



(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 I763520 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：110120195

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 03 日

(51)Int. Cl. : A61F9/00 (2006.01) A61H5/00 (2006.01)

(71)申請人：宏碁股份有限公司 (中華民國) ACER INCORPORATED (TW)

新北市汐止區新台五路一段 88 號 8 樓

國立臺灣大學醫學院附設醫院 (中華民國) NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY
HOSPITAL (TW)

臺北市中正區中山南路七號

(72)發明人：鄭孟哲 CHENG, MENG-CHE (TW)；鄞銘佐 YIN, MING-TZUO (TW)；謝易庭
HSIEH, YI-TING (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

CN 112699268A

審查人員：黃鈞翊

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：3 共 19 頁

(54)名稱

訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置和方法

(57)摘要

提供一種訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置和方法。方法包含：取得訓練資料；基於機器學習演算法計算對應於訓練資料的損失函數向量，其中損失函數向量包含對應於老年性黃斑部退化的第一期的第一損失函數值以及對應於老年性黃斑部退化的第二期的第二損失函數值；根據第一期與第二期之間的分期差異產生第一懲罰權重；根據第二損失函數值以及第一懲罰權重更新第一損失函數值以產生更新損失函數向量；以及根據更新損失函數向量訓練分類模型。

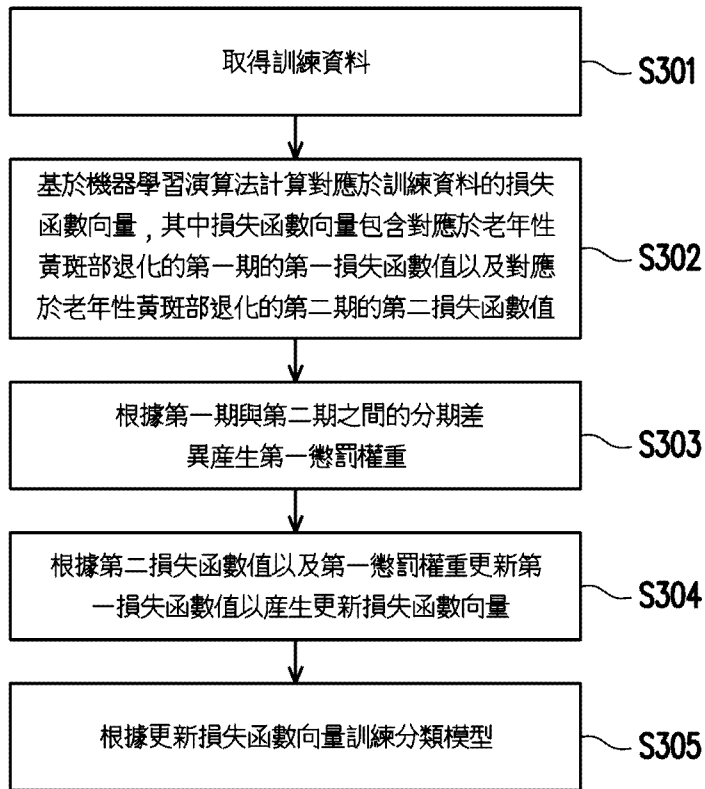
An electronic device and a method of training a classification model for age-related macular degeneration (AMD) are provided. The method includes: obtaining training data; calculating a loss function vector corresponding to the training data based on a machine learning algorithm, wherein the loss function vector includes a first loss function value corresponding to a first stage of the AMD and a second loss function value corresponding to a second stage of the AMD; generating a first penalty weight according to a stage difference between the first stage and the second stage; updating the first loss function value to generate an updated loss function vector according to the second loss function value and the first penalty weight; and training the classification model according to the updated loss function vector.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S301、S302、S303、

S304、S305:步驟



【圖3】



公告本

I763520

【發明摘要】

【中文發明名稱】訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置和方法

【英文發明名稱】ELECTRONIC DEVICE AND METHOD OF TRAINING CLASSIFICATION MODEL FOR AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION

【中文】提供一種訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置和方法。方法包含：取得訓練資料；基於機器學習演算法計算對應於訓練資料的損失函數向量，其中損失函數向量包含對應於老年性黃斑部退化的第一期的第一損失函數值以及對應於老年性黃斑部退化的第二期的第二損失函數值；根據第一期與第二期之間的分期差異產生第一懲罰權重；根據第二損失函數值以及第一懲罰權重更新第一損失函數值以產生更新損失函數向量；以及根據更新損失函數向量訓練分類模型。

【英文】An electronic device and a method of training a classification model for age-related macular degeneration (AMD) are provided. The method includes: obtaining training data; calculating a loss function vector corresponding to the training data based on a machine learning algorithm, wherein the loss function vector includes a first loss function value corresponding to a first

stage of the AMD and a second loss function value corresponding to a second stage of the AMD; generating a first penalty weight according to a stage difference between the first stage and the second stage; updating the first loss function value to generate an updated loss function vector according to the second loss function value and the first penalty weight; and training the classification model according to the updated loss function vector.

【指定代表圖】圖3。

【代表圖之符號簡單說明】

S301、S302、S303、S304、S305:步驟

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置和方法

【英文發明名稱】ELECTRONIC DEVICE AND METHOD OF TRAINING CLASSIFICATION MODEL FOR AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION

【技術領域】

【0001】本發明是有關於一種訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置和方法。

【先前技術】

【0002】依據臨床病徵的嚴重程度，老年性黃斑部退化（age-related macular degeneration，AMD）分類為第一期（或第 I 期）、第二期（或第 II 期）、第三期（或第 III 期）以及第四期（或第 IV 期）。目前，有人員利用人工智慧（artificial intelligence，AI）模型分析眼底圖（fundus image）以為老年性黃斑部退化的嚴重程度進行分類。人員可利用由醫療人員標註的訓練資料來訓練人工智慧模型。一般來說，醫療人員會根據眼底圖中的黃斑部範圍來為老年性黃斑部退化進行分類。然而，不同醫療人員對黃斑部範圍的認定可能不同。因此，由不同醫療人員所標註的訓練資料所訓練的人工智慧模型可能存在過度擬合（overfitting）的問題，

從而降低了人工智慧模型的分類準確度。

【發明內容】

【0003】 本發明提供一種訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置和方法，可訓練出具有高準確度的老年性黃斑部退化的分類模型。

【0004】 本發明的一種訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置，包含處理器以及收發器。處理器耦接收發器，其中處理器經配置以執行：通過收發器取得訓練資料；基於機器學習演算法計算對應於訓練資料的損失函數向量，其中損失函數向量包含對應於老年性黃斑部退化的第一期的第一損失函數值以及對應於老年性黃斑部退化的第二期的第二損失函數值；根據第一期與第二期之間的分期差異產生第一懲罰權重；根據第二損失函數值以及第一懲罰權重更新第一損失函數值以產生更新損失函數向量；以及根據更新損失函數向量訓練分類模型。

【0005】 在本發明的一實施例中，上述的損失函數向量更包含對應於老年性黃斑部退化的第三期的第三損失函數值，其中處理器更經配置以執行：根據第一期與第三期之間的第二分期差異產生第二懲罰權重；以及根據第三損失函數值以及第二懲罰權重更新第一損失函數值以產生更新損失函數向量。

【0006】 在本發明的一實施例中，上述的第二分期差異大於分期差異，並且第二懲罰權重大於第一懲罰權重。

【0007】 在本發明的一實施例中，上述的第一懲罰權重與分期差異成正比。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述的訓練資料包含標註了老年性黃斑部退化分期的眼底圖。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的損失函數向量對應於二進位交叉熵函數。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的處理器基於機器學習演算法計算對應於訓練資料的歸一化機率向量，根據眼底圖的標註產生對應於老年性黃斑部退化分期的一位有效編碼向量，並且將歸一化機率向量以及一位有效編碼向量輸入至二進位交叉熵函數以產生損失函數向量。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述的更新損失函數向量中的更新損失函數值包含第二損失函數值以及第一懲罰權重的第一商數。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述的更新損失函數值更包含第三損失函數以及第二懲罰權重的第二商數。

