



(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 I564785 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：102129530

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 16 日

(51)Int. Cl. : G06F3/0488 (2013.01)

G06F3/01 (2006.01)

(30)優先權：2012/08/16 美國

61/684,039

2013/08/14 美國

13/967,314

(71)申請人：微晶片科技德國公司 (德國) MICROCHIP TECHNOLOGY GERMANY GMBH
(DE)

德國

(72)發明人：漢姆 艾克索 HEIM, AXEL (DE)；盧斯 尤金 ROTH, EUGEN (DE)；奧鮑爾 羅
藍 AUBAUER, ROLAND (AT)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200907764A

TW 201011623A

US 6028271A

US 6128003A

審查人員：施廷岳

申請專利範圍項數：28 項 圖式數：13 共 35 頁

(54)名稱

用於一感測器系統的自動手勢辨認

AUTOMATIC GESTURE RECOGNITION FOR A SENSOR SYSTEM

(57)摘要

本發明揭示一種用於手勢辨認之方法，其包含：使用相關聯之複數個偵測感測器來偵測一或多個手勢相關信號；及使用一自動辨認技術來評估偵測自該一或多個手勢相關信號之一手勢以判定該手勢是否對應於一預定組之手勢之一者。

A method for gesture recognition including detecting one or more gesture-related signals using the associated plurality of detection sensors; and evaluating a gesture detected from the one or more gesture-related signals using an automatic recognition technique to determine if the gesture corresponds to one of a predetermined set of gestures.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 1000 . . . 流程圖
 - 1002 . . . 步驟
 - 1004 . . . 步驟
 - 1006 . . . 步驟
 - 1008 . . . 步驟
 - 1010 . . . 步驟
 - 1012 . . . 步驟
 - 1014 . . . 步驟
 - 1016 . . . 步驟
 - 1018 . . . 步驟
 - 1020 . . . 步驟
 - 1022 . . . 步驟
 - 1024 . . . 步驟
 - 1026 . . . 步驟

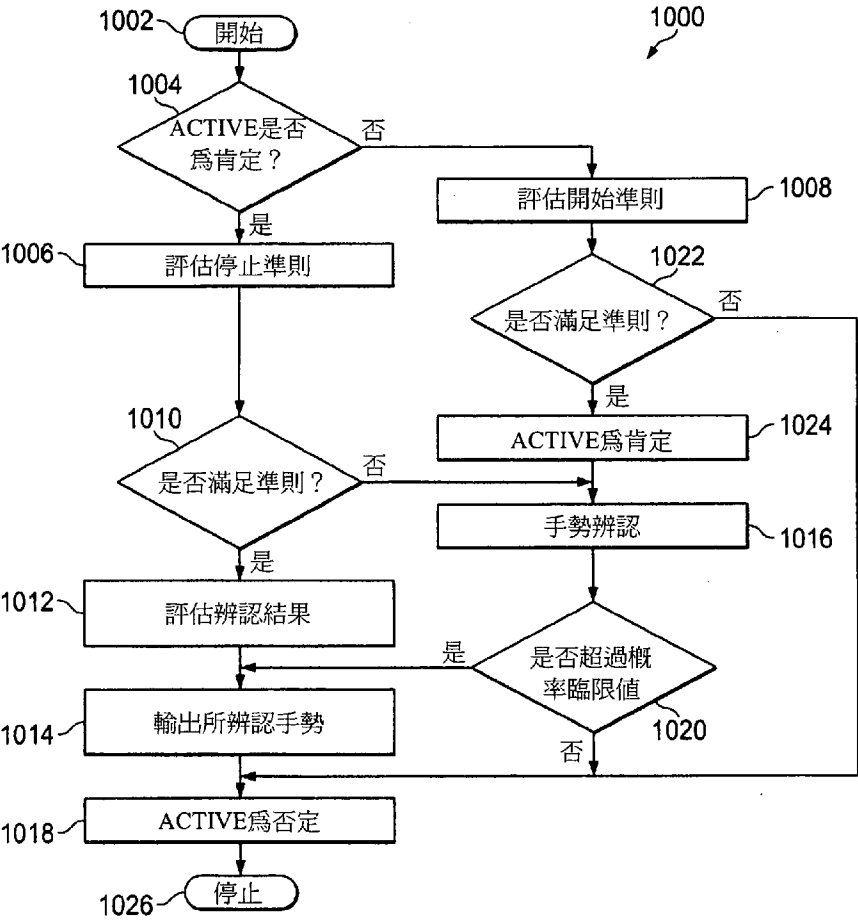


圖 10

發明摘要

※ 申請案號：102129530

※ 申請日：102.8.16

※ IPC 分類：G06F 3/0488

(2013.01)

3/01

(2006.01)

【發明名稱】

用於一感測器系統的自動手勢辨認

AUTOMATIC GESTURE RECOGNITION FOR A SENSOR
SYSTEM

【中文】

本發明揭示一種用於手勢辨認之方法，其包含：使用相關聯之複數個偵測感測器來偵測一或多個手勢相關信號；及使用一自動辨認技術來評估偵測自該一或多個手勢相關信號之一手勢以判定該手勢是否對應於一預定組之手勢之一者。

【英文】

A method for gesture recognition including detecting one or more gesture-related signals using the associated plurality of detection sensors; and evaluating a gesture detected from the one or more gesture-related signals using an automatic recognition technique to determine if the gesture corresponds to one of a predetermined set of gestures.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 10 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1000 流程圖

1002 步驟

1004 步驟

1006 步驟

1008 步驟

1010 步驟

1012 步驟

1014 步驟

1016 步驟

1018 步驟

1020 步驟

1022 步驟

1024 步驟

1026 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】

用於一感測器系統的自動手勢辨認

AUTOMATIC GESTURE RECOGNITION FOR A SENSOR
SYSTEM

【相關申請案之交叉參考】

本申請案主張2012年8月16日提交之美國臨時專利申請案第61/684,039號之優先權，該案之全文以引用方式如同本文中所陳述般併入。

【技術領域】

本發明係關於感測器系統之方法及系統，且特定言之，本發明係關於此等系統之自動手勢辨認。更特定言之，本發明係關於一種不因手勢之平移及/或調整而變動且用於手/手指與感測器系統之間之一相對較大距離之手勢辨認系統。

【先前技術】

吾人已知用於手勢之無觸式偵測及辨認之系統。此等系統可基於電容式(例如表面電容式、投射電容式、互電容式或自電容式)、紅外線、光學成像、擴散信號、超音波或音波脈衝辨認感測器技術。

可(例如)藉由產生一交流電場且量測該電場內之一感測器電極處所獲得之電位差(即，電壓)而實現電容式感測器系統。根據實施方案，可使用一單一電極，或可使用一發射電極及一或多個接收電極。(若干)感測器電極處之電壓係感測器電極與其電環境之間之電容之一量測。即，該電壓受如人之一手指或一手之物體(特定言之，其可在由電極配置提供之偵測空間內執行一手勢)影響。此外，可自此電壓

推斷(例如)一手指之距離或該手勢。此資訊可用於人機介面。

就三維定位系統而言，手勢偵測之易懂且最高水平之方法採用x/y位置估計值作為自動手勢辨認系統之輸入且將z軸距離用於開始/停止準則。由於位置估計值係其中處理感測器資料之一或多個階段之結果(校準、經校準感測器值與距離之非線性關係，位置係距離之三角函數)且各階段引入額外不確定性，所以使用x/y/z估計值會比使用來自較早處理階段之資料更易出錯。

【發明內容】

將結合【實施方式】及附圖而更佳地瞭解及理解本發明之此等及其他態樣。然而，應瞭解：儘管【實施方式】指示本發明及其諸多特定細節之各種實施例，但其僅具繪示性而非限制性。可不背離本發明之精神之情況下於本發明之範疇內進行諸多取代、修改、添加及/或重新配置，且本發明包含所有此等取代、修改、添加及/或重新配置。

根據實施例之用於手勢辨認之一方法包含：使用相關聯之複數個偵測感測器來偵測一或多個手勢相關信號；及使用一自動辨認技術來評估偵測自該一或多個手勢相關信號之一手勢以判定該手勢是否對應於一預定組之手勢之一者。在一些實施例中，若目標物體與至少一感測器之間之距離減小及目標物體與至少一感測器之間之距離增大，且預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，則判定該手勢已開始。在一些實施例中，若在一給定時間處目標物體與所有感測器之間之距離減小，及/或預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，及/或在該給定時間之後信號變化量小於預定複數個信號取樣之一預定臨限值，則判定該手勢已停止。

