



(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 I790938 B

(45) 公告日：中華民國 112 (2023) 年 01 月 21 日

(21) 申請案號：111108511

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 03 月 09 日

(51) Int. Cl. : G06F21/50 (2013.01)

G06F11/30 (2006.01)

G06F12/0866(2016.01)

G06F21/80 (2013.01)

(71) 申請人：英業達股份有限公司 (中華民國) INVENTEC CORPORATION (TW)

臺北市士林區後港街 66 號

(72) 發明人：廖奕茹 LIAO, YI-JU (TW)；張禎元 CHANG, JEN-YUAN (TW)；陳伯修 CHEN,

PO-HSIU (TW)；蔡協良 TSAI, HSIEH-LIANG (TW)

(74) 代理人：許世正

(56) 參考文獻：

TW I687783

TW M532085

TW 200910987

US 20180321672A1

審查人員：黃秉勤

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：6 共 21 頁

(54) 名稱

硬碟效能問題分類模型的建立方法、硬碟效能問題分析方法及硬碟效能問題分類模型建立系統

(57) 摘要

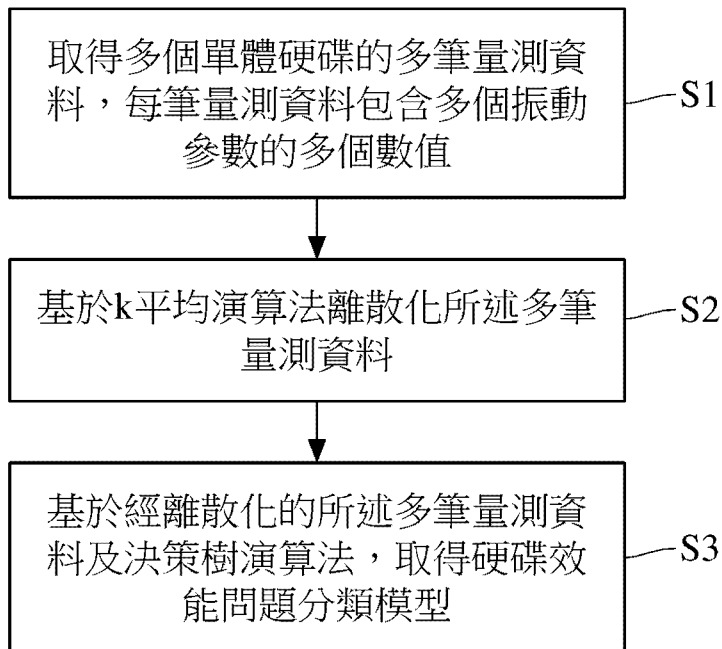
一種硬碟效能問題分類模型的建立方法，包括以一分析裝置執行：取得多個單體硬碟的多筆量測資料，每一該些量測資料包含多個振動參數的多個數值；基於 k 平均演算法離散化該些量測資料；以及基於經離散化的這些量測資料及決策樹演算法，取得一硬碟效能問題分類模型。

A creating method of a classifying model of a efficiency problem of a hard disk includes performing the following steps by a processing device: acquiring a plurality of measured data of a plurality of single hard disk and each of the plurality of measured data comprising values of a plurality of vibration parameters; discretizing the plurality of measured data based on a K-means algorithm; and obtaining the classifying model of the efficiency problem of the hard disk based on the plurality of measured data after discretizing and a decision tree algorithm.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S1~S3:步驟



【圖2】



I790938

**【發明摘要】**

**【中文發明名稱】** 硬碟效能問題分類模型的建立方法、硬碟效能問題分析方法及硬碟效能問題分類模型建立系統

**【英文發明名稱】** CREATING METHOD OF A CLASSIFYING MODEL OF A EFFICIENCY PROBLEM OF A HARD DISK, ANALYZING METHOD OF AN EFFICIENCY PROBLEM OF A HARD DISK AND CLASSIFYING MODEL CREATING SYSTEM OF THE EFFICIENCY PROBLEM OF A HARD DISK

**【中文】**

一種硬碟效能問題分類模型的建立方法，包括以一分析裝置執行：取得多個單體硬碟的多筆量測資料，每一該些量測資料包含多個振動參數的多個數值；基於 k 平均演算法離散化該些量測資料；以及基於經離散化的這些量測資料及決策樹演算法，取得一硬碟效能問題分類模型。

**【英文】**

A creating method of a classifying model of a efficiency problem of a hard disk includes performing the following steps by a processing device: acquiring a plurality of measured data of a plurality of single hard disk and each of the plurality of measured data comprising values of a plurality of vibration parameters; discretizing the plurality of measured data based on a K-means algorithm; and obtaining the classifying model of the efficiency problem of the hard disk based on the plurality of measured data after discretizing and a decision tree algorithm.

