



(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 I856496 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：112102846

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 01 月 19 日

(51)Int. Cl. : G01V1/01 (2024.01)

G01V1/24 (2006.01)

(71)申請人：衛波科技股份有限公司 (中華民國) P-WAVER INC. (TW)

臺北市中山區松江路 82 號 6 樓

(72)發明人：林沛暘 LIN, PEI YANG (TW) ; 王修賢 WANG, HSIU HSIEN (TW) ; 江宏偉

CHIANG, HUNG WEI (TW)

(74)代理人：蔡清福；王鵬飛；蔡駁理

(56)參考文獻：

TW 201411174A

TW 201819955A

CN 113466962A

WO 2021/027026A1

WO 2022/093506A1

審查人員：林永昌

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：7 共 25 頁

(54)名稱

運用人工智慧和地震縱波參數於現地型地震預估方法

(57)摘要

提出一種預估一現地型地震強度的方法，該方法包括以下步驟：針對一本地位置，獲取複數地震歷史資料，其中該些地震歷史資料中的每一筆包含相對應的一地震縱波訊息和一地震橫波特徵值，且各該地震縱波訊息包括至少一加速度值、一週期、一位移量和一速度值在內的多個地震縱波相關的數據；以及依據至少該些地震歷史資料，透過一人工智慧演算模組，獲得關於該本地位置的一地震橫波預估模型。

A method for predicting an on-site seismic feature value includes the following steps: obtaining a plurality of seismic historical data for a local location, wherein each of the seismic historical data contains a corresponding seismic longitudinal wave information and a seismic transverse wave feature values, and each of the seismic longitudinal wave information includes a plurality of data related to the vertical direction of the ground surface, including at least one acceleration value, a displacement value, a period and a velocity value; and based on at least the seismic history data, obtaining a seismic transverse wave prediction model for the local location via a artificial intelligence calculation module.

指定代表圖：

符號簡單說明：

501/502:步驟

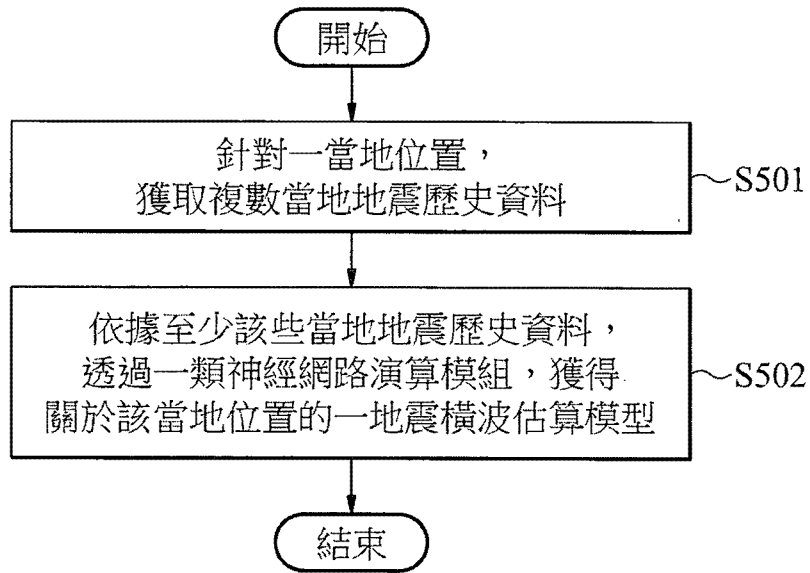


圖 5

I856496

發明摘要

【發明名稱】(中文/英文)

運用人工智慧和地震縱波參數於現地型地震預估方法/ A Method for Predicting an On-site Earthquakes Using Artificial Intelligence and Seismic P-wave Parameters

【中文】

提出一種預估一現地型地震強度的方法，該方法包括以下步驟：針對一本地位置，獲取複數地震歷史資料，其中該些地震歷史資料中的每一筆包含相對應的一地震縱波訊息和一地震橫波特徵值，且各該地震縱波訊息包括至少一加速度值、一週期、一位移量和一速度值在內的多個地震縱波相關的數據；以及依據至少該些地震歷史資料，透過一人工智慧演算模組，獲得關於該本地位置的一地震橫波預估模型。

【英文】

A method for predicting an on-site seismic feature value includes the following steps: obtaining a plurality of seismic historical data for a local location, wherein each of the seismic historical data contains a corresponding seismic longitudinal wave information and a seismic transverse wave feature values, and each of the seismic longitudinal wave information includes a plurality of data related to the vertical direction of the ground surface, including at least one acceleration value, a displacement value, a period and a velocity value; and based on at least the seismic history data, obtaining a seismic transverse wave prediction model for the local location via a artificial intelligence calculation module.

【代表圖】

【本案指定代表圖】: 第 (5) 圖。

【本代表圖之符號簡單說明】: 501/502 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】(中文/英文)

運用人工智慧和地震縱波參數於現地型地震預估方法/ A Method for Predicting an On-site Earthquakes Using Artificial Intelligence and Seismic P-wave Parameters

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種預估地震強度的方法與裝置，特別是一種用於新參數設定與學習法則來預估現地型地震強度和預警分析的方法與裝置。

【先前技術】

【0002】 地震在許多地區造成不同程度的災害，所以關於地震的預測技術受到高度重視。一般而言，地震預警技術可分為區域型(Regional)地震預警技術及現地型(OnSite)地震預警技術兩類。由於區域型地震預警技術使用來自多個設置於震央附近之地震測站的量測數據，因此區域型地震預警技術估測之地震參數的準確度，通常比現地型地震預警技術的估測準確度高。然而，對於位處地震活動頻繁地區之建物或設備，時常需面臨地震帶來的破壞及損失。尤其在靠近震央之區域，其強度往往遠大於震央外圍區域之強度，導致在破壞性震波抵達外圍區域前，區域型地震預警系統可預先計算出地震參數預估值的时间非常有限，難以讓震央現場的人員設備採取即時的反應及疏散。

【0003】 中華民國專利公告號I636276提出一種可根據地震的初達波(縱波，Primary Wave)特徵，並利用支撐向量分類(Support Vector

Classification, SVC)法所建立之地震判斷模型來判斷所接收的地震資料屬於地震事件或非地震事件的地震判斷方法及其相關地震偵測系統，然而該方法沒有提供關於預估地震大小的實施方式。

