.

指定代表圖：

符號簡單說明：

31~33 . . . 步驟

331~333 . . . 子步驟

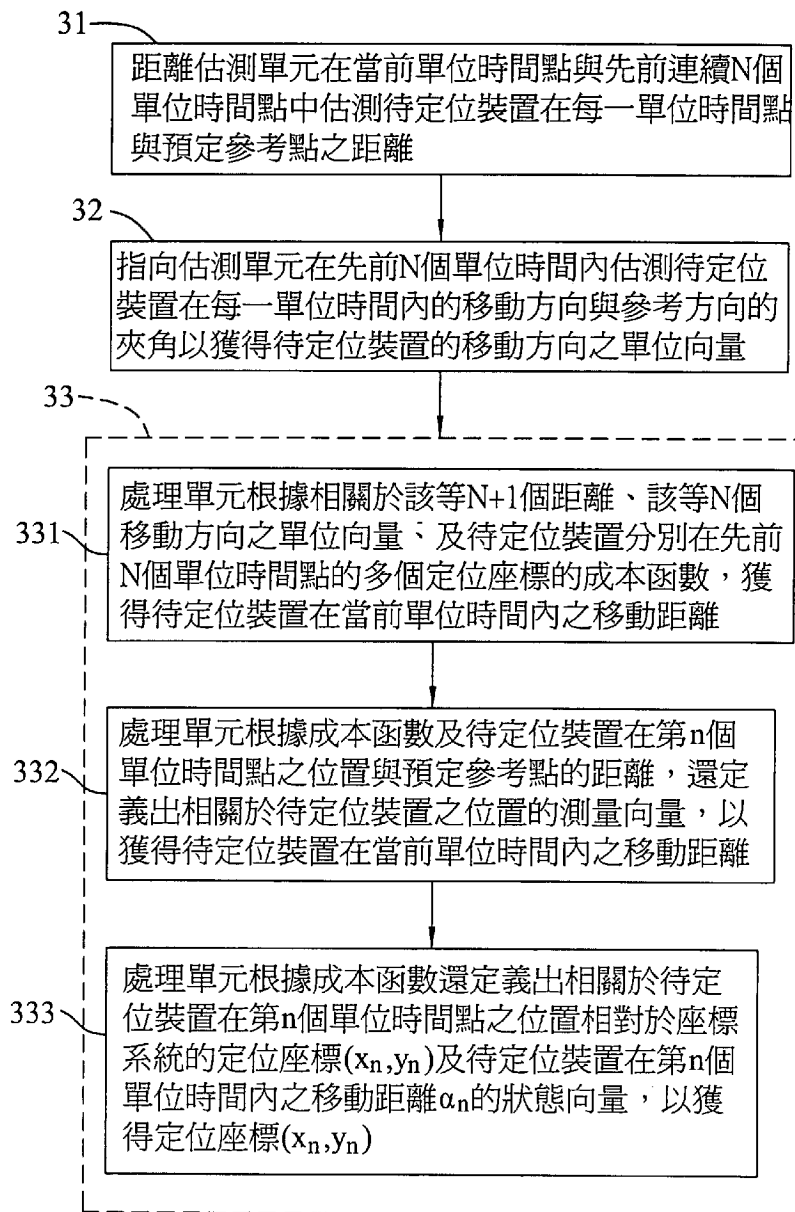


圖3

發明摘要

※ 申請案號： 104111793

※ 申請日： 104. 4. 13

※IPC 分類： G01S 5/02 (2010.01)

【發明名稱】 定位方法

A positioning method

【中文】

一種定位方法，用於定位一待定位裝置，並由一定位系統來實施，該定位系統包含一距離估測單元、一指向估測單元及一處理單元，該定位方法包含下列步驟：(a)該距離估測單元於一當前單位時間點與先前連續 N 個單位時間點中估測該待定位裝置在每一單位時間點與一預定參考點之距離；(b)該指向估測單元在先前 N 個單位時間內估測該待定位裝置在每一單位時間內的移動方向之單位向量；及(c)該處理單元根據該等 N+1 個距離、該等 N 個移動方向之單位向量、及該待定位裝置在先前 N 個單位時間點的定位座標，估算該待定位裝置在該當前單位時間點的定位座標。

【英文】

A positioning method for positioning a to-be-positioned device is implemented by a positioning system that includes a distance estimation unit, an orientation estimation unit, and a processing unit. The positioning method includes: (a) estimating, by the distance estimation unit, a distance between the to-be-positioned device and a predetermined reference point at each of a current time point and previous continuous N time points, a time different between each adjacent pair of the current time point and the previous N time points being defined as the same unit of time; (b) estimating, by the orientation estimation unit, a unit vector of an orientation of the to-be-positioned device during each of previous continuous N units of time; and (c) estimating, by the processing unit, based on the $N+1$ distances, the N unit vectors and positioning coordinates of the to-be-positioned device respectively at the previous N time points, a positioning coordinate of the to-be-positioned device at the current time point.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖（ 3 ）。

【本代表圖之符號簡單說明】：

31~33 ………步驟

331~333 ……子步驟

【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】 定位方法

A positioning method

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種定位方法，特別是指一種利用單一預定參考點來進行定位的定位方法。