在一些實施例中，各手勢由一或多個隱藏式馬爾可夫模型

(HMM)表示。在一些實施例中，評估一手勢包含：評估一或多個HMM之一概率測度。在一些實施例中，相關聯於HMM之觀測矩陣的特徵係非量化或量化感測器信號位準、x/y/z位置、距離、方向、方位、角度及/或此等特徵相對於時間之一階、二階或二階以上導數、或其等之任何組合。在一些實施例中，該等特徵係量化為兩個量化位準之感測器信號位準之一階導數。

根據實施例之用於手勢辨認之一系統包含：一感測器配置，其使用相關聯之複數個偵測感測器來偵測一或多個手勢相關信號；及一模組，其使用一自動辨認技術來評估偵測自該一或多個手勢相關信號之一手勢以判定該手勢是否對應於一預定組之手勢之一者。

在一些實施例中，若目標物體與至少一感測器之間之距離減小及目標物體與至少一感測器之間之距離增大，且預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，則判定手勢已開始。在一些實施例中，若在一給定時間處目標物體與所有感測器之間之距離減小，及/或預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，及/或在該給定時間之後信號變化量小於預定複數個信號取樣之一預定臨限值，則判定手勢已停止。

根據實施例之一電腦可讀媒體包含一或多個非暫時性機器可讀程式指令以使用複數個偵測感測器來接收一或多個手勢相關信號且使用一自動辨認技術來評估偵測自該一或多個手勢相關信號之一手勢以判定該手勢是否對應於一預定組之手勢之一者。

在一些實施例中，若目標物體與至少一感測器之間之距離減小及目標物體與至少一感測器之間之距離增大，且預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，則判定一手勢已開始。在一些實施例中，若在一給定時間處目標物體與所有感測器之間之距離減小，及/或預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效

量測值小於一臨限值，及/或在該給定時間之後信號變化量小於預定複數個信號取樣之一預定臨限值，則判定該手勢已停止。

【圖式簡單說明】

包含構成本說明書之部分的附圖以描繪本發明之某些態樣。應注意：圖式中所繪示之特徵未必按比例繪製。可藉由參考結合附圖之【實施方式】而獲取對本發明及其優點之一更完全理解，其中相同參考符號指示相同特徵，且其中：

圖1係示意性繪示包含一例示性電容式感測系統之一鍵盤的一圖式。

圖2係繪示一例示性電容式感測系統之電極佈局的一圖式。

圖3繪示手指至電極之距離與電極信號之量測值之間之關係。

圖4繪示例示性界定手勢。

圖5A繪示一檢查手勢之一例示性隱藏式馬爾可夫模型觀測概率矩陣。

圖5B繪示一例示性檢查手勢。

圖6A繪示一開始事件之例示性判定。

圖6B繪示一例示性順時針圓形手勢。

圖7繪示例示性停止準則。

圖8繪示例示性線性及圓形隱藏式馬爾可夫模型之狀態圖及狀態轉移概率矩陣。

圖9繪示例示性線性及圓形隱藏式馬爾可夫模型之初始狀態分佈及轉移矩陣。

圖10係繪示根據實施例之程序流程的一流程圖。

圖11繪示例示性圓形手勢及所得特徵向量。

圖12繪示根據實施例之手勢辨認之例示性測試結果。

圖13繪示根據實施例之一例示性系統。

【實施方式】

參考附圖中所繪示及以下描述中所詳述之例示性及因此非限制性實施例而更完全地解釋本發明及其各種特徵及有利細節。然而，應瞭解：儘管詳細描述及特定實例指示較佳實施例，但其等僅具繪示性而非限制性。可省略已知程式化技術、電腦軟體、硬體、操作平台及協定之描述以免不必要地使本發明之詳細不清楚。熟習技術者將自本發明明白基本發明概念之精神及/或範疇內之各種取代、修改、添加及/或重新配置。

根據實施例，系統具有對在具有兩個或兩個以上感測器電極之一感測器系統前方執行之預定手勢之一可靠自動辨認以提供該等手勢之量測資料。根據實施例，該辨認不因該等手勢之平移及/或調整而變動且用於手指/手與各自感測器系統之間之一大範圍之 z 軸距離。根據各種實施例，可提供用於手勢辨認之具有改良特徵提取及手勢偵測之一隱藏式馬爾可夫辨認器。

儘管為方便起見，所描述之實施例係基於一電容式感測器系統，但可採用可提供距離或深度資訊之任何適合感測器系統。此外，儘管所描述之實施例係基於三維($x/y/z$)感測器系統，但用於手勢辨認之所提出方法亦可應用於二維感測器系統($z=0$)。適合感測器系統之實例包含(但不限於)此等基於電阻式、電容式(例如表面電容式、投射電容式、互電容式或自電容式)、表面音波、紅外線、光學或視訊成像、一或多個光二極體、擴散信號、超音波及音波脈衝辨認感測器技術之感測器系統。因此，該等圖僅具例示性。

現轉至圖式且尤其關注圖1，由參考符號100展示及大體上識別一感測器組態。更特定言之，圖1繪示具有一內建感測器系統(諸如一電容式感測器系統)之一PC鍵盤103上方之一使用者輸入物體(諸如人之手指102)。區域104a至104d識別鍵下方之感測器電極之位置。手

指102與矩形區域104a至104d之間之線106指示自指尖至感測器電極之最短路徑。由區域104a至104d限定之沿x/y維度之矩形區域107被標示為「作用區域」，及作用區域108上方之立方形空間被標示為「作用空間」。

應注意：儘管實施例被繪示為嵌入一獨立鍵盤中之一感測器系統，但可採用具有與一電子裝置相關聯之感測器系統之實施例，該電子裝置本身係一使用者介面或包括一使用者介面，諸如一行動電話、一mp3播放器、一PDA、一平板電腦、一電腦、一遠端控制、一收音機、一電腦滑鼠、一觸敏顯示器及一電視。一使用者輸入物體可為如一觸控筆(例如一小的筆形儀器)或一數位筆之任何事物。就此而言，一使用者輸入物體亦可為一使用者之手或手指。

圖2繪示更詳細地展示感測器系統之其中已移除一些鍵之鍵盤103。特定言之，圖中展示承載具有底部電極(EB)104a、左側電極(EL)104d、頂部電極(ET)104c及右側電極(ER)104b之感測器系統之一下伏印刷電路板。

圖3定性地展示以感測器電極與指尖之間之距離(水平軸)為函數之一感測器之量測值之量值(垂直軸)。距離越大，量測值越小。對於本發明之等效實施例，感測器值可隨距離而增大。距離朝向無窮大增長時之漸近偏移值302一般係未知的且亦會隨時間而改變。

在一些實施例中，感測器系統依一預定取樣率 f_s 提供各感測器電極之離散時間量測值。通常，在一預處理階段中，使感測器信號進行低通濾波以匹配手勢之頻率範圍，根據應用，該頻率範圍通常高達 $f_{\max} = <15 \text{ Hz至} 20 \text{ Hz}$ ，其中 $f_s > 2 * f_{\max}$ 。給定一或多個電極之此等信號，目標為提供在鍵盤或作用區域上方分別執行之手勢之可靠自動辨認。

圖4中界定根據一實施例之8個特定實例性手勢。然而，根據其

他實施例，可界定其他手勢。在所繪示之實例中，手勢係四個「撥動(flick)」，即，沿四個主方向之快速線性手指移動(右402、左404、上406、下408)、圓形順時針手勢410及圓形逆時針手勢412、一「確認」或「檢查」手勢414、及一取消手勢416(其係一序列之連續的短暫左右移動)。

圖案辨認(諸如自動語音辨認及手寫辨認)之一常見方法為：使用隱藏式馬爾可夫模型(HMM)及格子計算來分別估計一預定組之音素、字語或字母之最有可能。一HMM $\lambda := (A, B, \pi)$ 係具有N種狀態之一有限隨機狀態機，其可產生M個輸出符號或「特徵」。該有限隨機狀態機由三個參數描述：N×N之狀態轉移概率分佈矩陣A；N×M之符號概率分佈矩陣B，其含有各狀態-特徵映射之概率；及N×1之初始狀態分佈向量 π 。一格子為將時間維度添加至一狀態圖且允許有效率計算之一曲線圖。儘管本文中所討論之實施例係關於一階HMM，但在其他實施例中可使用更高階HMM。

在(例如)手勢辨認中，各HMM表示一手勢。一手勢可被分成手勢片段，該等手勢片段之特徵由該手勢之指定HMM中之狀態表示。通常在等距離散時間例項中，自執行一手勢時所偵測之感測器信號提取特徵。此等特徵包括(例如)非量化或量化信號位準、x/y/z位置、距離、方向、方位、角度及/或此等特徵相對於時間之一階、二階或二階以上導數、或其等之任何組合。若(例如)所利用之特徵為x/y位置相對於時間之一階導數(即，x/y速度)，則偵測一手勢時所獲得之特徵序列為一序列之x/y速度向量。此序列之長度取決於該手勢之持續時間。當不同人執行相同手勢(例如一感測器系統前方之一「檢查」手勢)時，該手勢之持續時間、移動之速度及/或該手勢之形狀可略微不同。因此，對應特徵序列亦將存在變動。