【0004】 中華民國專利公告號I444648提出一種地震數據分析技術，運用一種類神經網路模組來進行現地型地震即時分析，依據於偵測地點偵測到之地震縱波，以預測到達該偵測地點的該地震之剪切波(橫波，Shear Wave) 的大小。該專利揭露一種使用多達11個物理量當作原始物理量目標值的方法來依據地震歷史資料而獲得所需要的地震預測模型。從其說明書圖式所顯示的關聯圖可知，運用該方法所得到的模型難以提供足夠準確可靠的預測值。

【0005】 此外，由於地質結構的差異，不同地區所適用的現地型預估模型之間可能存在有顯著的差異，然而在許多偏遠地區的地震歷史數據十分有限，可運用的資料內容不足以進行完整的預估。因此，需要能夠避免上述先前技藝的缺點，並且能建構出適用於不同地區的現地型預估地震模型，是需要解決的技術問題。

【發明內容】

【0006】 本發明提出一種用於預估現地型地震強度的方法與裝置，可以即時提供對地震橫波特徵值足夠準確可靠的預測。本發明所獲得的模型整體上有將近99%的準確性，而且無論對震度大小的地震預測都具有的一致性，完全符合商業模式之所需。

【0007】 依據本發明一實施例，提出一種獲得現地型地震預估模型的方法，包括以下步驟：針對一本地位置，獲取複數地震歷史資料，其中該

些地震歷史資料中的每一筆包含相對應的一地震縱波訊息和一地震橫波特徵值，且各該地震縱波訊息包括至少一加速度值、一週期、一位移量和一速度值在內的多個地震縱波相關的數據，且該地震橫波特徵值包括一地表最大加速度值或一地表最大速度值；以及依據該些地震歷史資料，透過一類神經網路演算模組，獲得關於該本地位置的該地震橫波預估模型。

【0008】 依據本發明另一實施例，提出一種用於預估一現地型地震強度的裝置，包含：一訊號預處理模組，配置以獲取一即時地震縱波垂直加速度資料，且將該即時地震縱波垂直加速度資料轉換成為一週期、一速度值和一位移量；以及一即時預估模組，耦接於該訊號預處理模組，接收該即時地震縱波垂直加速度資料、該速度值和該位移量，且依據該即時地震縱波垂直加速度資料、該週期、該速度值和該位移量，獲得關於該量測位置上相對應於該即時地震縱波垂直加速度資料的一即時地震橫波的特徵預估值，其中，該即時預估模組係使用一地震橫波預估模型來預估該即時地震橫波的特徵預估值，且該地震橫波預估模型係依據複數地震歷史資料，透過一人工智慧演算模組而獲得，且該人工智慧演算模組係一類神經網路演算模組。

【0009】 依據本發明另一實施例，提出一種現地型地震強度預估的方法，包括以下步驟：針對一量測位置，獲取來自該量測位置的一即時地震縱波訊息，其中該即時地震縱波訊息包括至少一加速度值、一週期、一位移量和一速度值；以及依據該地震縱波訊息，使用一地震橫波預估模型來獲得關於該量測位置上相對應於該即時地震縱波訊息的一即時地震橫波之一預估特徵值，其中，該地震橫波預估模型係依據複數地震歷史資料，透

過一人工智慧演算模組而獲得，且該人工智慧演算模組係一類神經網路演算模組。

【0010】 本發明所提出的預估一現地型地震強度的方法與裝置，可以用於地震易發生地區的建築物或設備周遭，減輕因地震所造成的災害，具有產業利用性。

【圖式簡單說明】

【0011】 本案得藉由下列圖式之詳細說明，俾得更深入之瞭解：

圖1係地震縱波與橫波的示意圖；

圖2顯示地震縱波與橫波到達特定位置的時間與加速度的示意圖；

圖3是依據先前技藝所得到的地震震度預估值與實際量測值的關聯示意圖；

圖4依本發明使用類神經網路模組一實施例的示意圖；

圖5顯示依本發明獲得現地型地震預估模型的方法之實施例示意圖；

圖6顯示依據本發明實施例預估現地型地震強度的方法所得到的地震震度預估值與實際量測值的關聯示意圖；

圖7 係本發明實施例用於預估現地型地震強度的裝置示意圖。

【實施方式】

【0012】 本發明將可由下列實施例說明而得到充分瞭解，使熟習本技藝之人士可以據以完成之，然本發明之實施並非可由下列實施例而被限制其實施型態。

【0013】 請參閱圖1及圖2。圖1係習知地震縱波與橫波傳遞方式的示意圖。圖2顯示在圖1中地震縱波與橫波的時間與加速度的示意圖。由於縱波的波速在地表約在每秒6-8公里左右，而橫波的波速在地表約為縱波的一

半，在離震央一定距離的位置上就可以明顯觀察到縱波與橫波到達的時間上有相當的間隔。例如，距離震央約10公里的地方縱波與橫波到達的時間間隔就有3秒鐘。如果有裝置可以在這時間以內有效的依據縱波的量測資料對後續的橫波大小進行預估，就有機會即時採取安全措施，將地震可能造成的設備與人員損失降低到一定的限度。

【0014】 圖3顯示依據上述中華民國專利公告號I636276所提出，參考多筆全台測站所測得的歷史資料，利用支撐向量分類(Support Vector Classification, SVC)法而建立之地震判斷模型，並依據該地震判斷模型及新接收的縱波資料預估橫波震度級別的預估值與實際量測值的關聯圖。從圖中可知，儘管該方法的地震預估值整體上有94.8%的準確性，但是對震度較小的地震預測準確度明顯的失準。所述的準確性是以預估值的震度級值誤差不超過1級就算是準確。然而上述SVC法的震度級別預測能力存在5%的誤判機率，這樣的條件下，高科技與高精密製造業者難以依據其即時預估的結果採取防範行動，因為其可能造成假警報而產生營業的損失太高。此外，對於高科技設備例如晶圓生產或精密製造裝置而言，震度小於2級的地震仍然容易構成不良品的產出與設備的損害。所以SVC法的震度級別預測技術不足以符合高科技與高精密製造業界實務上的需要。

【0015】 本發明實施例提出一種依據縱波的局部資料，也就是只需要垂直於地表的方向的地震縱波訊息，就足以精確預估橫波的最大加速度值或最大速度值。而且這些縱波的訊息如最大加速度絕對值、最大速度絕對值、最大位移絕對值、等效週期、速度平方積分、累積絕對加速度、累積絕對速度、累積絕對位移、絕對位移積分、絕對速度積分、絕對加速度積