【先前技術】

【0002】 傳統定位方式例如，全球衛星定位系統(Global Positioning System，簡稱 GPS)必須測得一待定位裝置與至少三個預定參考點之距離後，再利用三角定位法來計算該待定位裝置之定位座標，然而，位於室內環境中的 GPS 接收器很可能由於建築物的遮蔽，導致 GPS 訊號的接收不良，因而無法進行定位。

【0003】 其他利用單一預定參考點的定位方法，則需要獲得該待定位裝置跟該預定參考點之間的夾角資訊才可進行定位，然而，在實際使用上，該夾角資訊不易獲得。

【發明內容】

【0004】 因此，本發明之目的，即在提供一種利用單一預定參考點來進行定位以降低成本的定位方法。

【0005】 於是本發明定位方法，用於定位一移動的待定位裝置，該定位方法是由一定位系統來實施，該定位系統

包含一距離估測單元、一設置在該待定位裝置的指向估測單元、及一連接該距離估測單元與該指向估測單元的處理單元，該定位方法包含下列步驟。

【0006】 (a)藉由該距離估測單元，於一當前單位時間點與先前連續 N 個單位時間點中估測該待定位裝置在每一單位時間點與一預定參考點之距離，每一相鄰的兩單位時間點之差被定義為一單位時間；

【0007】 (b)藉由該指向估測單元，在先前 N 個單位時間內估測該待定位裝置在每一單位時間內的移動方向與一參考方向的夾角以獲得該待定位裝置的移動方向之單位向量；及

【0008】 (c)藉由該處理單元，根據步驟(a)所估測之該等 $N+1$ 個距離、步驟(b)所估測之該等 N 個移動方向之單位向量、及多個分別對應該待定位裝置在先前 N 個單位時間點之位置相對於一座標系統的定位座標，估算該待定位裝置在該當前單位時間點之位置相對於該座標系統的定位座標。

【0009】 本發明之功效在於，藉由該距離估測單元估測出該待定位裝置在每一單位時間點與該預定參考點之距離，並藉由該指向估測單元估測出每一單位時間內該待定位裝置的移動方向之單位向量，且藉由該處理單元根據該等距離、該等移動方向之單位向量、及該待定位裝置在先前 N 個單位時間點的定位座標，估算該待定位裝置在當前單位時間點的定位座標，以達成僅利用單一預定參考點來進行

定位，進而有效降低成本。

【圖式簡單說明】

【0010】 本發明之其他的特徵及功效，將於參照圖式的實施方式中清楚地呈現，其中：

圖 1 是一上視示意圖，繪示一配置有該室內定位系統的自動導引車輛；

圖 2 是一方塊圖，說明實施本發明定位方法的定位系統；

圖 3 是一流程圖，說明本發明定位方法之實施例；及

圖 4 是一示意圖，說明利用本發明定位方法所估算出之所有定位座標而繪製出之移動軌跡。

【實施方式】

【0011】 參閱圖 1 與圖 2，本發明定位方法之實施例用於定位一移動的待定位裝置 2。該定位方法是由一定位系統 1 來實施。該定位系統 1 被設置於一如自動導引車輛 (Automatic Guided Vehicle，簡稱 AGV) 的待定位裝置 2 上以定位該自動導引車輛。該定位系統 1 包含一距離估測單元 11、一設置在該待定位裝置 2 的指向估測單元 12、及一連接該距離估測單元 11 與該指向估測單元 12 的處理單元 13。

【0012】 在本實施例中，該處理單元 13 設置於該待定位裝置 2 上，並電連接於該距離估測單元 11 及該指向估測單元 12，然而，在本發明之其他實施例中，該處理單元 13

亦可設置於一遠端伺服器中，並經由一網路與該距離估測單元 11 及該指向估測單元 12 連接。

【0013】 該距離估測單元 11 包括一設置於該待定位裝置 2 之第一收發模組 111、一設置於該待定位裝置 2 且電連接該第一收發模組 111 之距離計算模組 112，及一設置於一預定參考點 100 之第二收發模組 113。

【0014】 該第一收發模組 111 用於傳送一第一無線訊號至該第二收發模組 113，當該第二收發模組 113 接收到該第一無線訊號時，該第二收發模組 113 傳送一第二無線訊號至該第一收發模組 111。該距離計算模組 112 用於根據該第一無線訊號之發送時間及該第二無線訊號之接收時間計算該待定位裝置 2 與該預定參考點 100 之距離。在本實施例中，該第一無線訊號與該第二無線訊號包含一超音波訊號，但不限於此。在本發明的其他實施例中，該第一無線訊號與該第二無線訊號亦可包含一紅外線訊號、一雷達訊號及一無線電訊號之其中之一者。

【0015】 在本實施例中，該指向估測單元 12 包含一慣性感測器，但不限於此。在本發明的其他實施例中，該指向估測單元 12 亦可包含一電子羅盤。

【0016】 參閱圖 1、圖 2 與圖 3，本發明定位方法之實施例包含下列步驟。

【0017】 在步驟 31 中，該距離估測單元 11 於一當前單位時間點與先前連續 N 個單位時間點中估測該待定位裝置 2 在每一單位時間點與該預定參考點 100 之距離，每一相鄰