【指定代表圖】 圖 2

【代表圖之符號簡單說明】

S1~S3：步驟

【特徵化學式】 無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 硬碟效能問題分類模型的建立方法、硬碟效能問題分析方法及硬碟效能問題分類模型建立系統

【英文發明名稱】 CREATING METHOD OF A CLASSIFYING MODEL OF A EFFICIENCY PROBLEM OF A HARD DISK, ANALYZING METHOD OF AN EFFICIENCY PROBLEM OF A HARD DISK AND CLASSIFYING MODEL CREATING SYSTEM OF THE EFFICIENCY PROBLEM OF A HARD DISK

### 【技術領域】

【0001】 本發明關於一種分類模型的建立方法，特別是關於一種硬碟效能問題分類模型的建立方法。

### 【先前技術】

【0002】 隨著網際網路的發達，資訊處理量越來越大，伺服器需要的數目也越來越多。若伺服器的效能降低時，影響整個網路的資料傳輸，可能造成遊戲當機、電子郵件無法正常傳輸或視訊會議的中斷，如何改善伺服器的效能降低變為一個重要的課題。

【0003】 一般而言，伺服器的效能與硬碟效能是相關的，伺服器的效能會受硬碟效能所影響。若硬碟的效能下降，伺服器的效能也隨之下降。工程師往往利用人力逐步分析方式在伺服器內部尋找硬碟效能下降原因，經常發生無法找到影響硬碟效能的根本原因，以至於無法對症下藥解決硬碟效能下降的問題。

### 【發明內容】

【0004】 根據前述，本發明提供一種硬碟效能問題分類模型的建立方法、硬碟效能問題分析方法及硬碟效能問題分類模型建立系統，以尋找出影響硬碟效能的根本原因。

【0005】 依據本發明的一實施例的硬碟效能問題分類模型的建立方法，係供分析裝置執行，其包含：取得多個單體硬碟的多筆量測資料，每一個量測資料包含多個振動參數的多個數值；基於 k 平均演算法(k-means algorithm)離散化這些量測資料；基於經離散化的這些量測資料及決策樹演算法，取得硬碟效能問題分類模型。

【0006】 依據本發明的一實施例的一種硬碟效能問題分析方法，包含：以電腦系統將異常的伺服器硬碟的量測資料輸入前述的硬碟效能問題分類模型，以取得分類結果；其中分類結果指示多個問題因子間的排序，且這些問題因子關聯於多個振動參數中的多者。

【0007】 依據本發明的一實施例的一種硬碟效能問題分類模型建立系統，包含多個振動參數感測器以及分析裝置。多個振動參數感測器用於量測多個單體硬碟中的每一者的多個振動參數的多個數值。分析裝置連接於這些振動參數感測器並用於取得多個單體硬碟的多筆量測資料，分析裝置基於 k 平均演算法離散化這些量測資料，分析裝置基於經離散化的這些量測資料及決策樹演算法，取得硬碟效能問題分類模型，其中每一個量測資料包含多個單體硬碟中的對應者的多個振動參數的多個數值。

【0008】 綜上所述，本發明之硬碟效能問題分類模型的建立方法及硬碟效能問題分類模型建立系統，利用 k 平均演算法將多個單體硬碟的振動量測資料進行離散化，並結合決策樹演算法，可以建立分類準確度高的決策樹來作為硬碟效能問題分類模型，且由於係以單體硬碟的振動量測資料作為訓練資料，對所建立之決策樹進行剪枝的需求不高。另外，本發明之硬碟效能問題分析方法，將伺服儲存系統內部有問題之硬碟的量測資料輸入上述硬碟效能問題分類模型，可以良好地推測硬碟效能降低的主要原因。

【圖式簡單說明】

**【0009】**

圖 1 為依據本發明一實施例所繪示的硬碟效能問題分類模型建立系統的功能方塊圖。

圖 2 為依據本發明一實施例所繪示的硬碟效能問題分類模型建立方法的流程圖。

圖 3 為依據本發明一實施例所繪示的取得硬碟效能問題分類模型的詳細步驟的流程圖。

圖 4 為依據本發明一實施例所繪示的決策樹演算法的二元樹圖。

圖 5 為依據本發明一實施例所繪示的硬碟效能問題分析方法的執行環境示意圖。

圖 6 為依據本發明一實施例所繪示的硬碟效能問題分析方法的流程圖。

**【實施方式】**

**【0010】** 以下在實施方式中詳細敘述本發明之詳細特徵以及優點，其內容足以使任何熟習相關技藝者了解本發明之技術內容並據以實施，且根據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點。以下之實施例係進一步詳細說明本發明之觀點，但非以任何觀點限制本發明之範疇。

**【0011】** 應當理解的是，儘管術語「第一」、「第二」等在本發明中可用於描述各種元件、部件、區域、層及/或部分，但是這些元件、部件、區域、層及/或部分不應受這些術語的限制。這些術語僅用於將一個元件、部件、區域、層及/或部分與另一個元件、部件、區域、層及/或部分區分開。

**【0012】** 另外，術語「包括」及/或「包含」指所述特徵、區域、整體、步驟、操作、元件及/或部件的存在，但不排除一個或多個其他特徵、

區域、整體、步驟、操作、元件、部件及/或其組合的存在或添加。

【0013】 請參閱圖 1，其為依據本發明一實施例所繪示的硬碟效能問題分類模型建立系統的功能方塊圖。如圖 1 所示，硬碟效能問題分類模型建立系統 1 包括多個振動參數感測器 11 以及分析裝置 12，其中分析裝置 12 連接於這些振動參數感測器 11。