分值和速度平方積分值等等，都可以從垂直於地表的方向的縱波訊息透過積分器之類的電路元件即時獲得。因此，本發明實施例的方法可以只依據配置在以收集垂直地表方向加速度的量測裝置所收集的數據而迅速有效的實施。

【0016】 為了取得適用的地震橫波預估模型，依據本發明一實施例，可採用類似於上述中華民國專利公告號I444648所提出的類神經網路模組，來進行現地型地震模型的訓練。相較於先前技藝使用三維(南北、東西和垂直)超過30個參數，本發明實施例只選擇一維(垂直方向)的6到8個參數，充分簡化模型運算的複雜度，進而獲得較為精確的預估模型。

【0017】 請參閱圖4，類神經網路模組111係應用於地表受震狀況之現地型地震即時分析系統及方法。於一實施例中，針對地表受震分析而建置之類神經網路模組111包含形成四層且彼此連結之複數神經元(Neuron)，各神經元具有一連結權重(Link Weighting)對應於與次層(next layer)另一神經元之連結，各連結權重係以實際量測之複數歷史地震資料輸入類神經網路模組111中反覆調校而成。

【0018】 於一實施例中，類神經網路模組111包含輸入層111a、二階隱藏層111b、三階隱藏層111c與輸出層111d。輸入層111a包含6個一階神經元n101、n102、n103、n104、n105、n106；二階隱藏層111b包含10至30個二階神經元(依現地特性及實務現況經最佳化自動歸納調整而得)n201、n202、n203、n204....n230分別連結各一階神經元n101~n1xxx；三階隱藏層111c包含10至30個三階神經元(依現地特性及實務現況經最佳化自動歸納調整而得)n301、n302、n303、n304....n330分別連結各二階神經元n201~n230；

輸出層 111d 包含複數(如 2 個)四階神經元 n401 連結各三階神經元 n301~n330，四階神經元 n401 輸出一四階輸出值，且四階輸出值包含各種所需地震橫波於三軸方向的特性參數，如加速度、速度或位移值。

【0019】 於一實施例中，嵌入式運算主機之運算處理器將篩選後的縱波垂直方向歷史數據經資料轉換(例如習知常用的線性正規化(Linear Normalization)與指數正規化)後再輸入類神經網路模組中，以得到複數預測地震橫波特性參數，並比對實際量測之歷史地震橫波資料，以調校各該神經元之各該連結權重。篩選後的縱波垂直方向歷史地震資料(例如歷史單軸加速度、速度、位移或週期等等)，將被輸入至類神經網路模組 111 之輸入層 111a；經類神經網路模組 111 運算後，輸出層 111d 輸出結果將用以比對歷史地震資料，以對類神經網路模組 111 各層之神經元數量、連結權重進行修改、調整與校正，逐步提高類神經網路模組 111 的精確度。

【0020】 類神經網路模組 111 經過偵測地點之歷史地震資料調校後，即可用於實際地震事件之即時分析，且輸出結果與實測值均能使類神經網路模組 111 進一步調校、不斷提升精確性。實際操作之方式為，先依據儀器於某分析時段內(如 0-3 秒；以初達波為準，系統判定為地震事件當下時刻為第 0 秒)所接受到地震縱波之地表垂直方向的加速度資料預估出例如：最大加速度絕對值、最大速度絕對值、最大位移絕對值、等效週期、速度平方積分、累積絕對加速度、累積絕對速度、累積絕對位移、絕對位移積分、絕對速度積分、絕對加速度積分值和速度平方積分值等其中的 6 到 8 個，將資料輸入類神經網路模組 111 之輸入層 111a。經資料轉換後歷史資料可能有數百甚至於數十萬筆，以 6 個參數為例，每一組資料都包含縱波之地表垂直方

向的6個參數的數據，這些為數眾多的數據資料以隨機的方式選取而成為提供輸入層111a的數據資料。第4圖之各一階神經元n101~n106將分別輸出一階輸出值，即所輸入的各縱波數據值。

【0021】 二階隱藏層111b之各二階神經元n201~n230分別接收各一階神經元n101~n1xxx之一階輸出值、並分別輸出一二階輸出值。每個二階神經元n201~n230與每個一階神經元n101~n1xxx之間分別具有一個「連結」，每個連結均具有一個「一階連結權重」經歷史地震資料調校獲得。根據一實施例，可以選用下列的公式1和2，透過各個連結傳遞的各二階輸出值為各一/二階神經元之連結的「一階連結權重」，分別乘上各一階神經元n101~n1xxx之一階輸出值後之和、再加上一第一誤差修正常數。

$$\text{【0022】 } U_i = \sum_{j=1}^M W_{ij} V_j + I_i \quad \text{公式1}$$

$$\text{【0023】 } V_i = f(U_i) = \frac{1}{1 + \exp(U_i)} \quad \text{公式2}$$

【0024】 其中： W_{ij} 為連結權重； U_i 為經各 W_{ij} 與其相連之上一層神經元訊號之加總； V_j 為神經元活化函數； I_i 為隨機雜訊或誤差修正常數； i 為神經元序號； j 為上一層神經元序號； M 為上一層神經元總個數。此外，針對每個待校正的神經元 i ，為了簡化訓練過程的複雜度及以減少計算量，訓練時亦可選擇性的把連結權重 W_{ij} 設定成只有一固定值，則 W_{ij} 可以簡化成 W_i 。

【0025】 類似的，三階隱藏層111c之各三階神經元n301~n330分別接收各二階神經元n201~n230之各二階輸出值、並分別輸出一三階輸出值。每個三階神經元n301~n330與每個二階神經元n201~n230之間分別具有一個

「連結」(即圖中連結二/三階神經元的線段), 每個連結均具有一個「二階連結權重」經過歷史地震資料調校獲得。根據前述介紹之公式1和2, 透過各個連結傳遞的各三階輸出值為各三階神經元 $n_{301} \sim n_{330}$ 與各二階神經元 $n_{201} \sim n_{230}$ 之各連結的二階連結權重, 分別乘上各二階神經元 $n_{201} \sim n_{230}$ 之各二階輸出值後之和、再加上一第二誤差修正常數。

