



(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 I667660 B

(45) 公告日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：107141248

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 11 月 20 日

(51) Int. Cl. :

*G16H20/00 (2018.01)**G16H50/20 (2018.01)**G06N3/00 (2006.01)**G06F19/00 (2018.01)**G06Q10/04 (2012.01)**G06G7/60 (2006.01)**A61B5/04 (2006.01)*(71) 申請人：帆宣系統科技股份有限公司 (中華民國) MARKETECH INTERNATIONAL CORP.
(TW)

臺北市南港區園區街 3-2 號 6 樓

(72) 發明人：韋建名 WEI, CHIEN-MING (TW)；范國晏 FAN, GUO-YAN (TW)；胡維桓 HU,
WEI-HUAN (TW)

(74) 代理人：黃志揚

(56) 參考文獻：

CN 1926489B

CN 101126929A

US 2014/0378810A1

US 2016/0350671A1

審查人員：吳漢傑

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：4 共 29 頁

(54) 名稱

智慧型預診斷與健康管理系統建模方法及其電腦程式產品

(57) 摘要

本發明提供一種智慧型預診斷與健康管理系統建模方法，該方法包括新樹建立步驟、雙分支建模步驟、以及模型自適性優化步驟，可隨著監控資料的增加以由雙分支建模步驟所建構出的預測假說模型中挑選出最佳方案做為最佳化決策的基準，此基準為下一次預測使用，並令系統的預測結果符合預期目標值。本發明同時提供一種智慧型預診斷與健康管理系統的電腦程式產品，令執行該電腦程式產品時完成上述的智慧型預診斷與健康管理系統建模方法。

指定代表圖：

符號簡單說明：

110、120、200a、
200b、300a、300b、
400a、400b、
500 . . . 步驟

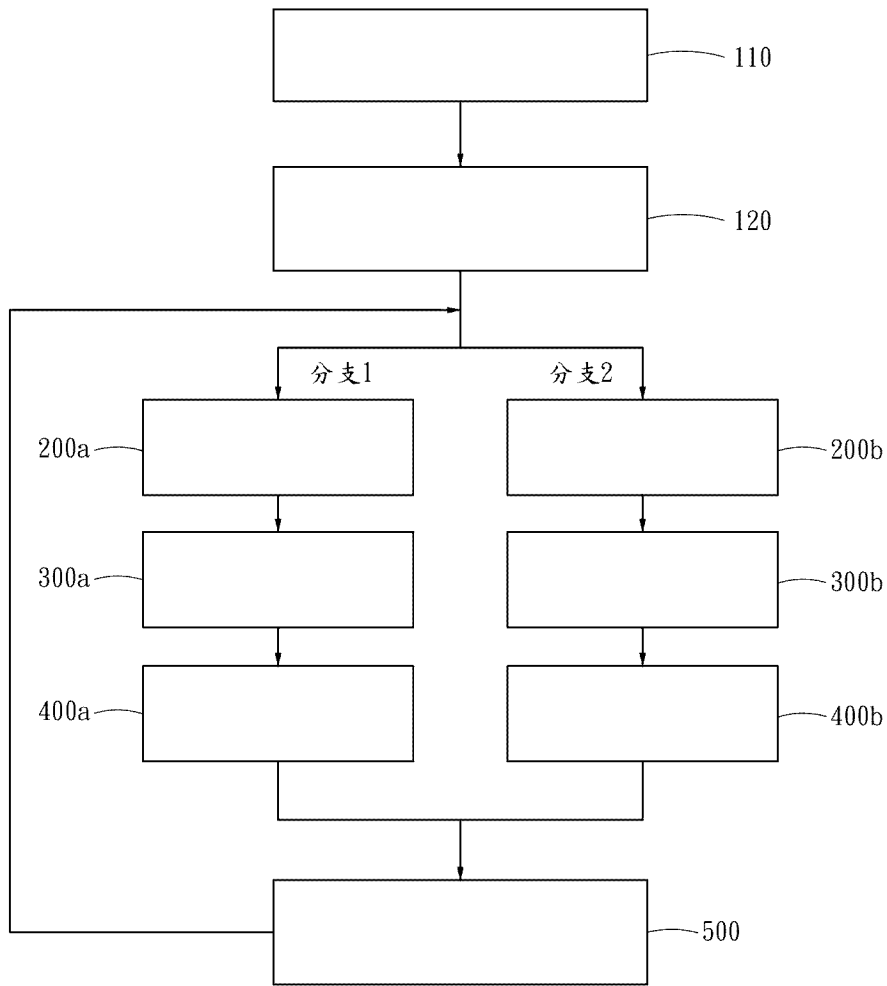


圖 1B

【發明說明書】

【中文發明名稱】 智慧型預診斷與健康管理系統建模方法及其電腦程式產品

【技術領域】

【0001】本發明關於一種智慧型預診斷與健康管理 (smart prognostics and health management, SPHM) 系統建模方法及其電腦程式產品，特別是關於一種可自適性最佳化的智慧型預診斷系統建模方法及其電腦程式產品。