一HMM可併入此等變動，此係因為在各時間例項中，該HMM不

僅表示一單一特徵，且表示所有可能特徵向量之一概率分佈。為獲得此等概率分佈矩陣B以及HMM之狀態之間之轉移概率，各HMM需要與一所謂之訓練手勢組之特徵序列相關。在訓練期間，HMM概率分佈經最佳化以最大化就此HMM而言之訓練序列之條件概率。因此，HMM表示與其相關之所有手勢之特徵序列。一HMM所需之狀態數目N尤其取決於對應手勢之複雜性。關於各狀態，其屬於一單一觀測概率分佈(矩陣B中之列)，一手勢之一特徵序列中存在之不同特徵越多，則表示HMM所需之狀態越多。可在名稱爲「System and Method for Multidimensional Gesture Analysis」之共同讓與之美國專利第8,280,732號中找到與手勢辨認中之隱藏式馬爾可夫模型之使用有關之額外詳細，該案之全文以引用方式如同本文中所陳述般併入。

根據應用，不同HMM模型拓撲可爲(例如)線性模型(通常用於語音辨認，具有僅至當前或下一狀態之狀態轉移)或圓形模型(通常用於影像處理；最後狀態具有至第一狀態之一非零轉移概率)，如圖8中所展示。

根據實施例，對於具有不同之起點及終點(如撥動402、404、406、408及確認手勢414(圖4))之手勢，線性模型係較佳的。對於具有非不同之起點及終點(如圓形手勢410、412及取消手勢414)之手勢，圓形模型係較佳的。另外，所有狀態之間具有非零轉移概率之完全連接模型可(例如)用於應被拒絕之手勢之一所謂之「廢棄」HMM。

圖9中展示訓練之前之一常用HMM初始設定，其展現狀態轉移矩陣A中之線性及圓形特性。在HMM訓練期間，A矩陣及B矩陣之非零元將改變。然而，零元將保持不變且模型拓撲因此亦將保持不變。

至一訓練演算法(其最佳化各手勢之矩陣A及矩陣B)及一辨認演算法兩者之輸入係特徵之時間序列，其中各序列對應於一手勢之一執行。

一手勢之開始及停止時間之瞭解對辨認性能而言很重要。接著，各種實施例使用開始/停止準則與一信號特徵之一組合，其非常簡單，不因調整及平移而變動，且因此與(但不限制於)HMM一起使用時非常穩健。

圖5A及圖5B展示一「檢查」手勢之一特徵序列及例示性感測器EB、EL、ET、ER之一實例，其中特徵向量由指尖與該四個感測器電極之間之距離相對於時間之一階導數組成。圖5A中之特徵序列矩陣中之各行對應於一離散時間例項。例如，矩陣之位置(2,2)處之值「-4.1」指示在時間例項2處遠離電極E2之一相對快速移動，及列4中之值「0.4」指示在相同時間朝向電極E4之一相對緩慢移動。

對於一手勢之開始及停止之偵測，可作出以下工作假定：A)一手勢開始於自外部進入作用空間(或作用區域(在 $z=0$ 之情況中))時或在一休止期之後開始於作用空間內移動(即，手指不必在手勢之間離開作用空間)；B)一手勢終止於在作用空間內休止時、或終止於離開作用空間時、或終止於待成為預定手勢組之一者的所執行手勢之概率超過一臨限值時。

如上所述，自開始及停止偵測之此等假定準則直接推導。

開始偵測：

A1) 指尖與至少一感測器之間之距離增大及指尖與至少一感測器之間之距離減小(或至少一電極之信號位準增大及至少一其他電極之信號位準減小)。(在 z 軸高度恆定時，手於作用空間內之移動總是導致至少一電極之一距離增大及至少一其他電極之一距離減小)。當 $Z=0$ 時，3D辨認問題係一2D觸控手勢辨認問題。偵測一增大或減小可包含：偵測一臨限距離或信號位準變化量。

A2) 感測器信號在(例如)10個信號取樣內之短時變異數或一類似量測值超出必須超過一臨限值(手指足夠快速地移動)。若同時滿足兩

個準則，則假定偵測到一手勢之開始。可藉由在偵測到手勢開始之後即時地再次檢查上述(或類似)準則而驗證該開始偵測。若驗證為否定的，則手勢辨認失敗。

停止偵測：

B1) 在(例如) $nD=10$ 個取樣中，對於所有電極，手至電極之距離增大(或所有感測器之信號位準減小)。(在 z 軸距離恆定時，此對於作用空間內之移動而言係不可能的。)

B2) 感測器信號在(例如) $nV=10$ 個信號取樣內之短時變異數或一類似量測值不必超過一臨限值(手指足夠緩慢地移動)。

B3) 若在離散時間例項 T_E 處滿足準則B1)或B2)，則分別在時間 $T_E - nD$ 或 $T_E - nV$ 處偵測到手勢終止。

若一手勢之開始與停止之間之時間不在一預定時間間隔內，則可自可能手勢組排除該手勢。

圖6A展示圖6B中所展示之順時針圓形手勢之一開始事件之判定，其中應用以下準則：A1) ≥ 1 個電極之一信號位準增大及 ≥ 1 個其他電極之一信號位準減小(其對應於一手指於作用空間內移動)；A2)感測器信號之一短時變異數或一類似量測值超過一臨限值(手指足夠快速地移動)。

圖7展示應用準則B1)之手勢停止偵測：所有電極之信號位準減小(此對應於一手指離開作用空間)。

圖10係繪示包含開始/停止偵測之總體手勢辨認程序的一流程圖1000。在程序之一開始1004之後，對於各傳入信號取樣(由來自所有電極之感測器值組成)，首先檢查具有HMM概率計算之手勢辨認是否已運行(ACTIVE為肯定)或尚未運行(ACTIVE為否定)(步驟1004)。在後一情況中，評估開始準則(步驟1008)。若滿足開始準則(如步驟1022中所判定)，則將ACTIVE旗標設定為「肯定」(步驟1024)且實際手勢

辨認開始(步驟1016)。判定超過臨限值之概率(步驟1020)；若滿足準則，則輸出所辨認之手勢(步驟1014)且將ACTIVE設定為否定(步驟1018)。否則，程序終止(步驟1206)。

若一傳入取樣之ACTIVE為肯定(步驟1004)，則評估停止準則(步驟1006)。若滿足停止準則(步驟1010)，則完成手勢辨認，評估手勢辨認之結果(步驟1012)及輸出手勢辨認之結果(步驟1014)，且將ACTIVE設定為否定(步驟1018)。否則，手勢辨認繼續進行(步驟1016)。

圖11展示一手指在z軸距離恆定時於作用區域上方繪製一順時針圓形，及所得特徵向量(其係所有電極之信號位準之變化量)之一實例。在時階1中，手指朝向電極ER及EB且遠離電極EL及ET移動。

此導致電極ER及EB之信號位準增大及電極EL及ET之信號位準減小。在時階3中，手指仍遠離ET且朝向EL移動，但此時遠離ER且朝向EL移動。此導致電極EB及EL之信號位準增大及電極ET及ER之信號位準減小，等等。

根據一些實施例，對於性能評估，HMM(即，各手勢)與來自執行各手勢達界定次數之一組人的資料相關。對於HMM之訓練，參考L. R. Rabiner：「A tutorial on Hidden Markov Models und selected applications in speech recognition」，Proceedings of the IEEE，第77卷，1989年2月第2期。

為客觀地評估辨認率，自另一組無關連人獲取一額外測試手勢資料庫。圖12中展示所實現之手勢辨認率(以百分比為單位)。矩陣之列展示所執行之手勢及行展示所辨認之手勢。行「被拒絕(Rejected)」展示被拒絕之手勢。廢棄模型表示所有非所欲及未經界定之手移動。該廢棄模型與第一組人之所有人之所有訓練資料(即，所有人之手勢)相關。行「總和(Sum)」展示所有辨認手勢之概率之總和且因此必須為100。對於所有經界定手勢，可實現至少95%之辨認

率。拒絕未被辨認之手勢之諸多者係有利的，此係因爲一不同手勢之一虛假偵測被視爲比拒絕更不便。

所提出之方法並非僅受限於如同圖1或圖2之恰好具有四個電極/感測器或電極佈局之感測器系統。該方法亦適用於具有任何數量(即，2個至無窮大)之感測器之系統。例如，系統亦可爲僅具有兩個圓形或另一形狀之電極(一左側電極及一右側電極)之一系統。