【0014】 以下所指的單體硬碟是指可裝載在伺服器的硬碟裝置，一台伺服器可裝載多顆硬碟裝置，根據其擴充性可裝載 4 顆、8 顆、或 12 顆以上的硬碟裝置。所述多個振動參數感測器 11 用於量測多個單體硬碟(單碟)中的每一者的多個振動參數的多個數值。進一步來說，所述多個振動參數感測器 11 可以包括三軸加速度計 111、音壓計 112 以及共振頻率分析儀 113 中的至少二者。三軸加速度計 111 用於量測多個單體硬碟的加速度數值和角加速度數值。音壓計 112 用於量測多個單體硬碟的音壓數值。共振頻率分析儀 113 可以硬碟 I/O 效能評測工具(IOMeter)或頻譜分析儀實現，用於分析多個單體硬碟的共振頻率數值。也就是說，所述多個振動參數可以包括加速度、角加速度、音壓和共振頻率中的至少二者。

【0015】 分析裝置 12 可以為微控制器、圖形處理器或其他具有處理資料功能及儲存功能的電子裝置，而未侷限於本發明所列舉的範圍。分析裝置 12 用於取得所述多個單體硬碟的多筆量測資料，其中每一筆量測資料包括所述多個單體硬碟中的對應者的多個振動參數的多個數值，即前述多個振動參數感測器 11 所測得之振動參數數值。分析裝置 12 基於 k 平均演算法離散化上述多筆量測資料，並基於經離散化的量測資料及決策樹演算法取得硬碟效能問題分類模型。

【0016】 在一實施態樣中，多個振動感測器 11 和分析裝置 12 整合為一個電子設備。在另一個實施態樣中，多個振動感測器 11 和分析裝置 12 為獨立設置，且分析裝置 12 可以設置於邊緣端或雲端並通訊連



接所述多個振動感測器 11。

【0017】 請一併參閱圖 1 及 2，其中依據本發明一實施例所繪示的硬碟效能問題分類模型建立方法的流程圖。如圖 2 所示，硬碟效能問題分類模型建立方法包括步驟 S1~步驟 S3。圖 2 所示的硬碟效能問題分類模型建立方法可適用於圖 1 所示的硬碟效能問題分類模型建立系統 1，但不以此為限。以下示例性地以圖 1 所示硬碟效能問題分類模型建立系統 1 之運作來說明步驟 S1~步驟 S3。

【0018】 步驟 S1：以分析裝置 12 取得多個單體硬碟的多筆量測資料，每筆量測資料包含多個振動參數的多個數值。如前所述，分析裝置 12 可以從多個振動感測器 11 取得其對各單體硬碟進行量測而得的多個振動參數的數值。於一實施態樣中，分析裝置 12 可以控制所述多個振動感測器 11 對各單體硬碟進行量測並回傳量測結果。於另一實施態樣中，所述多個振動感測器 11 可以受使用者或其他控制裝置控制以對各單體硬碟進行量測，再將量測結果傳送至分析裝置 12。

【0019】 具體而言，三軸加速度計 111 可以受控以偵測每個單體硬碟的在 x 軸方向、y 軸方向及 z 軸方向的加速度數值及角加速度數值，特別係 x 軸方向的加速度及 z 軸方向的角加速度數值，並將偵測結果傳送至分析裝置 12。舉例來說，單體硬碟的結構為一個長方體，x 軸方向為平行於長方體的短邊方向，y 軸方向為平行於長方體的長邊方向，z 軸為平行於長方體的高度方向，但不以此為限。音壓計 112 可以受控以偵測每個單體硬碟的音壓數值，特別係單體硬碟滿轉時的音壓數值，並將偵測結果傳送至分析裝置 12。共振頻率分析儀 113 可以受控以對每個單體硬碟進行掃頻以取得共振頻率數值，其中掃頻範圍例如為 50Hz~2000Hz。或者，使用者可以透過連接於分析裝置 12 的使用者介面設定共振頻率數值為 300Hz 或 900Hz。

【0020】 步驟 S2：以分析裝置 12 基於 k 平均演算法離散化所述多

筆量測資料。具體而言，分析裝置 12 利用 k 平均演算法對量測資料中不同的振動參數的數值進行離散化以分為多個群體。k 平均演算法例如以下式表示：

$$b_i^n \begin{cases} 1, & x^n \text{ 接近 } c^i \\ 0, & \text{其他} \end{cases},$$

$$\text{更新所有 } c^i, c^i = \frac{\sum_{x^n} b_i^n x^n}{\sum_{x^n} b_i^n}$$

其中， $b_i^n$  為判別量測資料是否屬於第 i 群體的結果， $c^i$  為第 i 群體的中心， $x^n$  為第 n 個量測資料。特別來說，其中 i 值可以設定為 4。

**【0021】** 步驟 S3：以分析裝置 12 基於經離散化的所述多筆量測資料及決策樹演算法，取得硬碟效能問題分類模型。其中，決策樹演算法特別為 ID3 演算法。進一步來說，分析裝置 12 所執行的決策樹演算法可以熵(entropy)及信息增益(information gain)中的一或二者作為衡量特徵重要程度的指標。另外，分析裝置 12 可以例如透過使用者介面、通訊介面自外部接收由專業人員給定之影響硬碟最劇烈之主要特徵。於一實施態樣中，分析裝置 12 利用決策樹演算法對經離散化的所有量測資料進行二分法以建立決策樹，對決策樹執行有效驗證以確保模型有良好的學習能力，並將經驗證的決策樹作為硬碟效能問題分類模型。於另一實施態樣中，分析裝置 12 所執行之取得硬碟效能問題分類模型包含執行 k 折交叉驗證(k-fold cross validation)。進一步來說，分析裝置 12 將經離散化的所有量測資料分為 k 個子集，輪流以 k 個子集中的每一者作為驗證子集且以剩餘者作為訓練子集。其中 k 特別為 8。

