



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201703473 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 16 日

(21) 申請案號：104121656

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 03 日

(51) Int. Cl. : *H04L12/753 (2013.01)*

(71) 申請人：思銳科技股份有限公司 (中華民國) ESTINET TECHNOLOGIES INC. (TW)

新竹市新竹科學工業園區科技五路 2 號 4 樓

國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：王協源 WANG, SHIE YUAN (TW) ; 吳珈澂 WU, CHIA CHENG (TW)

(74) 代理人：賴正健；陳家輝

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：8 共 31 頁

(54) 名稱

混合型網路生成樹建立方法、備援方法與其控制系統

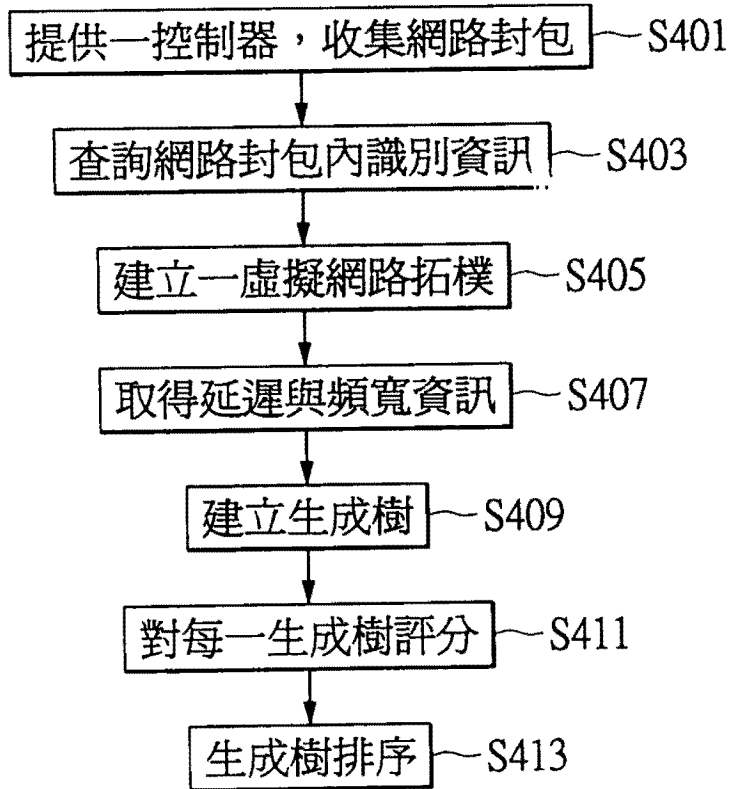
METHOD FOR CONSTITUTING HYBRID NETWORK SPANNING TREE, METHOD OF REDUNDANCY, AND CONTROL SYSTEM THEREOF

(57) 摘要

一種混合型網路生成樹建立方法、備援方法與其系統，混合型網路生成樹建立方法主要是應用於由至少一軟體定義網路與至少一非軟體定義網路建立的混合型網路系統中，特別利用了軟體定義網路中的控制器，用以收集此混合型網路系統中網路封包，之後，透過分析網路封包所載的資訊，可以取得建立網路拓樸的資訊，接著根據拓樸建立所有可能的生成樹，並能取得軟體定義網路與非軟體定義網路的封包的路徑延遲與路徑頻寬資訊，這些資訊可用於建立每個生成樹的價值，藉此可以得到最佳生成樹，並據此提供備援的機制。

The disclosure is related to a method for constituting hybrid network spanning tree, a method of redundancy, and a control system thereof. The method and system are adapted to a hybrid network system including at least one software-defined network (SDN), and at least one non-SDN network. In the method, a controller of the SDN is employed to collect network packets over the hybrid network. After analyzing the information carried with the network packets, the information relating to the topology can be obtained. Therefore, all the possible spanning trees can be constituted according to the topology. As well, the path delay and path bandwidth respectively for the SDN and non-SDN can also be obtained. The information allows the system to render utility function for every spanning tree. The most suitable spanning tree for the hybrid network system is applied. A mechanism of redundancy is also provided.