【先前技術】

【0002】製造業為了確保生產機台的製程穩定並且提高稼動率，必須要對生產機台的運作狀態進行嚴密的品質監控。利用機台預診斷及健康管理技術，可藉由分析機台資料來監控和評估設備以及零件的健康狀態，並根據狀態來決定最佳的維護或更換時機，以減少非預期性停機並降低維修頻率。

【0003】習知技術中為了達到品質要求，對於關鍵製程參數有嚴密的監控與觀察。所謂「關鍵製程參數」指的是與設備故障最相關的因素，實務上會對該些因素進行監控以作為設備維護預診斷的重要指標。為提升預診斷的精準性，已有許多公開技術提出各式改良，包括申請人在美國專利申請號US16/001,520中提出一種領先輔助參數的選擇方法以及結合關鍵參數及領先輔助參數進行設備維護預診斷的方法，將感測器蒐集到的資料進行篩選並區分為關鍵參數(critical parameters, CP)集合以及其他特徵參數集合後，再從特徵參數集合中鑑定出提前影響關鍵參數時間最早者作為領先輔助參數(leading associated parameters, LAP)，並進一步利用關鍵參數(CP)集合及該領先輔助參數(LAP)建立一種有效提升提前預警能力的設備維護預診斷模型。

【0004】然而在進行設備維護預診斷模型建模的時候，習知技術須累積一定量之監控資料與維修紀錄方能開始建模。但新機台設備導入預診斷系統初期，工程師往往無法快速且有效地從少量且不具備維修紀錄的監控資料中找出重要參數並建立預測模型。因此，需提供一種智慧型預診斷與健康管理系統之建模方法及其電腦程式產品，以克服上述習知技術的缺點。

【發明內容】

【0005】本發明的目的之一，在於解決新機台設備導入預診斷系統初期，難以透過少量且不具備維修紀錄的監控資料中找出重要參數並建立預測模型的缺點。

【0006】本發明的另一目的，在於透過雙分支建模方法，依自適性優化機制從雙分支模型中挑選最佳方案 (golden model) 進行最佳化決策，使得預診斷與健康管理系統的預測結果符合預期目標值。

【0007】為了達到上述目的，本發明提供一種智慧型預診斷與健康管理系統建模方法，該方法係透過一內建有複數個參考假說模型的智慧型預診斷和健康管理系統進行。該方法包括：

【0008】(S1) 新樹建立步驟，係根據一待監控機台定義出至少一分析樹節點(Object)，每一分析樹節點(Object)經由至少一監控點以取得一監控資料；

【0009】(S2) 雙分支建模步驟，係於一分支1實施一資料前處理步驟a以將該監控資料轉換為一指定特徵格式並進行一相似度分析以從該些參考假說模型中挑選相似度最高且超過一指定門檻的參考假說模型作為該分析樹節點的一分支1預測假說模型；同時於一分支2對該監控資料實施一資料前處理步驟b以利用一因果關係檢定確認該分析樹節點(Object)所對應的一關鍵

參數(CP)以及複數個相關參數(AP)並建構一適用於該待監控機台的假說模型以作為該分析樹節點的一分支2預測假說模型；以及

【0010】 (S3) 模型自適性優化步驟，隨著該監控資料不斷地產生，於該分析樹節點(Object)進行一「機台是否無法繼續維運」的判斷結束後，倘若該判斷結果為「是」，則從該雙分支建模步驟所建構的該分支1預測假說模型或該分支2預測假說模型之中挑選一最佳方案做為該分析樹節點(Object)最佳化決策的基準，此基準為下一次預測使用，並令系統的預測結果符合預期目標值。

【0011】 根據本發明一實施例，在該新樹建立步驟中，該待監控機台可為一不具維修紀錄的新機台。

【0012】 根據本發明一實施例，在該雙分支建模步驟的分支1中，該指定特徵格式可具有與該參考假說模型建模前相同的特徵格式。

【0013】 根據本發明一實施例，在該模型自適性優化步驟指定該最佳方案後，更可包括將該監控資料轉換為該指定特徵格式並更新至該智慧型預診斷和健康管理系統內建的該些參考假說模型中。

【0014】 根據本發明一實施例，在該模型自適性優化步驟中，更可包括獲取至少一維修紀錄，該組維修紀錄包含至少一個該監控點的維修狀態值，使該監控資料與該維修紀錄為一對一的關係。