**【0022】** 以下示例性地說明步驟 S3 所執行之決策樹演算法，請參閱圖 1 及圖 3，其中圖 3 為依據本發明一實施例所繪示的取得硬碟效能問題分類模型的詳細步驟的流程圖。如圖 3 所示，步驟 S3 可以包括步驟 S31~步驟 S36，步驟 S31~步驟 S36 由分析裝置 12 執行。

**【0023】** 步驟 S31：基於熵及信息增益中的一或二者，決定第 1 決

策點，以將經離散化的該些量測資料中的至少一部分分成二個量測資料組，其中第 1 決策點關聯於所述多個振動參數中之一者。其中，被第 1 決策點分為兩組的資料母體可以為經離散化的所有量測資料，或是經離散化且被分為  $k$  個子集的量測資料中的  $(k-1)$  個子集。熵及信息增益的計算式及判別閾值可依實際需求所設計，本發明不予限制。

【0024】 步驟 S32：定義  $i$  值為正整數且起始值為 2。

【0025】 步驟 S33：基於熵及信息增益中的一或二者，決定第  $i$  決策點，以將經第  $(i-1)$  決策點分類的二個量測資料組中之一者分成另二個量測資料組，其中第  $i$  決策點關聯於這些振動參數中之另一者。

【0026】 步驟 S34：判斷  $i$  值是否等於這些振動參數的數量，其中這些振動參數的數量大於或等於 2。若判斷  $i$  值不等於這些振動參數的數量，執行步驟 S35：將  $i$  值加 1，並再次執行步驟 S33；若判斷  $i$  值等於這些振動參數的數量，執行步驟 S36：基於第 1 決策點及執行一或多次的分類運算的結果組成硬碟效能問題分類模型。

【0027】 請參閱圖 1 及圖 4，其中圖 4 為依據本發明一實施例所繪示的決策樹演算法的二元樹圖。分析裝置 12 可以上列實施例所述之方法建立如圖 4 所示的決策樹以作為硬碟效能問題分類模型，其中振動參數的數量為 4。決策樹可以包含第 1 至第 4 決策點 D1~D4 及類別 C1~C5，其中決策點 D1~D4 分別關聯於不同振動參數，且類別 C1~C4 分別關聯於與決策點 D1~D4 相同的振動參數，而類別 C5 指示不與所述 4 個振動參數中之任一者相關。進一步來說，決策點 D1~D4 各以關聯於對應之振動參數的條件來對資料進料進行分類，其中所述條件指示對應之振動參數為硬碟效能降低的主要原因之機率範圍。其中圖 4 所示的決策樹只是決策樹葉節點分布的一種示例，理論上根據訓練資料也可能會產生不同葉節點分布的決策樹。

【0028】 舉例來說，決策點 D1~D4 分別關聯於共振頻率、音壓、

加速度及角加速度；決策點 D1 以分類條件 c11 「共振頻率為硬碟效能降低的主要原因之機率小於 0.5」及分類條件 c12 「共振頻率為硬碟效能降低的主要原因之機率大於或等於 0.5」將資料分至決策點 D2 或類別 C1，其中類別 C1 指示硬碟效能降低的主要原因為頻率問題；決策點 D2 以分類條件 c21 「音壓為硬碟效能降低的主要原因之機率小於 0.5」及分類條件 c22 「音壓為硬碟效能降低的主要原因之機率大於或等於 0.5」將資料分至決策點 D3 或類別 C2，其中類別 C2 指示硬碟效能降低的主要原因為音壓問題；決策點 D3 以分類條件 c31 「加速度為硬碟效能降低的主要原因之機率小於 0.5」及分類條件 c32 「加速度為硬碟效能降低的主要原因之機率大於或等於 0.5」將資料分至決策點 D4 或類別 C3，其中類別 C3 指示硬碟效能降低的主要原因為加速度問題；決策點 D4 以分類條件 c41 「角加速度為硬碟效能降低的主要原因之機率小於 0.5」及分類條件 c42 「角加速度為硬碟效能降低的主要原因之機率大於或等於 0.5」將資料分至類別 C4 或類別 C5，其中類別 C4 指示硬碟效能降低的主要原因為轉動問題，而類別 C5 指示硬碟效能降低的主要原因無關於頻率問題、音壓問題、加速度問題或轉動問題。

**【0029】** 請參閱圖 5 和圖 6，其為依據本發明一實施例所繪示的硬碟效能問題分析方法的執行環境示意圖以及依據本發明一實施例所繪示的硬碟效能問題分析方法的流程圖。如圖 5 所示，本發明之硬碟效能問題分析方法所對應的執行環境可以包括硬碟效能問題分類模型建立系統 1 及電腦系統 2，其中電腦系統 2 可以通訊連接於硬碟效能問題分類模型建立系統 1。硬碟效能問題分類模型建立系統 1 如圖 1 所示提供硬碟效能問題分類模型，其相關細節已於前述段落描述，於此不再重複描述。電腦系統 2 包括處理器，處理器可以從硬碟效能問題分類模型建立系統 1 取得硬碟效能問題分類模型，並將異常的伺服器硬碟的量測資料輸入至硬碟效能問題分類模型，以取得分類結果。處理器例如為微控