亦可比較此等變異數之一加權和與一單一臨限值或使用表示主動移動之信號之任何其他量測值以取代比較感測器信號之短時變異數與各通道之一臨限值。

各種實施例可應用於其感測器提供距離相依量測資料之任何感測器系統。此等系統包含電容式及電阻式觸控感測器、超音波感測器、雷達、表面音波感測器。所揭示之實施例不受限於使用HMM之手勢辨認，且可與動態時間歸整、神經網絡或其他自動辨認技術一起使用。

現轉至圖13，一方塊圖繪示根據實施例之用於包含開始/停止偵測之手勢辨認的一感測器系統1300之一特定實施方案。圖13之系統可尤其用於一電容式感測系統中。系統1300包含一感測控制器1301、感測電極1302及一主機系統1303。感測電極1302可實施諸如圖1中所展示之一組態。主機1303可爲可利用觸控感測器信號之任何系統，諸如蜂巢式電話、膝上型電腦、I/O裝置、燈開關、咖啡機、醫療輸入裝置及類似物。

在所繪示之實例中，一TX信號產生器1304將一發射器信號 V_{TX} 提供至發射電極TXD。於用於實施濾波等等之信號調節模組1306處接收接收電極RX0至RX4。信號調節之輸出被提供至ADC 1307且經由一匯流排1308而提供至一信號處理單元1308。信號處理單元1308可實施手勢辨認之功能性。所得輸出可經由IO單元1318而提供至主機1303。

系統可進一步包含各種額外模組，諸如內部時脈單元1309、記憶體(諸如快閃記憶體1312)、一電壓參考單元1310、電力管理單元1314、低電力喚醒單元1316、重設控制單元1322及通信控制單元1320。

以下參考文獻提供與隱藏式馬爾可夫模型之使用有關之額外資訊：

L. E. Baum等人「A maximization technique occurring in the statistical analysis of probabilistic functions of Markov chains」, Ann. Math. Statist., 第41卷，1970年第1期第164頁至第171頁。

E. Behrends : Introduction to Markov Chains , Viehweg Verlag , 2000 。

L. R. Rabiner : 「A tutorial on Hidden Markov Models und selected applications in speech recognition」, Proceedings of the IEEE , 第77卷，1989年2月第2期。

A. J. Viterbi : 「Error bounds for convolutional codes and an asymptotically optimum decoding algorithm」, IEEE Transactions on Information Theory , 第13卷，1967年4月。

Welch : 「Hidden Markov Models and the Baum-Welch Algorithm」, IEEE Information Theory Society Newsletter , 2003年12月。

儘管已相對於本發明之特定實施例而描述本發明，但此等實施例僅繪示而非限制本發明。本發明之所繪示實施例之本文描述(其包含【中文】及【發明內容】中之描述)非意欲具窮舉性或將本發明限制於本文中所揭示之精確形式(且特定言之，【中文】及【發明內容】內所包含之任何特定實施例、特徵或功能非意欲將本發明之範疇限制於此實施例、特徵或功能)。相反地，該描述意欲描述繪示性實施

例、特徵及功能以使一般技術者理解本發明且不將本發明限制於任何特定描述之實施例、特徵或功能(其包含【中文】或【發明內容】中所描述之任何此類實施例、特徵或功能)。儘管本文中已描述僅用於繪示目的之本發明之特定實施例及實例，但各種等效修改可落於本發明之精神及範疇內，如熟習相關技術者將認知及瞭解。如所指示，可鑒於本發明之所繪示實施例之先前描述而對本發明作出此等修改且此等修改將包含於本發明之精神及範疇內。因此，儘管本文中已參考本發明之特定實施例而描述本發明，但在先前揭示內容中意欲進行大量修改、各種改變及取代，且應瞭解：在一些例項中，將在不背離如所陳述之本發明之範疇及精神之情況下採用本發明之實施例之一些特徵且無需對應地使用其他特徵。因此，可作出諸多修改以使一特定情形或材料適應本發明之基本範疇及精神。

在本說明書中，參考「一實施例」或「一特定實施例」或類似術語意味著：結合該實施例而描述之一特定特徵、結構或特性包含於至少一實施例中且未必存在於所有實施例中。因此，分別出現於本說明書之各種位置中之片語「在一實施例中」或「在一特定實施例中」或類似術語未必意指相同實施例。此外，任何特定實施例之特定特徵、結構或特性可依任何適合方式與一或多項其他實施例組合。應瞭解：本文中所描述及所繪示之實施例之其他變動及修改可鑒於本文中之教示且將被視為本發明之精神及範疇之部分。

在本文之描述中，提供諸多特定細節(諸如組件及/或方法之實例)以提供對本發明之實施例之完全理解。然而，熟習相關技術者將認知：能夠在無該等特定細節之一或多者之情況下或藉由其他設備、系統、總成、方法、組件、材料、部件及/或類似物而實踐一實施例。在其他例項中，未特別詳細地展示或描述熟知結構、組件、系統、材料或操作以避免使本發明之實施例之態樣不清楚。儘管可藉由

使用一特定實施例而繪示本發明，但此非必然且並不將本發明限制於任何特定實施例，且一般技術者將認知：額外實施例係易於理解的且係本發明之一部分。

任何適合程式撰寫語言(其包含C、C++、Java、組合語言等等)可用於實施本文中所描述之本發明之實施例之常式、方法或程式。可採用不同程式撰寫技術，諸如過程或物件導向。可於一單一電腦處理裝置或多個電腦處理裝置、一單一電腦處理器或多個電腦處理器上執行任何特定常式。資料可儲存於一單一儲存媒體中或透過多個儲存媒體而分佈，且可駐留於一單一資料庫或多個資料庫中(或其他資料儲存技術)。儘管可依一特定順序呈現步驟、操作或計算，但在不同實施例中可改變此順序。在一些實施例中，就本說明書中展示為循序之多個步驟而言，可在替代實施例中同時執行此等步驟之某一組合。本文中所描述之操作序列可由另一程序(諸如一操作系統、核心等等)中斷、暫停或依其他方式控制。常式可在一操作系統環境中操作或用作獨立常式。可在硬體、軟體、韌體或其等之組合中執行本文中所描述之功能、常式、方法、步驟及操作。

可在軟體或硬體或兩者之一組合中以控制邏輯之形式實施本文中所描述之實施例。控制邏輯可儲存於一資訊儲存媒體(諸如一電腦可讀媒體)中作為經調適以引導一資訊處理裝置執行各種實施例中所揭示之一組步驟的複數個指令。基於本文中所提供之揭示內容及教示，一般技術者將瞭解實施本發明之其他方式及/或方法。

在軟體程式化或編碼中實施本文中所描述之步驟、操作、方法、常式或其等之部分之任何者亦落於本發明之精神及範疇內，其中此等軟體程式化或編碼可儲存於一電腦可讀媒體中且可由一處理器操作以允許一電腦執行本文中所描述之步驟、操作、方法、常式或其等之部分之任何者。可藉由在一或多個通用數位電腦中使用軟體程式化

或編碼、藉由使用專用積體電路、可程式化邏輯裝置、場可程式化閘陣列等等而實施本發明。可使用光學、化學、生物、量子或奈米工程之系統、組件及機構。一般而言，本發明之功能可由此項技術中已知之任何構件實現。例如，可使用分佈式或聯網式系統、組件及電路。在另一實例中，資料之通信或傳送(或依其他方式自一位置移動至另一位置)可為有線的、無線的或藉由任何其他方式。

一「電腦可讀媒體」可為可含有、儲存、傳送、傳播或輸送供指令執行系統、設備、系統或裝置使用或與指令執行系統、設備、系統或裝置一起使用之程式的任何媒體。僅舉例而言(但不限於)，該電腦可讀媒體可為一電子、磁性、光學、電磁、紅外線或半導體之系統、設備、系統、裝置、傳播媒體或電腦記憶體。此電腦可讀媒體一般應為機器可讀的且包含人類可讀(例如原始碼)或機器可讀(例如目標碼)之軟體程式化或編碼。非暫時性電腦可讀媒體之實例可包含隨機存取記憶體、唯讀記憶體、硬碟、資料匣、磁帶、軟碟、快閃記憶體驅動器、光學資料儲存裝置、光碟唯讀記憶體及其他適當電腦記憶體及資料儲存裝置。在一繪示性實施例中，一些或所有軟體組件可駐留於一單一伺服器電腦上或駐留於分離伺服器電腦之任何組合上。熟習技術者應瞭解：本文中所揭示之實施一實施例之一電腦程式產品可包括儲存在一計算環境中可由一或多個處理器轉譯之電腦指令的一或多個非暫時性電腦可讀媒體。

