

【11】證書號數：I691852

【45】公告日：中華民國 109 (2020) 年 04 月 21 日

【51】Int. Cl. : G06F16/00 (2019.01) G06F17/27 (2006.01)

發明

全 7 頁

【54】名稱：用於偵測階層式系統故障之偵錯裝置及偵錯方法、電腦可讀取之記錄媒體及電腦程式產品

【21】申請案號：107123624

【22】申請日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 09 日

【11】公開編號：202006564

【43】公開日期：中華民國 109 (2020) 年 02 月 01 日

【72】發明人：梁德容 (TW) LIANG, DERON；李彥霖 (TW) LEE, YEN-LIN；王尉任 (TW) WANG, WEI-JEN

【71】申請人：國立中央大學

NATIONAL CENTRAL UNIVERSITY

桃園市中壢區中南路 300 號

【74】代理人：陳翠華

【56】參考文獻：

TW 200515174A

TW 200814695A

CN 102986163A

US 8892627B2

審查人員：吳家豪

## 【57】申請專利範圍

1. 一種用於偵測階層式系統故障之偵錯裝置，該階層式系統之複數個故障事件具有相依性，該偵錯裝置包括：一偵測信號接收介面，接收該階層式系統所發生之該等故障事件中相依性最高之故障事件；以及一處理器，根據該偵測信號接收介面接收之相依性最高之故障事件，以一二元搜尋樹演算法診斷該階層式系統所發生之一故障原因；其中當該處理器診斷相依性最高之故障事件為故障狀態時，該偵測信號接收介面接收該階層式系統所發生之以該二元搜尋樹演算法所建立之一二元搜尋樹狀結構中之一起始診斷故障事件，若該處理器診斷該起始診斷故障事件為故障狀態，則該偵測信號接收介面接收該階層式系統所發生之該二元搜尋樹狀結構中被該起始診斷故障事件相依之一次一診斷故障事件，若該處理器診斷該起始診斷故障事件不為故障狀態，則該偵測信號接收介面接收該階層式系統所發生之該二元搜尋樹狀結構中相依於該起始診斷故障事件之該次一診斷故障事件，依序診斷直到該二元搜尋樹狀結構中最底層之故障事件。
2. 如請求項 1 之偵錯裝置，其中，該等故障事件包含一永久性故障或一暫時性故障。
3. 如請求項 2 之偵錯裝置，其中，將該暫時性故障之診斷故障時間長度分成一檢測時間及一恢復時間，該處理器之診斷包含該檢測時間。
4. 如請求項 3 之偵錯裝置，其中，當該處理器診斷該階層式系統所發生之該故障原因為該暫時性故障時，該處理器等待該暫時性故障之該恢復時間以等待該階層式系統復原成功；以及當該處理器診斷該階層式系統所發生之該故障原因為該永久性故障或該處理器等待該階層式系統而無法復原成功時，依據該故障原因對該階層式系統進行復原。
5. 如請求項 1 之偵錯裝置，其中，該二元搜尋樹狀結構之建立如下：將該等故障事件依其彼此的相依性排列具有相依性高低之一故障事件序列；定義該等故障事件之每一者之一執行機率及一檢測時間；以該故障事件序列建構多種彼此具有相依性連結之故障事件之該二元搜尋樹狀結構，以該等故障事件之每一者之該執行機率及該檢測時間計算每一種該二元搜尋樹狀結構之一平均偵測時間，以找出該平均偵測時間為最小值之該二元搜尋樹狀結構。

(2)

6. 如請求項 5 之偵錯裝置，其中，計算每一種該二元搜尋樹狀結構之該平均偵測時間之公式如下：

$$\text{平均偵測時間} = \sum_{x=1}^{N-1} p(x)t(x)$$

其中， $x$  代表該等故障事件之編號  $1 \sim N-1$ ， $N$  為該等故障事件中相依性最高之故障事件之編號，在該二元搜尋樹狀結構中不需要再放入編號  $N$ ， $p(x)$  代表該等故障事件中之故障事件  $x$  之該執行機率， $t(x)$  代表該等故障事件中之故障事件  $x$  之該檢測時間，其中，計算該平均偵測時間中之該執行機率  $p(x)$  之公式如下：

$$p(x) = \sum_{i=j}^{k+1} h(i)$$

$h(i)$  代表故障事件  $i$  之一發生機率，而  $i$  代表建構二元搜尋樹時以  $x$  為樹根的子樹所包含的各故障事件編號，編號從  $j \sim k+1$ 。