【0013】 本發明的一種訓練老年性黃斑部退化的分類模型的方法，包含：取得訓練資料；基於機器學習演算法計算對應於訓練資料的損失函數向量，其中損失函數向量包含對應於老年性黃斑部退化的第一期的第一損失函數值以及對應於老年性黃斑部退化的第二期的第二損失函數值；根據第一期與第二期之間的分期差異產生第一懲罰權重；根據第二損失函數值以及第一懲罰權重更新第

一損失函數值以產生更新損失函數向量；以及根據更新損失函數向量訓練分類模型。

【0014】 基於上述，本發明的電子裝置可利用懲罰權重更新機器學習演算法的損失函數值，並利用更新損失函數值訓練分類模型。本發明可避免分類模型過度擬合並可提升分類模型的準確度。

【圖式簡單說明】

【0015】

圖 1 根據本發明的一實施例繪示一種用於訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置的示意圖。

圖 2 根據本發明的一實施例繪示更新損失函數向量的示意圖。

圖 3 根據本發明的一實施例繪示一種用於訓練老年性黃斑部退化的分類模型的方法的流程圖。

【實施方式】

【0016】 為了使本發明之內容可以被更容易明瞭，以下特舉實施例作為本發明確實能夠據以實施的範例。另外，凡可能之處，在圖式及實施方式中使用相同標號的元件/構件/步驟，係代表相同或類似部件。

【0017】 用於分類老年性黃斑部退化的分類模型可基於醫療人員所標註的訓練資料（例如：標註了老年性黃斑部退化分期的眼底

圖) 而產生。然而，醫療人員所決定的訓練資料的標註不一定是正確的。例如，醫療人員有可能將老年性黃斑部退化的第一期分類為老年性黃斑部退化的第二期。如果分類模型過於專注於為這些容易被混淆的資料進行分類，則分類模型可能因過度擬合而喪失泛化能力 (generalization ability)。據此，本發明提出了一種訓練老年性黃斑部退化的分類模型的方法，可避免訓練出過度擬合的分類模型。

【0018】 圖 1 根據本發明的一實施例繪示一種用於訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置 100 的示意圖。電子裝置 100 可包含處理器 110、儲存媒體 120 以及收發器 130。分類模型可用以將輸入資料分類為老年性黃斑部退化的第一期、第二期、第三期或第四期。

【0019】 處理器 110 例如是中央處理單元 (central processing unit, CPU)，或是其他可程式化之一般用途或特殊用途的微控制單元 (micro control unit, MCU)、微處理器 (microprocessor)、數位信號處理器 (digital signal processor, DSP)、可程式化控制器、特殊應用積體電路 (application specific integrated circuit, ASIC)、圖形處理器 (graphics processing unit, GPU)、影像訊號處理器 (image signal processor, ISP)、影像處理單元 (image processing unit, IPU)、算數邏輯單元 (arithmetic logic unit, ALU)、複雜可程式邏輯裝置 (complex programmable logic device, CPLD)、現場可程式化邏輯閘陣列 (field programmable gate array, FPGA)

或其他類似元件或上述元件的組合。處理器 110 可耦接至儲存媒體 120 以及收發器 130，並且存取和執行儲存於儲存媒體 120 中的多個模組和各種應用程式，藉以執行電子裝置 100 的功能。

【0020】 儲存媒體 120 例如是任何型態的固定式或可移動式的隨機存取記憶體（random access memory，RAM）、唯讀記憶體（read-only memory，ROM）、快閃記憶體（flash memory）、硬碟（hard disk drive，HDD）、固態硬碟（solid state drive，SSD）或類似元件或上述元件的組合，而用於儲存可由處理器 110 執行的多個模組或各種應用程式。

【0021】 收發器 130 以無線或有線的方式傳送及接收訊號。收發器 130 還可以執行例如低噪聲放大、阻抗匹配、混頻、向上或向下頻率轉換、濾波、放大以及類似的操作。

【0022】 處理器 110 可通過收發器 130 取得用於訓練分類模型的訓練資料集合，其中訓練資料集合可包含多筆訓練資料。訓練資料例如是標註了老年性黃斑部退化分期的眼底圖。