制器、圖形處理器或其他具有處理資料功能及儲存功能的電子裝置，而未侷限於本發明所陳述的範圍。於此實施例中，執行硬碟效能問題分類模型的電腦系統 2 及建立硬碟效能問題分類模型的分析裝置為不同裝置。於另一實施例中，執行硬碟效能問題分類模型的電腦系統 2 與建立硬碟效能問題分類模型的分析裝置為相同裝置。

**【0030】** 如圖 6 所示，本發明之硬碟效能問題分析方法可以包括步驟 S1~步驟 S4，其中步驟 S1~步驟 S3 為如圖 2 所描述之硬碟效能問題分類模型的建立步驟，於此不再重複敘述。步驟 S4：以電腦系統 2 將異常的伺服器硬碟的量測資料輸入硬碟效能問題分類模型，取得分類結果，其中分類結果指示多個問題因子間的排序，且多個問題因子關聯於多個振動參數中的多者。多個問題因子可包括加速度問題、轉動問題、音壓問題以及共振頻率問題。具體而言，電腦系統 2 可以透過使用者介面或從伺服器硬碟量測裝置取得異常伺服器硬碟的量測資料，利用硬碟效能問題分類模型根據異常的伺服器硬碟的量測資料排列多個問題因子影響程度的優先順序。

**【0031】** 舉例來說，伺服器具有多個硬碟槽，例如 12 個，其中 4 個硬碟槽所接的硬碟有所異常(例如效能不佳)，經量測而分別產生第一量測資料、第二量測資料、第三量測資料以及第四量測資料，如表 1 所示。電腦系統 2 透過使用者介面或從伺服器硬碟量測裝置取得第一量測資料至第四量測資料，並將其輸入硬碟效能問題分類模型，以取得如表 2 所示的分類結果。

**【0032】** 表 1

|        | 加速度(m/s <sup>2</sup> ) | 音壓(dB) | 角 加 速 度<br>(rad/s <sup>2</sup> ) | 頻率(Hz) |
|--------|------------------------|--------|----------------------------------|--------|
| 第一量測資料 | 0.05                   | 93     | 14.26                            | 300    |
| 第二量測資料 | 0.008                  | 98     | 9.56                             | 300    |

|        |      |     |       |     |
|--------|------|-----|-------|-----|
| 第三量測資料 | 0.14 | 99  | 11.22 | 300 |
| 第四量測資料 | 0.24 | 108 | 14.6  | 360 |

【0033】 表 2

|        | 硬碟效能問題排<br>序 1 | 硬碟效能問題排<br>序 2 | 硬碟效能問題排<br>序 3 |
|--------|----------------|----------------|----------------|
| 第一量測資料 | 頻率             | 轉動             | 轉動             |
| 第二量測資料 | 頻率             | 轉動             | 音壓             |
| 第三量測資料 | 頻率             | 轉動             | 轉動             |
| 第四量測資料 | 轉動             | 音壓             | 轉動             |

【0034】 綜上所述，本發明之硬碟效能問題分類模型的建立方法及硬碟效能問題分類模型建立系統，利用 k 平均演算法將多個單體硬碟的振動量測資料進行離散化，並結合決策樹演算法，可以建立分類準確度高的決策樹來作為硬碟效能問題分類模型，且由於係以單體硬碟的振動量測資料作為訓練資料，對所建立之決策樹進行剪枝的需求較低。另外，本發明之硬碟效能問題分析方法，將伺服儲存系統內部有問題之硬碟的量測資料輸入上述硬碟效能問題分類模型，可以良好地推測硬碟效能降低的主要原因。

【0035】 在本發明的一實施例中，本發明之硬碟效能問題分類模型的建立方法、硬碟效能問題分析方法及硬碟效能問題分類模型建立系統可對伺服器所裝載的硬碟進行分析測試，以提高伺服器的可靠度，使該伺服器適合用於人工智慧(Artificial Intelligence，簡稱 AI)運算、邊緣運算(Edge Computing)，亦可當作 5G 伺服器、雲端伺服器或車聯網伺服器使用。

【0036】 雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

## 【符號說明】

1: 硬碟效能問題分類模型建立系統

2: 電腦系統

11: 振動參數感測器

12: 分析裝置

111: 三軸加速度計

112: 音壓計

113: 共振頻率分析儀

C1~C5: 類別

c11, c12, c21, c22, c31, c32, c41, c42: 分類條件

D1~D4: 決策點

S1~S4, S31~S36: 步驟

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種硬碟效能問題分類模型的建立方法，其包含以一分析裝置執行：

取得多個單體硬碟的多筆量測資料，每一該些量測資料包含多個振動參數的多個數值；

基於 k 平均演算法離散化該些量測資料；以及

基於經離散化的該些量測資料及決策樹演算法，取得一硬碟效能問題分類模型；

其中，基於經離散化的該些量測資料及該決策樹演算法，取得該硬碟效能問題分類模型包含：

基於熵及信息增益中的一或二者，決定一第 1 決策點，以將經離散化的該些量測資料中的至少一部分分成二個量測資料組，其中該第 1 決策點關聯於該些振動參數中之一者；

定義 i 值為正整數且起始值為 2，執行一分類運算，該分類運算包含：

基於該熵及該信息增益中的一或二者，決定第 i 決策點，以將經第 (i-1) 決策點分類的該二個量測資料組中之一者分成另二個量測資料組，其中該第 1 決策點關聯於該些振動參數中之另一者；