的兩單位時間點之差被定義為一相同的單位時間， $N \geq 0$ 。

【0018】 在步驟 32 中，該指向估測單元 12 在先前 N 個單位時間內估測該待定位裝置 2 在每一單位時間內的移動方向與一參考方向的夾角以獲得該待定位裝置 2 的移動方向之單位向量。

【0019】 在步驟 33 中，該處理單元 13 根據步驟 31 所估測之該等 $N+1$ 個距離、步驟 32 所估測之該等 N 個移動方向之單位向量、及多個分別對應該待定位裝置 2 在先前 N 個單位時間點之位置相對於一座標系統的定位座標，估算該待定位裝置 2 在該當前單位時間點（亦被定義為第 n 個單位時間點）之位置相對於該座標系統的定位座標。在本實施例中，該座標系統為一 XY 座標系統，且該 XY 座標系統中的 X 軸平行於該參考方向，且該座標系統之原點為該預定參考點 100。

【0020】 值得特別說明的是，步驟 33 還包含下列子步驟。

【0021】 在子步驟 331 中，該處理單元 13 根據一相關於步驟 31 所估測的該等 $N+1$ 個距離、步驟 32 所估測之該等 N 個移動方向之單位向量、及該待定位裝置 2 分別在先前 N 個單位時間點的該等定位座標的成本函數，獲得該待定位裝置 2 在當前單位時間內（亦即，第 n 個單位時間內）之移動距離 α_n 。在本實施例中，該成本函數可被表示成下列公式 (1)：

$$\alpha_n = \arg \min_{\alpha} (\alpha - \alpha_{n-1})^2 + \sum_{i=n-N-n-1} (\alpha^2 + 2\alpha \bar{d}_{i+1}^T \bar{x}_i - \varepsilon_{i+1})^2 \dots \dots \dots (1)$$

【0022】 α 代表成本函數中之變數， α_{n-1} 代表該待定位裝置 2 在第 $n-1$ 個單位時間內之移動距離， \bar{d}_{i+1} 代表該待定位裝置 2 在第 $i+1$ 個單位時間內之移動方向的單位向量， \bar{x}_i 、 \bar{x}_{i+1} 分別代表該待定位裝置 2 之位置在第 i 個單位時間點及第 $i+1$ 個單位時間點相對於該預定參考點 100 的座標向量，並分別作為該待定位裝置 2 在第 i 個單位時間點及第 $i+1$ 個單位時間點之位置相對於該座標系統的定位座標， $\varepsilon_{i+1} = |\bar{x}_{i+1}|^2 - |\bar{x}_i|^2$ 。

【0023】 在子步驟 332 中，該處理單元 13 根據該成本函數及該待定位裝置 2 在第 n 個單位時間點之位置與該預定參考點 100 的距離 r_n ，還定義出一相關於該待定位裝置 2 之位置的測量向量 z_n ，以獲得 z_n 、 α_n 。在本實施例中，該測量向量 z_n 可被表示成下列公式 (2)：

$$z_n = \begin{bmatrix} \varepsilon_n \\ \vdots \\ \varepsilon_{n-N+1} \\ r_n^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_n^2 + 2\alpha_n \bar{d}_n^T \bar{x}_{n-1} \\ \vdots \\ \alpha_{n-N+1}^2 + 2\alpha_{n-N+1} \bar{d}_{n-N+1}^T \bar{x}_{n-N} \\ \bar{x}_n^T \bar{x}_n \end{bmatrix} + \mathbf{v} \dots \dots \dots (2)$$

【0024】 \mathbf{v} 代表測量該待定位裝置 2 與該預定參考點 100 之距離時的一 $(N+1) \times 1$ 測量雜訊向量。當該處理單元 13 根據公式 (2) 所獲得之 α_n 值的多個解滿足多個限制條件中之一者時，該處理單元 13 可根據所滿足的限制條件獲得 α_n 值的唯一解，在本實施例中，該等限制條件如下：

限制條件 1：若 $\varepsilon_n > 0$ ， α_n 恆為一正值

限制條件 2：若 $\bar{d}_n^T \bar{x}_n < 0$ 且 $\varepsilon_n < 0$ ， α_n 為一較小的正值

【0025】 在本實施例中，該處理單元 13 係將公式 (2) 經由一濾波處理如，有條件限制卡爾曼濾波以獲得 α_n 。

【0026】 在子步驟 333 中，該處理單元 13 根據該成本函數還定義出一相關於該待定位裝置 2 在第 n 個單位時間點之位置相對於該座標系統的定位座標 (x_n, y_n) 及該待定位裝置 2 在第 n 個單位時間內之移動距離 α_n 的狀態向量 \mathbf{x}_n ，以獲得該定位座標 (x_n, y_n) 。在本實施例中，該狀態向量 \mathbf{x}_n 可被表示成下列公式 (3)：

$$\mathbf{x}_n = \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \\ \alpha_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & d_n^x \\ 0 & 1 & d_n^y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{n-1} \\ y_{n-1} \\ \alpha_{n-1} \end{bmatrix} + \mathbf{w} \dots\dots\dots (3)$$