指定代表圖：



符號簡單說明：

S401 . . . 提供一控制器，收集網路封包

S403 . . . 查詢網路封包內識別資訊

S405 . . . 建立一虛擬網路拓樸

S407 . . . 取得延遲與頻寬資訊

S409 . . . 建立生成樹

S411 . . . 對每一生成樹評分

S413 . . . 生成樹排序

圖4

發明摘要

※ 申請案號：104121656

※ 申請日：104.7.03

※IPC 分類：H04L 12/753(2013.01)

【發明名稱】

混合型網路生成樹建立方法、備援方法與其控制系統
METHOD FOR CONSTITUTING HYBRID NETWORK
SPANNING TREE, METHOD OF REDUNDANCY, AND
CONTROL SYSTEM THEREOF

【中文】

一種混合型網路生成樹建立方法、備援方法與其系統，混合型網路生成樹建立方法主要是應用於由至少一軟體定義網路與至少一非軟體定義網路建立的混合型網路系統中，特別利用了軟體定義網路中的控制器，用以收集此混合型網路系統中網路封包，之後，透過分析網路封包所載的資訊，可以取得建立網路拓樸的資訊，接著根據拓樸建立所有可能的生成樹，並能取得軟體定義網路與非軟體定義網路的封包的路徑延遲與路徑頻寬資訊，這些資訊可用於建立每個生成樹的價值，藉此可以得到最佳生成樹，並據此提供備援的機制。

【英文】

The disclosure is related to a method for constituting hybrid network spanning tree, a method of redundancy, and a control system thereof. The method and system are adapted to a hybrid network system including at least one software-defined network (SDN), and at least one non-SDN network. In the method, a controller of the SDN is employed to collect network packets over the hybrid network.

After analyzing the information carried with the network packets, the information relating to the topology can be obtained. Therefore, all the possible spanning trees can be constituted according to the topology. As well, the path delay and path bandwidth respectively for the SDN and non-SDN can also be obtained. The information allows the system to render utility function for every spanning tree. The most suitable spanning tree for the hybrid network system is applied. A mechanism of redundancy is also provided.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 4 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

S401 提供一控制器，收集網路封包

S403 查詢網路封包內識別資訊

S405 建立一虛擬網路拓樸

S407 取得延遲與頻寬資訊

S409 建立生成樹

S411 對每一生成樹評分

S413 生成樹排序

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

混合型網路生成樹建立方法、備援方法與其控制系統
METHOD FOR CONSTITUTING HYBRID NETWORK
SPANNING TREE, METHOD OF REDUNDANCY, AND
CONTROL SYSTEM THEREOF

【技術領域】

本發明有關一種網路生成樹建立方法、備援方法與系統，特別是一種應用在相互連線之異質網路中一旦發生網路異常時能立即重建生成樹的方法、備援方法與其控制系統。

【先前技術】

軟體定義網路 (Software-Defined Networks, SDN) 為一種新一代的網路架構，其利用集中式的控制器 (controller) 取代過往分散式網路系統中交換機 (switch) 的控制平面 (control plane)，軟體定義網路讓其中的交換機只需負責資料平面 (data plane) 的部分，使得集中式的控制器可以達到對控制需求的優化。

軟體定義網路採用的集中式控制器可以實現拓樸 (topology) 的優化與較佳的路徑規劃等。此外透過一種封包轉送的開放流 (OpenFlow) 協定使得控制器和交換機之間的溝通有一個標準且公開的準則，如此一來就不用受限於各家開發廠商自訂的規範，進而使得網路管理者可以撰寫或是優化自己想要的控制器的各種應用 (applications)，進而達到具多功能性的應用模組。

因此，軟體定義網路顯然有強大的功能以及優勢，在未來勢必能夠統領整個網路系統，然而，將所有傳統網路 (legacy network) 以軟體定義網路取代時，無法於短時間內將所有的傳統交換機

