

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96129717

※ 申請日期：96.8.10.

※IPC 分類：H04L 13/24 (2006.01)

H04L 13/26 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波
森處理模型分析與產生網路訊務

ANALYZING AND GENERATING NETWORK TRAFFIC USING AN
IMPROVED MARKOV MODULATED POISSON PROCESS MODEL
WITH ONE BURSTY STATE AND A PLURALITY OF IDLE STATES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商萬國商業機器公司

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

代表人：(中文/英文)

琳恩 D 安德森

ANDERSON, LYNNE D.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐約州阿蒙市新果園路

NEW ORCHARD ROAD, ARMONK, NY 10504, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 蓋納許 巴拉奎斯楠
BALAKRISHNAN, GANESH
2. 喬治 R 羅里奎茲
RODRIGUEZ, JORGE R.

國 籍：(中文/英文)

1. 印度 INDIA
2. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006年08月31日；11/468,842

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明揭示用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析網路訊務之方法及產品，其包括：為該改良式MMPP模型中之每一狀態確立一作業時標；依據該狀態之該作業時標為每一狀態確立一過渡值；量測接收於一個或多個網路適配器中之各個封包之間的到達時間間隔；並依據一最近所接收封包之所量測到達時間間隔及該等過渡值確定該網路訊務之一當前狀態。

六、英文發明摘要：

Methods and products are disclosed for analyzing network traffic using an improved Markov Modulated Poisson Process Model with one bursty state and a plurality of idle states that include: establishing a time scale of operation for each state in the improved MMPP model; establishing a transition value for each state in dependence upon the time scale of operation for the state; measuring inter-arrival times between individual packets received in one or more network adapters; and determining a current state for the network traffic independence upon the measured inter-arrival time of a most recently received packet and the transition values.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	資料通信網路
101	儲存區域網路
102	網路分析與產生模組
104	伺服器
106	伺服器
108	儲存裝置
110	儲存裝置
112	儲存裝置
114	有線連接
116	有線連接
118	有線連接
120	客戶端裝置
122	客戶端裝置
124	客戶端裝置
126	客戶端裝置
128	有線連接
130	有線連接
132	有線連接
134	有線連接
136	有線連接
138	有線連接

140 有線連接

142 有線連接

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明領域係資料處理，或更特定而言係用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析並產生網路訊務之方法及產品。

【先前技術】

常將網路中之資訊流稱作'訊務'。將用於網路通信之資訊單元稱作'封包'。封包通常以隨機時間間隔到達網路中之一點從而導致訊務之'訊叢'、造成擁擠並導致其中訊務更稀疏一些之'閒置'週期。

使用網路進行通信之系統可得益於對網路訊務之分析及表徵來使關鍵性能參數最佳化以達到對各種網路資源的最佳利用。此類分析之應用實例可包括：使用者過程與接收操作之完成於系統與網路介面處之同步、負載平衡、路由、服務管理品質、及對系統/網路通用性參數之調適性調諧。一種用於實施網路訊務分析之方式係提供一辨別網路訊務之特性的模型。在過去的十年中，一直將網路訊務表徵為突發的及性質上自相似的。突發性行為描述以形式到達網路中之一點處之網路訊務。自相似係其中網路訊務在以不同放大度或一時間維數上之不同標度觀察時行為表現相同之現象。由於網路訊務已顯示為突發及自相似的，因此用於分析網路訊務之方法應能夠表示自相似訊務中之突發性行為。

不同方法已知用於分析並表徵網路訊務。波森處理係一

廣泛用於分析來自語音源之訊務之模型。然而，自相似訊務中之突發性行為已顯示為由一馬可夫調變波森處理('MMPP')來估計。一MMPP模型由兩個描述網路訊務之狀態(一突發性狀態及一閒置狀態)構成。該突發性狀態表示在一週期期間之網路訊務狀態，在該週期期間封包到達時間間隔與由其中封包到達時間間隔因訊務更稀疏一些而相對較大之閒置狀態所表示之其他週期相比因封包以訊叢形式到達而相對較小。該封包到達時間間隔係一個封包之到達與下一封包之到達之間的時間週期且可根據對網路上之一個或多個點之觀察來加以量測。

當前MMPP模型係藉由根據每一狀態中之平均到達時間間隔及最近接收之封包之到達時間間隔來在突發性狀態與閒置狀態之間進行過渡而起作用。在該突發性狀態下所接收之封包之平均到達時間間隔為 λ^B_{mean} 。在該閒置狀態下所接收之封包的平均到達時間間隔為 λ^I_{mean} 。自該閒置狀態至該突發性狀態之過渡係在最近所接收封包之到達時間間隔降至 λ^B_{mean} 以下時進行。類似地，自該突發性狀態至該閒置狀態之過渡係在最近所接收封包之到達時間間隔升至 λ^I_{mean} 以上時進行。

雖然當前MMPP模型有助為網路訊務分析，但一處於當前技術水平之MMPP模型並不提供表徵多個時標上之網路訊務之能力。因此，利用當前MMPP模型之網路訊務分析應用具有無法準確地表徵網路訊務之缺點。此外，利用當前MMPP模型之網路模型化應用不能準確地產生具有突發

性行為之自相似網路訊務以用於設計、測試並評估網路產品，例如路由器、網路適配器、橋接器等。因此，熟習此項技術者瞭解，存在一種用於分析並產生網路訊務之改良式模型之需要。

【發明內容】

本發明揭示用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析網路訊務之方法及產品，其包括：為該改良式MMPP模型中之每一狀態確立一作業時標；依據該狀態之該作業時標為每一狀態確立一過渡值；量測接收於一個或多個網路適配器中之各個封包之間的到達時間間隔；並依據一最近所接收封包之所量測到達時間間隔及該等過渡值確定該網路訊務之一當前狀態。

本發明亦提供用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型產生網路訊務之方法，其包括：為該模型中之每一狀態確立一作業時標；依據該改良式MMPP模型之一當前狀態產生下一欲傳輸封包之一到達時間間隔；並依據所產生之到達時間間隔自一網路適配器傳輸一封包。

自下文對顯示於附圖中之本發明實例性實施例之更詳細說明，本發明前述及其他目的、特徵及優點將變得清晰，在該等附圖中相同之參考編號通常代表本發明實例性實施例之相同之部件。

【實施方式】

下文從圖1開始參照附圖闡述根據本發明實施例用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析並產生網路訊務之實例性方法及產品。圖1顯示一圖解說明一根據本發明實施例用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析並產生網路訊務之實例性系統的網路圖。

圖1之實例性系統包括兩個連接至資料通信網路(100)及儲存區域網路('SAN')(101)之伺服器(104、106)。伺服器(104)經由有線連接(136)連接至資料通信網路(100)並經由有線連接(140)連接至SAN (101)。伺服器(106)經由有線連接(138)連接至資料通信網路(100)並經由有線連接(142)連接至SAN (101)。

每一伺服器(104、106)皆係一其上面安裝有一網路分析與產生模組(102)之電腦裝置。圖1之網路分析與產生模組(102)包括電腦程式指令，該電腦程式指令組態用於：為該模型中之每一狀態確立一作業時標；依據該狀態之該作業時標為每一狀態確立一過渡值；量測接收於一個或多個網路適配器中之各個封包之間的到達時間間隔；並依據一最近所接收封包之所量測到達時間間隔及該等過渡值確定該網路訊務之一當前狀態。圖1之網路分析與產生模組(102)亦包括電腦程式指令，該等電腦程式指令組態用於：為該模型中之每一狀態確立一作業時標；依據該改良式MMPP模型之一當前狀態產生一欲傳輸之封包之一到達時間間

隔；並依據所產生之到達時間間隔自一網路適配器傳輸一封包。

該模型中之每一狀態皆表示根據一特定時間週期裏一網路適配器中之封包到達對網路訊務之特定表徵。舉例而言，該突發性狀態表示在一個時間週期裏到達一網路適配器中之封包以相對於由一閒置狀態所表徵之其他時間週期小的到達時間間隔到達。亦即，於一個時間週期期間到達之封包與由更稀疏的網路訊務所表徵之其他時間週期相比相對靠近地以'訊叢'形式到達。一閒置狀態表示於一個時間週期裏到達一網路適配器中之封包以相對於由該突發性狀態所表徵之其他時間週期大的到達時間間隔到達。該改良式模組中之每一狀態皆具有一過渡值，該過渡值由該模型用來指定何時自該突發性狀態過渡至該等閒置狀態中之一者且反之亦然。

於圖1之實例中，安裝於每一伺服器(104、106)上之網路分析與產生模組(102)實時利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析並產生網路(100)及SAN (101)之網路訊務。網路分析與產生模組(102)通常單獨地分析並產生網路(100)及SAN (101)之網路訊務。亦即，針對每一網路(100、101)，網路分析與產生模組(102)通常根據該改良式模型確定該網路訊務之一當前狀態或傳輸一封包。雖然網路分析與產生模組(102)通常單獨地分析或產生每一單獨網路之網路訊務，但讀者將注意到此種單獨分析或產生並非係對本發明之限制。

圖1之網路分析與產生模組(102)亦可根據接收於一個或多個提供一與該網路之介面的網路適配器中之封包分析一網路之網路訊務。舉例而言，網路分析與產生模組(102)可藉由下述方式分析網路訊務分：將該分析限定至接收於一單個安裝於一單個伺服器中之網路適配器中之封包。圖1之網路分析與產生模組(102)亦可藉由下述方式分析網路訊務：分析接收於多個安裝於一單個伺服器中之網路適配器中之封包。更進一步地，圖1之網路分析與產生模組(102)可藉由下述方式分析網路訊務：分析接收於多個安裝於一個以上伺服器上之網路適配器中之封包。實際上，不存在對網路適配器數量及其中安裝有該等適配器以利用一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析並產生網路訊務之裝置數量的限制。

於圖1之實例性系統中，資料通信網路(100)係用於將各種裝置連接在一起以供資料通信之硬體及軟體基礎架構。於圖1之實例中，客戶端裝置(120)經由一有線連接(128)連接至網路(100)。客戶端裝置(122)經由一有線連接(130)連接至網路(100)。客戶端裝置(124)經由一有線連接(132)連接至網路(100)。客戶端裝置(126)經由一有線連接(134)連接至網路(100)。

圖1之SAN (101)係用於將各種電腦裝置及儲存裝置連接在一起供資料通信之硬體及軟體基礎架構。SAN (101)之主要用途係於電腦裝置與儲存裝置之間傳送資料。SAN通

常使用以太網(IEEE 802.3)標準或光纖信道標準構建而成，但亦可使用熟習此項技術者將想到之任何標準或協定來構建一SAN。於圖1之實例中，儲存裝置(108)經由有線連接(114)連接至SAN (101)。儲存裝置(110)經由有線連接(116)連接至SAN (101)。儲存裝置(112)經由有線連接(118)連接至SAN (101)。可將儲存裝置構建成共享儲存器陣列、磁帶庫、或熟習此項技術者將想到之任何其他裝置。