【0027】 x_{n-1} 代表該待定位裝置 2 在第 $n-1$ 個單位時間點之位置相對於該座標系統之 X 軸的 X 座標， y_{n-1} 代表該待定位裝置 2 在第 $n-1$ 個單位時間點之位置相對於該座標系統之 Y 軸的 Y 座標， d_n^x 代表該待定位裝置 2 在第 n 個單位時間內相對於該座標系統之 X 軸的移動方向的單位分量， d_n^y 代表該待定位裝置 2 在第 n 個單位時間內相對於該座標系統之 Y 軸的移動方向的單位分量， \mathbf{w} 代表該待定位裝置 2 從第 $n-1$ 個單位時間點至第 n 個單位時間點的一 3×1 雜訊向量。在本實施例中，該處理單元 13 係將公式 (3) 經由該濾波處理如，有條件限制卡爾曼濾波以獲得 \mathbf{x}_n 。

【0028】 值得一提的是，在本實施例中，該預定參考點之數量為 1，然而，在本發明之其他實施例中，該預定參考點之數量亦可大於 1。當該預定參考點之數量大於 1 時，該距離估測單元 11 在該當前單位時間點與先前連續 N 個單位時間點估測該待定位裝置 2 在每一單位時間點與每一預定

參考點之距離。該處理單元 13 根據該距離估測單元 11 所估測之該等距離、步驟 32 所估測之該等移動方向之單位向量、該待定位裝置 2 在先前 N 個單位時間點之位置相對於該座標系統的定位座標的成本函數，估算該待定位裝置 2 在當前單位時間點的定位座標。藉由利用 2 個以上之預定參考點所估算出的定位座標 (x_n, y_n) 會比利用 1 個預定參考點所估算出的定位座標 (x_n, y_n) 更加準確。

【0029】 另外值得一提的是，在本實施例中，該座標系統為一 XY 座標系統，且該待定位裝置 2 之位置相對於該座標系統的定位座標 (x_n, y_n) 是一二維座標，然而，在本發明之其他實施例中，該座標系統亦可為一 XYZ 座標系統，且該處理單元 13 所計算出的定位座標 (x_n, y_n, z_n) 亦可為一三維座標。當該定位座標 (x_n, y_n, z_n) 為三維座標時，該處理單元 13 於獲得 z_n 、 α_n 之方式類似於上述之子步驟 332，其差別僅在於，移動方向的單位向量 \bar{d}_n 及座標向量 $\bar{x}_{n-N} \sim \bar{x}_{n-1}$ 皆為三維向量。此外，該處理單元 13 係根據下列公式 (4) 獲得 x_n 。

$$\mathbf{x}_n = \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \\ z_n \\ \alpha_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & d_n^x \\ 0 & 1 & 0 & d_n^y \\ 0 & 0 & 1 & d_n^z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{n-1} \\ y_{n-1} \\ z_{n-1} \\ \alpha_{n-1} \end{bmatrix} + \mathbf{w} \dots\dots\dots (4)$$

【0030】 z_{n-1} 代表該待定位裝置 2 在第 $n-1$ 個單位時間點之位置相對於該座標系統之 Z 軸的 Z 座標， d_n^z 代表該待定位裝置 2 在第 n 個單位時間內相對於該座標系統之 Z 軸的移動方向的單位分量， \mathbf{w} 代表該待定位裝置 2 從第 $n-1$ 個單位時間點至第 n 個單位時間點的一 4×1 雜訊向量。

【0031】 參閱圖 1 與圖 4，該待定位裝置 2（亦即，該自動導引車輛）一開始被設置於一近橢圓形軌道 200 外的任一初始點，接著，該自動導引車輛駛入該軌道 200 內並沿該軌道 200 移動。該預定參考點 100 位於該軌道 200 之正下方。該定位系統 1 利用本發明定位方法之實施例自該初始點對該自動導引車輛進行定位直到該自動導引車輛靜止不再移動。一如個人電腦之運算裝置將該定位系統 1 所估算出之所有定位座標繪製成如圖 4 所示之移動軌跡。

【0032】 由圖 4 可知，即使該定位系統 1 針對該初始點所估算出之定位座標 (x_0, y_0) 是不正確的位置，但本發明定位方法之實施例依舊可將後續所估算出之定位座標收斂到正確的位置。此外，藉由本發明定位方法之實施例所估算出之定位座標的定位精準度約在 90% 左右。

【0033】 綜上所述，本發明之定位方法確實能以單一預定參考點 100 來達到成本較低且精準度高之定位功能，故確實能達成本發明之目的。

【0034】 惟以上所述者，僅為本發明之實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及專利說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【符號說明】**【0035】**

1 …………… 定位系統	13 …………… 處理單元
11 …………… 距離估測單元	2 …………… 待定位裝置
111 …………… 第一收發模組	100 …………… 預定參考點
112 …………… 距離計算模組	200 …………… 軌道
113 …………… 第二收發模組	31~33 …… 步驟
12 …………… 指向估測單元	331~333 子步驟

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依：寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依：寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】 (請換頁單獨記載)