【0026】類似的, 輸出層111d之四階神經元 n_{401} 接收各三階神經元 $n_{301} \sim n_{330}$ 之各三階輸出值, 四階神經元 n_{401} 輸出一四階輸出值。四階神經元 n_{401} 與每個三階神經元 $n_{301} \sim n_{330}$ 之間分別具有一個「連結」(即圖中連結三/四階神經元的線段), 每個連結均具有一個「三階連結權重」經過歷史地震資料調校獲得。根據前述介紹之公式1和2, 透過各個連結傳遞的四階輸出值為四階神經元 n_{401} 與各三階神經元 $n_{301} \sim n_{330}$ 之連結的三階連結權重, 分別乘上所接收各三階神經元 $n_{301} \sim n_{330}$ 之各三階輸出值後之和、再加上一第三誤差修正常數。在一實施例中, 四階神經元可以為複數個, 並且各自與每個三階神經元 $n_{301} \sim n_{330}$ 之間分別具有一個「連結」。

【0027】依據一實施例, 四階輸出值 P_x 為橫波最大地表加速度(PGA)值和橫波最大速度值(PGV)其中之一。在一實施例中, 四階輸出值也可以是複數個, 分別對應到複數四階神經元, 例如兩個四階神經元分別輸出最大地表加速度(PGA)值和橫波最大速度值(PGV)。依據另一實施例, 四階輸出值為橫波最大地表加速度(PGA)值和橫波最大位移值至少其中之一。上述的實施方式只是示例性的表示本發明實施例利用類神經網路演算模組來獲得地震橫波預估模型的手法, 實際上可以將類神經網路演算模組調整為三階或五階, 也可以視需要調整輸入和輸出的內容及數量。每次預估出來的四

階輸出值可用來和相應該筆輸入的歷史資料橫波實際量測值進行比較，依據預估值和實際量測值之間的差異而修正連結權重或是該些誤差修正常數，再輸入隨機選取的另一筆經資料轉換後的縱波歷史資料當作輸入值，作為類神經網路模組111之輸入層111a中的各節點數據，再進行一回合的預估、比較和修正，直到所預估出來的四階輸出值與歷史資料橫波實際量測值之間足夠的接近或一致。

【0028】 參閱圖5，其顯示本發明獲得現地型地震預估模型的方法之實施例示意圖。基本上，本發明實施例是利用本地位置上測得的地震歷史資料來求取地震縱波訊息和該次地震的橫波特徵值之間的關係。首先，針對一本地位置，獲取複數地震歷史資料(步驟S501)；以及至少依據該些地震歷史資料，透過一類神經網路演算模組，獲得關於該本地位置的一地震橫波預估模型(步驟S502)。其中該些地震歷史資料中的每一筆包含相對應的一地震縱波訊息和一地震橫波特徵值。依據一實施例，各該地震縱波訊息包括縱波之地表垂直方向之最大加速度絕對值、最大速度絕對值、最大位移絕對值、等效週期、速度平方積分、累積絕對加速度、累積絕對速度、累積絕對位移、絕對位移積分、絕對速度積分、絕對加速度積分值和速度平方積分值等訊號其中的6-8個，地震橫波特徵值包括三軸方向之中的最大加速度和最大速度值及/或最大位移量。此外，本申請案中所揭露之複數地震歷史資料可包括複數本地地震歷史資料、複數非本地歷史資料及其組合其中之一。

【0029】 依據本發明不同的實施例，獲得地震橫波預估模型的方式除了按照上述的類神經網路演算模組來實現之外，也可以利用其他的人工智

慧演算方式來獲致。本領域具有通常技藝的人士了解，機器學習本質上是通過數學算法來解析數據的規律，學習相關的規律且用來預測和決策。從算法上來說有貝葉斯分類，決策樹，線性回歸，決策樹和森林模型，主成分分析，流行學習，k-means聚類，高斯混合模型等等。強化學習又稱再勵學習或者評價學習，也是機器學習的技術之一。所謂強化學習就是智能系統從環境到行為映射的學習，以使獎勵信號（強化信號）函數值最大，進而取得所需的地震橫波預估模型。上述公式1和公式2所示，配置於各節點的運算式所產生的模型基本上屬於多項式函數的形式。相同的，本領域技藝人士為了要依據地震歷史紀錄的縱波與橫波數據來取得地震橫波預估模型，也可以利用電腦執行不同的學習模式來實現。所以說，本發明用以獲得地震橫波預估模型的方法可以統稱為一種人工智慧演算方法，上述的類神經網路演算模組也是一種人工智慧演算模組。

【0030】 依據中央氣象局所公布的地震震度分級方式，2020年以前的震度是直接以地表最大加速度值計算，也就是只參考橫波的三軸方向的最大加速度值；而自2020年以後，震度分級同時還要考慮最大速度值。本發明實施例的方法同時兼顧不同的規格，可以先取得地震橫波特徵值的預估值再轉換成為震度分級。依據另外的實施例，也可以直接依據所取得的地震橫波特徵值的預估值來進行後續的處理。例如，發送地震緊急應變通知給本地的單位。

【0031】 對於不同的地理區域，由於地質環境的差異，所適用的地震橫波預估模型可能會有很大的差異性。有些地區由於地處偏遠或是地震發生的頻率不高，所以並不具備充分的歷史資料來得到有效的類神經網路演

算結果。本發明實施例可以利用台灣或日本地區過去豐富的地震歷史資料來補足這些歷史資料不足地區之所需，來預估模型。依據一實施例，以印度北部為例，可以將該地區的地震量測單位所測得歷史資料搭配台灣地區中央氣象局所測得歷史資料，共同提供類神經網路演算所需，可以得到符合預期的預估模型。

【0032】 參閱圖6，其顯示依據本發明預估現地型地震強度的方法實施例所得到的地震震度預估值與實際量測值的關聯示意圖。圖中所示者為依據縱波垂直方向訊息如最大加速度絕對值、最大速度絕對值、最大位移絕對值、等效週期、絕對加速度積分值和速度平方積分值等6個數據為輸入值而透過上述實施方式所取得的模型進行預估。本發明實施例所獲得的模型整體上有將近99%的準確性，而且無論對震度大小的地震預測都具有有一致性，完全符合商業模式之所需，可以說是技術的一大創新。

【0033】 圖7為本發明實施例用於預估一現地型地震強度的裝置200，其中的訊號預處理模組201配置以獲取一即時地震縱波垂直加速度資料 P_s ，且將該即時地震縱波垂直加速度資料轉換成為速度值 P_v 、位移量 P_m 和等效週期 P_p ，即時預估模組202耦接於該訊號預處理模組201，接收該即時地震縱波垂直加速度資料 P_s 、該速度值 P_v 、該位移量 P_m 和該等效週期 P_p ，依據這些資料獲得關於該量測位置上相對應於該即時地震縱波垂直加速度資料 P_s 的一即時地震橫波的預估特徵值 S_{est} 。該即時預估模組係使用上述方法透過類神經網路演算模組而獲得的。其中，該本地位置上所獲得之複數地震歷史資料之來源（可能是一或多個感測器）可以包括，也可以不包括該量測位置所獲得之即時地震縱波垂直加速度資料 P_s 之一來源（可能是一