【0015】 根據本發明一實施例，在該雙分支建模步驟的分支1中，該相似度分析可採用至少一選自由歐基里德距離(Eucledian Distance)、馬哈拉諾比斯距離(Mahalanobis Distance)、曼哈頓距離(Manhattan Distance)、馬可夫斯基距離(Minkowski distance)、餘弦相似度(Cosine Similarity)、及其組合作為該相似度分析的一量化方法。

【0016】根據本發明一實施例，在該雙分支建模步驟的分支1中，當該相似度分析的結果未超過該指定門檻時，可先以一由該分支2所確認的該關鍵參數(CP)以及該些相關參數(AP)所組成的特徵矩陣作為該分支1預測假說模型建模的基礎，並於模型自適性優化步驟中取得一維修紀錄標籤後，依一監督式學習方法重建該分支1預測假說模型。

【0017】根據本發明一實施例，該監督式學習方法可包括至少一選自由支援向量機(support Vector Machine；SVM)、迴歸分析(Regression)、隨機森林(Random Forest)、及其組合所組成的群組。

【0018】根據本發明一實施例，在該模型自適性優化步驟中，當該分支1預測假說模型連續m次優於該分支2預測假說模型時，可設定該分支1預測假說模型為該最佳方案；當該分支1預測假說模型連續m次未優於該分支2預測假說模型時，則可指定該分支2預測假說模型為該最佳方案。

【0019】根據本發明一實施例，在該模型自適性優化步驟中，m值可為一大於2的正整數。

【0020】本發明更提供一種智慧型預診斷與健康管理系統的電腦程式產品，令執行該電腦程式產品時可完成上述的智慧型預診斷與健康管理系統建模方法。

【0021】是以，本發明可從少量且不具備維修紀錄的分析樹節點監控資料開始分析，找出重要參數並利用分析樹節點雙分支建模來建立預測模型。隨著分析樹節點監控資料與相應之維修紀錄不斷地增加，透過模型自適性優化步驟，從分析樹節點雙分支模型挑選最佳方案(golden model)進行最佳化決策，分析並得知重要的監控參數對於機台運作狀態的影響程度，進而找出當下最佳的零件維修與更換時機，以確保生產機台的製程穩定及提高產能與稼動率。

【圖式簡單說明】**【0022】**

『圖1A』為本發明一實施例的智慧型預診斷系統架構圖。

『圖1B』為本發明一實施例的智慧型預診斷系統建模方法的流程圖。

『圖2A』至『圖2B』為本發明一實施例的資料前處理步驟a與資料前處理步驟b的流程圖。

『圖3A』至『3B』為本發明一實施例的相似度分析步驟與領先輔助參數分析步驟的流程圖。

『圖4』為本發明一實施例的模型自適性優化步驟的流程圖。

【實施方式】

【0023】有關本發明的詳細說明及技術內容，現就配合圖式說明如下：

【0024】『圖1A』為本發明一實施例的智慧型預診斷系統架構圖，該智慧型預診斷和健康管理(SPHM)系統10至少包括一分析引擎服務管理(analytic engine service manager, AESM)模組20、一智能預測及健康管理物件分析樹(SPHM-OAT)模組30、一機器學習庫模組40、以及一檔案系統模組50。

【0025】為了使本發明的系統的應用更具擴展性，上述的智慧型預診斷和健康管理系統10可進一步包括一擴充模組，該擴充模組連結該智能預測及健康管理物件分析樹模組30，且該擴充模組可包括一第一可交換應用程式介面60a、一第二可交換應用程式介面60b、以及一可交換驅動程式介面60c，其中該第一可交換應用程式介面60a用以連接一外部機器學習模組70，該第二可交換應用程式介面60b用以連接一外部參考模型模組80，而該

可交換驅動程式介面60c則用以連接一外部資料收集驅動裝置(EDCD)90來取得設置在一待監控機台設備的資料庫91的原始資料。

【0026】該分析引擎服務管理模組20為本發明智慧型預診斷和健康管理系統10的核心，可控管該智能預測及健康管理物件分析樹(SPHM-OAT)模組30中各部件的狀態。

【0027】該智能預測及健康管理物件分析樹模組30連結該分析引擎服務管理模組20，並包括複數個分析樹(OAT)，每一分析樹(OAT)包括複數個分析樹節點(Object)，每一分析樹節點(Object)則分別對應一關鍵參數(CP)以及複數個相關參數(AP)，並由指定之一健康指標(SPHM Health Indicator, SPHM-HI)適時地反映分析樹各節點的健康狀態，做好提前預警與健康管理。該健康指標(SPHM-HI)為可擴充式，基本項目舉例可包括故障預防與判斷功能(Next N-Run Fail, NRF)指標、設備關鍵零組件剩餘壽命估計(Remaining Useful Life, RUL)指標、一般健康指標(Health Indicator, HI)、以及其他類似相關的健康指標，由於該些健康指標的功能、種類、實際量化與分析方式為熟悉此技藝之人士所熟知，故不在此贅述。