申請專利範圍

1. 一種定位方法，用於定位一移動的待定位裝置，該定位方法是由一定位系統來實施，該定位系統包含一距離估測單元、一設置在該待定位裝置的指向估測單元、及一連接該距離估測單元與該指向估測單元的處理單元，該定位方法包含下列步驟：
 - (a)藉由該距離估測單元，於一當前單位時間點與先前連續 N 個單位時間點中估測該待定位裝置在每一單位時間點與一預定參考點之距離，每一相鄰的兩單位時間點之差被定義為一單位時間；
 - (b)藉由該指向估測單元，在先前 N 個單位時間內估測該待定位裝置在每一單位時間內的移動方向與一參考方向的夾角以獲得該待定位裝置的移動方向之單位向量；及
 - (c)藉由該處理單元，根據步驟(a)所估測之該等 $N+1$ 個距離、步驟(b)所估測之該等 N 個移動方向之單位向量、及多個分別對應該待定位裝置在先前 N 個單位時間點之位置相對於一座標系統的定位座標，估算該待定位裝置在該當前單位時間點之位置相對於該座標系統的定位座標。
2. 如請求項 1 所述的定位方法，其中，在該步驟(c)中，該當前單位時間點被定義為第 n 個單位時間點，該處理單元還根據下列成本函數獲得該待定位裝置在第 n 個單位時間內之移動距離 α_n ：

$$\alpha_n = \arg \min_{\alpha} (\alpha - \alpha_{n-1})^2 + \sum_{i=n-N-n-1} (\alpha^2 + 2\alpha \bar{d}_{i+1}^T \bar{x}_i - \varepsilon_{i+1})^2$$

其中， α 代表成本函數中之變數， α_{n-1} 代表該待定位裝置在第 $n-1$ 個單位時間內之移動距離， \bar{d}_{i+1} 代表該待定位裝置在第 $i+1$ 個單位時間內之移動方向的單位向量， \bar{x}_i 、 \bar{x}_{i+1} 分別代表該待定位裝置之位置在第 i 個單位時間點及第 $i+1$ 個單位時間點相對於該預定參考點的座標向量，並分別作為該待定位裝置在第 i 個單位時間點及第 $i+1$ 個單位時間點之位置相對於該座標系統的定位座標， $\varepsilon_{i+1} = |\bar{x}_{i+1}|^2 - |\bar{x}_i|^2$ 。

3. 如請求項 2 所述的定位方法，其中 α_n 滿足以下限制條件中之一者，

限制條件 1：若 $\varepsilon_n > 0$ ， α_n 恆為一正值，

限制條件 2：若 $\bar{d}_n^T \bar{x}_n < 0$ 且 $\varepsilon_n < 0$ ， α_n 為一較小的正值。

4. 如請求項 3 所述的定位方法，其中，在該步驟 (c) 中，該座標系統為一 XY 座標系統，且該 XY 座標系統中的 X 軸平行於該參考方向，且該預定參考點為該 XY 座標系統中的原點，該處理單元根據該成本函數，還定義出下列一相關於該待定位裝置之位置的測量向量 z_n 及一相關於該待定位裝置在第 n 個單位時間點之位置相對於該座標系統的定位座標 (x_n, y_n) 及該待定位裝置在第 n 個單位時間內之移動距離 α_n 的狀態向量 x_n ，

$$z_n = \begin{bmatrix} \varepsilon_n \\ \vdots \\ \varepsilon_{n-N+1} \\ r_n^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_n^2 + 2\alpha_n \bar{d}_n^T \bar{x}_{n-1} \\ \vdots \\ \alpha_{n-N+1}^2 + 2\alpha_{n-N+1} \bar{d}_{n-N+1}^T \bar{x}_{n-N} \\ \bar{x}_n^T \bar{x}_n \end{bmatrix} + \mathbf{v}$$

$$\mathbf{x}_n = \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \\ \alpha_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & d_n^x \\ 0 & 1 & d_n^y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{n-1} \\ y_{n-1} \\ \alpha_{n-1} \end{bmatrix} + \mathbf{w}$$

其中， r_n 代表該待定位裝置在第 n 個單位時間點之位置與該預定參考點之距離， \mathbf{v} 代表測量該待定位裝置與該預定參考點之距離時的一 $(N+1) \times 1$ 測量雜訊向量， x_{n-1} 代表該待定位裝置在第 $n-1$ 個單位時間點之位置相對於該座標系統之 X 軸的 X 座標， y_{n-1} 代表該待定位裝置在第 $n-1$ 個單位時間點之位置相對於該座標系統之 Y 軸的 Y 座標， d_n^x 代表該待定位裝置在第 n 個單位時間內相對於該座標系統之 X 軸的移動方向的單位分量， d_n^y 代表該待定位裝置在第 n 個單位時間內相對於該座標系統之 Y 軸的移動方向的單位分量， \mathbf{w} 代表該待定位裝置從第 $n-1$ 個單位時間點至第 n 個單位時間點的一 3×1 雜訊向量。

5. 如請求項 4 所述的定位方法，其中，在該步驟(c)中，該處理單元經由一濾波處理獲得 α_n 及 \mathbf{x}_n 。
6. 如請求項 3 所述的定位方法，其中，在該步驟(c)中，該座標系統為一 XYZ 座標系統，且該 XYZ 座標系統中的 X 軸平行於該參考方向，且該預定參考點為該 XYZ 座標系統中的原點，該處理單元根據該成本函數，還定義出下列一相關於該待定位裝置之位置的測量向量 \mathbf{z}_n 及一相關於該待定位裝置在第 n 個單位時間點之位置相對於該座標系統的定位座標 (x_n, y_n, z_n) 及該待定位裝置在第 n 個單位時間內之移動距離 α_n 的狀態向量 \mathbf{x}_n ，