組成圖1中所示例示性系統之伺服器及其他裝置之佈置僅用於解釋而並非用於限定之目的。根據本發明各實施例，適用的資料處理系統可包括熟習此項技術者將想到之附加伺服器、路由器、其他裝置及對等架構(其未顯示於圖1中)。該等資料處理器系統中之網路可支援諸多資料通信協定，其中包括(例如)傳輸控制協定('TCP')、網際網路協定('IP')、超級本文傳輸協定('HTTP')、無線存取協定('WAP')、手持式裝置傳輸協定('HDTP')、及熟習此項技術者將想到之其他協定。除圖1中所示之硬體平台外，亦可於各種硬體平台上實施本發明各實施例。

根據本發明利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析並產生網路訊務通常藉助電腦(亦即藉助自動化計算機械)來實施。於圖1之系統中，舉例而言，在某種程度上，所有節點、伺服器、及通信裝置皆至少構建成電腦。因此，為進一步說明，圖2顯示一根據本發明實施例包括一實例性伺服器(104)之自動化計算機械之方塊圖，該自動化計算機械適用於利用一

具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析並產生網路訊務。圖2之伺服器(104)包括至少一個電腦處理器(156)或'CPU'以及經由一高速記憶體匯流排(166)及匯流排適配器(156)連接至處理器(156)並連接至該伺服器之其他組件的隨機存取記憶體(168)('RAM')。

RAM (168)中儲存有一網路分析與產生模組(102)及一作業系統(154)。圖2中所示之網路分析與產生模組(102)係一軟體組件，其係根據上文參照圖1關於伺服器所述運作之電腦程式指令。圖2之網路分析與產生模組(102)可藉由對作業系統(154)、對所安裝的裝置驅動器(未顯示)、對電腦BIOS之功能調用或以熟習此項技術者將想到之其他方式與安裝於伺服器(104)中之組件(例如網路適配器(167))通信。適用於根據本發明實施例之伺服器之作業系統包括：UNIX™、Linux™、Microsoft NT™、IBM之AIX™、IBM之i5/OS™、及熟習此項技術者將想到之其他作業系統。圖2之實例中之作業系統(154)及網路分析與產生模組(102)顯示於RAM (168)中，但此種軟體之諸多組件通常適用於亦儲存於例如位於一磁碟機(170)上之非揮發性記憶體中。

圖2之實例性伺服器(104)包括：匯流排適配器(158)、一包含用於高速匯流排之碟機電子裝置之電腦硬體組件、前側匯流排(162)、視訊匯流排(164)、及記憶體匯流排(166)、以及用於較慢擴展匯流排(160)之碟機電子裝置。適用於根據本發明實施例之伺服器之匯流排適配器之實例

包括：英特爾北橋、英特爾記憶體控制器接線器、英特爾南橋、及英特爾I/O控制器接線器。適用於根據本發明實施例之伺服器之擴展匯流排之實例可包括周邊組件互連('PCI')匯流排及PCI Express ('PCIe')匯流排。

圖2之實例性伺服器(104)亦包括磁碟機適配器(172)，其經由擴展匯流排(160)及匯流排適配器(158)耦接至處理器(156)及實例性伺服器(104)之其他組件。磁碟機適配器(172)將非揮發性資料儲存器以磁碟機(170)之形式連接至實例性伺服器(104)。適用於伺服器之磁碟機適配器包括：整合式碟機電子裝置('IDE')適配器、小型電腦系統介面('SCSI')適配器、及熟習此項技術者將想到之其他適配器。另外，非揮發性電腦記憶體可以熟習此項技術者將想到之下述形式構建用於伺服器：一光碟機、電可擦除可程式規劃唯讀記憶體(所謂'EEPROM'或'快閃'記憶體)、RAM碟機等。

圖2之實例性伺服器(104)包括一個或多個輸入/輸出('I/O')適配器(178)。伺服器內之I/O適配器藉由(例如)用於控制至顯示裝置(例如，電腦顯示螢幕)之輸出之軟體碟機及電腦硬體以及來自使用者輸入裝置(181)(例如，鍵盤及滑鼠)之使用者輸入來構建面向使用者之輸入/輸出。圖2之實例性伺服器(104)包括一視訊適配器(176)，其係一專門設計用於至一顯示裝置(180)(例如一顯示螢幕或電腦監視器)之圖形輸出之I/O適配器之實例。視訊適配器(176)經由一高速視訊匯流排(164)、匯流排適配器(158)及前側匯流

排(162)(其亦係一高速匯流排)連接至處理器(156)。

圖2之實例性伺服器(104)亦包括網路適配器(167)，其用於與一資料通信網路(200)資料通信並用於與一儲存區域網路(101)資料通信。此類資料通信可藉由下述方式進行：資料通信網路(例如IP資料通信網路)、儲存區域網路(例如光纖信道網路)、及以熟習此項技術者將想到之其他方式。網路適配器實施藉由其一個電腦裝置經由一資料通信網路將資料通信發送至另一電腦裝置之硬體級資料通信。適用於利用一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析並產生網路訊務之通信適配器之實例包括：用於有線資料通信網路通信之IEEE 802.3乙太網適配器、用於無線資料通信網路通信之IEEE 802.11b適配器、光纖信道網路適配器等等。

為進一步說明，圖3A顯示一圖解說明一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及兩個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型之實例性狀態圖。圖3A之狀態圖包括一突發性狀態'B' (300)、一第一閒置狀態'I¹' (302)、及一第二閒置狀態'I²' (304)。該改良式MMPP模型中之每一狀態皆描述處於不同作業時標上之封包到達時間間隔。通常，該等狀態之間的作業時標相差至少一個數量級。舉例而言，突發性狀態(300)可描述處於一10毫秒至100毫秒之範圍內的封包到達時間間隔，一每一閒置狀態(302)可描述處於一100毫秒至1000毫秒之範圍內的封包到達時間間隔，且一第二閒置狀態(304)可描述處於一1秒至10秒之範圍內的封

包到達時間間隔。於此一實例中，當封包到達時間間隔處於10毫秒至100毫秒之範圍內時，該網路訊務之狀態可由該突發性狀態表示。當封包到達時間間隔處於100毫秒至1000毫秒範圍內時，該網路訊務之狀態可由第一閒置狀態表示。當封包到達時間間隔處於1秒至10秒範圍內時，該網路訊務之狀態可由第二閒置狀態表示。由於圖3A之每一狀態(300、302、304)皆描述處於一不同作業時標上之封包到達時間間隔，因此一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式MMPP模型提供準確表徵處於多個時標上之突發及自相似網路訊務的優點。

為了描述處於一特定時標上之封包到達時間間隔，圖3A之實例中之每一狀態(300、302、304)皆由處於該狀態之特定時標上之一封包到達時間間隔指數分佈描述。每一狀態(300、302、304)之指數分佈皆利用一分佈平均及一根據為該狀態所確立之時標所指定之分佈標準偏差來加以界定。舉例而言，利用上文所提及之實例性時標值，該突發性狀態之指數分佈可利用一具有一50毫秒之值及一15毫秒之標準偏差的突發性狀態之平均到達時間間隔 λ_{mean}^B 來加以界定。利用此等實例性值界定該指數分佈使圖3A之突發性狀態(300)能夠表示該等封包到達時間間隔於10毫秒至100毫秒之實例性範圍內變化時的網路訊務狀態。為了表示當該等封包到達時間間隔於100毫秒至1000毫秒之實例性範圍內變化時的網路訊務狀態，第一閒置狀態(302)之指數分佈可利用一具有一500毫秒之值及一150毫秒之標準偏差之平

均到達時間間隔 λ^{11}_{mean} 來加以界定。為了表示當該等封包到達時間間隔於1秒至10秒之實例性範圍內變化時的網路訊務狀態，第二閒置狀態(304)之指數分佈可利用一具有一5秒之值及一1.5秒之標準偏差的平均到達時間間隔 λ^{12}_{mean} 來加以界定。

於圖3A之實例中，每一狀態(300、302、304)皆具有一依據該狀態之作業時標而確立之過渡值。一過渡值係一由該模型用來指定何時自該突發性狀態過渡至該等閒置狀態中之一者且反之亦然之值。於圖3A之實例中，突發性狀態(300)之過渡值為 λ^B 。第一閒置狀態(302)之過渡值為 λ^1 。第二閒置狀態(304)之過渡值為 λ^2 。於圖3A之實例中， λ^B 大致小於 λ^1 ； λ^1 大致小於 λ^2 ，且 λ^2 大致小於 λ^3 。措詞'大致'係指該等過渡值之值相差至少一個數量級。

可將每一狀態之過渡值構建成一作為在該狀態期間所接收封包之平均到達時間間隔的過渡值 λ_{mean} 。利用上文所提及之每一狀態之指數分佈的實例性平均值，突發性狀態(300)之過渡值 λ^B 可為50毫秒，第一閒置狀態(302)之過渡值 λ^1 可為500毫秒，且第二閒置狀態(304)之過渡值 λ^2 可為5秒。利用此等實例性過渡值，當一封包之到達時間間隔小於50毫秒時，則該網路訊務之當前狀態可由突發性狀態(300)表示。當處於突發性狀態(300)中時，若一接收於一網路適配器中之封包之到達時間間隔高於500毫秒但小於5秒，則該網路訊務之當前狀態可過渡至第一閒置狀態(302)。若一接收於一網路適配器中之封包的到達時間間隔

高於5秒，則該網路訊務之當前狀態可過渡至第二閒置狀態(304)。

代替將每一狀態之平均到達時間間隔用作該過渡值，亦可將突發性狀態(300)之過渡值構建成一過渡值 $\lambda^B_{\max}$ ，過渡值表示在一突發性狀態下到達時間間隔之一上邊界並界定一具有一低於 $\lambda^B_{\max}$ 之到達時間間隔之封包屬於突發性狀態(300)之一機率 ρ^B 。例如可將渡值 $\lambda^B_{\max}$ 計算成五個大於該突發性狀態之平均到達時間間隔 λ^B_{mean} 之標準偏差。當處於使用此一 $\lambda^B_{\max}$ 值之突發性狀態下時，一封包到達在該到達時間間隔小於 $\lambda^B_{\max}$ 時屬於該突發性狀態之相對機率大於百分之九十九。可將每一閒置狀態(302、304)之過渡值構建成一過渡值 $\lambda^I_{\min}$ ，該過渡值表示每一閒置狀態下到達時間間隔之一下邊界並界定一具有高於 $\lambda^I_{\min}$ 之到達時間間隔之封包屬於該過渡值之特定閒置狀態之機率 ρ^I 。例如可將過渡值 $\lambda^I_{\min}$ 計算成兩個低於每一閒置狀態(302、304)之平均到達時間間隔 λ^I_{mean} 之標準偏差。當處於一使用此一 $\lambda^I_{\min}$ 值之閒置狀態下時，一封包到達在該到達時間間隔大於 $\lambda^I_{\min}$ 時屬於該閒置狀態之相對機率大於百分之九十九。

