



(21) 申請案號：101135268

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 26 日

(51) Int. Cl. : G01C22/00 (2006.01)

(71) 申請人：國立臺灣科技大學 (中華民國) NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (TW)

臺北市大安區基隆路 4 段 43 號

(72) 發明人：林淵翔 LIN, YUAN HSIANG (TW) ; 葉俊邑 YEH, CHUN I (TW)

(74) 代理人：莊世超

(56) 參考文獻：

TW 201212977A

CN 101226061A

審查人員：施孝欣

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：4 共 20 頁

(54) 名稱

電子式感測器之計步方法

STEP COUNT METHOD

(57) 摘要

一種電子式感測器之計步方法，其係利用一電子式感測器測定受測者之腳步移動過程而產生一波動信號圖；對波動信號圖進行一平滑化與放大處理後，再根據處理後的波動信號圖執行一演算法以計算步數。演算法包括：計算波動信號圖之一最新峰點及其前一峰點之間的時間差；將最新峰點所對應之振幅根據一轉換關係式進行運算，而得出一最新時間閾值；若最新峰點及其前一峰點之間的時間差大於最新時間閾值，則將受測者之移動步數計算為一步。本發明的方法可因應運動狀態的變換而即時且動態地調整時間閾值，以提昇在不同運動狀態下的計步準確度。

A step count method by using an electronic sensor includes steps of detecting footsteps of the user via the electronic sensor to generate a waveform chart; smoothing and amplifying the waveform chart, and then executing an algorithm to count the footsteps according to the waveform chart. The algorithm includes steps of calculating a time interval between a new peak point and a former peak point of the wave-form chart; converting an amplitude of the new peak point into a new time threshold according to a convert relationship equation; and counting the number of footsteps as one if the new time interval is larger than the time threshold. The time threshold varies with the moving statuses instantaneously and dynamically, so as to count the footsteps more accurately.

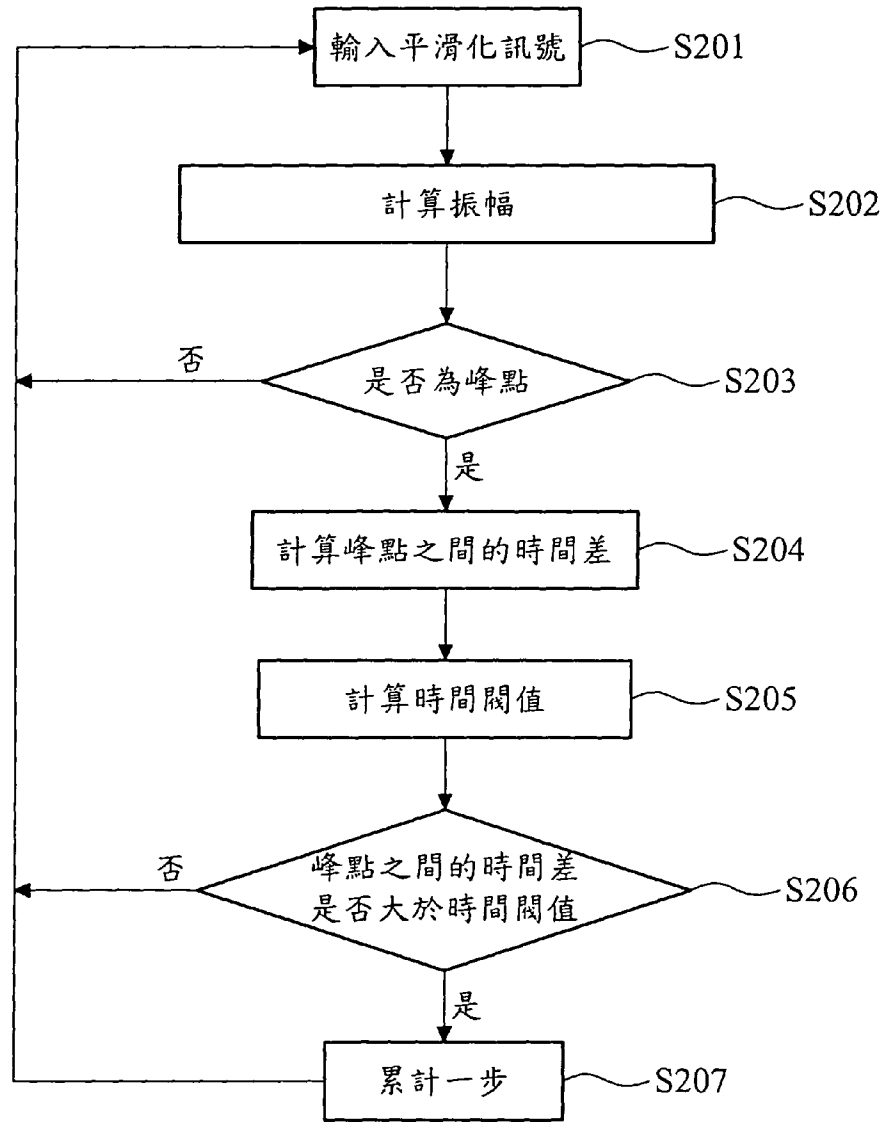


圖 3

103年 9月 24日 修正
對線 頁(本)103年 09月 24日 修正替換頁 本
2014年 9月 24日 替換頁

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：101135268

※ 申請日：101.9.26

※IPC 分類：G01C 22/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電子式感測器之計步方法/ STEP COUNT METHOD