(legacy switch) 全部置換成軟體定義網路的交換機。理由包括，軟體定義網路的交換機價錢昂貴、替換的過程中也需要大量時間測試，因此無法快速普及。再者，軟體定義網路所採用的集中式管理的機制使其規模受限，因此當要置換傳統網路時，軟體定義網路以目前的技術來看，勢必還要再做出許多調整，需要一段過渡期，這表示這段時間內的網路極有可能會出現軟體定義網路和傳統網路共同存在的情況，這類的網路我們稱為混合網路 (hybrid network)。

由於軟體定義網路 (SDN) 在完全取代傳統網路前需要一段過渡期，在此過渡期會有軟體定義網路與傳統網路共存的情況。實體網路拓樸因為容錯 (fault tolerance) 的緣故通常都具有迴圈，但在具有迴圈的實體網路拓樸上會產生著名的封包廣播風暴 (packet broadcast storm) 的嚴重問題，因此需要執行用來產生生成樹的通訊協定。適用軟體定義網路 (SDN) 生成樹的機制和適用傳統網路的生成樹的機制有很大差異，因此傳統網路中用來產生生成樹的通訊協定無法運作及於軟體定義網路，因此無法在此混合網路中產生出一個涵蓋整個網路拓樸的生成樹，因此在具有迴圈的實體混合網路拓樸上就會產生著名的封包廣播風暴 (packet broadcast storm) 的嚴重問題。

【發明內容】

為解決異質網路連接時可能產生的封包廣播風暴，以及解決異質網路間生成樹的管理，本發明提出一種混合型網路生成樹建立方法、備援方法與相關系統，其主要係應用於由至少一軟體定義網路與至少一非軟體定義網路建立的混合型網路系統上。

根據實施例，在此混合型網路生成樹建立方法中，利用其中軟體定義網路的控制器，收集軟體定義網路與非軟體定義網路的網路封包，在此混合型網路系統中，軟體定義網路中具有至少一

節點，與非軟體定義網路中的至少一節點連線。接著，經查詢網路封包內識別資訊，可以獲得混合型網路系統的網路拓樸的資訊，據以建立一虛擬網路拓樸。

之後，經取得混合型網路系統中軟體定義網路的封包的路徑延遲與路徑頻寬資訊，以及非軟體定義網路之路徑延遲與路徑頻寬資訊，可以建立此混合型網路上的所有或部分生成樹，每個生成樹具有一平均路徑延遲與一平均路徑頻寬，產生一對應價值。

於一實施例中，在此生成樹建立方法中，軟體定義網路係以一開放流（OpenFlow）的命令收集軟體定義網路中的拓樸資訊和每條線路的路徑延遲與路徑頻寬資訊。而非軟體定義網路則是利用傳統交換機發送的網橋協議數據單元（BPDU）的網路封包來建構生成樹。軟體定義網路控制器會從收到的網橋協議數據單元（BPDU）網路封包中取得識別資料，以判別軟體定義網路和非軟體定義網路各網段彼此間的連接狀況。再結合上述控制器取得的軟體定義網路拓樸資訊，可獲得混合型網路系統整體拓樸的資訊。

在應用於混合型網路生成樹建立方法的備援技術中，先根據生成樹的對應價值，對所有或部分生成樹排序，自所取得的網路封包偵測混合型網路系統有異常時，可以根據排序切換另一生成樹。

而在混合型網路生成樹的控制系統的實施例中，相關的功能模組主要包括一封包取得模組，係用以收集至少一軟體定義網路以及至少一非軟體定義網路的網路封包；一封包分析模組，自封包取得模組取得的網路封包解析得出其中的識別資訊與路徑資訊；一拓樸形成模組，經封包分析模組解析的資訊，藉其中識別資訊獲得混合型網路系統的網路拓樸的資訊，以建立混合型網路系統的拓樸；以及一生成樹建立模組，藉路徑資訊估算出混合型網路系統的一平均路徑延遲與一平均路徑頻寬，建立混合型網路系統的所有或部分生成樹，並取得每個生成樹對應價值。