個感測器)。亦即，在一些實施例中，該本地位置上之主機與感測器的監測範圍可能與該量測位置上之主機及感測器的監測範圍並不重疊。

【0034】 本案雖以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本案的範圍，任何熟習此項技藝者，在不脫離本案之精神和範圍內所作之變動與修飾，皆應屬本案之涵蓋範圍。

【符號說明】

- 111 類神經網路模組
- 111a 輸入層
- 111b 二階隱藏層
- 111c 三階隱藏層
- 111d 輸出層
- 200 現地型地震裝置
- 201 訊號預處理模組
- 202 即時預估模組
- n101-n401 神經元
- P_m 位移量
- P_p 等效週期
- P_s 即時地震縱波垂直加速度資料
- P_v 速度值
- P_x 四階輸出值
- S_{est} 即時地震橫波的預估特徵值

申請專利範圍

【請求項1】一種獲得現地型地震預估模型的方法，包括以下步驟：

針對一本地理位置，獲取複數地震歷史資料，其中該些地震歷史資料中的每一筆包含相對應的一地震縱波訊息和一地震橫波特徵值，且各該地震縱波訊息包括至少一加速度值、一位移量、一週期和一速度值在內的多個地震縱波相關的數據；以及

依據至少該些地震歷史資料，透過一類神經網路演算模組，獲得關於該本地位置的一地震橫波預估模型，其中該多個地震縱波相關的數據由一最大加速度絕對值、一最大速度絕對值、一最大位移絕對值、一等效週期、一絕對加速度積分值、以及一速度平方積分值的至少其中之一所組成，且該地震橫波預估模型的一輸出值藉由該多個地震縱波相關的數據來獲得，且該輸出值為一橫波最大地表加速度(PGA)值和一橫波最大位移值的至少其中之一。

【請求項2】如請求項1所述的方法，還包含：

獲取複數參考地震歷史資料，其中該些參考地震歷史資料中的每一筆包含相對應的一地震縱波訊息和一地震橫波特徵值；以及

依據該些地震歷史資料以及該些參考地震歷史資料，透過該類神經網路演算模組，獲得關於該本地位置的該地震橫波預估模型，其中該些地震歷史資料係從鄰近該本地位置的一地震量測單位所測得，且該些參考地震歷史資料係從台灣地區之一地震量測單位所測得。

【請求項3】如請求項1所述的方法，還包含：

獲取來自一量測位置的一即時地震縱波訊息，其中該地震縱波訊息包括該多個地震縱波相關的數據，且該複數地震歷史資料之來源包括或不包括該即時地震縱波訊息之一來源；以及

依據該地震縱波訊息，套用一地震橫波預估模型，以獲得關於該量測位置上相對應於該即時地震縱波訊息的一即時地震橫波之一預估特徵值。

【請求項 4】一種用於預估一現地型地震強度的裝置，包含：

一訊號預處理模組，配置以獲取一即時地震縱波垂直加速度資料，且將該即時地震縱波垂直加速度資料轉換成為一速度值、一週期和一位移量；以及

一即時預估模組，耦接於該訊號預處理模組，接收該即時地震縱波垂直加速度資料、該速度值、該週期和該位移量，且依據該即時地震縱波垂直加速度資料、該速度值、該週期和該位移量，獲得關於一量測位置上相對應於該即時地震縱波垂直加速度資料的一即時地震橫波的預估特徵值，其中，該即時預估模組係使用一地震橫波預估模型來預估該即時地震橫波的預估特徵值，其中該多個地震縱波相關的數據由一最大加速度絕對值、一最大速度絕對值、一最大位移絕對值、一等效週期、一絕對加速度積分值、以及一速度平方積分值的至少其中之一所組成，且該地震橫波預估模型的一輸出值藉由該多個地震縱波相關的數據來獲得，且該輸出值為一橫波最大地表加速度(PGA)值和一橫波最大位移值的至少其中之一，且該地震橫波預估模型係依據複數地震歷史資料，透過一人工智慧演算模組而獲得。

【請求項5】如請求項4所述的裝置，其中該複數歷史資料係從本地的一地震量測單位所測得。

【請求項6】一種預估一現地型地震強度的方法，包括以下步驟：
針對一量測位置，獲取來自該量測位置的一即時地震縱波訊息，其中該即時地震縱波訊息包括至少一加速度值、一位移量、一週期和一速度值；以及
依據該地震縱波訊息，使用一地震橫波預估模型來獲得關於該量測位置上相對應於該即時地震縱波訊息的一即時地震橫波之一預估特徵值，其中，該地震橫波預估模型係依據複數地震歷史資料，透過一人工智慧演算模組而獲得，其中該多個地震縱波相關的數據由一最大加速度絕對值、一最大速度絕對值、一最大位移絕對值、一等效週期、一絕對加速度積分值、以及一速度平方積分值的至少其中之一所組成，且該地震橫波預估模型的一輸出值藉由該多個地震縱波相關的數據來獲得，且該輸出值為一橫波最大地表加速度(PGA)值和一橫波最大位移值的至少其中之一。

【請求項7】如請求項6所述的方法，其中該地震橫波預估模型還依據複數地震參考歷史資料，搭配該些地震歷史資料而獲得。

【請求項8】如請求項6所述的方法，其中該即時地震縱波訊息包括地震縱波相關的一最大加速度絕對值、一最大速度絕對值、一最大位移絕對值、一等效週期、一絕對加速度積分值和一速度平方積分值。