二、中文發明摘要：

一種電子式感測器之計步方法，其係利用一電子式感測器測定受測者之腳步移動過程而產生一波動信號圖；對波動信號圖進行一平滑化與放大處理後，再根據處理後的波動信號圖執行一演算法以計算步數。演算法包括：計算波動信號圖之一最新峰點及其前一峰點之間的時間差；將最新峰點所對應之振幅根據一轉換關係式進行運算，而得出一最新時間閾值；若最新峰點及其前一峰點之間的時間差大於最新時間閾值，則將受測者之移動步數計算為一步。本發明的方法可因應運動狀態的變換而即時且動態地調整時間閾值，以提昇在不同運動狀態下的計步準確度。

三、英文發明摘要：

A step count method by using an electronic sensor includes steps of detecting footsteps of the user via the electronic sensor to generate a waveform chart; smoothing and amplifying the waveform chart, and then executing an algorithm to count the footsteps according to the waveform chart. The algorithm includes steps of calculating a time interval between a new peak

point and a former peak point of the wave- form chart; converting an amplitude of the new peak point into a new time threshold according to a convert relationship equation; and counting the number of footsteps as one if the new time interval is larger than the time threshold. The time threshold varies with the moving statuses instantaneously and dynamically, so as to count the footsteps more accurately.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係與一種計步方法有關，特別是與一種利用電子感測信號來計算步數的方法有關。

【先前技術】

計步器(pedometer)是一種可配戴在身上，用來計算走路步數的小配件，也是非常有用的運動輔助工具。計步器通常是藉著感應一受測者走動或運動時身體的上下振動而產生振動信號，並利用此振動信號來計步，一般可分為機械式的計步器與電子式的計步器。

傳統機械式的計步器是利用機械式開關去偵測步數，例如是C字型的彈簧開關、水銀開關、滾珠開關或是鐘擺型的開關。當受測者移動時所產生的振動足以觸發這些機械式開關時，便將之計數為一步。但是在受測者移動時的振動較小，不足以有效地觸發機械式的開關時，計步的準確度將會下降。

電子式的計步器主要由慣性感測器組成。受測者在步行時重心會些微地上下移動，慣性感測器會偵測到此上下移動信號後，經由演算法計算出步數。但是此一演算法必須克服振動的干擾。

由於以往機械式的計步方法在低速情況下會有不靈敏的情況，以感測器去判斷計步的方式也會有信號誤判的情況，因此，為了即時提供準確的運動步數，仍需要一個更準確的計步方法。

【發明內容】

本發明之一目的在於提供一種準確的計步方法使得計步更準確。以演算法去將受測者的位移信號或加速度信號的振幅大小透過一轉換關係式換算出其對應的動態時間閾值，此動態時間閾值可以用來限制一段時間內的計步累加次數，避免誤判，以提升準確度。

本發明的其他目的和優點可以從本發明所揭露的技術特徵中得到進一步的了解。

為了達到上述之一或部份或全部目的或是其他目的，本發明之一實施例的一種電子式感測器之計步方法，其包括：利用電子式感測器測定受測者之腳步移動，並且隨著該受測者之腳步移動過程而產生一波動信號圖，其中該波動信號圖中具有複數個峰點，在該複數個峰點中包含一最新峰點，且每一該峰點係對應於一振幅；對波動信號圖進行一平滑化處理；計算最新峰點及其前一峰點之間的時間差；將最新峰點所對應之振幅根據一轉換關係式進行運算，而得出一最新時間閾值；以及判斷最新峰點及其前一峰點之間的時間差是否大於最新時間閾值，以確定是否計數一步。

在一實施例中，上述對波動信號圖進行平滑化處理的步驟包括：對波動信號圖進行一濾波處理，以形成一第一數位信號；對第一數位信號進行一直流準位移除步驟，以形成一第二數位信號；以及對第二數位信號進行一移動平均運算，以形成一第一平滑化信號。