為了能更進一步瞭解本發明為達成既定目的所採取之技術、方法及功效，請參閱以下有關本發明之詳細說明、圖式，相信本發明之目的、特徵與特點，當可由此得以深入且具體之瞭解，然而所附圖式僅提供參考與說明用，並非用來對本發明加以限制者。

【圖式簡單說明】

圖 1A 顯示軟體定義網路與傳統網路連接形成的混合型網路系統的實施態樣示意圖之一；

圖 1B 顯示軟體定義網路與傳統網路連接形成的混合型網路系統的實施態樣示意圖之二；

圖 1C 顯示軟體定義網路與傳統網路連接形成的混合型網路系統的實施態樣示意圖之三；

圖 2A 顯示混合型網路架構示意圖之一；

圖 2B 顯示在 2A 混合型網路架構上產生的一種可能生成樹示意圖；

圖 3A 顯示混合型網路拓樸示意圖之二；

圖 3B 顯示在 3A 混合型網路拓樸上產生的一種可能生成樹示意圖；

圖 3C 顯示在 3A 混合型網路拓樸上產生的另一種可能的生成樹示意圖；

圖 4 顯示本發明混合型網路生成樹建立方法之實施例流程圖；

圖 5 顯示實現本發明混合型網路生成樹建立方法之控制系統之功能模組實施例圖之一；

圖 6 顯示實現本發明混合型網路生成樹建立方法之控制系統之功能模組實施例圖之二；

圖 7 顯示應用本發明混合型網路生成樹建立方法之生成樹重建流程實施例圖；

圖 8 顯示應用本發明混合型網路生成樹建立方法之生成樹備援流程實施例圖。

【實施方式】

由於軟體定義網路（SDN）在完全取代傳統網路前需要一段過渡期，在此過渡期會有軟體定義網路與傳統網路共存的情況，兩者生成樹的機制有很大差異，使得傳統網路中用來產生生成樹的通訊協定無法運作及於軟體定義網路，也難以解決因為迴圈形成在實體網路拓樸上的封包廣播風暴（packet broadcast storm）的問題，本發明揭露書所揭示的技術即對此提出解決方案，關於應用在相互連線之異質網路中一旦發生網路異常時能立即重建生成樹的方法、備援方法與其控制系統。

根據本發明揭露書所載實施例之一，所提出的混合型網路生成樹建立方法，就是應用在相互連接的兩種以上異質網路（heterogeneous networks）的網路系統中，混合異質網路的網路系統例如軟體定義網路（SDN）與非軟體定義網路（non-SDN），其中應用在軟體定義網路中的控制系統能夠從收集到各網段上的封包分析出的資訊產生新的生成樹，以停用（disable）多餘的網路線路（links）的方式來解決兩個以上異質網路中的廣播風暴問題。

先參考圖 1A 顯示軟體定義網路（11, 13）與傳統網路（12）連接形成的混合型網路系統的實施態樣示意圖，此例在軟體定義網路一 11 與如傳統網路 12 的非軟體定義網路之間僅有一條網路連線 101，界接著兩個網段中的節點（111, 112）；軟體定義網路二 13 與傳統網路 12 之間同樣也僅有一條網路連線 102，界接著兩個網段中的節點（113, 114）。如此在這兩個網路之間並不會有造成封包廣播風暴的迴圈，使得此類網路拓樸可以順利運行。

然而如圖 1B 所示的另一實施態樣，此例顯示，除了如圖 1A

所示軟體定義網路一 11 與傳統網路 12 中節點 111, 112 之間的連線 101 之外，更在分別坐落於軟體定義網路一 11 與傳統網路 12 的節點 115, 116 之間具有另一網路連線 103。如此，在這兩個網段（11, 12）之間有兩個會造成迴圈的網路連線 101, 103，在一般機制下無法避免封包廣播風暴的問題。