為了防止該突發性狀態與該閒置狀態中之每一者且反之亦然之間的過早過渡，根據本發明實施例之改良式MMPP模型亦可包括兩個處於該改良式MMPP模型中之該突發性狀態與每一閒置狀態之間的隔離狀態(未顯示)。舉例而言，在圖3A之實例中，可在突發性狀態(300)與第一閒置狀態(302)之間包括兩個隔離狀態以防止突發性狀態(300)

與第一閒置狀態(302)之間的過早過渡。類似地，亦可在突發性狀態(300)與第二閒置狀態(304)之間包括兩個隔離狀態以防止突發性狀態(300)與第二閒置狀態(304)之間的過早過渡。該等隔離狀態可運作以藉由下述方式來防止過早過渡：需要在完成突發性狀態(300)與閒置狀態(302、304)且反之亦然之間的過渡前接收到一個以上滿足過渡要求之封包。在完成該過渡前接收到一個以上滿足過渡要求之封包的需要可藉由在該突發性狀態與每一閒置狀態之間佈置隔離狀態並利用一計數器值來實現。可避免自一隔離狀態至一不同於該先前狀態之狀態的過渡，除非該計數器值達到某一預定極限。

由於圖3A之改良式MMPP模型具有兩個採用不同作業時標之閒置狀態，因此該改良式MMPP模型提供在兩個對應於兩個不同時標之閒置週期之中識別或產生突發性網路訊務之能力。利用來自上文之實例性時標範圍，該改良式MMPP模型可用於在100 ms至1000 ms之時標上在網路訊務之閒置週期中識別或產生突發性週期並在1 s至10 s之時標上在網路訊務之閒置週期中識別並產生突發性週期。此能力使該模型能夠區分不同長度之閒置週期。為進一步說明，圖3B顯示一利用圖3A中所示具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之實例性改良式馬可夫調變波森處理模型進行分析之實例性網路訊務時序圖。

圖3B之時序圖利用垂直箭頭繪示封包 $P_1 \dots P_{10} \dots P_N$ 之到達。該等垂直箭頭之間的空間表示封包之間的到達時間間

隔。於圖3B之時序圖中，封包 P_1 、 P_2 與 P_3 之間的到達時間間隔為 λ^B 。封包 P_3 與 P_4 之間的到達時間間隔為 λ^1 。封包 P_4 與 P_5 之間的到達時間間隔為 λ^B 。封包 P_5 與 P_6 之間的到達時間間隔為 λ^2 。封包 P_6 、 P_7 與 P_8 之間的到達時間間隔為 λ^B 。封包 P_8 與 P_9 之間的到達時間間隔為 λ^1 。封包 P_9 與 P_{10} 之間的到達時間間隔為 λ^B 。封包 P_{10} 與 P_N 之間的到達時間間隔為 λ^3 。於圖3B之實例中， λ^B 大致小於 λ^1 ， λ^1 大致小於 λ^2 ，且 λ^2 大致小於 λ^3 。

於每一表示於圖3B之時序圖中之到達時間間隔下方係對應於該特定到達時間間隔之圖3A之改良式MMPP模型中之狀態。由於 λ^B 係圖3A之突發性狀態(300)之過渡值，因此對應於圖3B中之封包 P_1 、 P_2 與 P_3 之間的到達時間間隔之圖3A之改良式MMPP模型之狀態係突發性狀態(300)。類似地，對應於封包 P_4 與 P_5 之間的到達時間間隔、封包 P_6 、 P_7 與 P_8 之間的到達時間間隔及封包 P_9 與 P_{10} 之間的到達時間間隔之圖3A之改良式MMPP模型之狀態係突發性狀態(300)。

圖3B之時序圖中之突發性網路訊務週期散佈於幾個由圖3A之狀態圖中之閒置狀態(302、304)中之一者所表示之閒置網路訊務週期之中。對應於封包 P_3 與 P_4 之間的到達時間間隔之圖3A之改良式MMPP模型之狀態係第一閒置狀態(302)。對應於封包 P_8 與 P_9 之間的到達時間間隔之圖3A之改良式MMPP模型之狀態係第一閒置狀態(302)。類似地，對應於封包 P_5 與

P_6 之間的到達時間間隔之圖3A之改良式MMPP模型之狀態係第二閒置狀態(304)。此外，由於 λ^3 大於 λ^2 ，因此對應於封包 P_{10} 與 P_N 之間的到達時間間隔之圖3A之改良式MMPP模型之狀態係第二閒置狀態(304)。

如上文所提及，第一閒置狀態(302)及第二閒置狀態(304)利用不同的作業時標來表徵網路訊務。第一閒置狀態(302)例如可以一100毫秒至1000毫秒之時標上之一指數分佈來表徵網路訊務，而第二閒置狀態(304)例如可以一1秒至10秒之時標上之一指數分佈來表徵網路訊務。讀者由圖3B之實例性時序圖將注意到，具有根據不同時標表徵網路訊務之閒置狀態使該改良式MMPP模型能夠區分具有不同長度之閒置網路訊務週期。

根據本發明實施例增加該改良式MMPP模型中之閒置狀態數量可提高該改良式MMPP模型區分各種具有不同長度之閒置網路訊務週期之能力。因此，為進一步說明，圖4A顯示另一圖解說明一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及三個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型之實例的實例性狀態圖。圖4A之實例性狀態圖類似於圖3A之實例性狀態圖。亦即，圖4A之實例性狀態圖類似於圖3A之實例性狀態圖，因為圖4A之狀態圖包括一突發性狀態'B' (300)、一第一閒置狀態'I¹' (302)及一第二閒置狀態'I²' (304)。圖4A之狀態圖亦包括一第三閒置狀態'I³' (306)。圖4A之改良式MMPP模型中之每一狀態皆描述處於不同作業時標上之封包到達時間間隔。舉例而言，突發性狀態(300)

可描述處於一10毫秒至100毫秒之範圍內的封包到達時間間隔，一第一閒置狀態(302)可描述處於一100毫秒至1000毫秒之範圍內的封包到達時間間隔，一第二閒置狀態(304)可描述處於一1秒至10秒之範圍內的封包到達時間間隔，且第三閒置狀態(306)可描述處於一10秒至100秒之範圍內的封包到達時間間隔。

於圖4A之實例性狀態圖中，每一狀態(300、302、304、306)皆具有一依據該狀態之作業時標確立之過渡值。於圖4A之實例中，突發性狀態(300)之過渡值為 λ^B ，第一閒置狀態(302)之過渡值為 λ^1 ，第二閒置狀態(304)之過渡值為 λ^2 ，且第三閒置狀態(306)之過渡值為 λ^3 。於圖4A之實例中， λ^B 大致小於 λ^1 ， λ^1 大致小於 λ^2 ，且 λ^2 大致小於 λ^3 。

如上文所提及，可將每一狀態(300、302、304、306)之過渡值構建成一作為在該狀態期間所接收封包之平均到達時間間隔的過渡值 λ^B_{mean} 。代替將每一狀態之平均到達時間間隔用作該過渡值，亦可將突發性狀態(300)之過渡值構建成一過渡值 λ^B_{max} ，該過渡值表示在一突發性狀態下到達時間間隔之一上邊界並界定一具有一低於 λ^B_{max} 之到達時間間隔之封包屬於突發性狀態(300)之一機率 ρ^B 。可將每一閒置狀態(302、304、306)之過渡值構建成一過渡值 λ^I_{min} ，該過渡值表示每一閒置狀態下到達時間間隔之一下邊界並界定一具有一高於 λ^I_{min} 之到達時間間隔之封包屬於該過渡值之該特定閒置狀態之機率 ρ^I 。

由於圖4A之改良式MMPP模型具有三個採用不同作業時

標之間置狀態，因此該改良式MMPP模型提供在三個對應於三個不同時標之間置週期之中識別或產生突發性網路訊務之能力。此能力使該模型能夠區分不同長度之間置週期。為進一步說明，圖4B顯示另一利用圖4A中所示具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之實例性改良式馬可夫調變波森處理模型進行分析之實例性網路訊務時序圖。

圖4B之時序圖類似於圖3B之時序圖。圖4B之時序圖利用垂直箭頭繪示封包 $P_1 \dots P_{10} \dots P_N$ 之到達。該等垂直箭頭之間的空間表示封包之間的到達時間間隔。圖4B之實例性時序圖中之封包 $P_1 \dots P_{10} \dots P_N$ 之間的到達時間間隔 λ^B 、 λ^1 、 λ^2 及 λ^3 類似於圖3B之實例性時序圖中之封包 $P_1 \dots P_{10} \dots P_N$ 之間的到達時間間隔。

在每一表示於圖4B之時序圖中之到達時間間隔下方係對應於該特定到達時間間隔之圖4A之改良式MMPP模型中之狀態。到達時間間隔 λ^B 、 λ^1 及 λ^2 中之每一者下方之圖4B中之狀態相同於圖3B中所繪示之到達時間間隔 λ^B 、 λ^1 及 λ^2 中之每一者下方之狀態，因為圖4A之改良式模型包括圖3A之改良式MMPP模型之所有狀態。不過，在圖4B中，繪示於封包 P_{10} 與 P_N 之間的到達時間間隔 λ^3 下方之狀態為第三閒置狀態(306)。由於 λ^3 係第三閒置狀態(306)之過渡值，因此一處於 λ^3 之封包 P_{10} 與 P_N 之間的到達時間間隔將圖4A之改良式MMPP模型轉換成第三閒置狀態(306)。因此，該三個閒置狀態(302、304、306)提供區分具有三個不同長度之間置網路訊務週期之能力。

雖然增加該改良式MMPP模型中之閒置狀態數量提高該改良式MMPP模型區分各種具有不同長度之閒置網路訊務週期之能力，但亦可將閒置狀態整合入突發性狀態以改變該改良式MMPP模型藉以將網路訊務表徵為突發或閒置之間隔尺寸。因此，為進一步說明，圖5A顯示另一圖解說明一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型之實例的實例性狀態圖，其中一閒置狀態已整合入突發性狀態(300)。