【0028】該些關鍵參數(CP)以及相關參數(AP)的資料來源可為感應器取得的資訊、也可為由該些分析樹節點(Object)的關鍵參數(CP)及其他相關參數(AP)聚合而成。每一分析樹節點由一物件控制表(OCB)與之連結，該些物件控制表是用來儲存對應的該分析樹節點在分析過程中的運算結果，並且具有定期備份以及還原的效果。如此一來，若在分析過程中發生災難事件，透過該些物件控制表即可快速進行回復作業，從上一次的檢查點取得該分析樹節點的狀態，再以遞迴的方式，從兄弟節點(sibling node)往父節點(parent node)，由下而上地持續進行階層式集成運算分析直到位於最高階層的分析樹節點(即，根(root))分析完成為止。

【0029】據此，在監控資料來源正確且關鍵參數(CP)及相關參數(AP)的選擇也正確的前提下，本發明的智慧型預診斷和健康管理系統10可透過該些分析樹節點適時地反映該些分析樹節點的健康狀態，做好提前預警與健康管理。

【0030】該智能預測及健康管理物件分析樹(SPHM-OAT)模組30除了管理上述代表著對應複數類機台的該些分析樹外，也負責該些分析樹節點上的工作流程管理。所謂的「工作流程」是由一映射表負責管理，且可包括堆疊而成的資料前處理層(data preprocessing layer)、資料假說層(data hypothesis layer)、以及資料整體學習層(data ensemble layer)，該工作流程的層次、順序與實際工作內容可根據需求而調整，並不僅限於上述內容。

【0031】該映射表透過表格驅動(table driven)機制運作，從表格中依預先設定的工作方法，從與該智能預測及健康管理物件分析樹模組30連結的該機器學習庫模組40中挑選出至少一種適當的演算法給上述如資料前處理層、資料假說層、或資料整體學習層等工作流程使用。舉例來說，適用於資料前處理層的演算法可包括特徵選取(feature selection)演算法或特徵萃取(feature extraction)演算法等具備特徵挑選能力的演算法；適用於資料假說層的演算法可包括迴歸(regression)演算法、自迴歸移動平均模型(autoregressive integrated moving average model, ARIMA)演算法、相對強弱指數(relative strength index, RSI)演算法或其他具備預測能力的演算法；而資料整體學習層的工作方法則是透過構建一組由該映射表指定的多個假說模型來進行投票、或依照當前該分析樹指定的階層式集成運算。除此之外，該分析引擎服務管理模組20亦根據該映射表的機制以對每個分析樹的該工作流程進行控制。

【0032】該檔案系統模組50可作為系統將檔案寫回及/或儲存檔案的場所，上述的「檔案」，舉例可包括該智能預測及健康管理物件分析樹模組30中該些分析樹生命周期的量化分析資訊、或者預設的參考假說模型集在建模前的特徵樣本資料集、或者計算過程中系統發生故障時的備援資料、或者各分析樹節點所屬的參考假說，以在必要時提供該智能預測及健康管理物件分析樹模組30所要求的資訊。

【0033】必要時本發明的系統可透過該擴充模組連接外部裝置進行擴充，舉例來說，當現有的該機器學習庫模組40的資料不足時，可藉由該擴充模組的該第一可交換應用程式介面60a連接該外部機器學習模組70以擴充既有的該機器學習庫模組40功能；或者，可藉由該擴充模組的該第二可交換應用程式介面60b連接該外部參考模型模組80以擴充該智能預測及健康管理物件分析樹模組30的該映射表的假說模型指標並參與手動模式的外部假說模型的選擇與布署；又可藉由該擴充模組的該可交換驅動程式介面60c以連接一外部資料收集驅動裝置90，該外部資料收集驅動裝置90連接該外部資料庫91，故可透過該外部資料收集驅動裝置90取得儲存於該待監控機台設備的該外部資料庫91的原始資料。

【0034】接下來，將透過一實例說明本發明的智慧型預診斷與健康管理系統建模方法。

【0035】首先，於新機台導入本發明的智慧型預診斷與健康管理系統初期，從無到有地累積n筆不具備維修紀錄的該分析樹節點(object)的監控資料，該些監控資料可為原始資料(raw data)，且每一筆監控資料包括了複數個監控參數。

【0036】完成上述的初始化設定後，開啟該分析樹節點(object)的雙分支建模模式。請搭配參考『圖1B』、『圖2A』及『圖2B』，該分析樹節點(object)

的雙分支建模分別為分支1預測假說模型建模以及分支2預測假說模型建模。

【0037】 分支1預測假說模型建模

【0038】 本發明之分支1建模的流程包括：步驟200a的資料前處理步驟a以及步驟300a的相似度分析步驟，並根據上述兩步驟以進行接下來的步驟400a，即分支1預測假說模型的建模及預測。