接著如圖 1C 所示的混合型網路系統的實施態樣，其中顯示在軟體定義網路一 11 與軟體定義網路二 13 之間具有兩個傳統網路 12, 14，如此複雜度增加的網路連線中，如果稍不注意，就有可能產生網路迴圈，例如本例就是在不同的網段之間產生的網路迴圈，如此也是無法避免封包廣播風暴。

此例顯示，軟體定義網路一 11、傳統網路 12 與軟體定義網路二 13 之間的網路連線（101, 102）如圖 1A 所示，彼此之間可能不會形成網路迴圈。除此之外，此例另設新增傳統網路 14，同樣連接在兩個軟體定義網路（11, 13）之間，不過連接關係新增包括軟體定義網路 11 節點 115 與新增傳統網路 14 節點 117 之間的網路連線 104；另一端，新增傳統網路 14 節點 118 與軟體定義網路二 13 節點 119 之間的網路連線 105。這個網路拓樸因為網路連線 101, 102, 104 與 105 形成了迴圈，即便分別來看，不同網段之間並未形成網路迴圈，但整體網路系統卻形成了網路迴圈，同樣使得廣播封包在整個拓樸中不斷繞行，無法避免封包廣播風暴的問題。

針對以上幾種可能會形成網路迴圈的網路拓樸，本發明揭露書所提出的混合型網路生成樹建立方法中，其目的之一即提供在混合型網路中建構出一個生成樹，並在特定實施例中，可以依照網路管理者的需求，讓這個生成樹的形狀可以依照網路管理者重視生成樹的平均網路路徑頻寬或平均網路路徑延遲等的需求來修正為不同的生成樹。

接著如圖 2A 所示之混合型網路的架構示意圖，其中示意表示當軟體定義網路（SDN1、SDN2）與傳統網路（N1）連接時，軟

體定義網路的交換機將與傳統網路的交換機連接。其中節點數量以及所呈現的拓樸都非限制本發明實施範圍。

常見軟體交換網路採用一種開放流（OpenFlow）標準所定義的訊息溝通協定，但卻與傳統交換機無法直接訊息溝通，因此軟體定義網路中的交換機會先以廣播（broadcast）的方式傳送封包，如此一來，當封包進入傳統網路時，如果軟體定義網路與傳統網路之間的路徑形成迴圈，就有封包廣播風暴的問題，於是本發明揭露書所提出的混合型網路生成樹建立方法將透過演算法，找到多餘的線路，並停用這些多餘的線路，破壞掉網路迴圈，因此可以避免封包廣播風暴。

圖 2A 示意顯示左方有個軟體定義網路 SDN1，右方則有另一軟體定義網路 SDN2，兩個軟體定義網路 SDN1, SDN2 都連接如中間部分的傳統網路 N1，其中每個圓圈顯示各網段內的節點（如交換機）。比如軟體定義網路 SDN1 由節點 2011, 2012, 2013 與 2014 組成，軟體定義網路 SDN2 由節點 2015, 2016, 2017, 2018 與 2019 組成，傳統網路 N1 則以節點 2111, 2112, 2113 與 2114 組成。軟體定義網路 SDN1, SDN2 的特性就是由一個控制器 20 以集中式的拓樸連線到軟體定義網路 SDN1, SDN2 中的各節點(2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019)。而非軟體定義網路則一般為分散式管理，每個節點裝置（如交換器）彼此交換資訊，建立封包路由表，依此轉送封包，沒有集中管理的機制。

從此圖例中可知，不同網段（SDN1, SDN2, N1）之間形成迴圈，整個拓樸也形成一個大的迴圈。列舉一情境，圖式左邊有第一終端節點 201，連接著軟體定義網路 SDN1 的節點 2012，右方有第二終端節點 202，連接軟體定義網路 SDN2 的節點 2016。當第一終端節點 201 欲發送封包（如 ping 封包）至第二終端節點 202 時，在沒有迴避迴圈的情況下，因為途經每一個節點都會在網路協定下產生廣播封包，經過模擬將瞬間產生封包廣播風暴，幾乎