一「處理器」包含處理資料、信號或其他資訊之任何硬體系統、機構或組件。一處理器可包含具有一通用中央處理單元、多個處理單元、用於實現功能性之專用電路、或其他系統的一系統。處理無需受限於一地理位置或具有時間限制。例如，一處理器可「即時」、「離線」、或在一「批次模式」中等等執行其功能。可在不同時間及不同位置由不同(或相同)處理系統執行部分處理。

如本文中所使用，術語「包括」、「包含」、「具有」或其等之任何其他變形意指涵蓋一非排除包含。例如，包括一列表之元件的一程序、產品、物件或設備未必僅限於該等元件，且可包含此程序、產品、物件或設備未明確列出或固有之其他元件。

此外，若無另外說明，則如本文中所使用之術語「或」一般意指「及/或」。例如，一條件A或B滿足以下之任何者：A為肯定(或存在)且B為否定(或不存在)；A為否定(或不存在)且B為肯定(或存在)；及A及B兩者為肯定(或存在)。如本文中(其包含以下申請專利範圍)所使用，若申請專利範圍內未另外明確說明(即，涉及項「一」明確地指示僅為單數或僅為複數)，則前面加上「一」(及「該(等)」，前提為前文已出現過「一」)之一術語包含此術語之單數形式及複數形式兩者。此外，如本文之描述中及以下申請專利範圍中所使用，若內文無另外明確說明，則「在...中」之含義包含「在...中」及「在...上」。

應瞭解：圖式/圖中所描繪之元件之一或多者亦可依一更分離或更整合之方式實施，或甚至被移除或在某些情況中呈現為無法操作，如根據一特定應用所使用。另外，若無另外特別說明，則圖式/圖中之任何信號箭頭應被視為僅具例示性而非限制性。

【符號說明】

100	感測器組態
102	手指
103	鍵盤
104a	區域/底部電極
104b	區域/右側電極
104c	區域/頂部電極
104d	區域/左側電極
106	線

107	矩形區域
108	作用區域
302	漸進偏移值
402	向右撥動
404	向左撥動
406	向上撥動
408	向下撥動
410	圓形順時針手勢
412	圓形逆時針手勢
414	確認手勢/檢查手勢
416	取消手勢
1000	流程圖
1002	步驟
1004	步驟
1006	步驟
1008	步驟
1010	步驟
1012	步驟
1014	步驟
1016	步驟
1018	步驟
1020	步驟
1022	步驟
1024	步驟
1026	步驟
1300	感測器系統

1301	感測控制器
1302	感測電極
1303	主機系統/主機
1304	TX信號產生器
1306	信號調節模組
1307	類比轉數位轉換器(ADC)
1308	匯流排/信號處理單元
1309	內部時脈單元
1310	電壓參考單元
1312	快閃記憶體
1314	電力管理單元
1316	低電力喚醒單元
1318	IO單元
1320	通信控制單元
1322	重設控制單元

申請專利範圍

1. 一種用於無觸式手勢辨認之方法，其包括：

使用相關聯之複數個偵測感測器來偵測一或多個手勢相關信號；及

使用一自動辨認技術來評估偵測自該一或多個手勢相關信號之該無觸式手勢以判定該無觸式手勢是否對應於一預定組之手勢之一者，其中在判定該手勢之一開始中，若一目標物體與至少一感測器之間之距離減小及該目標物體與至少另一感測器之間之距離增大，且預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，則判定一開始。

2. 如請求項1之方法，其中評估該手勢包含：判定一手勢之一停止。
3. 如請求項1之方法，其中若在一給定時間該目標物體與所有感測器之間之距離增大，及/或預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，及/或在該給定時間之後信號變化量小於預定複數個信號取樣之一預定臨限值，則判定該手勢之一停止。
4. 如請求項1之方法，其中由一或多個隱藏式馬爾可夫模型表示各手勢。
5. 如請求項4之方法，其中評估一手勢包含：評估一或多個隱藏式馬爾可夫模型之概率量測值。
6. 如請求項4之方法，其中相關聯於該一或多個隱藏式馬爾可夫模型之觀測矩陣的特徵係非量化或量化感測器信號位準、x/y/z位置、距離、方向、方位、角度及/或此等特徵相對於時間之一階、二階或二階以上導數、或其等之任何組合。

7. 如請求項4之方法，其中與該一或多個隱藏式馬爾可夫模型之觀測矩陣相關聯之特徵係量化為兩個量化位準之感測器信號位準之一階導數。
8. 如請求項5之方法，其中針對各新信號取樣或特徵而更新各隱藏式馬爾可夫模型之概率。
9. 如請求項8之方法，其中若一隱藏式馬爾可夫模型之概率超過一預定臨限值，則停止該辨認。
10. 一種使用由一感測器配置及相關聯偵測電極產生之一交流電場來手勢辨認之系統，其中執行一手勢而不觸碰一表面，其中使用隱藏式馬爾可夫模型來評估電極信號，其中判定一手勢之開始及停止判定準則，及其中用於評估該等隱藏式馬爾可夫模型之概率的特徵序列係量化為兩個量化位準之感測器信號位準之一階導數。
11. 一種用於手勢辨認之系統，其包括：
 - 一感測器配置，其使用相關聯之複數個偵測感測器來偵測一或多個手勢相關信號；及
 - 一模組，其使用一自動辨認技術來評估偵測自該一或多個手勢相關信號之一無觸式手勢以判定該手勢是否對應於一預定組之手勢之一者，其中若一目標物體與至少一感測器之間之距離減小及該目標物體與至少一感測器之間之距離增大，且預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，則判定一開始。
12. 如請求項11之系統，其中若在一給定時間該目標物體與所有感測器之間之距離減小，及/或預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，及/或在該給定時間之後信號變化量小於預定複數個信號取樣之一預定臨限值，則判定該手

勢之一停止。

13. 如請求項11之系統，其中由一或多個隱藏式馬爾可夫模型表示各手勢。
14. 如請求項13之系統，其中評估一手勢包含：評估一或多個隱藏式馬爾可夫模型之概率量測值。
15. 如請求項13之系統，其中相關聯於該等隱藏式馬爾可夫模型之觀測矩陣的特徵係非量化或量化感測器信號位準、x/y/z位置、距離、方向、方位、角度及/或此等特徵相對於時間之一階、二階或二階以上導數、或其等之任何組合。
16. 如請求項13之系統，其中該等特徵係量化為兩個量化位準之感測器信號位準之一階導數。
17. 如請求項14之系統，其中針對各新信號取樣或特徵而更新各隱藏式馬爾可夫模型之概率。
18. 如請求項17之系統，其中若一隱藏式馬爾可夫模型之概率超過一預定臨限值，則停止該辨認。
19. 一種電腦可讀媒體，其包含用於以下各者之一或多個非暫時性機器可讀程式指令：

使用複數個偵測感測器來接收一或多個手勢相關信號；及

使用一自動辨認技術來評估偵測自該一或多個手勢相關信號之一無觸式手勢以判定該手勢是否對應於一預定組之手勢之一者，其中若一目標物體與至少一感測器之間之距離減小及該目標物體與至少一感測器之間之距離增大，且預定複數個信號取樣內之一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，則判定一開始。

20. 如請求項19之電腦可讀媒體，其中若在一給定時間該目標物體與所有感測器之間之距離減小，及/或預定複數個信號取樣內之

一短期變異數或一等效量測值小於一臨限值，及/或在該給定時間之後信號變化量小於預定複數個信號取樣之一預定臨限值，則判定該手勢之一停止。

21. 如請求項19之電腦可讀媒體，其中由一或多個隱藏式馬爾可夫模型表示各手勢。
22. 如請求項21之電腦可讀媒體，其中評估一手勢包含：評估一或多個隱藏式馬爾可夫模型之一概率量測值。
23. 如請求項21之電腦可讀媒體，其中相關聯於該一或多個隱藏式馬爾可夫模型之觀測矩陣的特徵係非量化或量化感測器信號位準、x/y/z位置、距離、方向、方位、角度及/或此等特徵相對於時間之一階、二階或二階以上導數、或其等之任何組合。
24. 如請求項21之電腦可讀媒體，其中該等特徵係量化為兩個量化位準之感測器信號位準之一階導數。
25. 如請求項22之電腦可讀媒體，其中針對各新信號取樣或特徵而更新各隱藏式馬爾可夫模型之概率。
26. 如請求項25之電腦可讀媒體，其中若隱藏式馬爾可夫模型超過一預定臨限值，則停止辨認。
27. 一種用於手勢辨認之方法，其包括：