圖5A之實例性狀態圖類似於圖4A之實例性狀態圖。亦即，圖5A之實例性狀態圖類似於圖4A之實例性狀態圖，因為圖5A之狀態圖包括分別具有過渡值 λ^B 、 λ^2 及 λ^3 之一突發性狀態'B' (300)、一閒置狀態'I²' (304)及一閒置狀態'I³' (306)。不過，在圖5A之實例中，圖4A之第一閒置狀態(302)已整合入突發性狀態(300)。將一閒置狀態整合入突發性狀態(300)係指校準突發性狀態(300)之指數分佈以涵蓋所整合之閒置狀態所涵蓋之時標。然後，可依據突發性狀態(300)之該新的時標確立突發性狀態(300)之一過渡值。於圖5A之實例中，突發性狀態(300)之過渡值為 λ^1 。讀者將由上文回想起， λ^B 大致小於 λ^1 ， λ^1 大致小於 λ^2 ，且 λ^2 大致小於 λ^3 。因此，等於 λ^B 之封包到達時間間隔之值(其小過渡值於 λ^1)，連同小於或等於 λ^1 之值可導致一至突發性狀態(300)之過渡。因此，圖5A之改良式MMPP模型藉以將網路訊務表徵為突發或閒置之間隔尺寸已改變以不再以由圖4A之第一閒置狀態(304)所偵測且此時整合入圖5A之突

發性狀態(300)之時標偵測閒置週期。

為進一步說明，圖5B顯示另一利用圖5A中所示具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之實例性改良式馬可夫調變波森處理模型進行分析之實例性網路訊務時序圖。圖5B之時序圖類似於圖4B之時序圖。圖5B之時序圖利用垂直箭頭繪示封包 $P_1 \dots P_{10} \dots P_N$ 之到達。該等垂直箭頭之間的空間表示封包之間的到達時間間隔。圖5B之實例性時序圖中之封包 $P_1 \dots P_{10} \dots P_N$ 之間的到達時間間隔 λ^B 、 λ^1 、 λ^2 及 λ^3 與圖4B之實例性時序圖中之封包 $P_1 \dots P_{10} \dots P_N$ 之間的到達時間間隔相同。

每一表示於圖5B之時序圖中之到達時間間隔下方係對應於該特定到達時間間隔之圖5A之改良式MMPP模型中之狀態。圖5B中之到達時間間隔 λ^B 、 λ^1 、 λ^2 及 λ^3 與狀態之間的對應類似於圖4B中之對應。不過，在圖5B之實例中，封包 P_3 與 P_4 之間及封包 P_8 與 P_9 之間的到達時間間隔 λ^1 此時與突發性狀態(300)相對應，因為圖5A之改良式MMPP模型之間隔尺寸與圖4A之改良式MMPP模型相比得到減少。圖5A之改良式MMPP模型中之 λ^1 或更小之到達時間間隔表示突發性網路訊務。

如上文所提及，可利用根據本發明實施例之改良式MMPP模型來分析或產生網路訊務。因此，為進一步說明，圖6顯示一圖解說明一利用一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理('MMPP')模型分析網路訊務之實例性方法的流程

圖。

圖6之方法包括為該改良式MMPP模型中之每一狀態確立(800)一作業時標(802)。每一時標(802)皆表示封包到達時間間隔之範圍。於圖6之方法中，為該模型中之每一狀態確立(800)一作業時標(802)可藉由下述方式進行：設定每一狀態之指數分佈值以使一處於每一時標(802)中之到達時間間隔之大致數量構成一由描述一特定狀態之指數分佈所涵蓋之到達時間間隔之大致數量。考量(例如)一為其確立一1秒至10秒之時標的閒置狀態。可藉由下述方式為該閒置狀態確立此一實例性時標：分別將該指數分佈之平均值及標準偏差設定至5秒及2秒之值。亦即，一處於1秒至10秒之時標中之到達時間間隔之大致數量構成一由一5秒之分佈平均值及2秒之標準偏差所定界之指數分佈所涵蓋之到達時間間隔之大致數量。

圖6之方法亦包括依據該狀態之作業時標(802)為每一狀態確立(804)一過渡值(806)。每一過渡值(806)皆表示由該模型用來指定何時自該突發性狀態過渡至該等閒置狀態中之一者且反之亦然的值。根據圖6之方法依據該狀態之作業時標(802)為每一狀態確立(804)一過渡值(806)可藉由下述方式進行：將每一狀態之過渡值(806)設定至一處於與該時標之值之一大致數量相同之數量級中的值。根據圖6之方法依據該狀態之作業時標(802)為每一狀態確立(804)一過渡值(806)亦可藉由下述方式進行：將每一狀態之過渡值(806)設定至一處於與用於描述為其確立時標(802)之狀態

之值相同之數量級中的值。考量(例如)一為一突發性狀態所確立之10毫秒至100毫秒之時標。用於界定此一描述該突發性狀態之實例性時標上之一指數分佈的值可包括一50毫秒之分佈平均值及一15毫秒之分佈標準偏差。沿循所用相同數量級之過渡值描述該突發性狀態之指數分佈且該時標中相當數量之值可(例如)係一50毫秒之值。

上述實例顯示，可將每一狀態之過渡值構建成一過渡值 λ_{mean} ，該過渡值係在該狀態期間所接收之封包之平均到達時間間隔—亦即描述每一狀態之指數分佈之平均值。然而，代替將每一狀態之平均到達時間間隔用作該過渡值，亦可將該突發性狀態之過渡值構建成一過渡值 λ_{max}^B ，該過渡值表示在一突發性狀態下到達時間間隔之一上邊界並界定一具有一低於 λ_{max}^B 之到達時間間隔之封包屬於該突發性狀態之一機率 ρ^B 。例如可將過渡值 λ_{min}^I 計算成五個大於該突發性狀態之平均到達時間間隔 λ_{mean}^B 之標準偏差。可將每一閒置狀態之過渡值構建成一過渡值 λ_{min}^I ，該過渡值表示在每一閒置狀態下到達時間間隔之一下邊界並界定一具有一高於 λ_{min}^I 之到達時間間隔之封包屬於該過渡值之該特定閒置狀態之一機率 ρ^I 。例如可將過渡值 λ_{min}^I 計算成兩個低於每一閒置狀態之平均到達時間間隔 λ_{mean}^I 之標準偏差。

圖6之方法包括量測(808)接收於一個或多個網路適配中之各個封包之間的到達時間間隔(810)。封包到達時間間隔(810)係一個或多個網路適配中之連續封包到達之間的時間

週期。根據圖6之方法量測接(808)收於一個或多個網路適配器中之各個封包之間的到達時間間隔(810)可藉由自一個或多個網路適配擷取該等封包之到達時間戳進行。根據圖6之方法量測(808)接收於一個或多個網路適配器中之各個封包之間的到達時間間隔(810)可進一步藉由下述方式進行：重複地自該等網路適配器中第二最近接收之封包之一到達時間戳減去該等網路適配器中最近接收之封包之一到達時間戳。當在多於一個網路適配上進行量測(808)時，可週期性地使用一同步時鐘信號來使提供該到達時間戳之每一網路適配器之時鐘同步。

圖6之方法亦可依據一最近接收之封包之所量測到達時間間隔(810)及過渡值(806)確定(812)該網路訊務之一當前狀態(814)。圖6之當前狀態(814)表示由該改良式模型所界定之狀態中之一表徵該當前網路訊務的狀態。。根據圖6之方法依據一最近接收之封包之所量測到達時間間隔(810)及過渡值(806)確定(812)該網路訊務之一當前狀態(814)可藉由下述方式進行：若在該先前狀態係一閒置狀態時所量測之一最近接收之封包之到達時間間隔(810)之值小於或等於該突發性狀態之過渡值(606)，則將該當前狀態設定至該突發性狀態。於此一實施例中，當該先前狀態係一閒置狀態且所量測之到達時間間隔(810)之值大於該突發性狀態之過渡值(806)時，則當前狀態(814)仍為該閒置狀態。根據圖6之方法依據一最近接收之封包之所量測到達時間間隔(810)及過渡值(806)確定(812)該網路訊務之一當前狀態

(814)亦可藉由下述方式進行：若在該先前狀態係該突發性狀態時最高過渡值(806)小於或等於所量測之一最近接收之封包之到達時間間隔(810)，則將該當前狀態設定至該閒置狀態。於此一實施例中，當該先前狀態係該突發性狀態且無閒置狀態具有一小於或等於所量測之到達時間間隔(810)之過渡值(806)時，則當前狀態(814)仍為該突發性狀態。

圖6之方法亦包括依據所量測之到達時間間隔(810)調整(816)每一狀態之過渡值(806)。根據圖6之方法依據所量測之到達時間間隔(810)調整(816)每一狀態之過渡值(806)係藉由下述方式進行：追蹤(818)在每一狀態期間所接收之各個資料封包之間的到達時間(810)之變化(820)並依據所追蹤之該狀態之變化(820)調整(822)每一狀態之過渡值(824)圖6之追蹤變化(820)表示在該改良式MMPP模型中之每一狀態期間接收於一個或多個網路適配器中之封包之封包到達時間間隔(810)隨著時間之變化。讀者將注意到，依據所量測之到達時間間隔(810)調整(816)每一狀態之過渡值(806)有利地使利用根據本發明實施例之改良式MMPP模型之網路訊務分析能夠隨著時間變得更準確。

於圖6之方法中，追蹤(818)在每一狀態期間所接收之各個資料封包之間的到達時間間隔(810)之變化(820)可藉由下述方式進行：維持在每一狀態期間所接收之各個封包之間的到達時間間隔之一移動平均 λ_{mean} 。雖然追蹤(818)在每一狀態期間所接收之各個資料封包之間的到達時間間隔(810)之變化(820)可利用移動平均進行，但根據圖6之方法

追蹤(818)變化(820)亦可以熟習此項技術者將想到之其他方式進行。

於圖6之方法中，依據所追蹤之該狀態之變化(820)調整(822)每一狀態之過渡值(824)可藉由下述方式進行：將每一狀態之過渡值(824)設定為在每一狀態期間所接收之各個封包之間的到達時間間隔之移動平均 λ_{mean} 。如上文所提及，代替將每一狀態之平均到達時間間隔用作該等過渡值，可將該突發性狀態之過渡值構建成一表示在一突發性狀態下到達時間間隔之一上邊界之過渡值 $\lambda^{\text{B}}_{\text{max}}$ 且可將每一閒置狀態之過渡值構成一表示在每一閒置狀態下到達時間間隔之一下邊界之過渡值 $\lambda^{\text{I}}_{\text{min}}$ 。根據圖6之方法依據所追蹤之該狀態之變化(802)調整(822)每一狀態之過渡值(824)亦可藉由下述方式進行：將過渡值 $\lambda^{\text{B}}_{\text{max}}$ 調整至五個大於該突發性狀態之移動平均 $\lambda^{\text{B}}_{\text{mean}}$ 之標準偏差並將過渡值 $\lambda^{\text{I}}_{\text{min}}$ 調整至兩個低於每一閒置狀態之移動平均 $\lambda^{\text{I}}_{\text{mean}}$ 之標準偏差。雖然依據所追蹤之變化(802)調整(822)每一狀態之過渡值(824)可利用平均及標準偏差計算進行，但根據圖6之方法依據所追蹤之變化(820)調整(822)每一狀態之過渡值(824)亦可以熟習此項技術者將想到之其他方式進行。