【0023】 圖 2 根據本發明的一實施例繪示更新損失函數向量 23 的示意圖。分類模型例如是一種機器學習模型。處理器 110 可基於機器學習演算法計算對應於訓練資料的損失函數向量 23。由於老年性黃斑部退化包含第一期、第二期、第三期以及第四期，故損失函數向量 23 可包含分別對應於第一期、第二期、第三期以及第四期的四個損失函數值。然而，本發明不限於此。例如，損失函數向量 23 可包含任意數量的損失函數值。在本實施例中，損失函

數向量 23 可表示為 $[e(1) e(2) e(3) e(4)]$ ，其中 $e(1)$ 為對應於第一期的損失函數值， $e(2)$ 為對應於第二期的損失函數值， $e(3)$ 為對應於第三期的損失函數值，並且 $e(4)$ 為對應於第四期的損失函數值。

【0024】 機器學習演算法的損失函數例如是二進位交叉熵 (binary cross entropy) 函數 20。處理器 110 可根據二進位交叉熵函數 20 產生損失函數向量 23。具體來說，在訓練分類模型的過程中，機器學習演算法的 Softmax 函數可輸出歸一化機率向量 21，其中歸一化機率向量 21 可包含分別對應於第一期、第二期、第三期以及第四期的四個歸一機率。然而，本發明不限於此。例如，歸一化機率向量 21 可包含任意數量的歸一機率。在本實施例中，歸一化機率向量 21 可表示為 $[p(1) p(2) p(3) p(4)]$ ，其中 $p(1)$ 為第一期的歸一機率， $p(2)$ 為第二期的歸一機率， $p(3)$ 為第三期的歸一機率，並且 $p(4)$ 為第四期的歸一機率。歸一機率屬於 0 到 1 的閉區間 (closed interval)，如方程式 (1) 所示，其中 $p(j)$ 為老年性黃斑部退化的第 j 期的歸一機率。

$$p(j) \in [0,1] \quad \dots(1)$$

【0025】 另一方面，處理器 110 可根據訓練資料 (即：標註了老年性黃斑部退化分期的眼底圖) 的標註產生對應於老年性黃斑部退化分期的一位有效編碼 (one-hot encoding) 向量 22。一位有效編碼向量 22 可包含分別對應於第一期、第二期、第三期以及第四期的四個編碼值。然而，本發明不限於此。例如，一位有效編碼向量 22 可包含任意數量的編碼值。在本實施例中，一位有效編碼

向量 22 可表示為 $[c(1) c(2) c(3) c(4)]$ ，其中 $c(1)$ 為第一期的編碼值， $c(2)$ 為第二期的編碼值， $c(3)$ 為第三期的編碼值，並且 $c(4)$ 為第四期的編碼值。編碼值可為「0」或「1」。一位有效編碼向量 22 可包含一個編碼值「1」以及三個編碼值「0」，其中編碼值「1」對應於標註在訓練資料的老年性黃斑部退化分期，並且編碼值「0」對應於未被標註在訓練資料的老年性黃斑部退化分期。舉例來說，若訓練資料被標註為第三期，則一位有效編碼向量 22 可表示為 $[0 1 0]$ 。

【0026】 在取得歸一化機率向量 21 以及一位有效編碼向量 22 後，處理器 110 可將歸一化機率向量 21 以及一位有效編碼向量 22 輸入至二進位交叉熵函數 20 以產生損失函數向量 23。

【0027】 一般來說，分期差異（stage difference）的絕對值較小的兩期較難以區別。分期差異的絕對值較大的兩期較容易區別。舉例來說，將眼底圖分類為第一期以及第二期的其中之一的難度大於將眼底圖分類為第一期以及第三期的其中之一的難度。換句話說，第一期被誤判為第二期的機率較高，而第一期被誤判為第三期的機率較低。分類模型過度專注於區分期差異較小的分期可能導致過度擬合發生。為了避免分類模型的過度擬合，處理器 110 可利用懲罰權重來更新分類模型的損失函數值，並且根據更新損失函數值訓練分類模型。