在一實施例中，進一步對第一平滑化信號進行一放大處

理步驟，以形成一第三數位信號；以及對第三數位信號進行一積分運算，以形成一第二平滑化信號。

在一實施例中，第三數位信號包括一小於零的信號及一大於零的信號，上述放大處理步驟包括：將小於零的信號放大 5 倍；以及將大於零的信號除以 10 後取平方。

在一實施例中，轉換關係式具有一轉換關係，該轉換關係包括：當該最新峰點的振幅大於其前一峰點所對應之振幅時，該最新時間閾值係小於或等於利用該轉換關係式對該前一峰點之振幅進行運算而得的時間閾值。並且當該最新峰點的振幅小於其前一峰點所對應之振幅時，該最新時間閾值係大於或等於利用該轉換關係式對該前一峰點之振幅進行運算而得的時間閾值。

在一實施例中，根據該轉換關係式進行運算的步驟包括：提供一走路狀態所產生的第一步態信號，且該第一步態信號具有一第一振幅；將該第一振幅利用該轉換關係式進行運算，以得到一第一時間閾值；提供一跑步狀態所產生的一第二步態信號，該第二步態信號具有一大於該第一振幅的第二振幅；以及將該第二振幅利用該轉換關係式進行運算，以得到一第二時間閾值，並且該第二時間閾值係小於該第一時間閾值。

本發明之一重要特徵在於時間閾值設定方法，其可因應運動狀態的變換而即時且動態地調整計步標準，以提昇在不同運動狀態下的計步準確度。

【實施方式】

有關本發明之前述及其他技術內容、特點與功效，可在以下配合參考圖式之一較佳實施例的詳細說明中，更清楚的呈現。以下實施例中所提到的方向用語，例如：上、下、左、右、前或後等，僅是用於參照隨附圖式的方向。因此，該等方向用語僅是用於說明並非是用於限制本發明。

本發明係為一種較習知技術更為準確的計步方法，在受測者的走路或跑步過程中，以一電子式感測器去取得一感測信號，此感測信號再經過一連串的數位信號處理而加以平滑化與放大之後，再對處理後的信號執行本實施例之一演算法流程以進行步數偵測。

如圖 1A 所示，電子式感測器係以一波動信號圖的形式，來顯示其之實際測得的感測信號，在本實施例中，電子式感測器係為一加速度計，其所提供的感測信號係為加速度信號。但在其他實施例中，電子式感測器並不限於加速度計，其之感測信號亦不限於加速度信號或位移信號等其他類型的信號。圖 1A 的橫軸是取樣次數；縱軸是加速度計信號經過類比至數位轉換器所轉換後顯示的數值。圖 1A 的波動信號圖包含了許多雜訊因而線形並不平整，為了提升計步的準確度，需先提供一數位信號處理流程以去除雜訊，藉以獲得如圖 1B 所示之較為平滑的線形。

如圖 2 所示，其係為數位信號處理流程示意圖。步驟 S101 係為將圖 1A 所示的加速度信號輸入至數位信號處理流程。步驟 S102 係以一數位帶通濾波器對加速度信號進行濾波。在本實施例中，濾波器的特性參數設定可以例如是：頻寬為 0.5~2Hz，取樣頻率為 360Hz，濾波器的階數為 10 階，並且

採用高斯窗函數。步驟 S103 係將經濾波後的加速度信號進行直流準位移除步驟，在本實施例中是藉著將一加速度信號，減去其於前 3 秒所測得的加速度信號之平均值的方法，來移除該加速度信號的直流準位。步驟 S104 係為將經直流準位移除後的加速度信號進行一移動平均運算，在本實施例中是利用一個 32 階的移動平均運算，亦即每次以 32 個信號樣本來計算其平均數，藉以將信號平滑化。

接著，步驟 S105 係將前述的經平滑化信號進行增益調整和信號放大處理。為了使加速計所偵測到的移動信號更明顯，所以將加速度信號分為一小於零的信號及一大於零的信號等兩部分作信號放大處理，將小於零的信號放大為其 5 倍，並將大於零的信號除以 10 之後再加以平方。最後，步驟 S106 係對於放大處理後的加速度信號作積分運算，進而達到再次的平滑與放大的目的。

承上所述，移動平均運算(S104)的目的係為了在信號放大處理(S105)之前先進行第一次平滑化，以避免將雜訊也放大。以積分運算(S106)進行第二次平滑化的目的，在於將信號進行放大處理(S105)後仍有不足的地方作修整的功能。

在以上實施例中，第一次平滑化處理的步驟包括：對電子式感測器所提供的波動信號圖進行一濾波處理，以形成一第一數位信號；對第一數位信號進行一直流準位移除步驟，以形成一第二數位信號；以及對第二數位信號進行一移動平均運算，以形成一第一平滑化信號。