癱瘓掉整個網路系統。

於是，在實施本發明所提出的混合型網路生成樹建立方法下時，示意顯示如圖 2B，根據此拓樸產生的生成樹會將其中多餘的線路停用，以破除迴圈，於是，如圖所示，封包在傳送時會順著單一的路徑直接傳送到目的地，也就是有第一終端節點 201 傳遞到有第二終端節點 202 的封包可沿著其中各網段的節點（順序為：2012, 2014, 2112, 2114, 2018, 2016）傳送封包，而不會產生封包廣播風暴而在整個網路中蔓延。

此例之網路拓樸顯示第一終端節點 201 到第二終端節點 202 之間的線路可有多種路徑，根據本發明揭露書所提出的混合型網路生成樹建立方法，其中軟體定義網路的控制器 20 可以根據所收集各網段的封包資訊得到傳輸延遲與頻寬等的資訊，並據此運算建立兩個節點之間的生成樹，其中自然排除多餘的線路，可以在最有效率的狀態下傳遞封包，並同時避免封包廣播風暴。此例顯示所停用的網路連線有軟體定義網路 SDN1 的節點 2011 與傳統網路 N1 的節點 2111 的線路；軟體定義網路 SDN1 的節點 2013 與傳統網路 N1 的節點 2114 的線路；軟體定義網路 SDN2 的節點 2015 與傳統網路 N1 的節點 2111 的線路；以及軟體定義網路 SDN2 的節點 2019 與傳統網路 N1 的節點 2113 的線路。

此外由於網路可能會發生線路斷線的情況，本發明所提出的生成樹建立方法中，可預先計算當每一個線路斷線時的最佳備用生成樹，如此，在需要轉換生成樹時，可以迅速切換至事先產生好的最佳備用生成樹，讓網路使用者幾乎無察覺到網路生成樹的切換。相關實施例可參考圖 8 所描述的流程。

根據以上實施方式，本發明所提出的方法不僅將網路系統中多餘的線路停用，還可以在全部的網路拓樸上（包含軟體定義網路和傳統網路）形成一個最佳的生成樹，這個最佳化是依照網路管理者的需求，針對生成樹的平均路徑頻寬還有平均路徑延遲的

相對要求所建構出來的。

相關實施例可參考圖 3A、圖 3B 以及圖 3C。

在如圖 3A 所示的混合型網路系統下，當中的軟體定義網路（31, 33, 35, 36, 37）則是直接連線到控制器 30，也受控於控制器 30 的集中式管理，而控制器 30 則是採用種開放流（OpenFlow）標準所定義的訊息溝通協定，將原本存在於如交換器（Switch）的節點中的控制平面（control plane）自資料平面（data plane）分離出來，也就是將封包路由的機制轉由控制器 30 處理，規範網路節點（如交換器）和控制器 30 之間的溝通協議，負責計算網路的最佳路徑，再通過 OpenFlow 協定控制交換器對資料流的轉送。

圖 3A 示意顯示一個混合了軟體定義網路（實線圓圈：31, 33, 35, 36, 37）與傳統網路（虛線圓圈：32, 34, 38, 39）的網路系統的拓樸，其中每個圓圈都表示一個網段，每個網段都包括多個交換機（未示於圖中），每個網段之間可以一或多條連線與鄰近的網段連線。圖式中，實線圓圈表示的軟體定義網路 31, 33, 35, 36, 37 都連線到控制器 30，處理各軟體定義網路之間的封包轉送與建立生成樹，期間更混合了虛線圓圈表示的傳統網路 32, 34, 38, 39。

每個網段都設有一或多個終端節點，如軟體定義網路 31, 33, 35, 36 與 37 分別設有代表性的終端節點 301, 303, 305, 306 與 307；傳統網路 32, 34, 38 與 39 也分別設有代表性的終端節點 302, 304, 308 與 309。在此網路系統運行下，控制器 30 除了處理軟體定義網路 31, 33, 35, 36, 37 各節點之間的封包轉送與路徑管理，更在本發明生成樹建立方法的機制下，處理異質網路之間的生成樹管理。