【0028】 具體來說，處理器 110 可將損失函數向量 23 與權重矩陣 24 相乘以產生更新損失函數向量 25，並且根據更新損失函數向量

25 訓練分類模型。更新損失函數向量 25 的尺寸可與損失函數向量 23 的尺寸相同。假設損失函數向量 23 表示為 $[e(1) e(2) e(3) e(4)]$ ，則處理器 110 可根據方程式 (2) 計算更新損失函數向量 25，其中 M 為權重矩陣 24，並且 $[e(1)' e(2)' e(3)' e(4)']$ 為更新損失函數向量 25。更新損失函數向量 25 可包含第一期的更新損失函數 $e(1)'$ ，第二期的更新損失函數 $e(2)'$ ，第三期的更新損失函數 $e(3)'$ 以及第四期的更新損失函數 $e(4)'$ 。

$$[e(1)'e(2)'e(3)'e(4)'] = [e(1) e(2) e(3) e(4)] \cdot M \quad \dots(2)$$

【0029】更新損失函數向量 25 中的更新損失函數值可以方程式(3)表示，其中 $e(i)'$ 代表第 i 期的更新損失函數值（或更新損失函數向量 25 的第 i 行的元素）， $e(j)$ 代表第 j 期的損失函數值（或損失函數向量 23 的第 j 行的元素）， $a(i,j)$ 代表對應於第 i 期和第 j 期的誤差權重，並且 $b(i,j)$ 代表對應於第 i 期和第 j 期的懲罰權重。 i 或 j 屬於 1 到 4 的閉區間（即： $i \in [1,4]$ 且 $j \in [1,4]$ ）。不同分期的誤差權重可以相同或相異。

$$e(i)' = \sum_{j, j \neq i} e(j) \cdot (a(i,j) + b(i,j)) \quad \dots(3)$$

【0030】如方程式(3)所示，處理器 110 可根據損失函數值 $e(2)$ 、損失函數值 $e(3)$ 或損失函數值 $e(4)$ 來產生更新損失函數值 $e(1)'$ 。舉例來說，更新損失函數值 $e(1)'$ 可包含損失函數值 $e(2)$ 與懲罰權重 $b(1,2)$ 的商數 $e(2) \cdot b(1,2)$ 、損失函數值 $e(3)$ 與懲罰權重 $b(1,3)$ 的商數 $e(3) \cdot b(1,3)$ 以及損失函數值 $e(4)$ 與懲罰權重 $b(1,4)$ 的商數 $e(4) \cdot b(1,4)$ 。

【0031】 處理器 110 可根據第 i 期和第 j 期之間的分期差異（即： $i-j$ ）計算對應於第 i 期和第 j 期的懲罰權重 $b(i,j)$ 。在一實施例中，懲罰權重 $b(i,j)$ 可與第 i 期和第 j 期之間的分期差異（即： $i-j$ ）的絕對值成正比，如方程式（4）所示。舉例來說，由於第一期與第三期之間的分期差異 $|1-3|$ 大於第一期與第二期之間的分期差異 $|1-2|$ ，故對應於第一期與第三期的懲罰權重 $b(1,3)$ 大於對應於第一期與第二期的懲罰權重 $b(1,2)$ 。

$$b(i,j) \propto |i-j| \quad \dots(4)$$

【0032】 假設每個誤差權重 $a(i,j)$ 均等於 1，並且懲罰權重 $b(i,j)$ 等於第 i 期和第 j 期之間的分期差異乘以 0.1（如方程式（5）所示）。據此，則方程式（2）中的權重矩陣 24 可以方程式（6）表示。處理器 110 可將損失函數向量 23 與權重矩陣 24 相乘以產生更新損失函數向量 25。在取得更新損失函數向量 25 後，處理器 110 可根據更新損失函數向量 25 訓練老年性黃斑部退化的分類模型。

$$b(i,j) = 0.1 \cdot |i-j| \quad \dots(5)$$

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 1+0.1 & 1+0.2 & 1+0.3 \\ 1+0.1 & 0 & 1+0.1 & 1+0.2 \\ 1+0.2 & 1+0.1 & 0 & 1+0.1 \\ 1+0.3 & 1+0.2 & 1+0.1 & 0 \end{bmatrix} \quad \dots(6)$$

【0033】 圖 3 根據本發明的一實施例繪示一種用於訓練老年性黃斑部退化的分類模型的方法的流程圖，其中所述方法可由如圖 1 所示的電子裝置 100 實施。在步驟 S301 中，取得訓練資料。在步驟 S302 中，基於機器學習演算法計算對應於訓練資料的損失函數