$$\mathbf{z}_n = \begin{bmatrix} \varepsilon_n \\ \vdots \\ \varepsilon_{n-N+1} \\ r_n^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_n^2 + 2\alpha_n \bar{\mathbf{d}}_n^T \bar{\mathbf{x}}_{n-1} \\ \vdots \\ \alpha_{n-N+1}^2 + 2\alpha_{n-N+1} \bar{\mathbf{d}}_{n-N+1}^T \bar{\mathbf{x}}_{n-N} \\ \bar{\mathbf{x}}_n^T \bar{\mathbf{x}}_n \end{bmatrix} + \mathbf{v}$$

$$\mathbf{x}_n = \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \\ z_n \\ \alpha_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & d_n^x \\ 0 & 1 & 0 & d_n^y \\ 0 & 0 & 1 & d_n^z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{n-1} \\ y_{n-1} \\ z_{n-1} \\ \alpha_{n-1} \end{bmatrix} + \mathbf{w}$$

其中， r_n 代表該待定位裝置在第 n 個單位時間點之位置與該預定參考點之距離， \mathbf{v} 代表測量該待定位裝置與該預定參考點之距離時的一 $(N+1) \times 1$ 測量雜訊向量， x_{n-1} 代表該待定位裝置在第 $n-1$ 個單位時間點之位置相對於該座標系統之 X 軸的 X 座標， y_{n-1} 代表該待定位裝置在第 $n-1$ 個單位時間點之位置相對於該座標系統之 Y 軸的 Y 座標， z_{n-1} 代表該待定位裝置在第 $n-1$ 個單位時間點之位置相對於該座標系統之 Z 軸的 Z 座標， d_n^x 代表該待定位裝置在第 n 個單位時間內相對於該座標系統之 X 軸的移動方向的單位分量， d_n^y 代表該待定位裝置在第 n 個單位時間內相對於該座標系統之 Y 軸的移動方向的單位分量， d_n^z 代表該待定位裝置在第 n 個單位時間內相對於該座標系統之 Z 軸的移動方向的單位分量， \mathbf{w} 代表該待定位裝置從第 $n-1$ 個單位時間點至第 n 個單位時間點的一 4×1 雜訊向量。