【請求項9】如請求項6所述的方法，其中該預估特徵值包括一地表最大加速度值或一地表最大速度值。

申請修正日期: 113 年 1 月 31 日

1
2
3

【發明圖式】

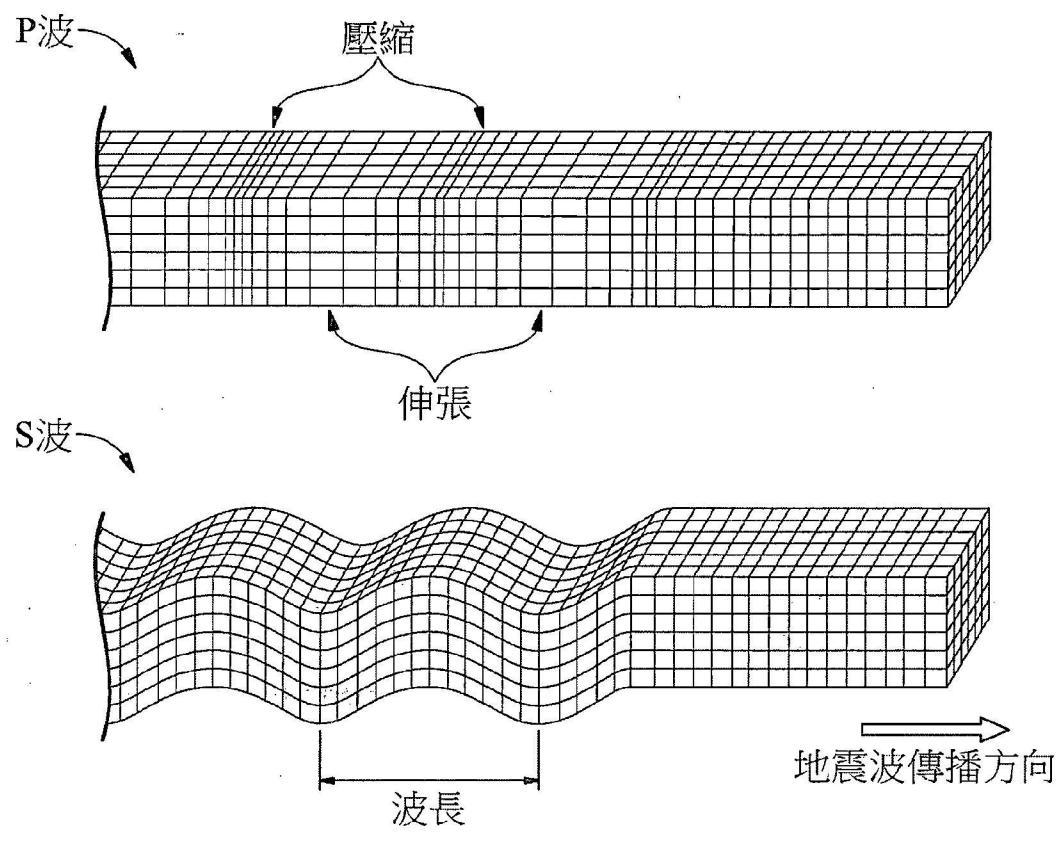


圖 1