第二次平滑化處理的步驟則包括：對第一平滑化信號進行一放大處理步驟，以形成一第三數位信號；以及對第三數

位信號進行一積分運算，以形成一第二平滑化信號。

在本發明之一實施例中，數位信號處理流程並不限於圖 2 所示的流程，亦可採用習知去除數位訊號之雜訊的方法，或是習知將數位訊號圖形平滑化的方法來代替圖 2 所示之步驟(S102)至步驟(S106)的程序。

圖 1B 顯示加速度信號經過數位信號處理後之波形，其具有較平滑的波形以及較明顯的波峰與波谷，其之下緣大致位於同一水平線，因而容易定義出峰點的位置。加速度信號在經過數位信號處理後，可再透過一演算法去辨識是否為走或跑了一步，其之演算法流程係如圖 3 所示。

圖 1A 所示的加速度信號所形成的每個波形(如虛線框所示)亦可稱為一步態信號，其係為人的左右腳交替地各跨一步的過程中，以電子感測器進行感測而形成的信號圖形。同時參照圖 1B 及圖 3，步驟 S201 係將經平滑化處理之後的加速度信號，輸入至本實施例之演算法中。步驟 S202 為從最新的一個步態信號中，找尋一最大值及一最小值，藉以計算此波形的振幅($P_a(i)$)。步驟 S203 為判斷該最大值所在位置是否為一最新峰點，若是最後峰點，則繼續步驟 S204，反之則繼續步驟 S201。步驟 S204 為計算最新峰點與其前一峰點之間的時間差($T_{p-p}(i)$)。

特別地，本實施例的步驟 S205 可以提供一動態的時間閾值設定方法，先計算一最新步態信號的振幅($P_a(i)$)，利用一轉換關係式來將此振幅($P_a(i)$)轉換為一個時間區間，此時間區間係被稱為最新時間閾值($T_{h_{T_{p-p}}}$)，其之轉換前的振幅大小與轉換後的時間閾值的對應關係如表一所示。

表一顯示該轉換關係式係具有如下的計算原則：相對於跑步狀態，速度較慢的走路狀態所產生的步態信號具有較小的振幅，其係對應到較大的時間閾值。反之，相對於走路狀態，速度較快的跑步狀態所產生的步態信號係具有較大的振幅，其係對應到較小的時間閾值。

依據該轉換關係式的計算原則，當最新峰點的振幅大於其前一峰點所對應之振幅時，若將該最新峰點的振幅利用轉換關係式進行運算，則所得到的最新時間閾值，將會小於或等於其前一峰點之振幅所換算而得的時間閾值。當最新峰點的振幅小於其前一峰點所對應之振幅時，若將該最新峰點的振幅利用轉換關係式進行運算，則所得到的最新時間閾值，將會大於或等於其前一峰點之振幅所換算而得的時間閾值。當最新峰點的振幅等於其前一峰點所對應之振幅時，若將該最新峰點的振幅利用轉換關係式進行運算，則所得到的最新時間閾值，將會等於其前一峰點之振幅所換算而得的時間閾值。如此，時間閾值便會隨著最新峰點的振幅變化，而被動態地設定。

接著，步驟 S206 係將該最新峰點及其前一峰點之間的時間差與該最新時間閾值進行比較，以判斷此兩峰點之間的時間差($T_{p-p(i)}$)，是否大於該最新時間閾值，若是則計數為一步，反之則繼續步驟 S201。

表一 信號振幅大小與時間閾值關係表

振幅($P_a(i)$)	時間閾值($T_{h_{T_{p-p}}}$)(sec)	狀態
<10000	∞	靜止

10000~29999	2	走路
30000~49999	1.5	
50000~69999	1	
70000~369999	0.5	
370000~569999	0.33	↓
570000~969999	0.3	
970000~1269999	0.28	
>1269999	0.25	跑步

由於人在運動時可能隨時會在走路或跑步等不同的運動狀態之間作變換，而本實施例之時間閾值設定方法則可因應運動狀態的變換，而即時且動態地調整計步標準，藉以提昇在不同運動狀態下的計步準確度。

請參照圖 4，總括前述的實施例，本發明之計步方法大致上係由數位信號處理流程(S100)及步數偵測演算法(S200)所組成。數位信號處理流程(S100)包含二次信號平滑化流程(S110、S120)。第一次信號平滑化流程(S110)包括圖 2 所示的步驟(S101)至步驟(S104)的過程。第二次信號平滑化流程(S120)則包括圖 2 所示的步驟(S105)至步驟(S106)的過程。步數偵測流程(S200)包括圖 3 所示的步驟(S201)至步驟(S207)的過程。然而，在本發明的計步方法中，信號平滑化並不侷限於二次。

具體來說，本發明的計步方法至少包括：將一電子式感測器提供給一受測者；利用電子式感測器來測定受測者之腳步移動，並且隨著該受測者之腳步移動過程而產生一波動信號圖，其中該波動信號圖中具有複數個峰點，在該複數個峰點中包含一最新峰點，且每一該峰點係對應於一振幅；對波