7. 如請求項 6 所述的定位方法，其中，在該步驟(c)中，該處理單元經由一濾波處理獲得 α_n 及 \mathbf{x}_n 。

圖式

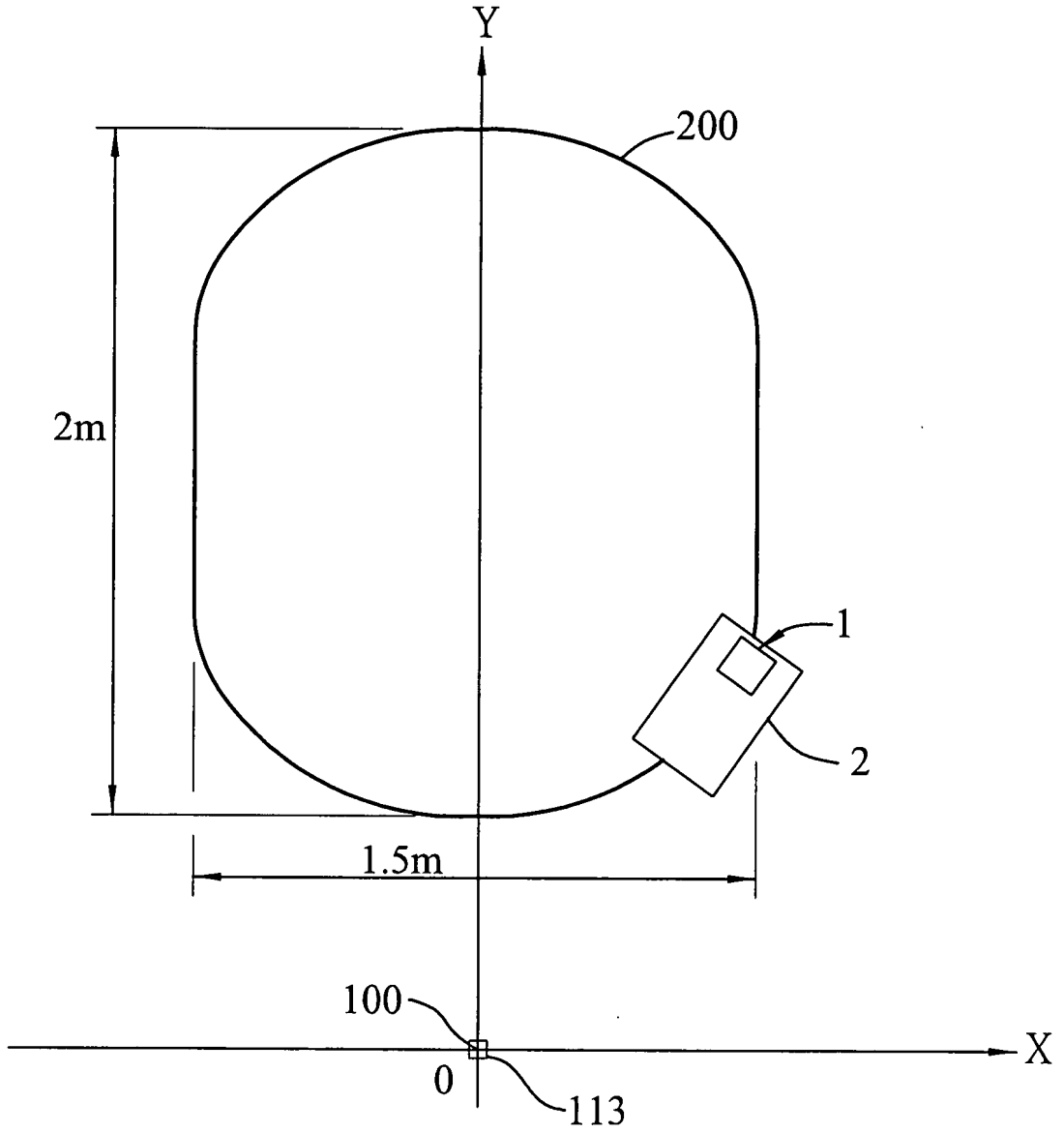


圖 1

?