使用相關聯之複數個偵測感測器來偵測一或多個手勢相關信號，其中執行一手勢而不觸碰一表面；及

使用一自動辨認技術來評估偵測自該一或多個手勢相關信號之該手勢以判定該手勢是否對應於一預定組之手勢之一者，

其中由一或多個隱藏式馬爾可夫模型表示各手勢，及其中與該一或多個隱藏式馬爾可夫模型之觀測矩陣相關聯的特徵係量化為兩個量化位準之感測器信號位準之一階導數。

28. 一種用於手勢辨認之系統，其包括：

一感測器配置，其使用相關聯之複數個偵測感測器來偵測一或多個手勢相關信號；及

一模組，其用於使用一自動辨認技術來評估偵測自該一或多個手勢相關信號之一無觸式手勢以判定該手勢是否對應於一預定組之手勢之一者，其中由一或多個隱藏式馬爾可夫模型表示各手勢，及其中與該一或多個隱藏式馬爾可夫模型相關聯之觀測矩陣的特徵係量化為兩個量化位準之感測器信號位準之一階導數。

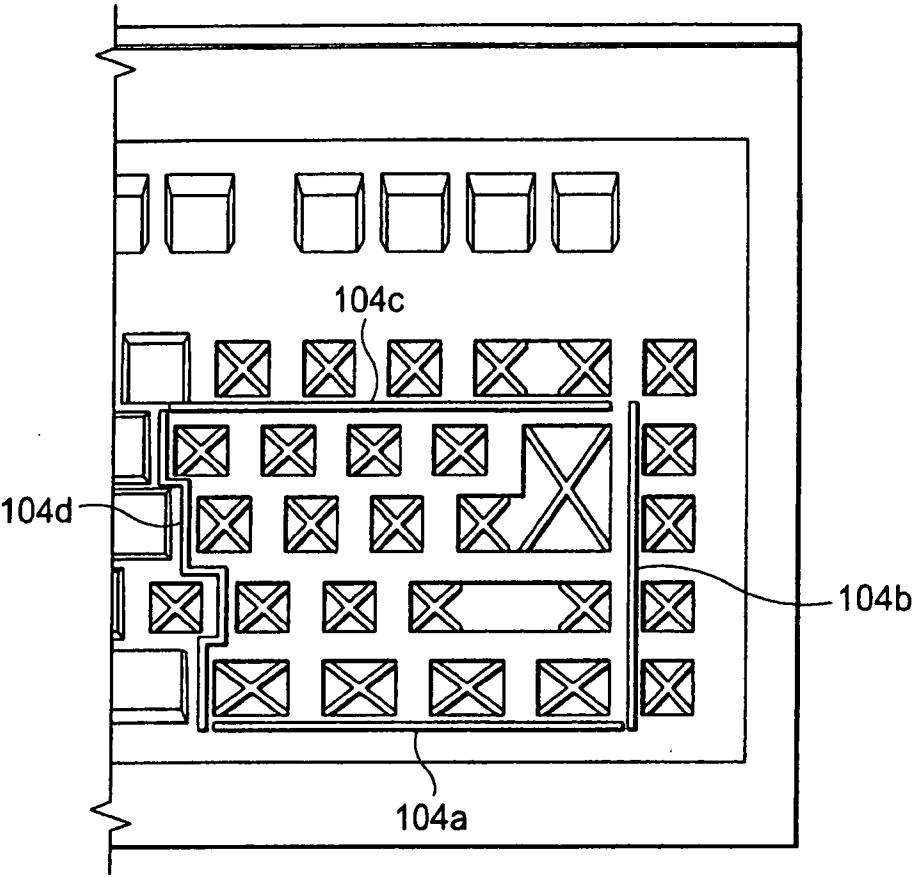


圖 2

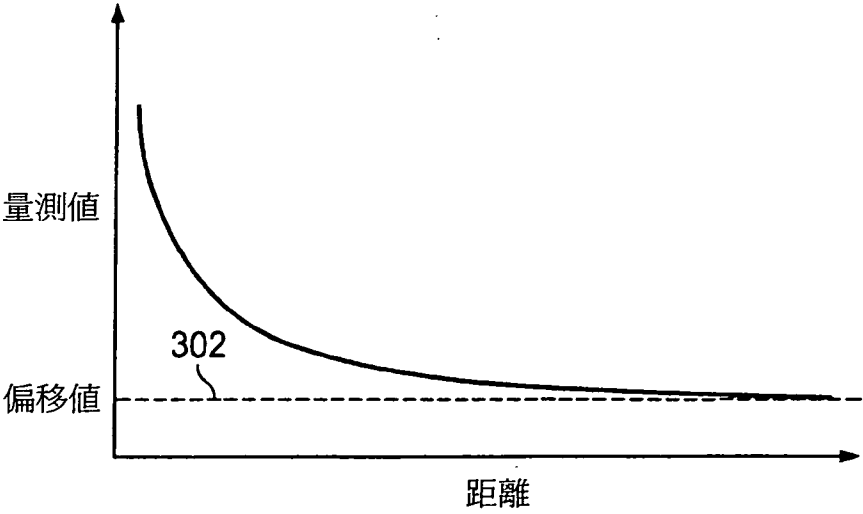


圖 3

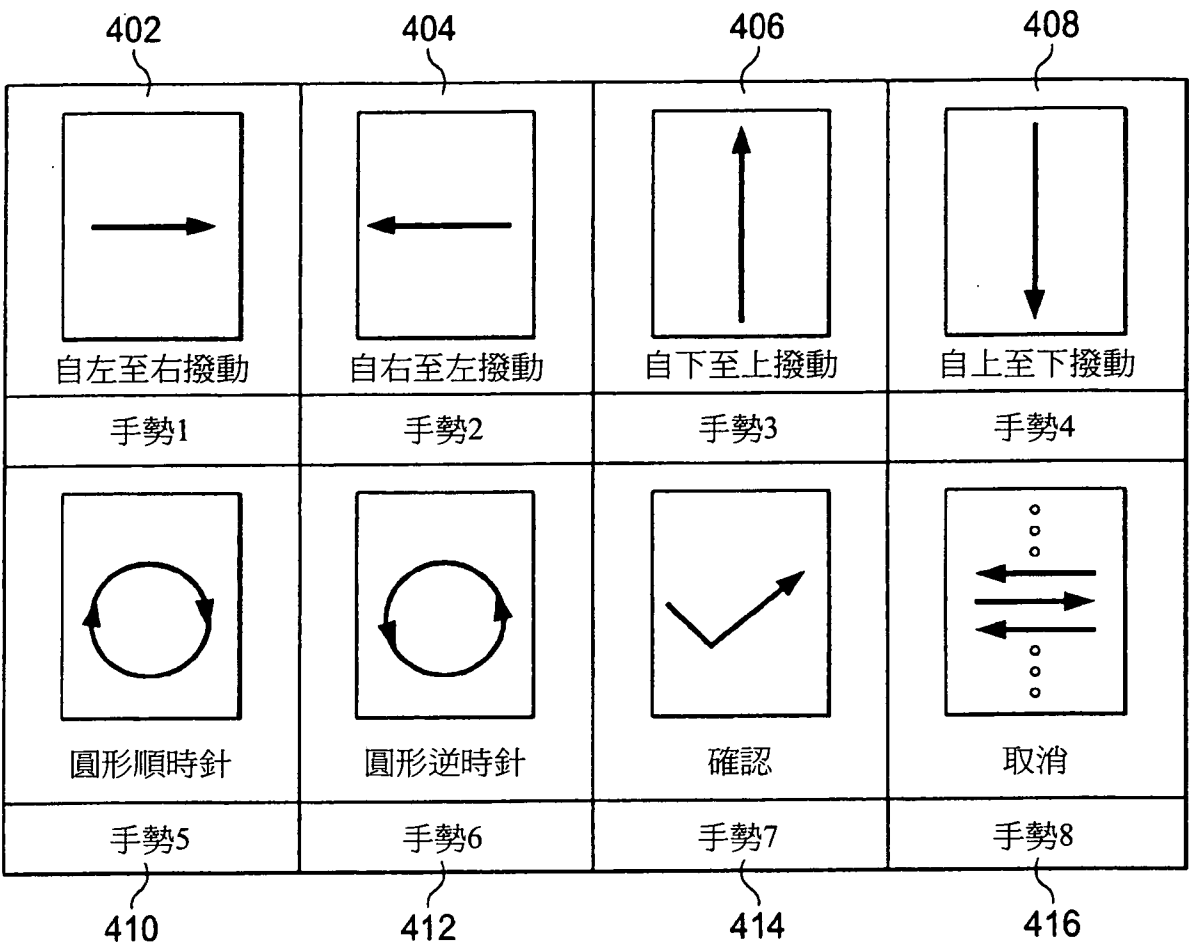


圖 4

EB	1.5	2.3	0.9	-0.4	-1.9	-1.2	-0.5
EL	-3.4	-4.1	-1.3	-2.1	-1.8	-1.1	-0.2
ET	-0.5	-0.2	-0.1	0.2	0.8	1.2	1.5
ER	0.2	0.4	0.7	1.3	2.1	3.0	4.2