除如上文所述分析當前網路訊務狀態外，一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型亦可用於預測欲接收於一網路適配器中之未來封包之到達時間間隔。此類預測有利地幫助應用能夠使使用者過程與網路資源之利用同步。因此，為進一步說明，圖7顯

示一圖解說明另一利用一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理('MMPP')模型分析網路訊務之實例性方法的流程圖，該方法包括依據當前狀態(814)預測(900)下一欲接收之封包之一到達時間間隔(902)。

圖7之方法類似於圖6之方法。亦即，圖7之方法類似於圖6之方法，因為圖7之方法包括：為該模型中之每一狀態確立(800)一作業時標(802)、依據該狀態之作業時標(802)為每一狀態確立(804)一過渡值(806)、量測(808)接收於一個或多個網路適配器中之各個封包之間的到達時間間隔(810)、並依據一最近接收之封包之所量測到達時間間隔(810)及過渡值(806)確定(812)該網路訊務之一當前狀態(814)。

然而，圖7之方法不同於圖6之方法，因為圖7之方法包括依據當前狀態(814)預測(900)下一欲接收之封包之一到達時間間隔(902)。根據圖7之方法依據當前狀態(814)預測(900)下一欲接收之封包之一到達時間間隔(902)可藉由下述方式進行：利用該分佈平均值及分佈標準偏差根據由當前狀態(814)之指數分佈所界定之機率產生一隨機數。所產生之隨機數表示所預測之下一欲接收之封包之到達時間間隔(902)。一利用圖7之方法之應用程式可使用所預測之到達時間間隔(902)來努力使使用者過程與一接收操作之完成基系統與網路介面處同步。然而，讀者將注意到，對圖7之方法之此一使用僅為了說明而非限制目的。

圖7之方法亦包括量測(904)該下一封包之一實際到達時間間隔(906)。根據圖7之方法來量測(904)該下一封包之一實際到達時間間隔(906)可以一類似於上文參照圖6所述量測(808)接收於一個或多個網路適配器中之各個封包之間的到達時間間隔(810)之方式進行。

圖7之方法包括依據所預測之到達時間間隔(902)及實際到達時間間隔(906)調整(908)當前狀態(814)。根據圖7之方法依據所預測之到達時間間隔(902)及實際到達時間間隔(906)調整(908)當前狀態(814)可藉由下述方式進行：若所預測之到達時間間隔(902)高於實際到達時間間隔(906)則與所預測之到達時間間隔(902)與實際到達時間間隔(906)之間的差成正比地降低當前狀態(814)之分佈平均之值。根據圖7之方法依據所預測之到達時間間隔(902)及實際到達時間間隔(906)調整(908)當前狀態(814)亦可藉由下述方式進行：若所預測之到達時間間隔(902)低於實際到達時間間隔(906)則與所預測之到達時間間隔(902)與實際到達時間間隔(906)之間的差成正比地升高當前狀態(814)之分佈平均之值。上調或下調當前狀態(814)之分佈平均之值可根據當前狀態(814)之指數分佈之標準偏差或根據熟習此項技術者將想到之任何其他增量進行。依據所預測之到達時間間隔(902)及實際到達時間間隔(906)調整(908)當前狀態(814)有利地使利用根據本發明實施例之改良式MMPP模型之網路訊務分析能夠隨著時間變得更準確。

如上文所提及，根據本發明實施例之改良式MMPP模型

可用於分析或產生網路訊務。因此，為進一步說明，圖8顯示一圖解說明一用於利用一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理('MMPP')模型產生網路訊務之實例性方法的流程圖。

圖8之方法類似於圖6之方法。亦即，圖8之方法類似於圖6之方法，因為圖8之方法包括：為該模型中之每一狀態確立(800)一作業時標(802)並依據該狀態之作業時標(802)為每一狀態確立(804)一過渡值(806)。圖8之實例亦類似於圖6之實例，因為圖8之實例包括當前狀態(814)。

圖8之方法不同於圖6之方法，因為圖8之方法包括依據該改良式MMPP模型之一當前狀態(814)產生(920)下一欲傳輸之封包之一到達時間間隔(922)。根據圖8之方法依據該改良式MMPP模型之一當前狀態(814)產生(920)下一欲傳輸之封包之一到達時間間隔(922)可藉由下述方式進行：利用分佈平均及分佈標準偏差根據由當前狀態(814)之指數分佈所界定之機率產生一隨機數。所產生之隨機數表示所產生之下一欲傳輸之封包之到達時間間隔(922)。

圖8之方法亦包括依據所產生之到達時間間隔(922)自一網路適配器傳輸(924)一封包。根據圖8之方法依據所產生之到達時間間隔(922)自一網路適配器傳輸(924)一封包可藉由下述方式進行：於該先前封包後在該網路上傳輸該下一封包達一由所產生之到達時間(922)所指定之時間週期。該網路適配器可利用任意數量的通信協定(例如(舉例而言)IP、Ethernet™、IEEE 802.11系列技術規範等傳輸該封包。

圖8之方法亦包括依據所產生之到達時間間隔(922)及過渡值(806)確定(926)該網路訊務之下一狀態(928)。根據圖8之方法依據所產生之到達時間間隔(922)及過渡值(806)確定(926)該網路訊務之下一狀態(928)可藉由下述方式進行：若在當前狀態(814)係一閒置狀態時所產生之到達時間間隔(922)之值小於或等於該突發性狀態之過渡值(806)，則將下一狀態(928)設定至該突發性狀態。於此一實施例中，在當前狀態(814)係一閒置狀態且所產生之到達時間間隔(922)之值大於該突發性狀態之過渡值(806)時，則下一狀態(928)仍為該閒置狀態。根據圖8之方法依據所產生之到達時間間隔(922)及過渡值(806)確定該網路訊務之下一狀態(928)可藉由下述方式進行：若在當前狀態(814)係該突發性狀態時最高過渡值(806)小於或等於所產生之到達時間間隔(922)，則將下一狀態(928)設定至該閒置狀態。於此一實施例中，在當前狀態(814)係該突發性狀態且無閒置狀態具有一小於或等於所產生之到達時間間隔(922)之過渡值(806)時，則下一狀態(928)仍為該突發性狀態。

根據本文獻中之上述說明，讀者將知曉，利用一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型來實施對網路訊務之分析及產生提供下述優點：

- 能夠準確地使一使用者過程與該接收操作之完成於該系統與網路介面處同步、於一網路中平衡負載並路由資料、調整系統/網路性能參數、並利用一行為網路

訊務模型而不是當前技術中存在之複雜的數學模型來提供對網路訊務之實時分析，並

- 能夠產生於多個時標上自相似之突發性網路訊務，以用於設計、測試並評估一網路之節點處之產品。

上文主要依據一利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析網路訊務之全功能電腦系統闡述了本發明之實例性實施例。然而，熟習此項技術之讀者將知曉，本發明亦可包含於一設置於信號攜載媒體上用於與任一適合資料處理系統一同使用之電腦程式產品中。此種信號攜載媒體可系用於機器可讀資訊之傳輸媒體或可錄式媒體，其中包括磁性媒體、光學媒體、或其他適合媒體。可錄式媒體之實例包括硬碟機內之磁碟或磁片、用於光碟機之光碟、磁帶及熟習此項技術者將想到之其他可錄式媒體。傳輸媒體之實例包括用於語音通信之電話網路及數位資料通信網路(例如(舉例而言) Ethernets™及使用網際網路協定及全球資訊網通信之網路)以及一無線傳輸媒體(例如(舉例而言)根據IEEE.802.11系列技術規範構建之網路)。熟習此項技術者將即刻知曉任何具有適合程式化構件之電腦系統皆將能夠執行包含於一程式產品中的本發明方法之各步驟。熟習此項技術者將即刻知曉，儘管本說明書中所闡述的某些例示性實施例係面向安裝並執行於電腦硬體上之軟體，然而構建成韌體或硬體之代替性實施例亦完全屬於本發明之範疇。

根據上述說明將理解，可在不違背本發明真實精神之情形下對本發明之各種實施例做出諸多修改及改變。本說明書中之闡述僅用於舉例說明之目的並不應理解為具有限定意義。本發明之範疇僅受以下申請專利範圍語言的限制。

【圖式簡單說明】

圖1顯示一圖解說明一用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析並產生網路訊務之實例性系統的網路圖。

圖2顯示一根據本發明實施例包括一實例性伺服器之自動化計算機械的方塊圖，該實例性伺服器適用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析並產生網路訊務。

圖3A顯示一圖解說明一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及兩個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型之實例的實例性狀態圖。

圖3B顯示一用於利用圖3A中所示具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之實例性改良式馬可夫調變波森處理模型進行分析之網路訊務的實例性時序圖。

圖4A顯示另一圖解說明一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及三個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型之實例的實例性狀態圖。

圖4B顯示另一用於利用圖4A中所示具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之實例性改良式馬可夫調變波森處理模型進行分析之網路訊務的實例性時序圖。

圖 5A 顯示另一圖解說明一根據本發明實施例具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型之實例的實例性狀態，其中一閒置狀態已整合入該突發性狀態。

圖 5B 顯示另一用於利用圖 5A 中所示具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之實例性改良式馬可夫調變波森處理模型進行分析之網路訊務的實例性時序圖。

圖 6 顯示一圖解說明一根據本發明實施例用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析網路訊務之實例性方法的流程圖。

圖 7 顯示一圖解說明另一根據本發明實施例用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型分析網路訊務之實例性方法的流程圖。

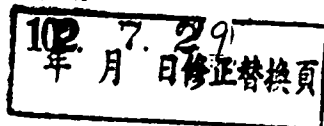
圖 8 顯示一圖解說明一根據本發明實施例用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理模型產生網路訊務之實例性方法的流程圖。

【主要元件符號說明】

100	資料通信網路
101	儲存區域網路
102	網路分析與產生模組
104	伺服器
106	伺服器
108	儲存裝置
110	儲存裝置

112	儲存裝置
114	有線連接
116	有線連接
118	有線連接
120	客戶端裝置
122	客戶端裝置
124	客戶端裝置
126	客戶端裝置
128	有線連接
130	有線連接
132	有線連接
134	有線連接
136	有線連接
138	有線連接
140	有線連接
142	有線連接
154	作業系統
156	處理器
158	匯流排適配器
160	擴展匯流排
162	前側匯流排
164	視訊匯流排
166	記憶體匯流排
167	網路適配器

168	隨機存取記憶體
170	磁碟機
172	磁碟機適配器
176	視訊適配器
178	輸入/輸出適配器
180	顯示裝置
181	使用者輸入裝置
300	突發性狀態
302	閒置狀態
304	閒置狀態
306	閒置狀態



十、申請專利範圍：

1. 一種用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理('MMPP')模型分析網路訊務之方法，該方法包括：