此混合型網路系統運行中，每個終端節點 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309 都會產生網路流量，並可能相互影響封包傳遞效能，本發明揭露書所揭示的混合型網路生成樹方法會依照網路系統中的幾個參數值進行評估，建立不同條件下的最佳生成

樹。從網路上收集的封包可以至少可以得到該封包的往來資訊(來源與目的地)、估計網路系統中的路徑頻寬與路徑延遲，特別可運算得到平均路徑頻寬與平均路徑延遲。示意圖可參考圖 3B 與圖 3C，分別示意表示在不同的需求下根據平均路徑頻寬與平均路徑延遲形成不同的生成樹。

舉例來說，根據管理者的設定，網路系統的生成樹建立可以同時強調生成樹的平均路徑頻寬要大且平均路徑延遲要小，這是一個較為平衡的需求，所產生的生成樹可能是一種，如圖 3B，其中描繪出多個終端節點之間的路徑規劃，此圖忽略每個網段內節點之間的繞行路徑。圖 3C 則顯示不同於圖 3B 的生成樹，理由主要是對於平均路徑頻寬與平均路徑延遲有不同的權重設定，比如只強調生成樹的平均路徑頻寬要高，而忽略平均路徑延遲；或是只強調生成樹平均路徑延遲要小，卻又忽略了平均路徑頻寬。這可能發生在各種網路功能的需求有所不同的情況下，如以影音通訊為主的網路系統，對網路延遲要求較高，因此可能較為強調平均路徑延遲要小；若以數據傳輸為主要目的的網路系統，則對網路頻寬要求較高，因此較強調平均路徑頻寬要高；若是在綜合需求的網路系統中，則可能採與較為平衡的設定。網路管理者可以根據實際需求調整平均路徑頻寬與平均路徑延遲的比例、權重。

以上，根據混合型網路系統中的路徑頻寬與延遲資訊而建立異質網路之間生成樹的技術係可實作在管理整個網路系統中封包轉送的控制主機中，特別是軟體定義網路中的控制器(controller)，相關流程可參考圖 4 顯示本發明混合型網路生成樹建立方法之實施例流程圖。

首先，如步驟 S401，提供一控制器，如原本運作於軟體定義網路中的控制器，用以收集網路封包，其中實施方式可以根據一鏈路層發現協議(Link Layer Discovery Protocol, LLDP)定時取得網路系統中各種節點的網路介面所傳送的資訊，如步驟 S403，

經查詢網路封包內識別資訊，以獲得整個網路拓樸的資訊，如步驟 S405，據以建立一虛擬網路拓樸。

以上鏈路層發現協議（LLDP）是一種網路資料連結的協議，允許設備向網路相鄰（直連）設備取得設備資訊，如網路位址（IP）、設備描述和功能等。此例則是能夠取得整個網路系統中各節點傳送的封包內識別資料，並配合軟體定義網路中的協定以及傳統網路中的協定取得其他資訊，如延遲與頻寬資訊等，如步驟 S407。

舉例來說，控制器透過前述開放流（OpenFlow）的命令收集軟體定義網路（SDN）中每條線路（link）的延遲（delay）與頻寬（bandwidth）資訊；另外，針對本身執行資料傳輸以及執行指令的交換機形成的非軟體定義網路（如所稱之傳統網路），則是取得傳統交換機發送給軟體定義網路的交換機的網橋協議數據單元（Bridge Protocol Data Unit，BPDU）的網路封包。這種封包是一種生成樹協議問候封包，定時發出訊息，用來在網路的網橋（bridge）間進行信息交換。據此，控制器可以收集到傳統交換機內部在建構生成樹時的資訊，並利用網橋協議數據單元（BPDU）封包中的識別資料（如 Root ID），以判別所有軟體定義網路網段與所有非軟體定義網路網段彼此間的連接狀況。接著，透過 BPDU 封包取得的網段之間的資訊，再結合控制器根據 LLDP 所取得的軟體定義網路拓樸資訊，可獲得混合型網路系統整體拓樸的資訊。