【0039】 步驟200a的資料前處理步驟a係將新機台的該分析樹節點(object)的監控資料轉換為與該智慧型預診斷和健康管理系統10內建參考假說模型建模前相同的特徵格式。

【0040】 步驟300a的相似度分析步驟則以該映射表內建的參考假說模型指標做為參考，並依據每一參考假說模型建模前的特徵資料樣本，依相似度指標挑選建模特徵相似度超過門檻值的該參考假說模型作為該分析樹節點(object)的「分支1預測假說模型」(步驟400a)。

【0041】 步驟300a的該相似度分析是藉由計算特徵距離來量化相似度，並由內建的參考假說模型中挑選出與某一參考假說模型的建模特徵相似度最高的假說模型以作為該分析樹節點(object)的分支1預測假說模型。於此步驟中，各種不同空間的特徵距離計算方法都可以用來量化相似度，其技術為熟悉此技藝之人士所熟知，故不在此贅述。

【0042】 然而，倘若該新機台的該監控資料在經過轉換後的特徵資料與該智慧型預診斷和健康管理系統10中內建的參考假說模型建模前的特徵資料間相似度指標值皆低於指定門檻值時，表示該智慧型預診斷和健康管理系統10中內建的參考假說模型沒有適用於該新機台的假說模型。那麼，將會暫時進行分支2的步驟300b的領先輔助參數分析步驟所取得的該關鍵參數(CP)與該些相關參數(AP)所組成的特徵矩陣作為該分析樹節點(object)的分

支1預測假說模型(步驟400a)建模步驟的特徵。待執行模型自適性優化步驟(步驟500)並取得維修紀錄標籤(labels)後，再依監督式學習(supervised learning)方法重建該分析樹節點(object)的分支1預測假說模型。最後再新增一假說模型於一智慧型預診斷與健康管理(SPHM)物件容器內，該智慧型預診斷與健康管理(SPHM)物件容器置入於該智能預測及健康管理物件分析樹模組30的映射表中，並將該智慧型預診斷與健康管理(SPHM)物件容器所對應的建模的特徵樣本資料儲存在該檔案系統模組50，即可完成分支1的預測假說模型的自動擴充。關於前文所提到的監督式學習方法，一般常見的有支援向量機(support vector machine, SVM)、迴歸分析(regression)與隨機森林(random forest)等，上述方法的功能、種類、實際量化與分析方式為熟悉此技藝之人士所熟知，故不在此贅述。

【0043】 分支2預測假說模型建模

【0044】 本發明之分支2預測假說建模流程包括以下步驟：步驟200b的進行資料前處理步驟b以及步驟300b的領先輔助參數分析步驟，並根據上述兩步驟以進行接下來的步驟400b，即分支2預測假說模型的建模及預測。

【0045】 步驟200b係利用資料清理步驟(請參考『圖2B』的步驟210b)將該分析樹節點(object)的監控資料處理成可以使用的狀態。上述的資料清理步驟包含但不限於：資料對齊、遺漏值(missing value)處理、錯誤資料修正及其他類似相關步驟，其功能、種類與實際作業方式為熟悉此技藝之人士所熟知，故不在此贅述。

【0046】 隨後進行統計特徵處理步驟(請參考『圖2B』的步驟220b)以及混合特徵處理步驟(請參考『圖2B』的步驟230b)，係依統計方法，例如：最大值、最小值、平均值、變異數、峰態、偏態等，生成各項統計特徵；以及依特徵萃取(feature extraction)方法，如主成份分析(principal components

analysis, PCA)、獨立成份分析 (independent components analysis, ICA)等，生成各種線性轉換特徵；依機器學習方法(machine learning)，如類神經網路(neural networks, NNs)演算法、套索演算法(least absolute shrinkage and selection operator；LASSO)等生成混和特徵並獲得一特徵集合。

【0047】接下來，依照步驟300b所述地進行領先輔助參數分析步驟。先將所搜集到的該特徵集合分為關鍵參數集合及非關鍵參數集合。並依因果關係檢定，例如，格蘭傑因果關係檢定(Granger causality test)找出該新機台的該分析樹節點(object)的關鍵參數(CP)的有效領先輔助參數(leading associated parameters, LAP)。