動信號圖進行一平滑化處理；計算最新峰點及其前一峰點之間的時間差；將最新峰點所對應之振幅根據一轉換關係式進行運算，而得出一最新時間閾值；以及判斷最新峰點及其前一峰點之間的時間差是否大於最新時間閾值，以確定是否將其計數為一步。

在本發明之計步方法中，將受測者走路或是跑步所造成的上下位移所形成的加速度信號，經過數位信號處理後，在經由一步數偵測演算法來辨識走路或跑步之步數。數位信號處理的步驟包括濾波、直流準位移除、移動平均運算、增益調整和積分運算。步數偵測演算法係將加速度信號的振幅大小，透過一轉換關係式換算出其對應的動態時間閾值，此動態時間閾值可以用來限制時間內的計步累加次數，以避免誤判並藉以提升計步之準確度。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，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發明說明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。另外本發明的任一實施例或申請專利範圍不須達成本發明所揭露之全部目的或優點或特點。此外，摘要部分和標題僅是用來輔助專利文件搜尋之用，並非用來限制本發明之權利範圍。

【圖式簡單說明】

圖 1A 係為本發明之一實施例的電子式感測器的感測信號示意圖。

圖 1B 係為本發明之一實施例的電子式感測器的平滑化感測信號示意圖。

圖 2 係為本發明之一實施例的數位信號處理流程示意圖。

圖 3 係為本發明之一實施例的步數偵測演算法流程示意圖。

圖 4 本發明之一實施例的計步方法示意圖。

【主要元件符號說明】

無

七、申請專利範圍：

1. 一種電子式感測器之計步方法，其包括：

利用一電子式感測器來測定該受測者之腳步移動，並隨著該受測者之腳步移動過程而產生一波動信號圖，其中該波動信號圖中係具有複數個峰點，在該複數個峰點中包含一最新峰點，且每一該峰點係對應於一振幅；