圖 5A

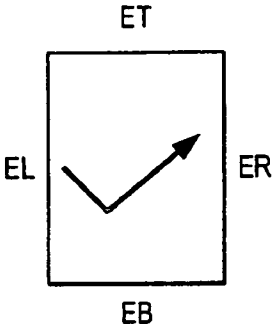
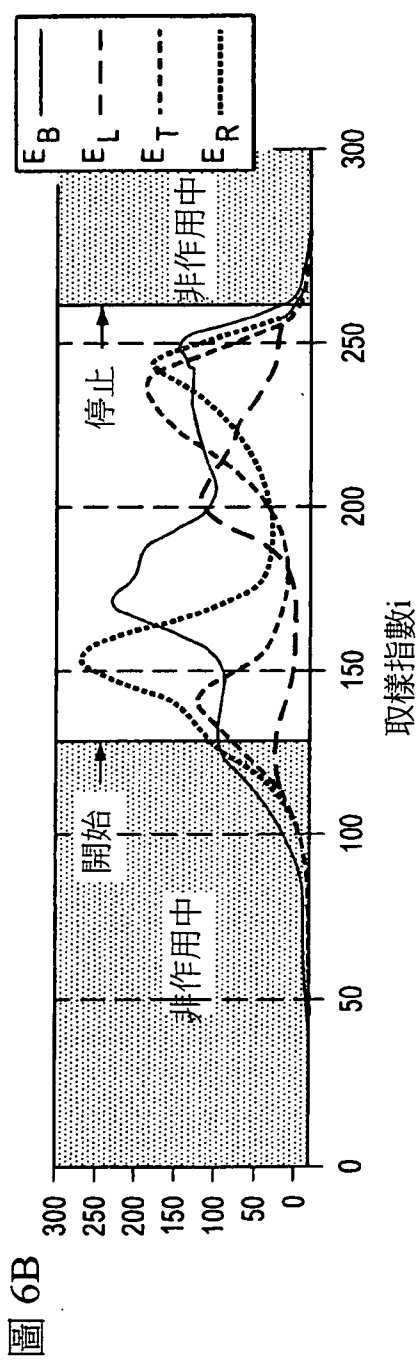
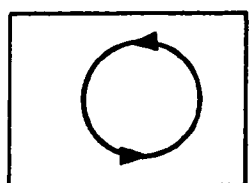
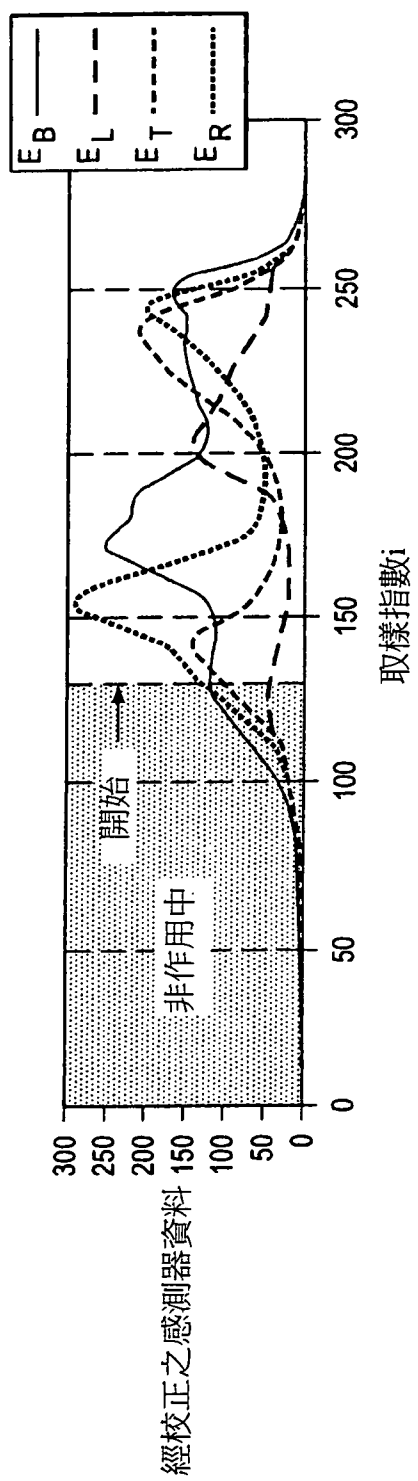


圖 5B



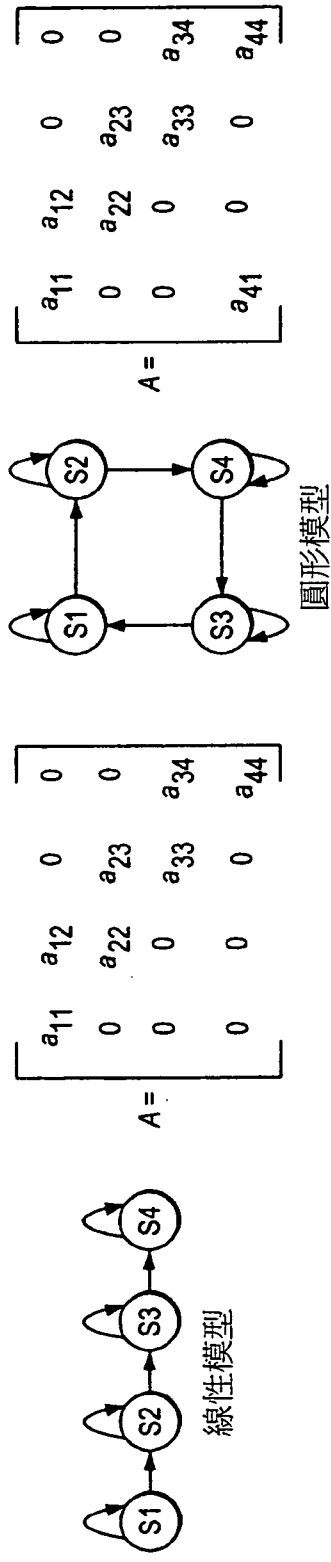
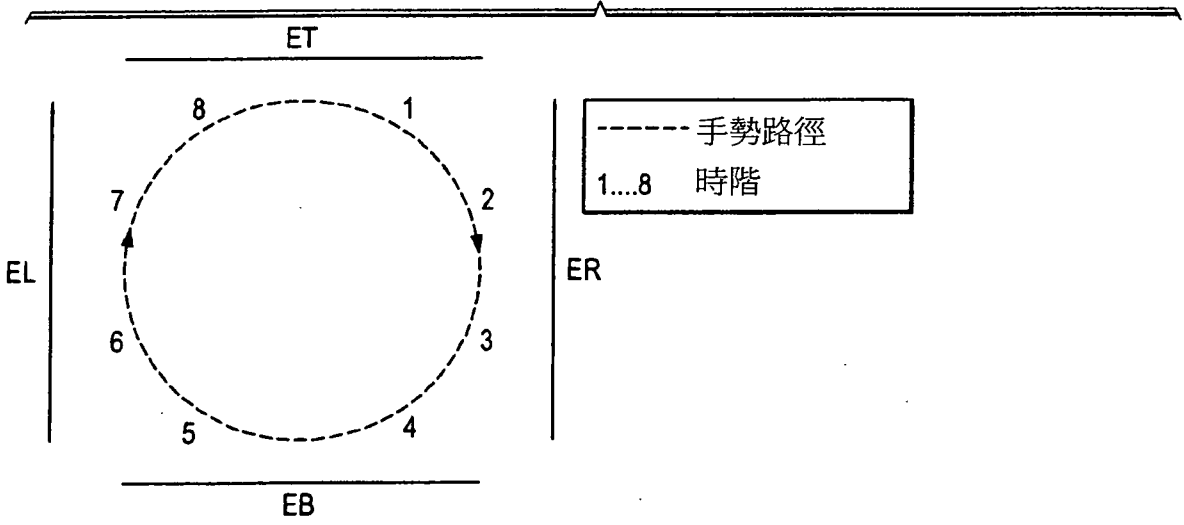


圖 8

線性HMM	$\pi = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$; $A = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0.0 & \vdots & 0.0 \\ 0.0 & 0.9 & 0.1 & \vdots & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.9 & \vdots & 0.0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & \vdots & 1.0 \end{bmatrix}$; $B = \begin{bmatrix} b_{jm} \end{bmatrix}$ $3 \times M$ $b_{jm} = \frac{1}{M}$
圓形HMM	$\pi = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$; $A = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0.0 & \vdots & 0.0 \\ 0.0 & 0.9 & 0.1 & \vdots & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.9 & \vdots & 0.0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & \vdots & 0.9 \end{bmatrix}$; $B = \begin{bmatrix} b_{jm} \end{bmatrix}$ $4 \times M$ $b_{jm} = \frac{1}{M}$