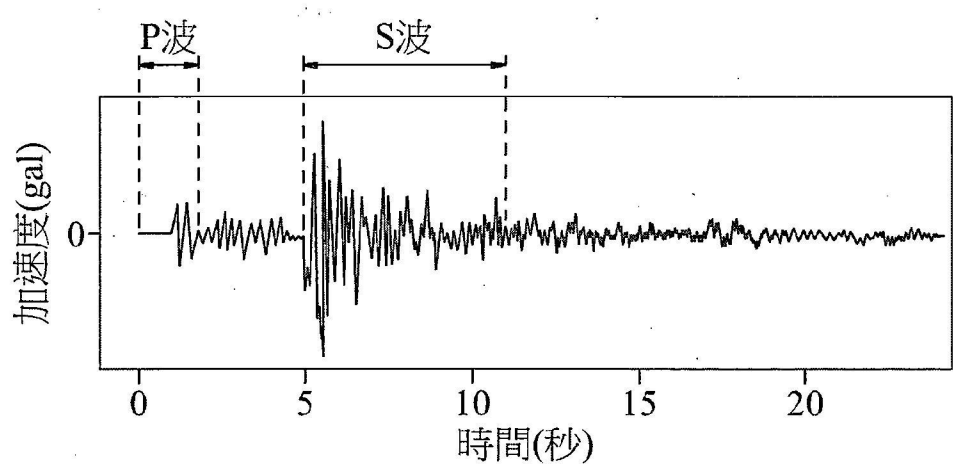


圖 2

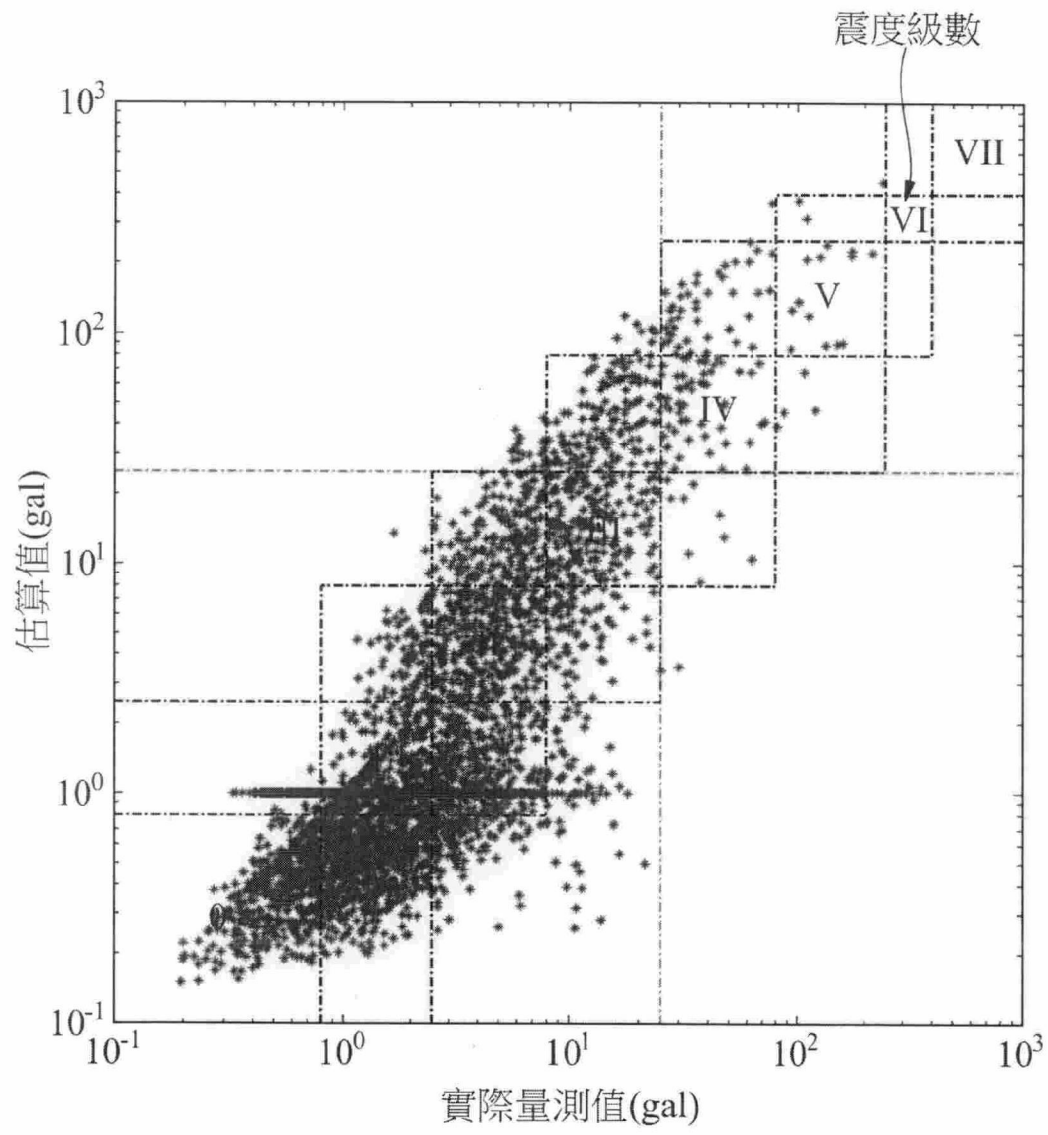


圖 3

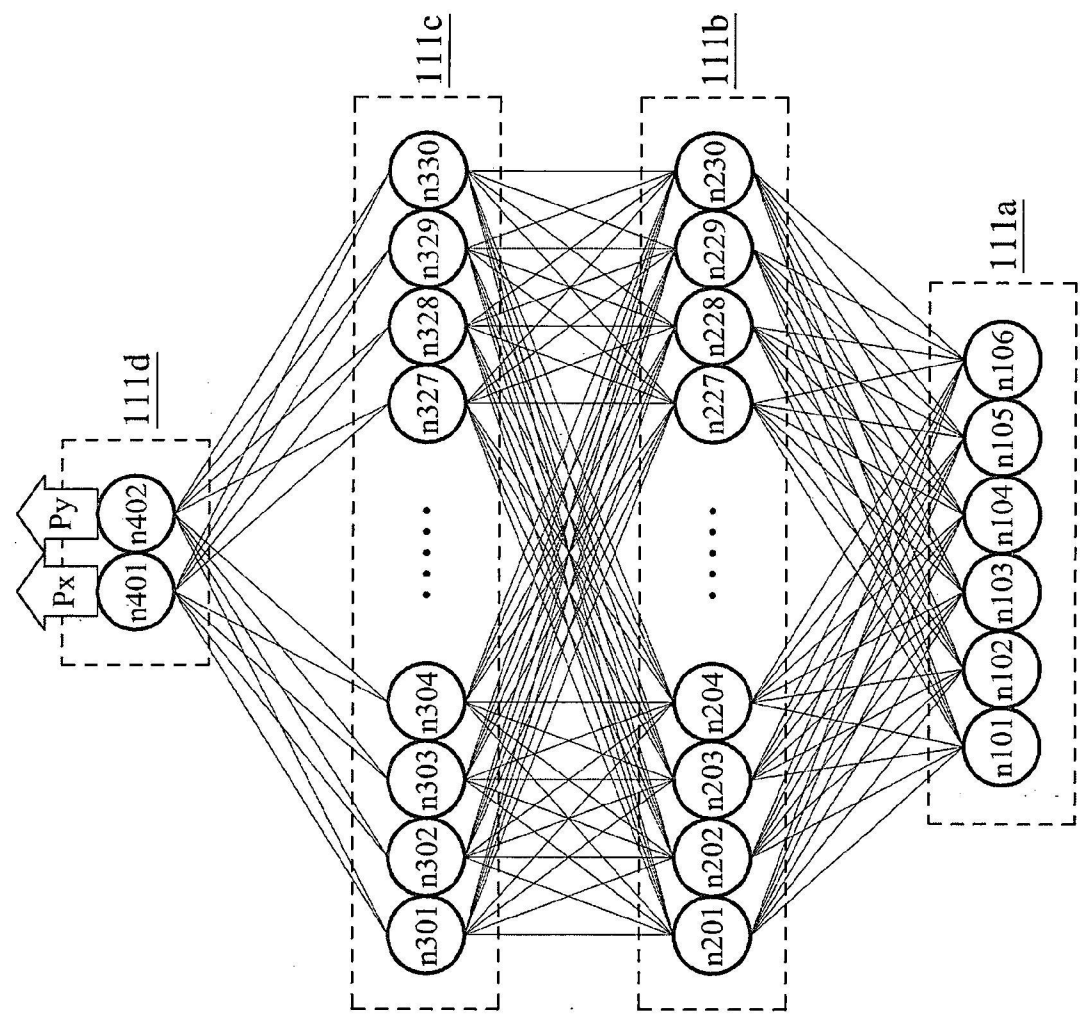


圖 4