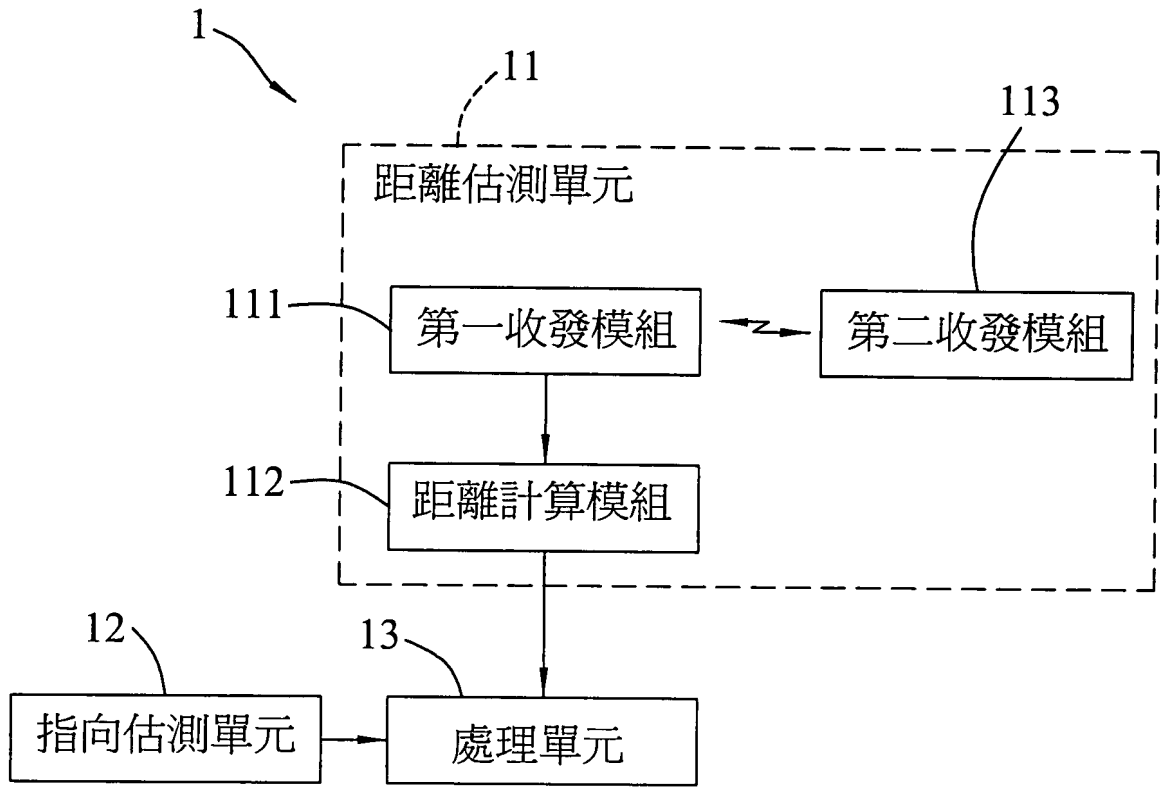


圖2

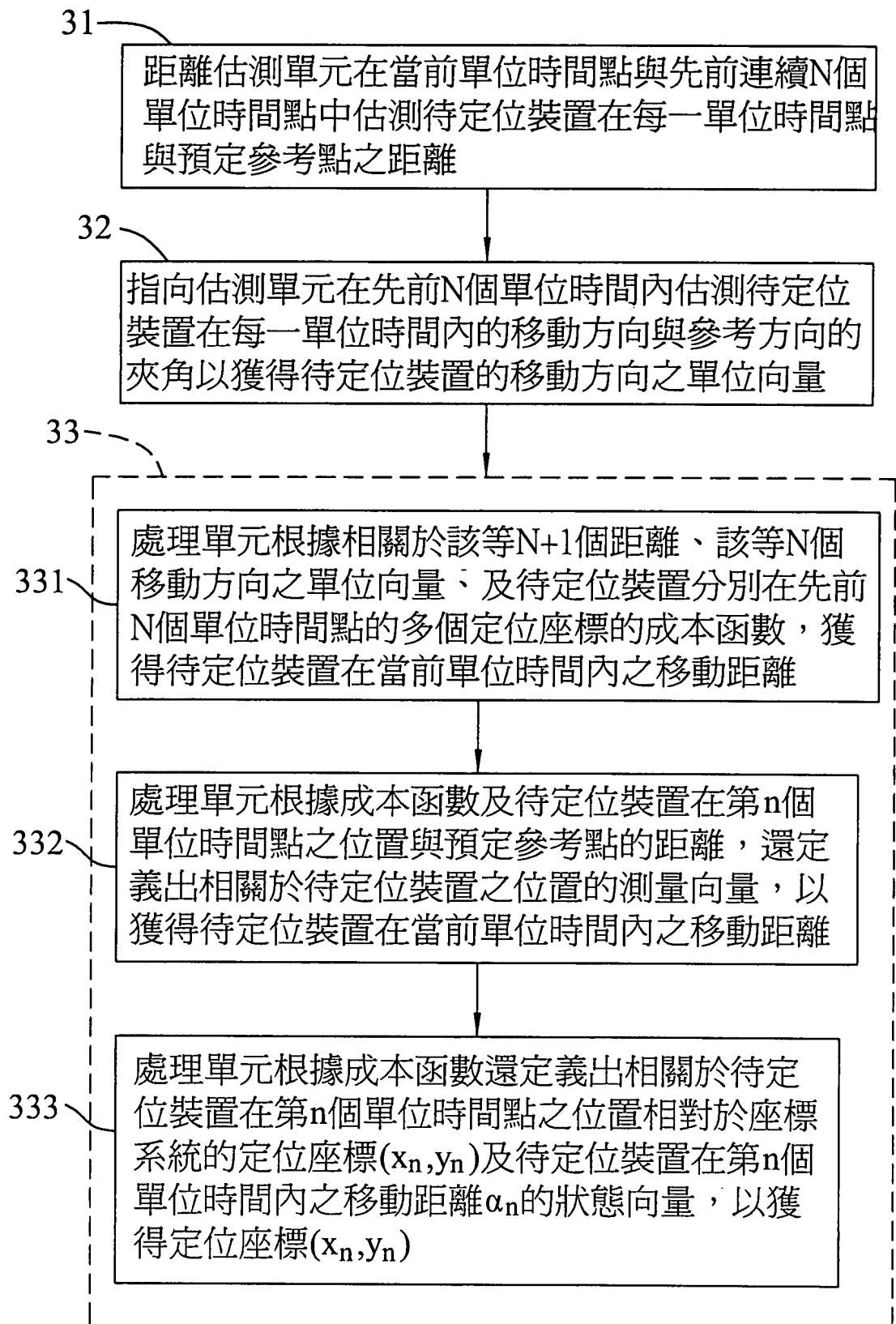


圖3

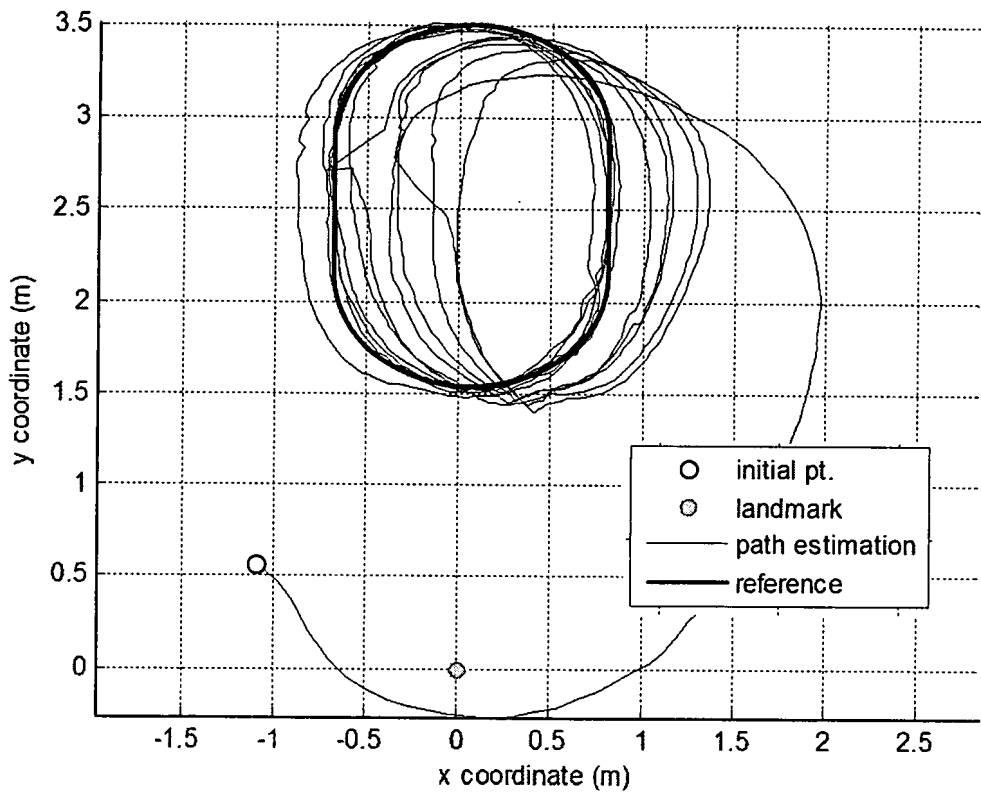


圖4