判斷  $i$  值是否等於該些振動參數的數量，其中該些振動參數的該數量大於或等於 2；

若  $i$  值不等於該些振動參數的該數量，將  $i$  值加 1 並再次執行該分類運算；以及

若  $i$  值等於該些振動參數的該數量，基於該第 1 決策點及執行一或多次的該分類運算的結果組成該硬碟效能問題分類模型。

**【請求項2】** 如請求項 1 所述的硬碟效能問題分類模型的建立方法，其中該決策樹演算法為 ID3 演算法。

**【請求項3】** 如請求項 1 所述的硬碟效能問題分類模型的建立方法，其中該些振動參數包含加速度、角加速度、音壓及共振頻率中的多者。

**【請求項4】** 如請求項 1 所述的硬碟效能問題分類模型的建立方法，其中基於經離散化的該些量測資料及該決策樹演算法，取得該硬碟效能問題分類模型包含執行  $k$  折交叉驗證。

**【請求項5】** 一種硬碟效能問題分析方法，包含：

以一電腦系統，將異常的一伺服器硬碟的一量測資料輸入由請求項 1 至 4 中任一者所述的硬碟效能問題分類模型的建立方法所建立的該硬碟效能問題分類模型，以取得一分類結果；

其中該分類結果指示多個問題因子間的排序，且該些問題因子關聯於所述多個振動參數中的多者。

【請求項6】 一種硬碟效能問題分類模型建立系統，包含：

多個振動參數感測器，用於量測多個單體硬碟中的每一者的多個振動參數的多個數值；以及

一分析裝置，連接於該些振動參數感測器，用於取得該些單體硬碟的多筆量測資料，基於  $k$  平均演算法離散化該些量測資料，以及基於經離散化的該些量測資料及決策樹演算法，取得一硬碟效能問題分類模型，其中每一該些量測資料包含該些單體硬碟中的對應者的該些振動參數的該些數值；

其中，基於經離散化的該些量測資料及該決策樹演算法，取得該硬碟效能問題分類模型包含：

基於熵及信息增益中的一或二者，決定一第 1 決策點，以將經離散化的該些量測資料中的至少一部分分成二個量測資料組，其中該第 1 決策點關聯於該些振動參數中之一者；

定義  $i$  值為正整數且起始值為 2，執行一分類運算，該分類運算包含：

基於該熵及該信息增益中的一或二者，決定第  $i$  決策點，以將經第  $(i-1)$  決策點分類的該二個量測資料組中之一者分成另二個量測資料組，其中該第 1 決策點關聯於該些振動參數中之另一者；

判斷  $i$  值是否等於該些振動參數的數量，其中該些振動參數的該數量大於或等於 2；

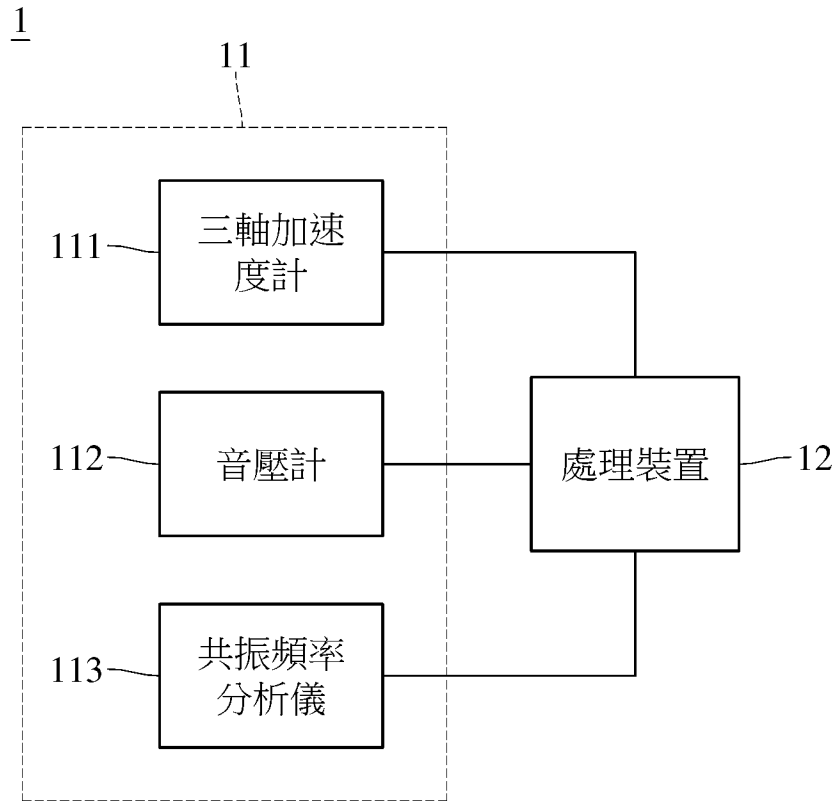
若  $i$  值不等於該些振動參數的該數量，將  $i$  值加 1 並再次執行該分類運算；以及