【0048】關於上述的關鍵參數(CP)、有效領先輔助參數(LAP)，簡單來說，一關鍵參數(CP)的變動由一有效領先輔助參數(LAP)引起，即該有效領先輔助參數(LAP)對於該關鍵參數(CP)具有領先反應的能力。隨後再以譬如迴歸模型(regression model)、ARIMA模型(autoregressive integrated moving average model)等趨勢建模技術(trend modeling techniques)來建立預測假說模型，再以集成學習(ensemble learning)構建該分析樹節點(object)的分支2預測假說模型。最後再新增一假說模型於一智慧型預診斷與健康管理(SPHM)物件容器內，該智慧型預診斷與健康管理(SPHM)物件容器置入於該智能預測及健康管理物件分析樹模組30的該映射表中，並將該智慧型預診斷與健康管理(SPHM)物件容器所對應的建模的特徵樣本資料儲存在該檔案系統模組50，即可完成該分析樹節點(object)的分支2預測假說模型自動擴充。上述之特徵生成、特徵轉換、趨勢建模技術、迴歸模型、ARIMA模型與集成學習等方法，已為習於此技藝之人士所熟知，故不在此贅述。

【0049】雙分支建模實施例

【0050】請續參考『圖1B』，其繪示依照本發明之一實施例的智慧型預診斷系統之建模方法的流程圖。在此實施例中假設過往的訓練經驗中分支2為最佳方案，故第一步的步驟110中，將會依據過往的訓練經驗而優先指定分支2預測模型為最佳方案(golden model)。

【0051】接著執行步驟120，獲取一新機台設備的該些分析樹節點(Object)的前n筆監控資料集X，其中每一組分析樹節點(Object)的監控資料X中包含有複數個監控值 x_{ij} ，其中i係以指出第i個監控參數，j係用以指出第j筆監控資料。該些分析樹節點(Object)的監控資料X以一對一的方式對應至監控點i。

【0052】下一步實施雙分支建模的資料前處理步驟200a與200b。上述的分析樹節點(Object)雙分支的資料前處理步驟200a與200b的目的在於過濾無效或無影響力的監控資料，並將可使用的監控資料轉換為適用於分支1及/或適用於分支2後續步驟的資料格式。舉例來說，一MOCVD機台上的微粒過濾器上的感測器可透過該資料前處理步驟200a將監控資料轉換為適用於後續相似度分析步驟300a的資料格式；或透過該資料前處理步驟200b將監控資料轉換為後續適用找尋領先輔助參數分析步驟300b的資料格式。

【0053】以下分別說明分支1的該前處理步驟200a與分支2的該前處理步驟200b。

【0054】關於該前處理步驟200a請搭配參考『圖2A』。首先實施步驟210a以從該智慧型預診斷和健康管理系統中預存的假說模型中挑選出一組建模前實施特徵工程後的特徵矩陣。其次，將步驟200a所取得的監控資料轉換為與上述建模前實施特徵工程後的特徵矩陣相同格式的特徵矩陣(即，步驟220a)。

【0055】至於該前處理步驟200b請參考『圖2B』。首先，實施步驟210b以進行如前文所描述的資料清理步驟。其次，實施一統計特徵處理步驟220b及一混和特徵處理步驟230b。最後，實施步驟240b將所有特徵置於特徵池內以做為下一階段中該領先輔助參數分析步驟300b的基礎。

【0056】接下來說明分支1的相似度分析步驟300a與分支2的領先輔助參數分析步驟300b。

【0057】請續搭配參照『圖3A』，為本發明一實施例分支1的該相似度分析步驟300a流程圖。分支1的該相似度分析步驟300a的目的是為了瞭解在本發明的智慧型預診斷和健康管例系統中預存的假說模型中是否存在合適分析該新機台設備的的假說模型(步驟330a)。透過上述的相似度分析，若預存的假說模型中存在某一個假說模型建模前的特徵集與特定該分析樹節點(Object)的監控資料轉換後的特徵矩陣的相似度不僅高於指定門檻值、且空間距離也最相近的情況下，表示該假說模型適於該新機台特定的該分析樹節點(Object)的預測(步驟350a)。適用於該相似度分析步驟300a的量化方式舉例可包括歐基里德距離(Eucledian Distance)、馬哈拉諾比斯距離(Mahalanobis Distance)、曼哈頓距離(Manhattan Distance)、馬可夫斯基距離(Minkowski distance)、餘弦相似度(Cosine Similarity)等。其功能、種類係為熟悉此技藝之人士所熟知，故不在此贅述。

【0058】然在另一種情況中，倘若相似度比對結果低於指定門檻值，代表內建的參考假說模型之中不存在適用於該新機台的假說模型。此時，改以如分支2步驟340a、步驟360a所述地，取得該關鍵參數(CP)與該輔助參數(AP)所組成的特徵矩陣(步驟340a)，同時指定監督式學習假說方法(步驟360a)用以作為分支1預測建模步驟400a建模的基礎。

【0059】當步驟400a完成後，即可將該分析樹節點(Object)的建模的假說模型指標新增或更新至該智能預測及健康管理物件分析樹模組30的該映射表中並完成該分析樹節點(Object)的分支1預測假說模型擴充或更新。