7. 一種用於偵測階層式系統故障之偵錯方法，該階層式系統之複數個故障事件具有相依性，該偵錯方法包括下列步驟：由一偵測信號接收介面接收該階層式系統所發生之該等故障事件中相依性最高之故障事件；以及由一處理器根據該偵測信號接收介面接收之相依性最高之故障事件，以一二元搜尋樹演算法診斷該階層式系統所發生之一故障原因；其中當該處理器診斷相依性最高之故障事件為故障狀態時，該偵測信號接收介面接收該階層式系統所發生之以該二元搜尋樹演算法所建立之一二元搜尋樹狀結構中之一起始診斷故障事件，若該處理器診斷該起始診斷故障事件為故障狀態，則該偵測信號接收介面接收該階層式系統所發生之該二元搜尋樹狀結構中被該起始診斷故障事件相依之一次一診斷故障事件，若該處理器診斷該起始診斷故障事件不為故障狀態，則該偵測信號接收介面接收該階層式系統所發生之該二元搜尋樹狀結構中相依於該起始診斷故障事件之該次一診斷故障事件，依序診斷直到該二元搜尋樹狀結構中最底層之故障事件。
8. 如請求項 7 之偵錯方法，其中，該等故障事件包含一永久性故障或一暫時性故障。
9. 如請求項 8 之偵錯方法，其中，將該暫時性故障之診斷故障時間長度分成一檢測時間及一恢復時間，該處理器之診斷包含該檢測時間。
10. 如請求項 9 之偵錯方法，其中，在由該處理器診斷該階層式系統所發生之該故障原因之步驟之後，更包括下列步驟：當該處理器診斷該階層式系統所發生之該故障原因為該暫時性故障時，由該處理器等待該暫時性故障之該恢復時間以等待該階層式系統復原成功；以及當該處理器診斷該階層式系統所發生之該故障原因為該永久性故障或該處理器等待該階層式系統而無法復原成功時，依據該故障原因對該階層式系統進行復原。
11. 如請求項 7 之偵錯方法，其中，該二元搜尋樹狀結構之建立如下：將該等故障事件依其彼此的相依性排列具有相依性高低之一故障事件序列；定義該等故障事件之每一者之一執行機率及一檢測時間；以該故障事件序列建構多種彼此具有相依性連結之故障事件之該二元搜尋樹狀結構，以該等故障事件之每一者之該執行機率及該檢測時間計算每一種該二元搜尋樹狀結構之一平均偵測時間，以找出該平均偵測時間為最小值之該二元搜尋樹狀結構。
12. 如請求項 11 之偵錯方法，其中，計算每一種該二元搜尋樹狀結構之該平均偵測時間之公式如下：

(3)

$$\text{平均偵測時間} = \sum_{x=1}^{N-1} p(x)t(x)$$

其中， $x$  代表該等故障事件之編號  $1 \sim N-1$ ， $N$  為該等故障事件中相依性最高之故障事件之編號，在該二元搜尋樹狀結構中不需要再放入編號  $N$ ， $p(x)$  代表該等故障事件中之故障事件  $x$  之該執行機率， $t(x)$  代表該等故障事件中之故障事件  $x$  之該檢測時間，其中，計算該平均偵測時間中之該執行機率  $p(x)$  之公式如下：

$$p(x) = \sum_{i=j}^{k+1} h(i)$$

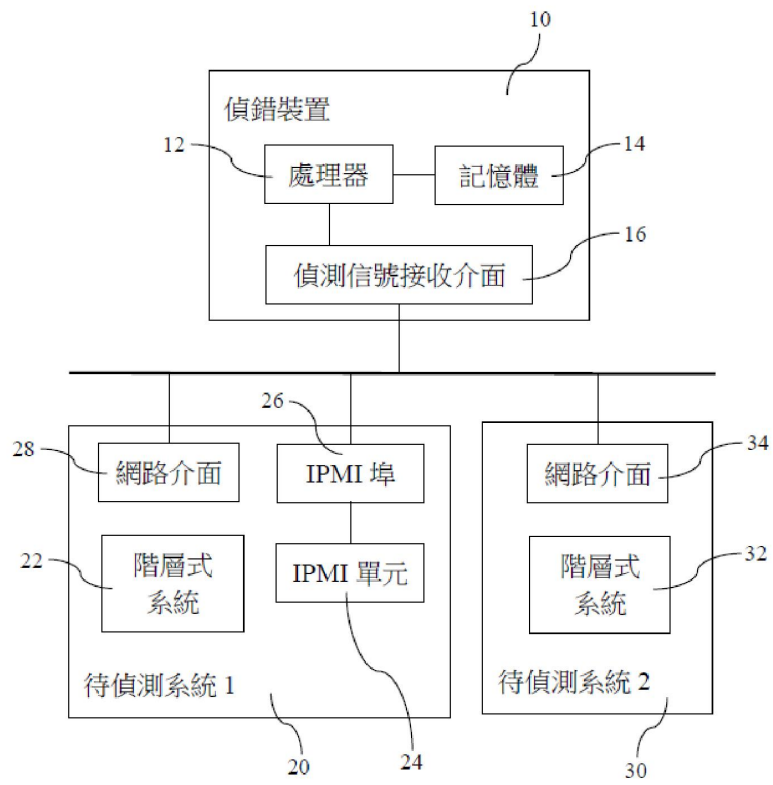
$h(i)$  代表故障事件  $i$  之一發生機率，而  $i$  代表建構二元搜尋樹時以  $x$  為樹根的子樹所包含的各故障事件編號，編號從  $j \sim k+1$ 。