圖 9



時階	1	2	3	4	5	6	7	8
EB	0.5	1.3	1.8	0.3	-0.3	-1.2	-1.7	-0.2
EL	-0.4	-0.1	0.2	1.1	1.9	0.3	-0.3	-0.6
ET	-0.5	-1.8	-1.6	-0.5	0.4	1.2	1.8	0.7
ER	0.7	0.3	-0.3	-1.8	-0.9	-0.2	0.3	0.7

圖 11

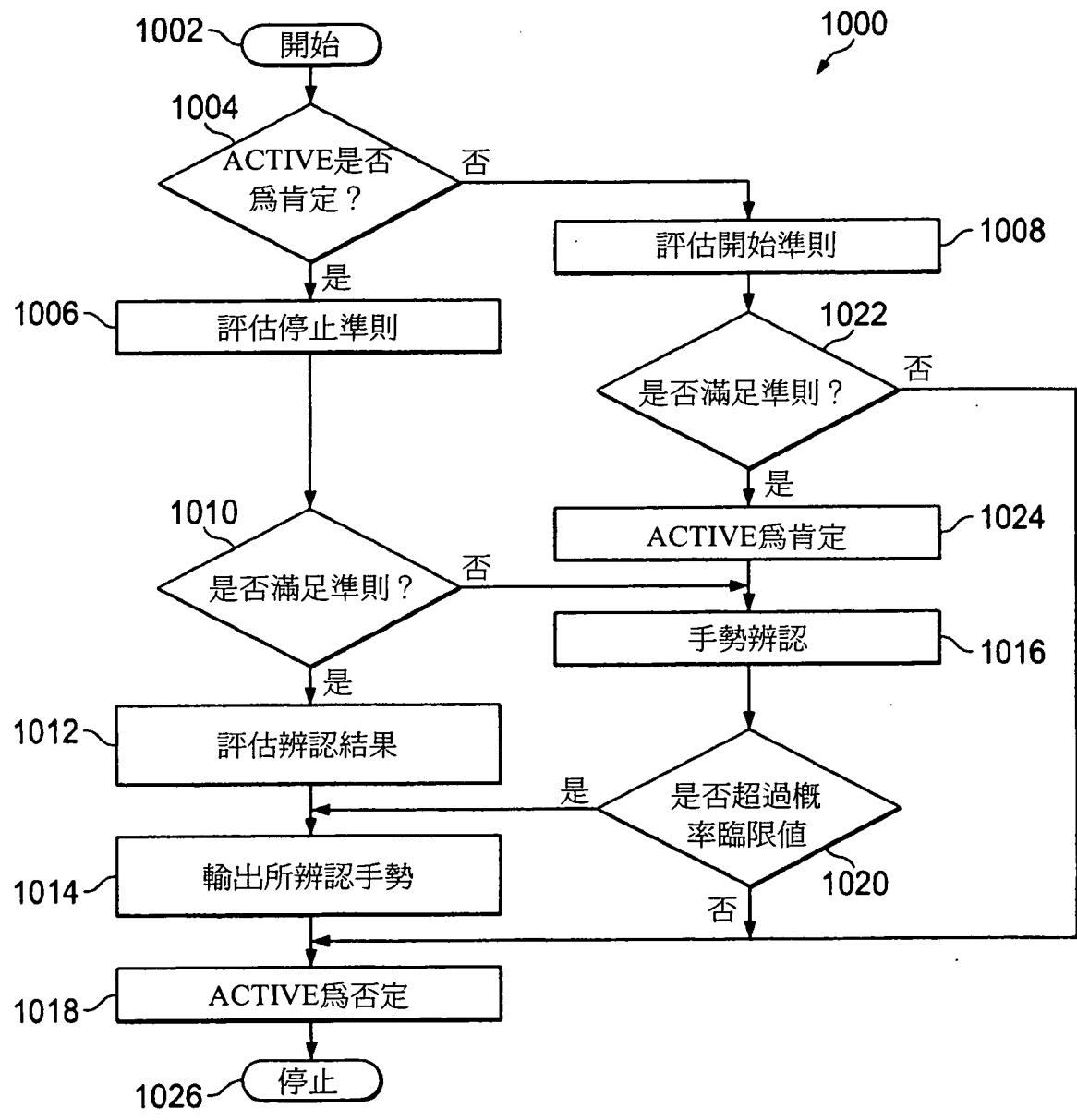


圖 10

所辨認之手勢

%	所辨認之手勢									被拒絕	總和
	→	←	↑	↓	↺	↻	↘	↕↕	↕↕↕		
→	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
←	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100
↑	0	0	96	0	0	0	0	1	3	100	100
↓	0	0	0	95	1	0	1	0	3	100	100
↺	0	0	0	0	97	0	1	0	2	100	100
↻	0	0	0	0	0	95	0	5	0	100	100
↘	0	0	0	0	1	1	95	0	3	100	100
↕↕↕	0	0	0	0	4	0	0	96	0	100	100

所執行之手勢

圖 12

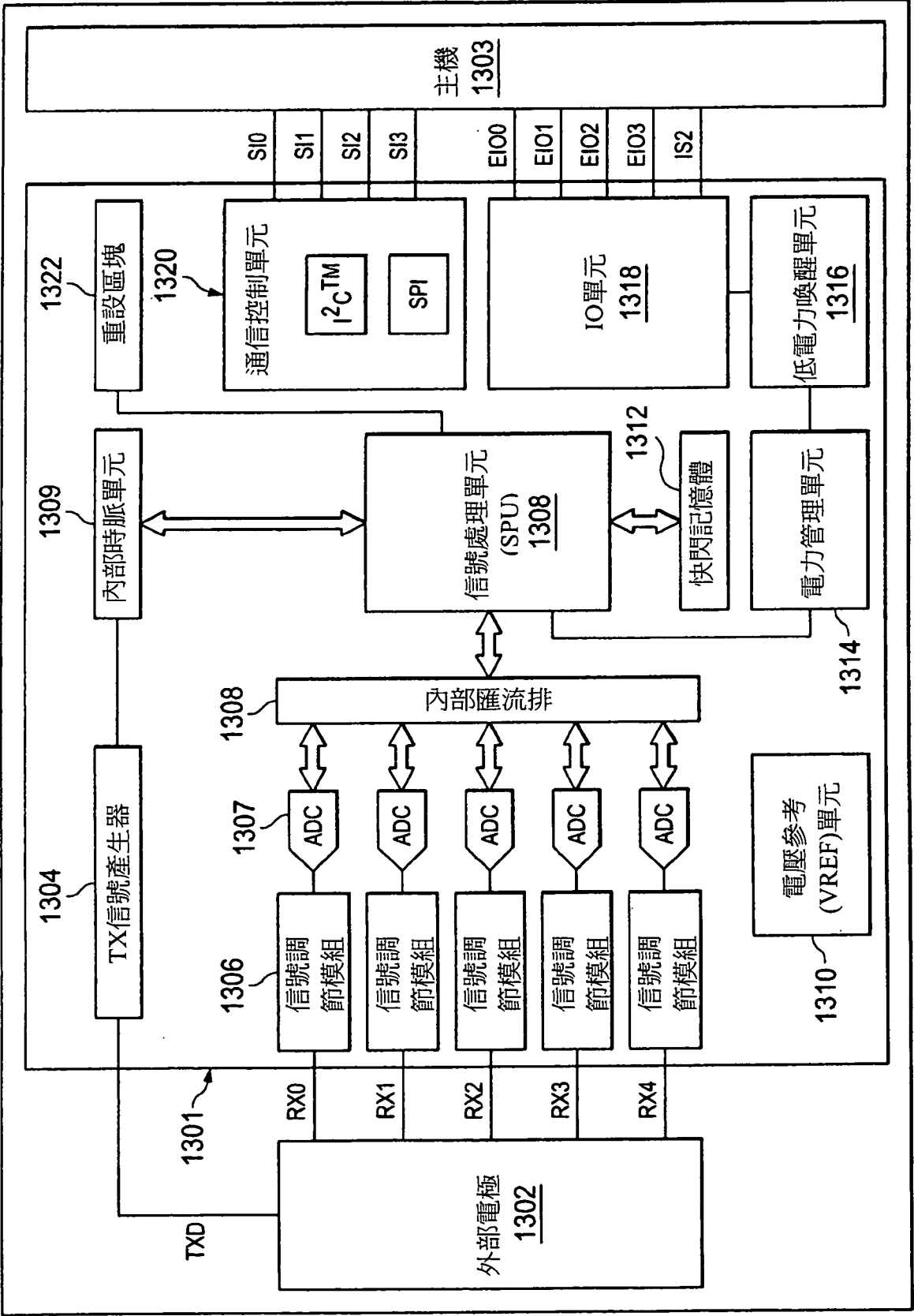


圖 13