向量，其中損失函數向量包含對應於老年性黃斑部退化的第一期的第一損失函數值以及對應於老年性黃斑部退化的第二期的第二損失函數值。在步驟 S303 中，根據第一期與第二期之間的分期差異產生第一懲罰權重。在步驟 S304 中，根據第二損失函數值以及第一懲罰權重更新第一損失函數值以產生更新損失函數向量。在步驟 S305 中，根據更新損失函數向量訓練分類模型。

【0034】 綜上所述，本發明的電子裝置可利用懲罰權重更新機器學習演算法的損失函數值。電子裝置可利用其他分類的損失函數值來更新特定分類的損失函數值。若所述其他分類與所述特定分類是容易被混淆的分類，則電子裝置給予所述其他分類較低的懲罰權重。若所述其他分類與所述特定分類是不容易被混淆的分類，則電子裝置給予所述其他分類較高的懲罰權重。如此，由更新損失函數值所訓練出的分類模型將不會因過度專注於區分容易被混淆的分類而導致過度擬合。據此，本發明的電子裝置可提升分類模型的準確度。

【符號說明】

【0035】

100:電子裝置

110:處理器

120:儲存媒體

130:收發器

20:二進位交叉熵函數

21:歸一化機率向量

22:一位有效編碼向量

23:損失函數向量

24:權重矩陣

25:更新損失函數向量

S301、S302、S303、S304、S305:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種訓練老年性黃斑部退化的分類模型的電子裝置，包括：

收發器；以及

處理器，耦接所述收發器，其中所述處理器經配置以執行：

通過所述收發器取得訓練資料；

基於機器學習演算法計算對應於所述訓練資料的損失函數向量，其中所述損失函數向量包括對應於所述老年性黃斑部退化的第一期的第一損失函數值以及對應於所述老年性黃斑部退化的第二期的第二損失函數值；

根據所述第一期與所述第二期之間的分期差異產生第一懲罰權重；

根據所述第二損失函數值以及所述第一懲罰權重更新所述第一損失函數值以產生更新損失函數向量；以及

根據所述更新損失函數向量訓練所述分類模型。

【請求項2】 如請求項1所述的電子裝置，其中所述損失函數向量更包括對應於所述老年性黃斑部退化的第三期的第三損失函數值，其中所述處理器更經配置以執行：

根據所述第一期與所述第三期之間的第二分期差異產生第二懲罰權重；以及

根據所述第三損失函數值以及所述第二懲罰權重更新所述第一損失函數值以產生所述更新損失函數向量。

【請求項3】 如請求項2所述的電子裝置，其中所述第二分期差異大於所述分期差異，並且所述第二懲罰權重大於所述第一懲罰權重。

【請求項4】 如請求項1所述的電子裝置，其中所述第一懲罰權重與所述分期差異成正比。

【請求項5】 如請求項1所述的電子裝置，其中所述訓練資料包括標註了老年性黃斑部退化分期的眼底圖。

【請求項6】 如請求項5所述的電子裝置，其中所述損失函數向量對應於二進位交叉熵函數。

【請求項7】 如請求項6所述的電子裝置，其中所述處理器基於所述機器學習演算法計算對應於所述訓練資料的歸一化機率向量，根據所述眼底圖的標註產生對應於所述老年性黃斑部退化分期的一位有效編碼向量，並且將所述歸一化機率向量以及所述一位有效編碼向量輸入至所述二進位交叉熵函數以產生所述損失函數向量。