若  $i$  值等於該些振動參數的該數量，基於該第 1 決策點及執行一或多次的該分類運算的結果組成該硬碟效能問題分類模型。

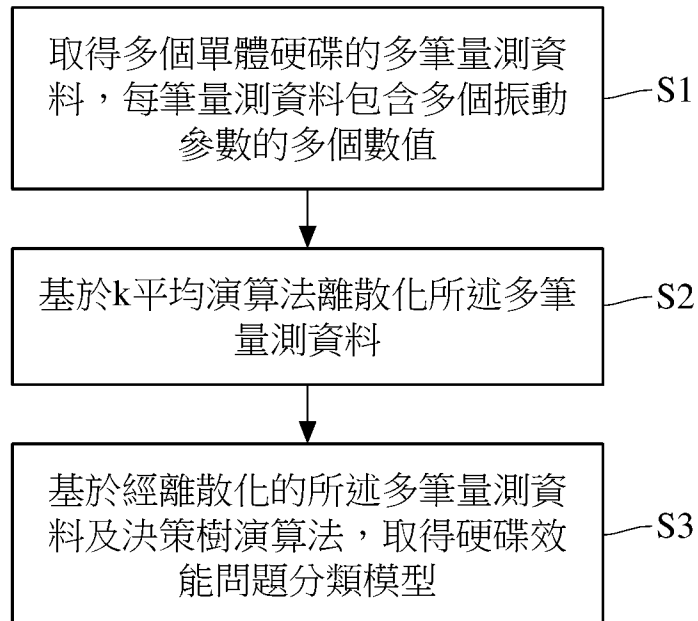
**【請求項7】** 如請求項 6 所述的硬碟效能問題分類模型建立系統，其中該決策樹演算法為 ID3 演算法。

**【請求項8】** 如請求項 6 所述的硬碟效能問題分類模型建立系統，其中該些振動參數感測器包含三軸加速度計、音壓計及共振頻率分析儀中的多者，該三軸加速度計用於量測加速度及角加速度中的一或二者，該音壓計用於量測音壓，且該共振頻率分析儀用於量測共振頻率。