為該改良式 MMPP 模型中之每一狀態確立一作業時標，該改良式 MMPP 模型包含一單一 MMPP 模型，該單一 MMPP 模型包含僅一個突發性狀態及至少兩個閒置狀態，其中一特定狀態之作業時標與所有其他狀態之作業時標相差至少一個數量級；

依據該狀態之該作業時標為每一狀態確立一過渡值；

量測接收於一個或多個網路適配器中之各個封包之間的到達時間間隔；及

依據一最近接收之封包之所量測到達時間間隔及該等過渡值確定該網路訊務之一當前狀態。

2. 如請求項 1 之方法，其進一步包括：

依據該當前狀態預測下一欲接收封包之一到達時間間隔；

量測該下一封包之一實際到達時間間隔；及

依據該預測之到達時間間隔及該實際到達時間間隔調整該當前狀態。

3. 如請求項 1 之方法，其進一步包括依據該量測之到達時間間隔調整每一狀態之該過渡值。

4. 如請求項 3 之方法，其中依據該量測之到達時間間隔調整每一狀態之該過渡值進一步包括：

追蹤在每一狀態期間所接收之各個資料封包之間的該等到達時間間隔之變化；及

依據該等所追蹤之狀態變化調整每一狀態之該過渡值。

5. 如請求項1之方法，其中每一狀態之該過渡值係一過渡值 λ_{mean} ，其係在該狀態期間所接收封包之一平均到達時間間隔。

6. 如請求項1之方法，其中：

該突發性狀態之該過渡值係一過渡值 λ_{max}^B ，其表示一突發性狀態中該等到達時間間隔之一上邊界，及

每一閒置狀態之該過渡值係一過渡值 λ_{min}^I ，其表示每一閒置狀態中該等到達時間間隔之一下邊界。

7. 如請求項1之方法，其中即時地實施利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式MMPP模型分析網路訊務。

8. 如請求項1之方法，其中具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之該改良式MMPP模型進一步包括該改良式MMPP模型中該突發性狀態與每一閒置狀態之間的兩個隔離狀態。

9. 一種用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理('MMPP')模型產生網路訊務之方法，該方法包括：

為該模型中之每一狀態確立一作業時標，該改良式MMPP模型包含一單一MMPP模型，該單一MMPP模型包

含僅一個突發性狀態及至少兩個閒置狀態，其中一特定狀態之作業時標與所有其他狀態之作業時標相差至少一個數量級；

依據該改良式MMPP模型之一當前狀態產生下一欲傳輸之封包之一到達時間間隔；及

依據該產生之到達時間間隔自一網路適配器傳輸一封包。

10. 如請求項9之方法，其進一步包括：

依據該狀態之該作業時標為每一狀態確立一過渡值；及

依據該產生之到達時間間隔及該等過渡值確定該網路訊務之下一狀態。

11. 一種用於利用一具有一個突發性狀態及複數個閒置狀態之改良式馬可夫調變波森處理('MMPP')模型分析網路訊務之電腦程式產品，該電腦程式產品設置於一信號攜載媒體上，該電腦程式產品包括電腦程式指令，該等電腦程式指令能夠：

為該改良式MMPP模型中之每一狀態確立一作業時標，該改良式MMPP模型包含一單一MMPP模型，該單一MMPP模型包含僅一個突發性狀態及至少兩個閒置狀態，其中一特定狀態之作業時標與所有其他狀態之作業時標相差至少一個數量級；