【0060】請搭配參考圖『3B』，係本發明之一實施例分支2的該領先輔助參數分析步驟300b流程圖。該領先輔助參數分析步驟300b包含一設定關鍵參數步驟310b、一設定特徵參數步驟320b、一特徵選擇步驟330b、一因果分析步驟340b、一輔助參數設定步驟350b及一產生領先輔助參數步驟360b。

【0061】首先，該設定關鍵參數步驟310b與該設定特徵參數步驟320b係將該分析樹節點(Object)的監控資料經過資料清理後，由一領域專家指定該關鍵參數(CP)，再透過該特徵擷取方法將資料轉換成統計特徵與混合特徵(如『圖2B』的步驟220b及230b)，由該關鍵參數(CP)外的其他參數組成一個與該關鍵參數(CP)最接近的參數。

【0062】這些特徵組成一個龐大的特徵集合，並將該特徵集合分類為一關鍵參數(CP)集合與一個沒有關鍵參數(CP)特徵的特徵集合。接下來，於該因果分析步驟(步驟340b)中透過格蘭傑因果關係檢定(Granger Causality Test)找到該關鍵參數(CP)的有效領先輔助參數(LAP)。

【0063】若上述的特徵集合過大時，可改由該特徵選擇步驟(步驟330b)，係先選取與該關鍵參數(CP)相關最高的特徵，再進行格蘭傑因果關係檢定，據此作為該分析樹節點(Object)的分支2預測假說模型建模步驟(步驟400b)的基礎。

【0064】當步驟400b完成後，即可將該分析樹節點(Object)建模的假說模型指標新增或更新至該智能預測及健康管理物件分析樹模組30的該映射表中並完成該分析樹節點(Object)的分支2假說模型擴充或更新。

【0079】接著，進行步驟530以計算分支1及分支2的模型評估指標(model evaluation index, MEI)，常見的模型評估指標包括但不限於準確率、召回率、F值與ROC曲線下方面積等。

【0080】隨後，實施步驟540與550以確認該分析樹節點(object)的雙分支建模模式中是否存在任一分支預測模型的模型評估指標優於另一分支模型。具體而言，上述步驟均與演算相關，在步驟540中根據上述的模型評估指標(MEI)結果，以決定後續步驟550是否使用承襲過去訓練經驗的最佳方案(本實施例中預設最佳方案為分支2)。

【0081】如果分析的結果分支1假說模型的MEI連續m次優於分支2模型時，則實施步驟560，即設定分支1預測模型為該分析樹節點(object)的最佳方案(golden model)並開始系統之預診斷分析；但相反的，如果分支1假說模型的模型評估指標並沒有連續m次優於分支2模型，則實施步驟570並指定分支2假說模型為最佳方案並開始系統之預診斷分析，將該分析樹節點(object)監控資料轉換為與步驟300a相同的特徵格式，最後重建分支1的預測模型，將該分析樹節點(object)的假說模型指標新增或更新至該智能預測及健康管理物件分析樹模組30中的該映射表中以完成分支1假說模型的擴充或更新。

【0082】上述實施例可利用電腦程式產品來實現，更具體地，可作為一電腦程式產品並透過一包括有多個指令的系統可讀取媒體進行上述實施例中的步驟而實現。

【0083】該包括有多個指令的系統可讀取媒體包括但不限定於軟碟、光碟、唯讀光碟、磁光碟、唯讀記憶體、隨機存取記憶體、可抹除可程式唯讀記憶體(EPROM)、電子式可抹除可程式唯讀記憶體(EEPROM)、光卡(optical card)或磁卡、快閃記憶體、或任何適用於儲存電子指令的機器可讀取媒體。

或者，上述的智慧型預診斷和健康管理系統10也可作為電腦程式產品下載，並藉由諸如網路連線等通訊連接的資料訊號從遠端轉移至本地端電腦。

【0084】本發明可有效的利用雙分支建模模式，快速地對於僅有少量且不具備維修紀錄的新機台開始進行預測分析。且隨著監控資料與相應的維修紀錄不斷地增加，本發明的智慧型預診斷和健康管理系統將於每個分析樹節點的「是否無法繼續維運」的判斷為「是」之後，進行分支1及分支2的預測假說模型比對，當確認雙分支模型中存在一分支預測模型的模型評估指標連續m次優於另一分支預測模型時，即以較佳的該分支預測模型作為該分析樹節點的最佳方案(golden model)並進行最佳決策，使智慧型預診斷和健康管理系統的預測結果符合預期目標值。

【0085】以上已將本發明做一詳細說明，惟以上所述者，僅為本發明的一較佳實施例而已，當不能限定本發明實施的範圍。即凡依本發明申請範圍所作的均等變化與修飾等，皆應仍屬本發明的專利涵蓋範圍內。

【符號說明】

【0086】

10	智慧型預診斷和健康管理系統
20	分析引擎服務管理模組
30	智能預測及健康管理物件分析樹模組
40	機器學習庫模組
50	檔案系統模組
60a	第一可交換應用程式介面
60b	第二可交換應用程式介面
60c	可交換驅動程式介面