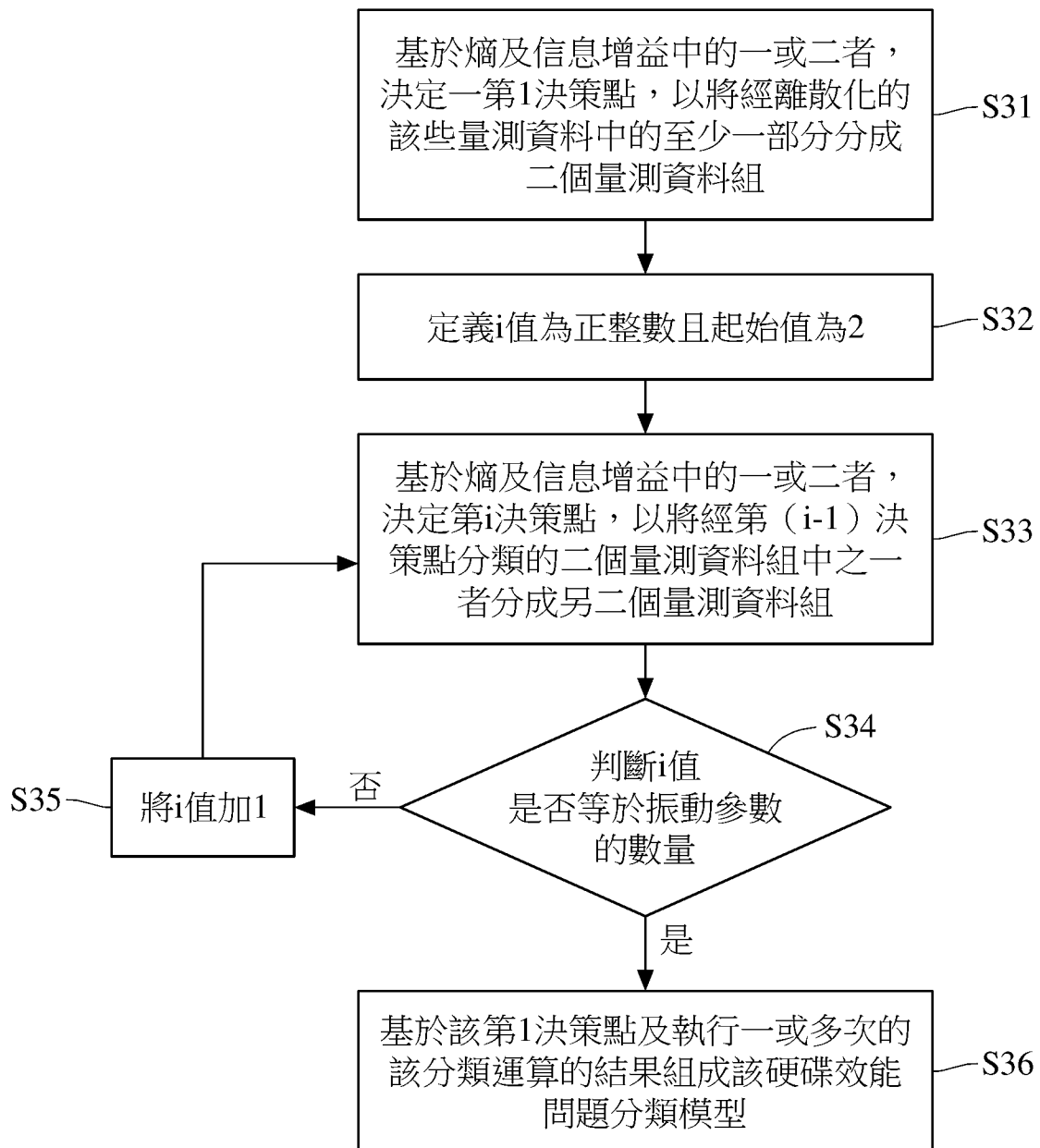
## 【發明圖式】



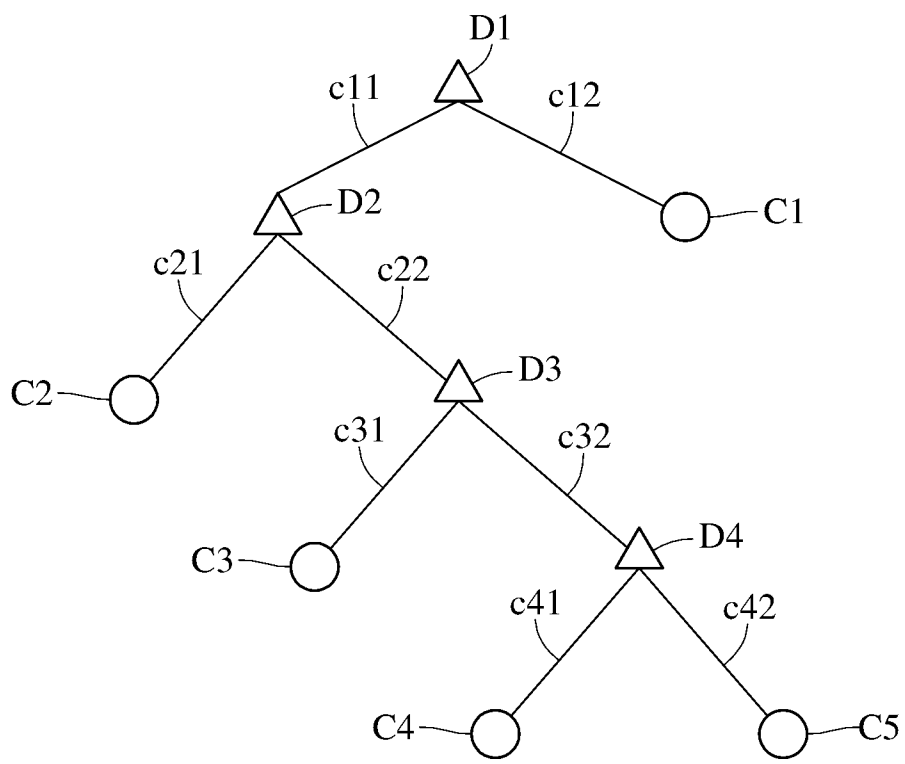
【圖1】



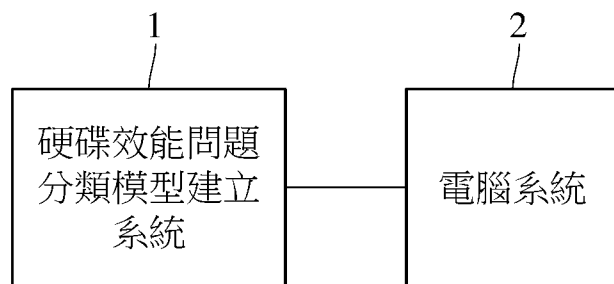
【圖2】



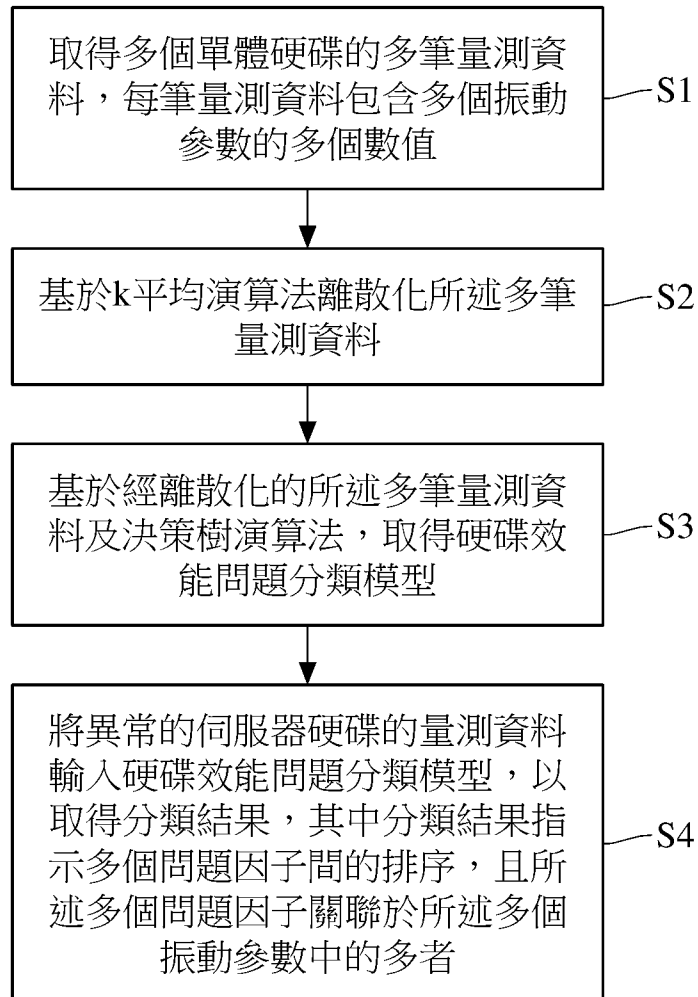
【圖3】



【圖4】



【圖5】



【圖6】