對該波動信號圖進行一平滑化處理；

計算該最新峰點及其前一峰點之間的時間差；

將該最新峰點所對應之該振幅根據一轉換關係式進行運算，而得出一最新時間閾值；以及

判斷該最新峰點及其前一峰點之間的時間差是否大於該最新時間閾值，以確定該受測者移動之累計步數是否需增加一步。

2. 如申請專利範圍第1項所述之電子式感測器之計步方法，其中對該波動信號圖進行該平滑化處理的步驟包括：

對該波動信號圖進行一濾波處理，以形成一第一數位信號；

對該第一數位信號進行一直流準位移除步驟，以形成一第二數位信號；以及

對該第二數位信號進行一移動平均運算，以形成一第一平滑化信號。

3. 如申請專利範圍第2項所述之電子式感測器之計步方法，更包括：

對該第一平滑化信號進行一放大處理步驟，以形成一第三數位信號；以及

對該第三數位信號進行一積分運算，以形成一第二平滑化信號。

4. 如申請專利範圍第3項所述之電子式感測器之計步方法，其中該第三數位信號包括一小於零的信號及一大於零的信號，同時該放大處理步驟進一步包括：

將該小於零的信號放大5倍；以及

將該大於零的信號除以10後再加以平方。

5. 如申請專利範圍第1項所述之電子式感測器之計步方法，其中該轉換關係式具有一轉換關係，該轉換關係包括：

當該最新峰點的振幅大於其前一峰點所對應之振幅時，該最新時間閾值係小於或等於利用該轉換關係式，對該前一峰點之振幅進行運算而得的時間閾值。

6. 如申請專利範圍第5項所述之電子式感測器之計步方法，其中該轉換關係式之該轉換關係包括：

當該最新峰點的振幅小於其前一峰點所對應之振幅時，該最新時間閾值係大於或等於利用該轉換關係式，對該前一峰點之振幅進行運算而得的時間閾值。

7. 如申請專利範圍第1項所述之電子式感測器之計步方法，其中根據該轉換關係式進行運算的步驟包括：