【請求項8】 如請求項2所述的電子裝置，其中所述更新損失函數向量中的更新損失函數值包括所述第二損失函數值以及所述第一懲罰權重的第一商數。

【請求項9】 如請求項8所述的電子裝置，其中所述更新損失函數值更包括所述第三損失函數以及所述第二懲罰權重的第二商數。

【請求項10】 一種訓練老年性黃斑部退化的分類模型的方法，包括：

取得訓練資料；

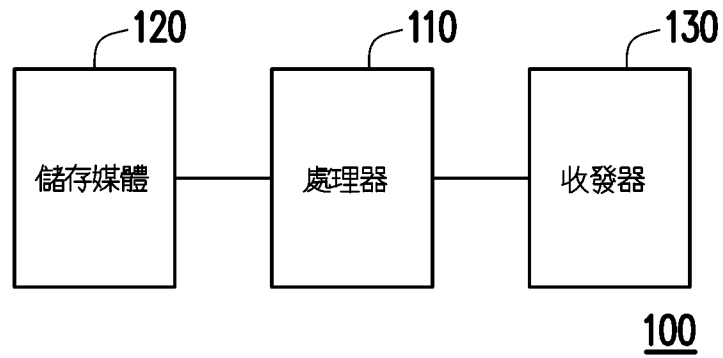
基於機器學習演算法計算對應於所述訓練資料的損失函數向量，其中所述損失函數向量包括對應於所述老年性黃斑部退化的第一期的第一損失函數值以及對應於所述老年性黃斑部退化的第二期的第二損失函數值；

根據所述第一期與所述第二期之間的分期差異產生第一懲罰權重；

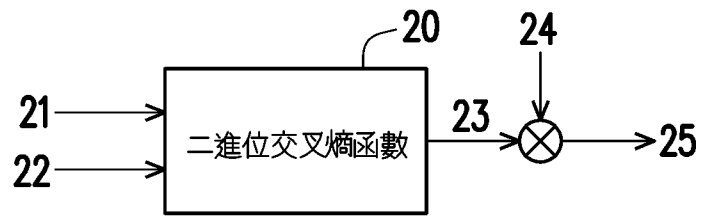
根據所述第二損失函數值以及所述第一懲罰權重更新所述第一損失函數值以產生更新損失函數向量；以及

根據所述更新損失函數向量訓練所述分類模型。

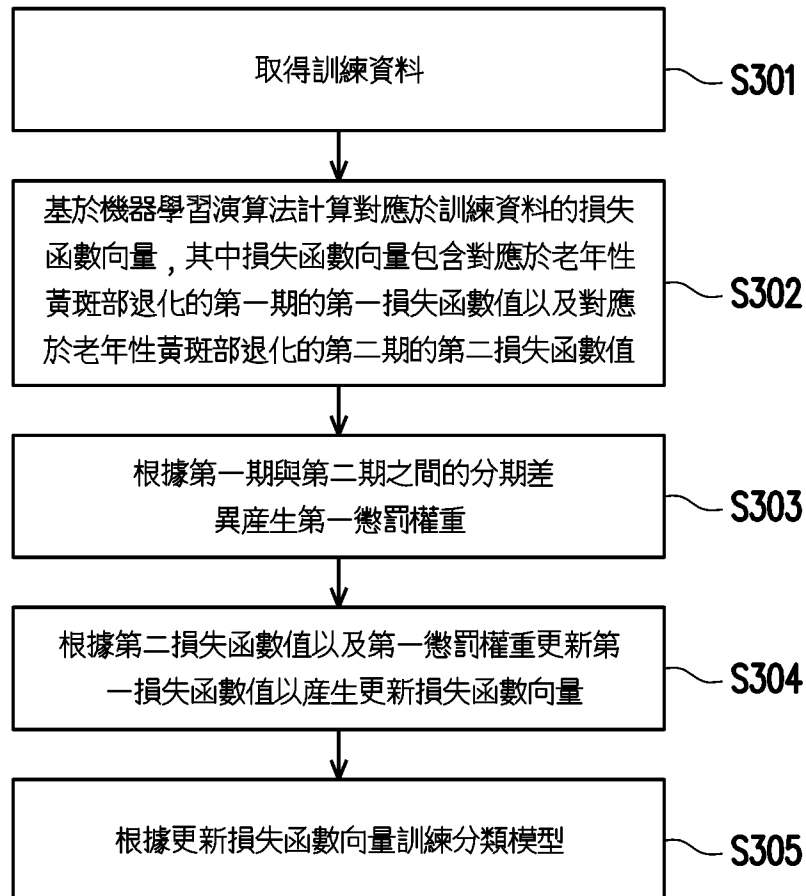
【發明圖式】



【圖1】



【圖2】



【圖3】