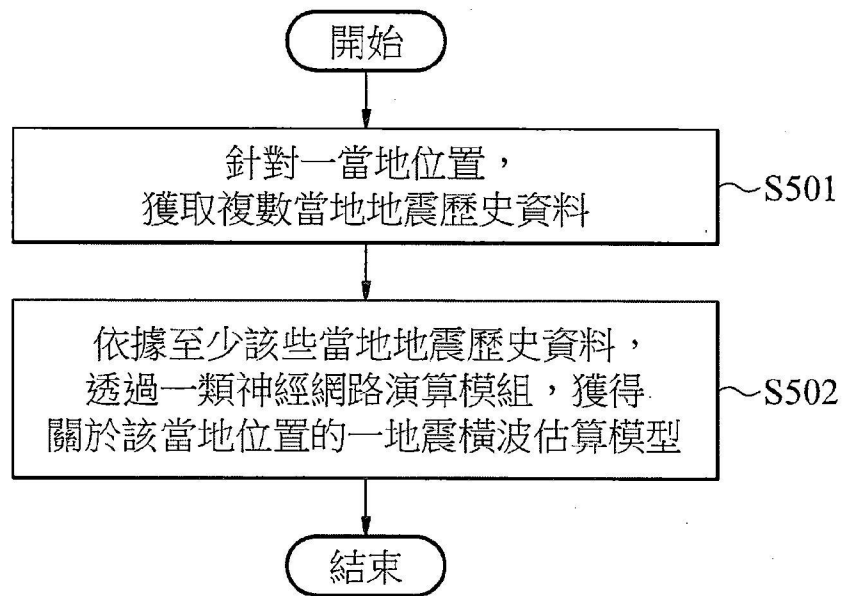


圖 5

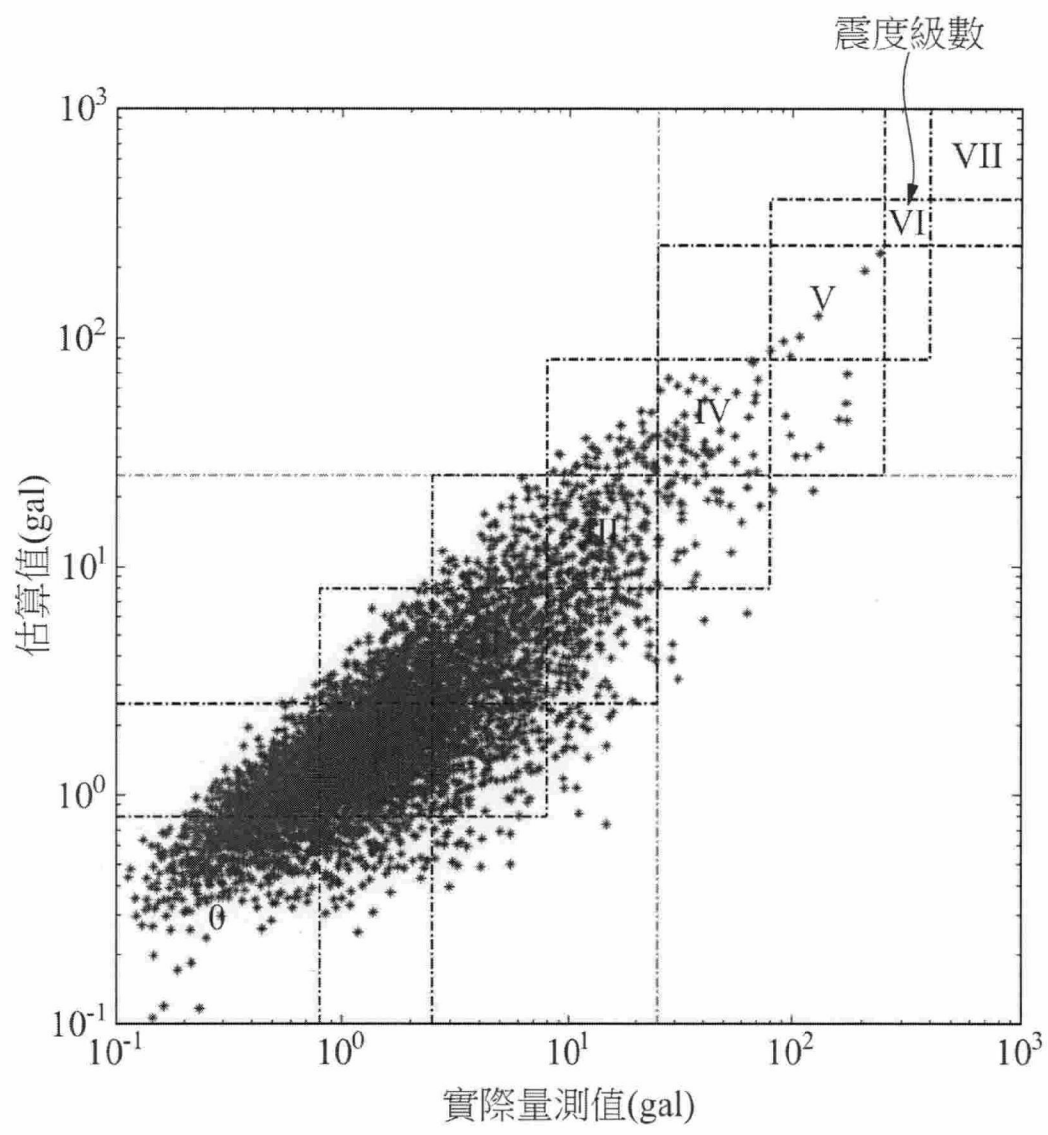


圖 6

200

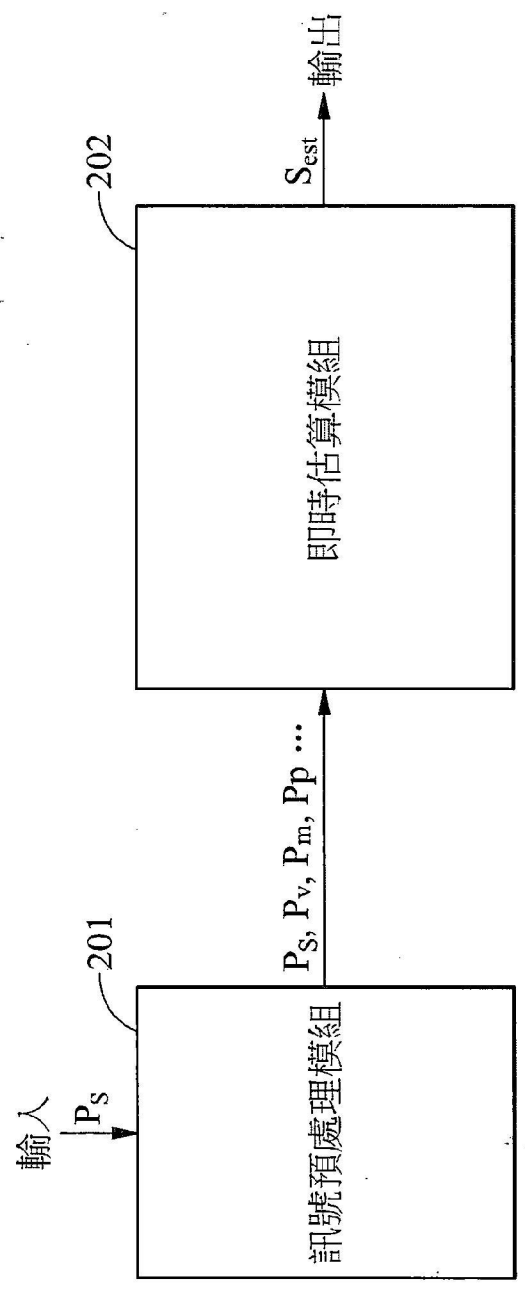


圖 7