提供由走路狀態所產生的一第一步態信號，且該第一步態信號具有一第一振幅；

將該第一振幅利用該轉換關係式進行運算，以得到一第一時間閾值；

提供由跑步狀態所產生的一第二步態信號，該第二步態信號係具有一大於該第一振幅的第二振幅；以及

將該第二振幅利用該轉換關係式進行運算，以得到一第二時間閾值，其中該第二時間閾值係小於該第一時間閾值。

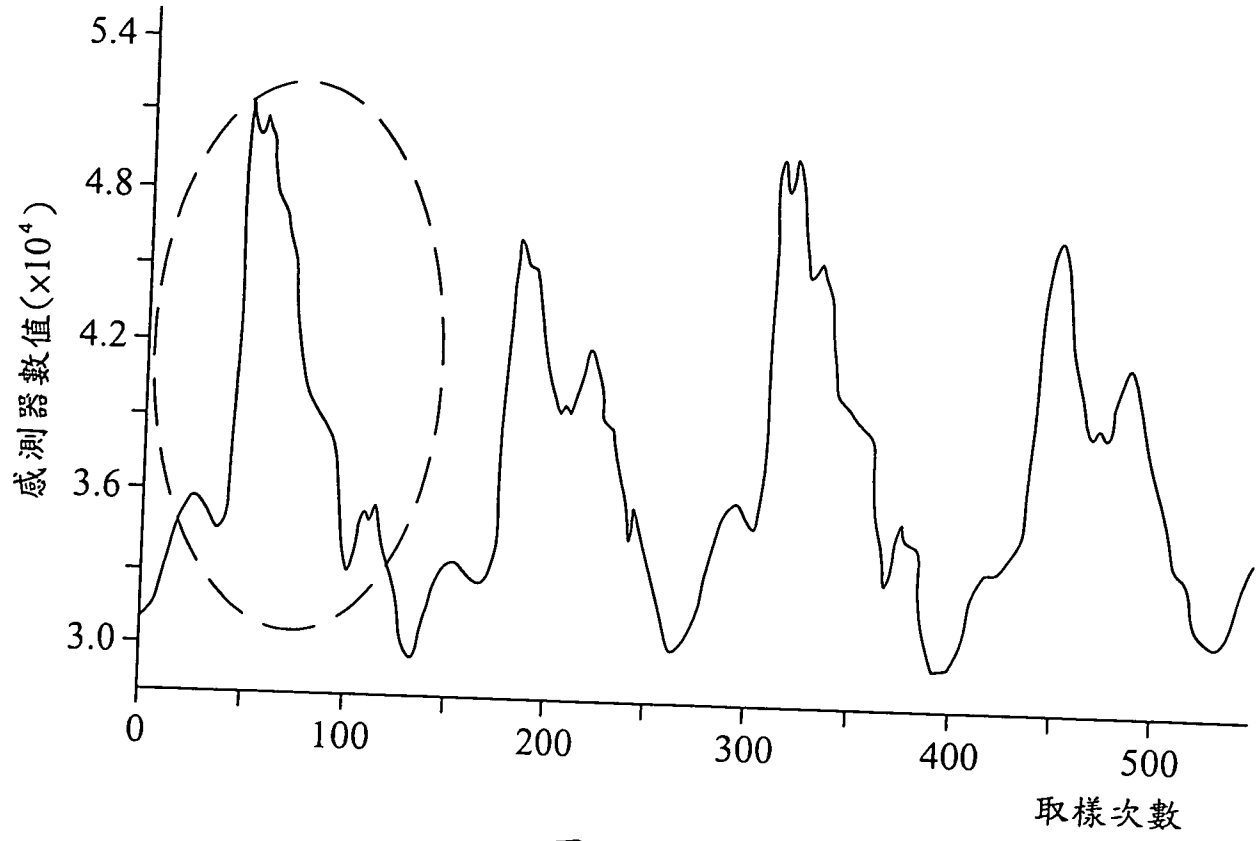


圖 1A

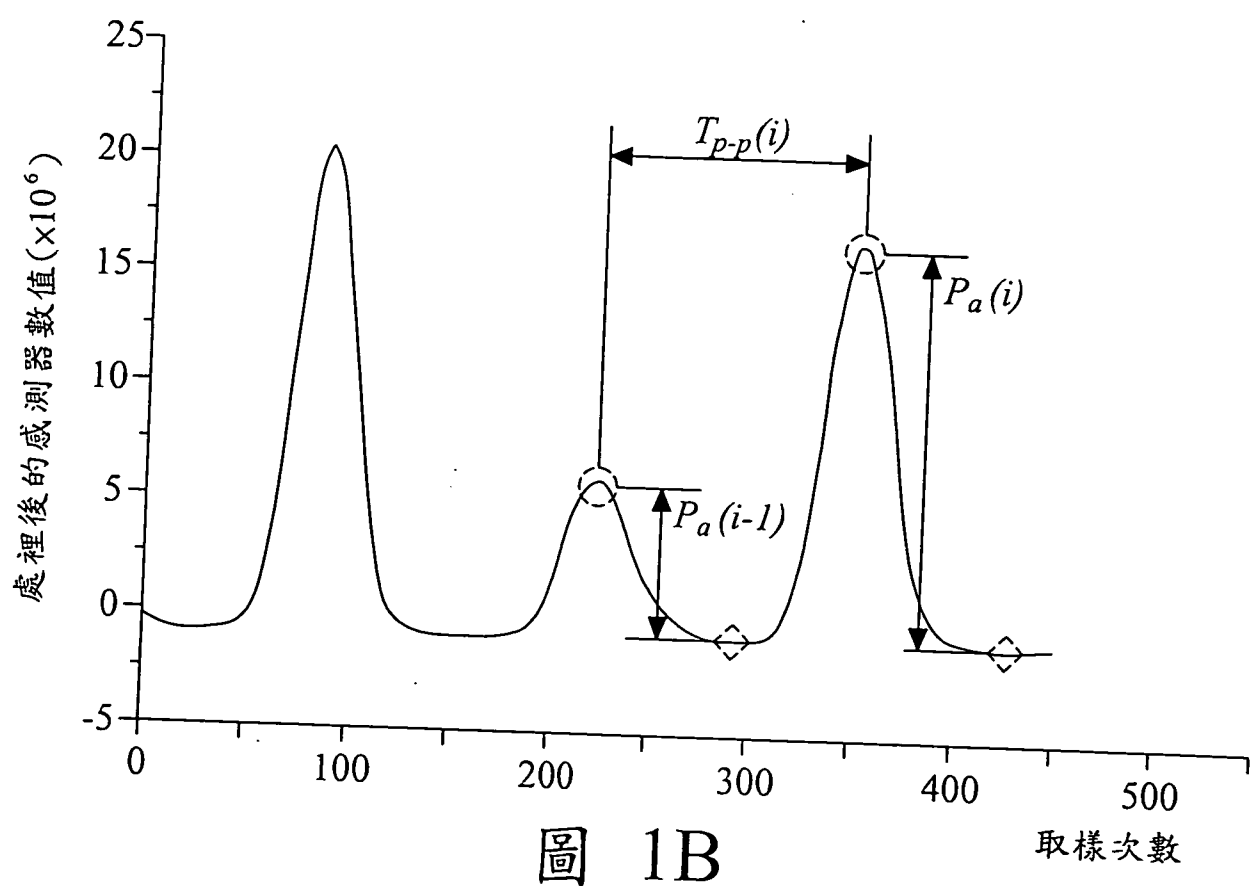


圖 1B

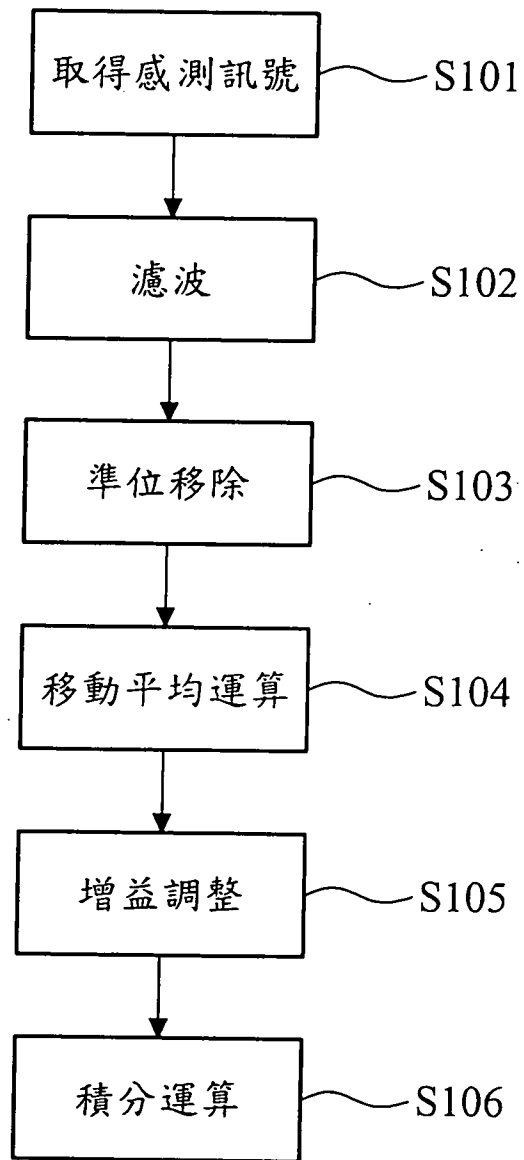


圖 2

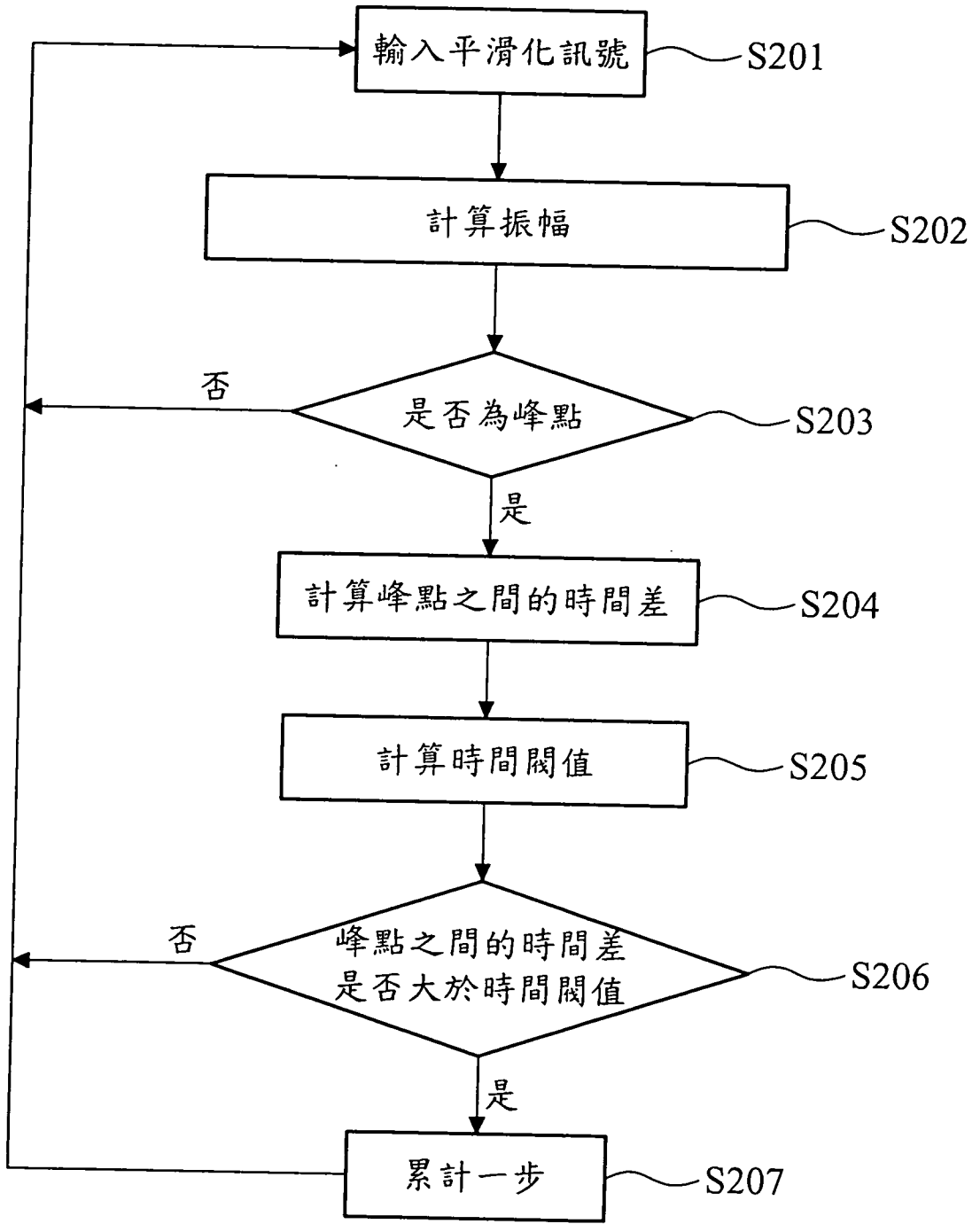


圖 3

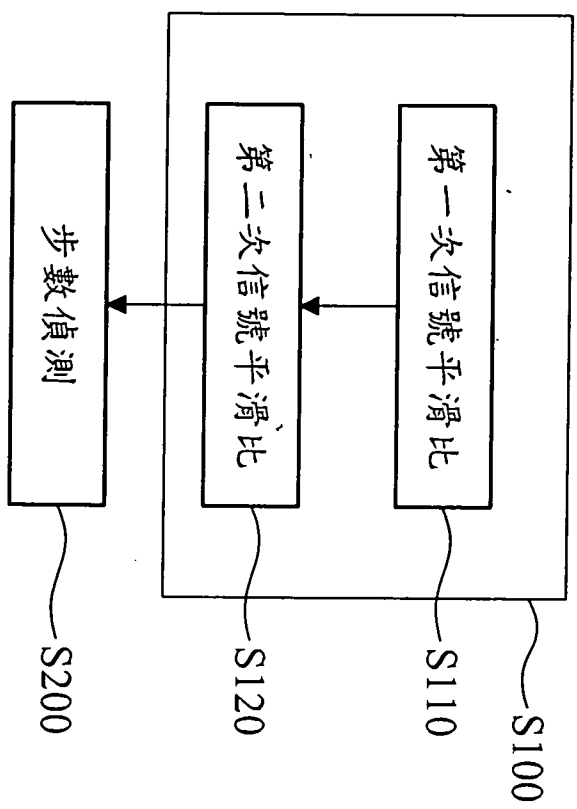


圖 4