依據該狀態之該作業時標為每一狀態確立一過渡值；

量測接收於一個或多個網路適配器中之各個封包之間

的到達時間間隔；及

依據一最近接收之封包之所量測到達時間間隔及該等過渡值確定該網路訊務之一當前狀態。

12. 如請求項11之電腦程式產品，其進一步包括電腦程式指令，該等電腦程式指令能夠：

依據該當前狀態預測下一欲接收之封包之一到達時間時間間隔；

量測該下一封包之一實際到達時間間隔；及

依據該預測之到達時間間隔及該實際到達時間間隔調整該當前狀態。

13. 如請求項11之電腦程式產品，其進一步包括能夠依據該量測之到達時間間隔調整每一狀態之該過渡值的電腦程式指令。

14. 如請求項13之電腦程式產品，其中依據該量測之到達時間間隔調整每一狀態之該過渡值進一步包括：

追蹤在每一狀態期間所接收之各個資料封包之間的該等到達時間間隔之變化；及

依據該等所追蹤之狀態變化調整每一狀態之該過渡值。

15. 如請求項11之電腦程式產品，其中每一狀態之該過渡值係一過渡值 λ_{mean} ，其係在該狀態期間所接收封包之一平均到達時間間隔。

16. 如請求項11之電腦程式產品，其中：

該突發性狀態之該過渡值係一過渡值 λ_{max}^B ，其表示一

突發性狀態中該等到達時間間隔之一上邊界，及