70 外部機器學習模組

80 外部參考模型模組

90 外部資料收集驅動裝置

91 外部資料庫

110、120、200a、210a、220a、200b、210b、220b、230b、240b、300a、
300b、310a、310b、320a、320b、330a、330b、340a、340b、350a、350b、
360a、360b、400a、400b、500、510、520、530、540、550、560、570 步

驟

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種智慧型預診斷與健康管理系統建模方法，該方法係透過一內建有複數個參考假說模型的智慧型預診斷和健康管理系統進行，該方法包括：

新樹建立步驟，係根據一待監控機台定義出至少一分析樹節點(Object)，每一分析樹節點(Object)經由至少一監控點以取得一監控資料；

雙分支建模步驟，係於一分支 1 實施一資料前處理步驟 a 以將該監控資料轉換為一指定特徵格式並進行一相似度分析以從該些參考假說模型中挑選相似度最高且超過一指定門檻的參考假說模型作為該分析樹節點的一分支 1 預測假說模型；同時於一分支 2 對該監控資料實施一資料前處理步驟 b 以利用一因果關係檢定確認該分析樹節點(Object)所對應的一關鍵參數(CP)以及複數個相關參數(AP)並建構一適用於該待監控機台的假說模型以作為該分析樹節點的一分支 2 預測假說模型；以及

模型自適性優化步驟，隨著該監控資料不斷地產生，於該分析樹節點(Object)進行一「機台是否無法繼續維運」的判斷結束後，倘若該判斷結果為「是」，則從該雙分支建模步驟所建構的該分支 1 預測假說模型或該分支 2 預測假說模型之中挑選一最佳方案做為該分析樹節點(Object)最佳化決策的基準，令該系統的一預測結果符合預期目標值。

【第 2 項】如申請專利範圍第 1 項所述之建模方法，其中在該新樹建立步驟中，該待監控機台為一不具維修紀錄的新機台。

【第 3 項】如申請專利範圍第 1 項所述之建模方法，其中在該雙分支建模步驟的該分支 1 中，該指定特徵格式具有與該參考假說模型建模前相同的特徵格式。

【第 4 項】如申請專利範圍第 3 項所述之建模方法，其中在該模型自適性優化步驟指定該最佳方案後，更包括將該監控資料轉換為該指定特徵格式並更新至該智慧型預診斷和健康管理系統內建的該些參考假說模型中。

【第 5 項】如申請專利範圍第 1 項所述之建模方法，其中在該模型自適性優化步驟中，更包括獲取至少一維修紀錄，該組維修紀錄包含至少一個該監控點的維

修狀態值，使該監控資料與該維修紀錄為一對一的關係。

【第 6 項】如申請專利範圍第 1 項所述之建模方法，其中在該雙分支建模步驟的該分支 1 中，該相似度分析係採用至少一選自由歐基里德距離(Euclidian Distance)、馬哈拉諾比斯距離(Mahalanobis Distance)、曼哈頓距離(Manhattan Distance)、馬可夫斯基距離(Minkowski distance)、餘弦相似度(Cosine Similarity)、及其組合作為該相似度分析的一量化方法。

【第 7 項】如申請專利範圍第 1 項所述之建模方法，其中在該雙分支建模步驟的該分支 1 中，當該相似度分析的結果未超過該指定門檻時，先以一由該分支 2 所確認的該關鍵參數(CP)以及該些相關參數(AP)所組成的特徵矩陣作為該分支 1 預測假說模型建模的基礎，並於模型自適性優化步驟中取得一維修紀錄標籤後，依一監督式學習方法重建該分支 1 預測假說模型。

【第 8 項】如申請專利範圍第 7 項所述之建模方法，其中該監督式學習方法係包括至少一選自由支援向量機(support Vector Machine ; SVM)、迴歸分析(Regression)、隨機森林(Random Forest)、及其組合所組成的群組。

【第 9 項】如申請專利範圍第 1 項所述之建模方法，其中在該模型自適性優化步驟中，當該分支 1 預測假說模型連續 m 次優於該分支 2 預測假說模型時，即設定該分支 1 預測假說模型為該最佳方案；當該分支 1 預測假說模型連續 m 次未優於該分支 2 預測假說模型時，則指定該分支 2 預測假說模型為該最佳方案。

【第 10 項】如申請專利範圍第 9 項所述之建模方法，其中在該模型自適性優化步驟中，m 值為一大於 2 的正整數。

【第 11 項】一種智慧型預診斷與健康管理系統的電腦程式產品，令執行該電腦程式產品時完成如申請專利範圍第 1 項至第 10 項任一項所述的智慧型預診斷與健康管理系統建模方法。