13. 一種內儲一程式之電腦可讀取之記錄媒體，當用於偵測階層式系統故障之偵錯裝置於該電腦可讀取之記錄媒體載入該程式並執行後，可完成請求項 7 至 12 中任一項之方法。
14. 一種內儲一程式之電腦程式產品，當用於偵測階層式系統故障之偵錯裝置於該電腦程式產品載入該程式並執行後，可完成請求項 7 至 12 中任一項之方法。

圖式簡單說明

圖 1 為本發明之用於偵測階層式系統故障之偵錯裝置之方塊圖；圖 2 為本發明之階層式系統之架構示意圖；圖 3 為本發明之二元搜尋樹狀結構之示意圖；以及圖 4 為本發明之用於偵測階層式系統故障之偵錯方法之流程圖。

(4)



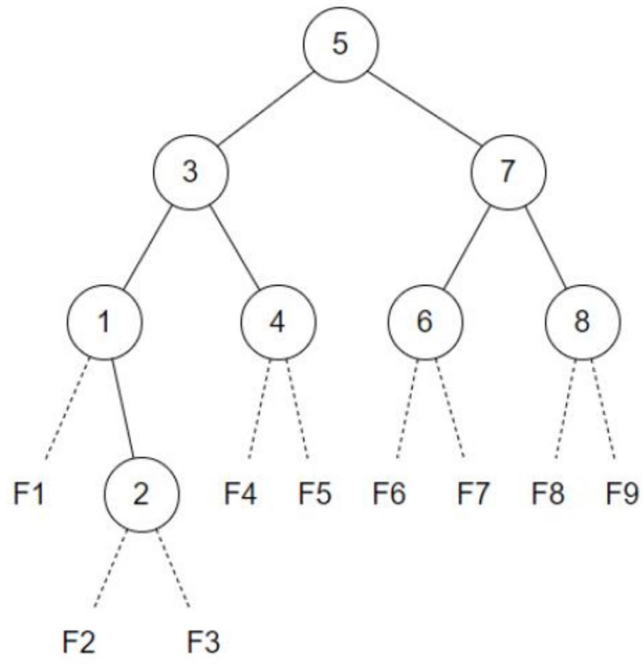
【圖 1】

(5)

F9	Containers
F8	Docker
F7	虛擬機器網路
F6	虛擬機器作業系統
F5	虛擬機器硬體
F4	伺服器
F3	主機網路
F2	主機作業系統
F1	主機硬體

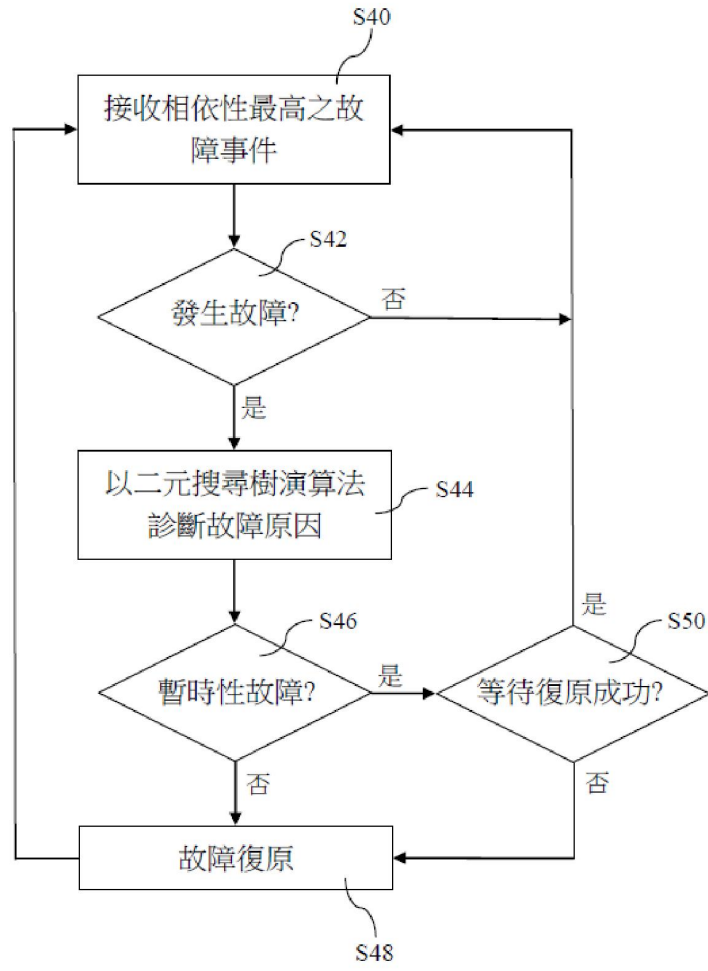
【圖 2】

(6)



【圖 3】

(7)



【圖 4】