每一閒置狀態之該過渡值係一過渡值 $\lambda^I_{\min}$ ，其表示每一閒置狀態中該等到達時間間隔之一下邊界。

十一、圖式：

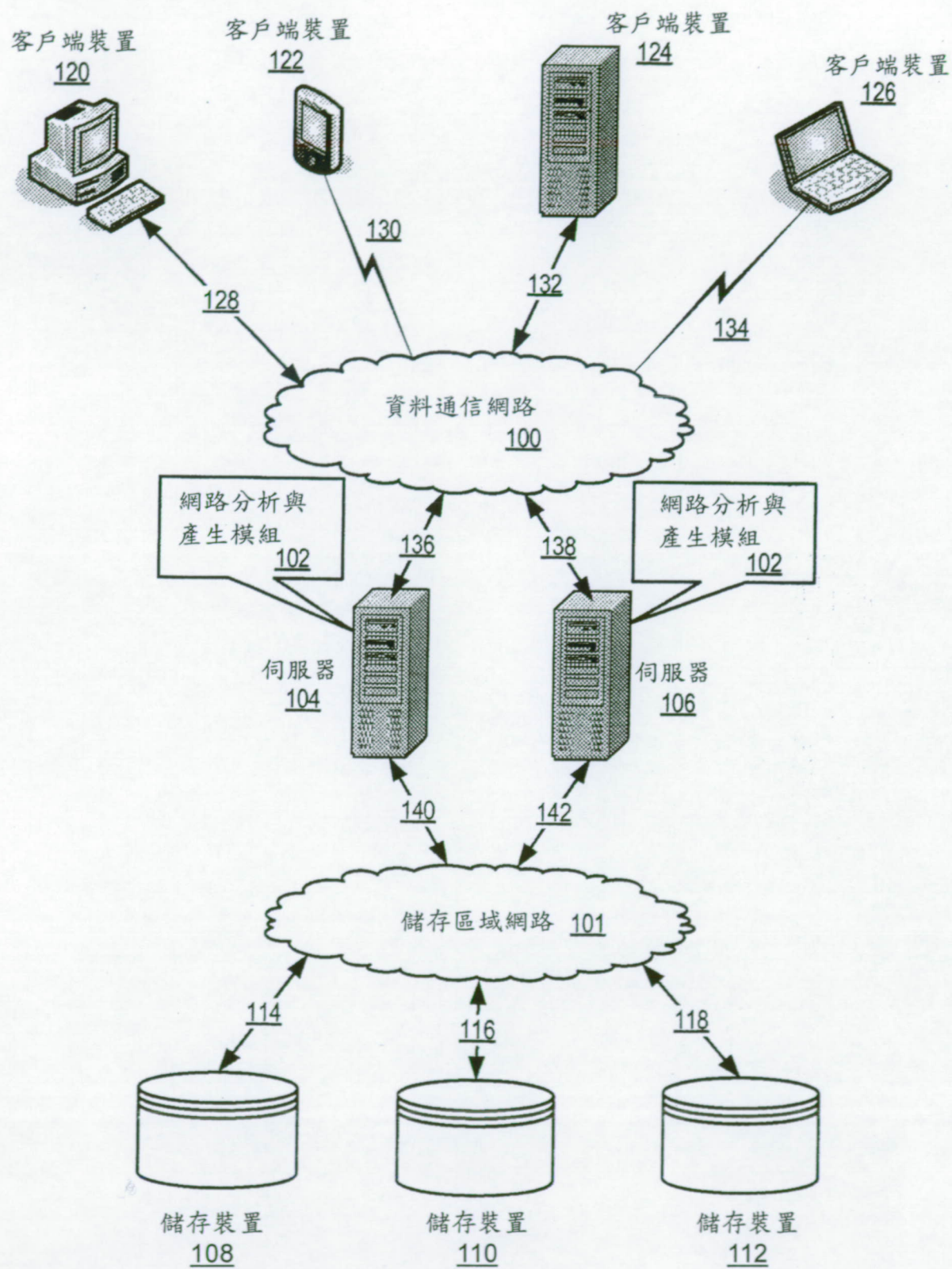


圖 1

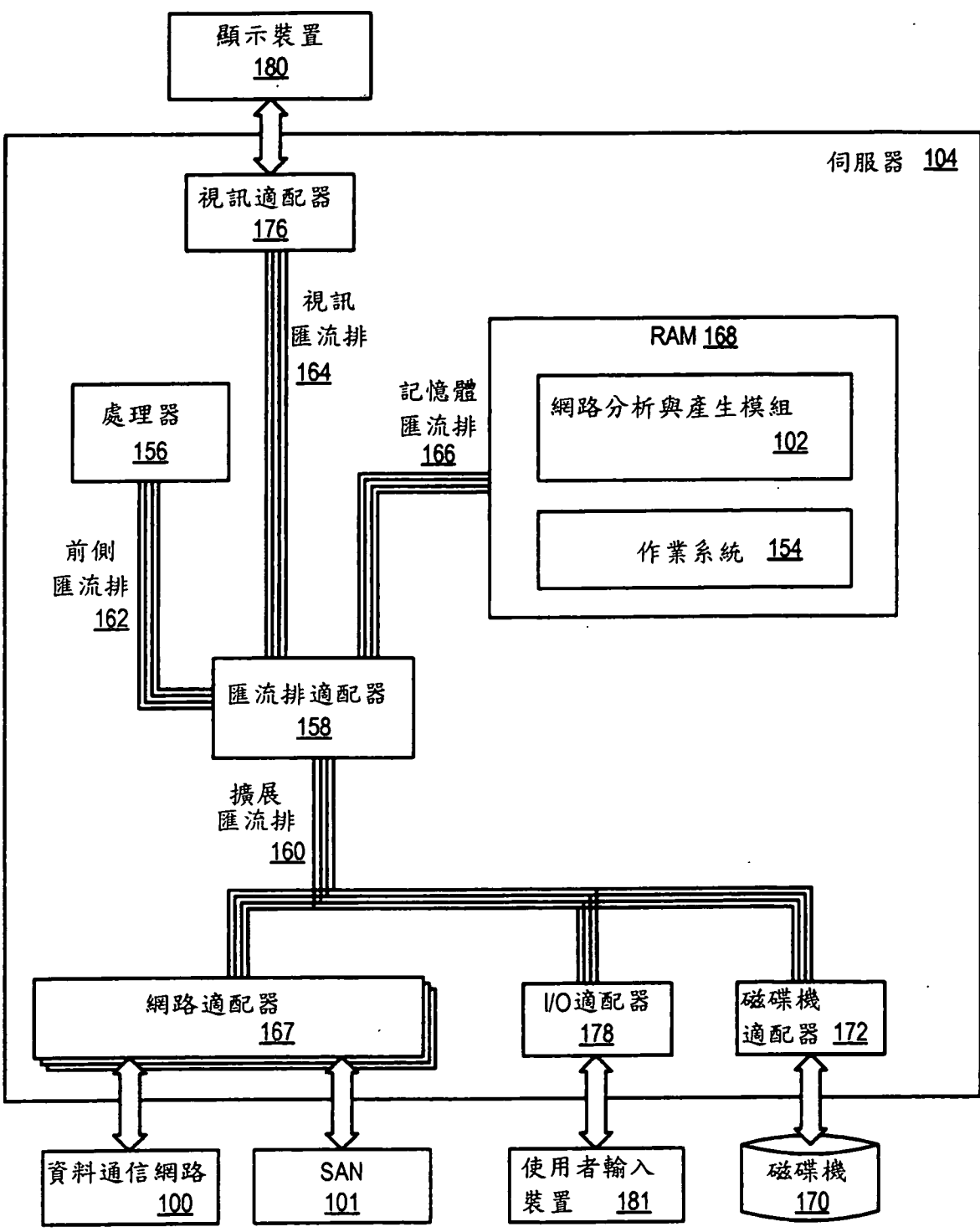


圖 2

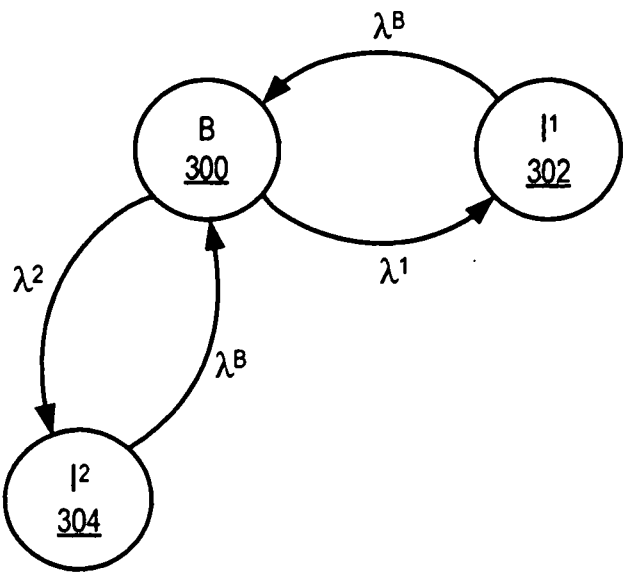


圖 3A

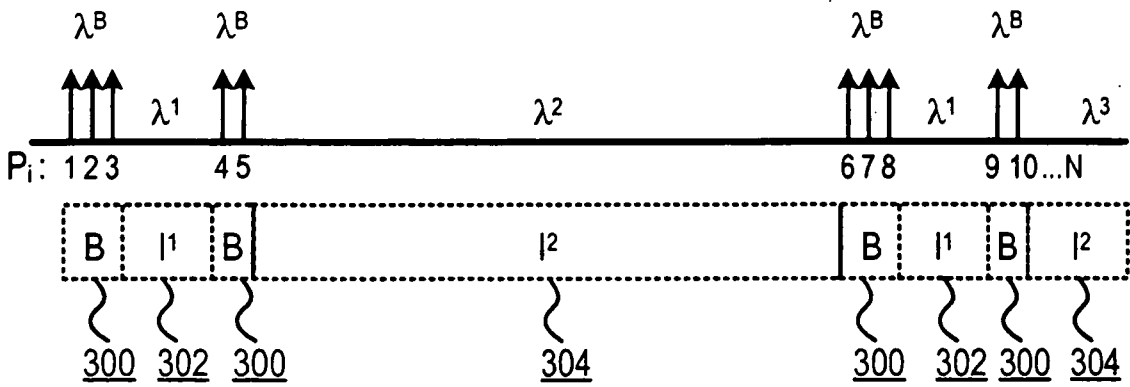


圖 3B

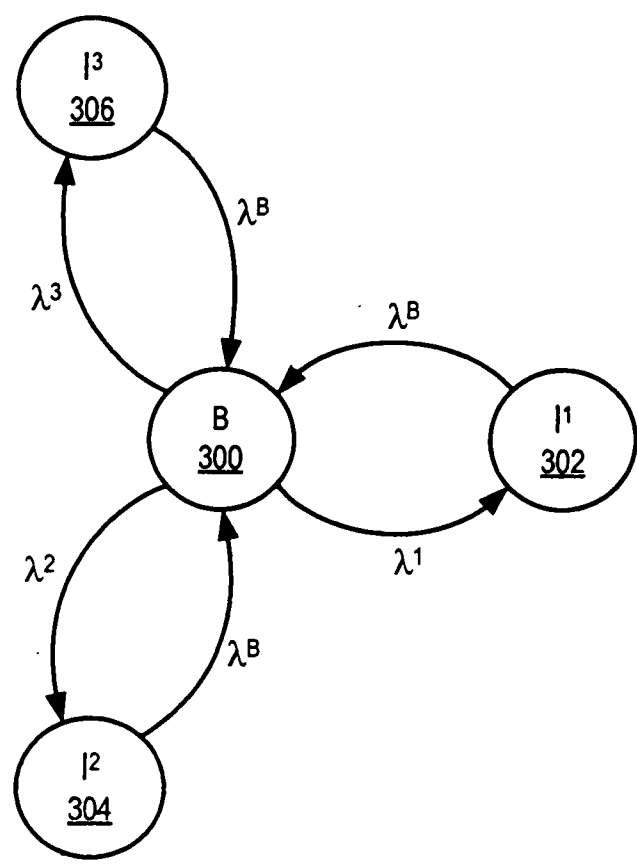


圖 4A

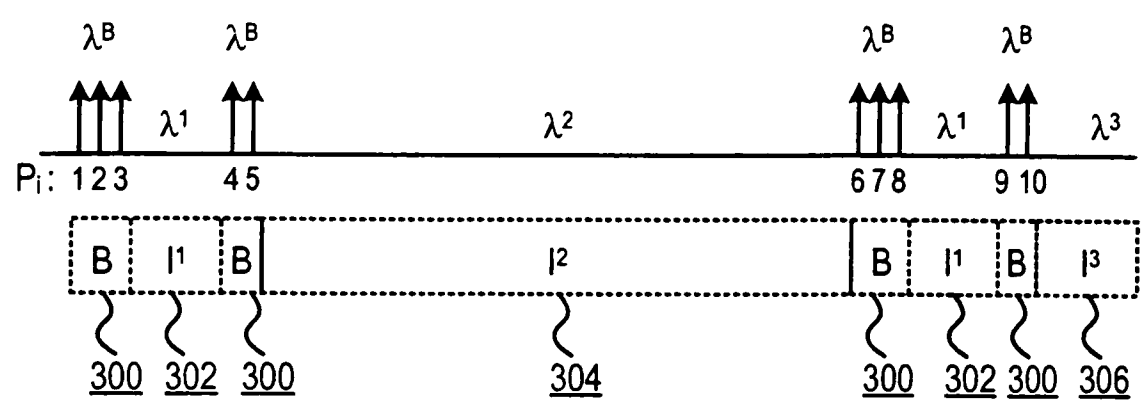


圖 4B

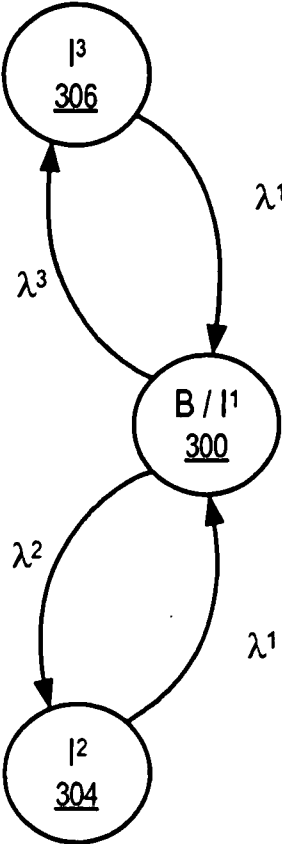


圖 5A

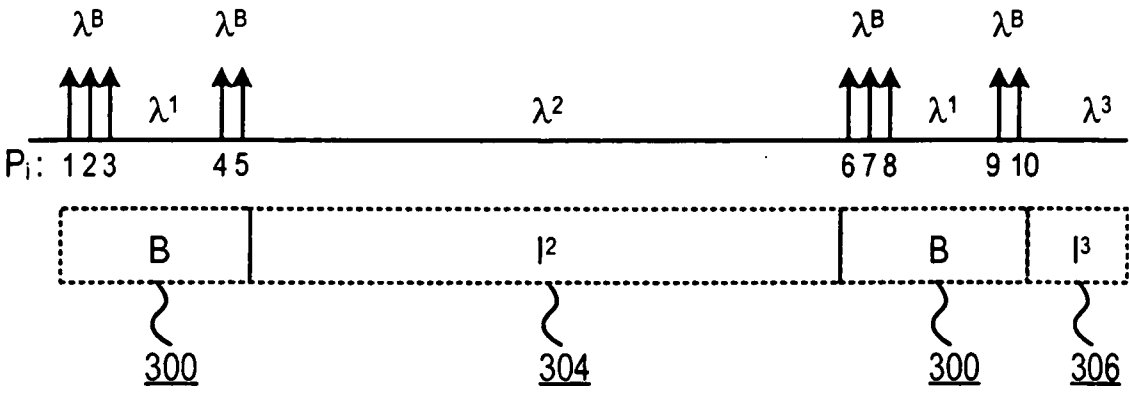


圖 5B

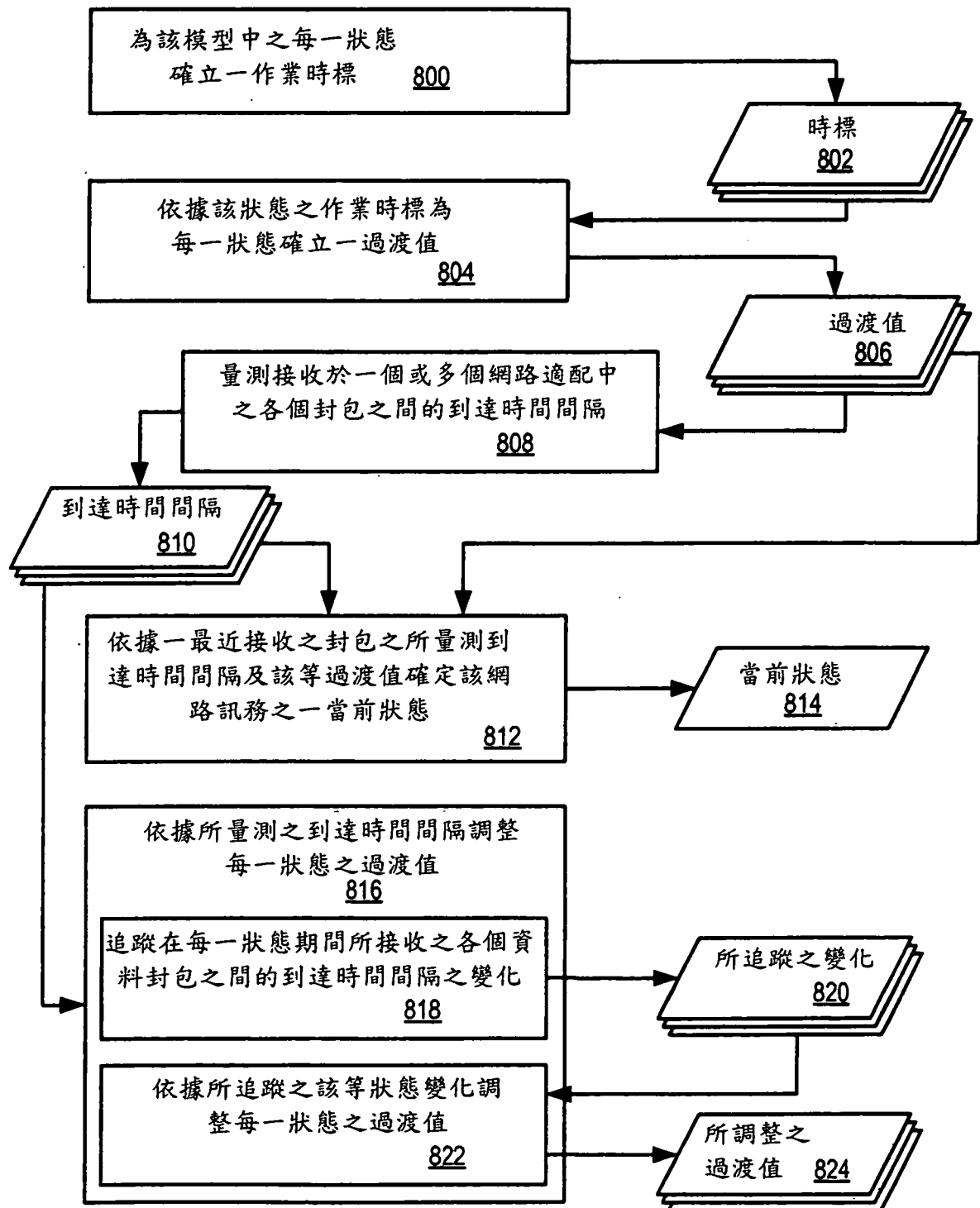


圖 6

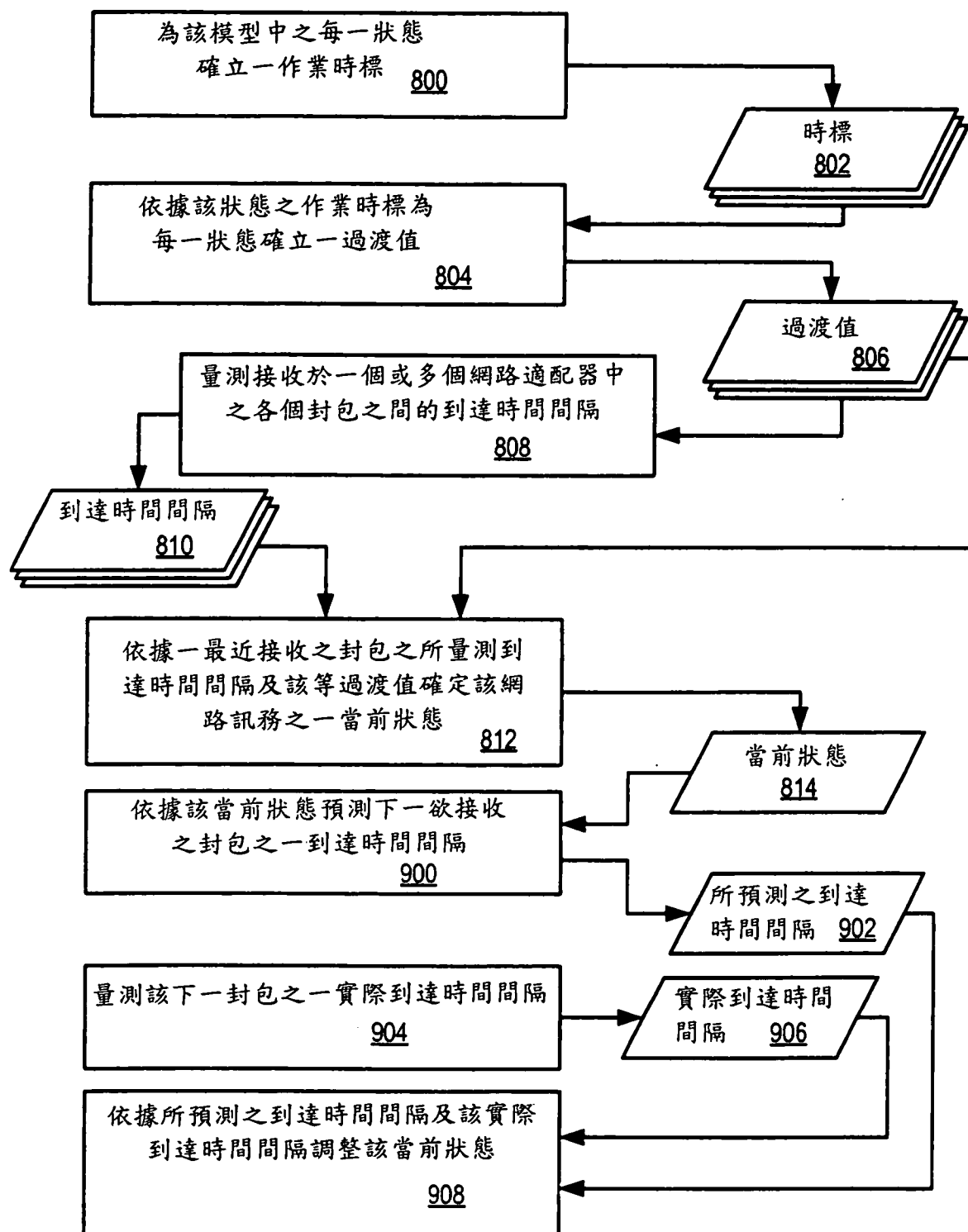


圖 7

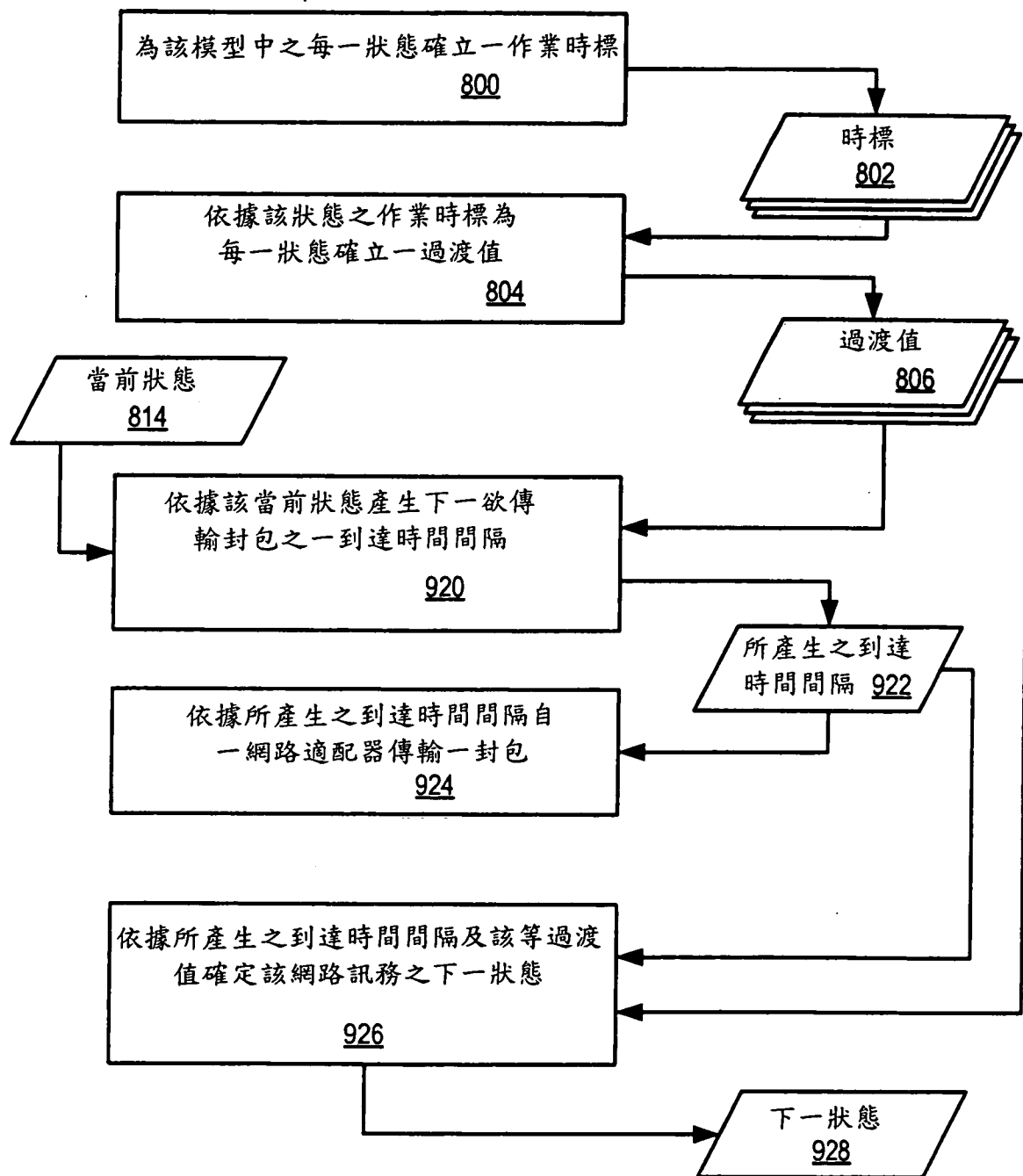


圖 8