於是，控制器可以取得網路系統中軟體定義網路上的封包延遲與頻寬資訊，更可以取得透過 BPDU 封包中的識別資訊得到各網段資訊，再如步驟 S409，於是建立此生成樹。

前述透過 BPDU 封包中識別資料可以得到封包所屬網段的資訊，當識別資料相同，可判斷為來自同一個網段，因此軟體定義網路的控制器即可判斷出軟體定義網路與傳統網路的連接狀況。並且，由於軟體定義網路的控制器無法探索傳統網路中的資訊，

因此可以利用 BPDU 封包內部所攜帶的路徑消耗資源 (path cost) 估算傳統網路內部的終端節點 (host) 與收到此 BPDU 封包的軟體定義網路的交換器埠口 (port) 之間的路徑距離。同時，因為軟體定義網路的交換器也會利用前述鏈路層發現協議 (LLDP) 去探索網路拓樸，定時取得軟體定義網路之網路拓樸的資訊，軟體定義網路中的控制器同樣也可利用 LLDP 去計算由不同路徑經過每個傳統網路所需要的延遲資訊。

為了得到此混合式網路系統的最佳生成樹以停用多餘的線路，本發明所提出的方法係先根據以上異質網路混合形成的拓樸以及之間的連接資訊得到所有可能或部分的生成樹，再於其中設定一個價值函數 (utility function)，對每一生成樹評分，如步驟 S411，包括計算每一個生成樹的對應價值，根據每一生成樹的對應價值進行排序，如步驟 S413，除了可以就此得到最佳的生成樹，還可以根據此排序執行備援，達到本發明目的之一。

在此所述的價值函數的制定和敘述如下。首先，透過軟體定義網路的控制器當中的演算方式先找出拓樸中所有的生成樹。其中可採用習知技術中的生成樹協議，這是一基於 OSI (開放系統互聯) 網路模型的數據鏈路層 (第二層) 通訊協定，用作確保一個無迴圈的區域網路環境。接著，軟體定義網路中控制器所運行的演算方法賦予每一個生成樹對應價值，其中參考的數值例如：平均路徑延遲和平均路徑頻寬，這些資訊如前述分別根據 OpenFlow 協定以及 BPDU 封包取得混合型網路系統每條線路上的路徑延遲與路徑頻寬，如此每一個生成樹都可以依照這兩個數值其中之一或是組合來評分。然而，就細節來看，由於這兩個數值的單位不一樣因此可透過一個轉換 (如正規化) 將兩個數值規範在相同的評分標準下。

例如：可先將平均路徑頻寬的數值最高定為一百，最低定為零，再將剩下的以等比例算出，就可以使得每個數值都是介於零

到一百的數值；相同的方式應用在平均路徑延遲上，可將數值最低的定為一百，最高的定為零，其餘以等比例算出，這樣一來每個生成樹就會有兩個介於零到一百之間的數值，分別表示平均路徑延遲和平均路徑頻寬的分數。

此外，更可透過制定加權 (weight) 設定對這兩個數值效能指標的相對重視程度。系統可以讓網路管理者透過其中管理介面進行權重設定，如軟體定義網路中控制器的應用程序接口 (API) 對軟體定義網路的控制器下達參數，讓系統得到管理者設定的權重比例。例如，x% 為權重比例，最後的價值函數分數是： $(x\% * \text{平均路徑延遲分數} + (100-x)\% * \text{平均路徑頻寬分數})$ ，最後再經排序後取得分數最高者，也就可以得到最佳生成樹。

對此，可參考圖 5，其中顯示實現本發明混合型網路生成樹建立方法之控制系統之主要功能模組，此可為軟體、韌體或是硬體所實現的功能模組，至少包括收集軟體定義網路以及非軟體定義網路（如所稱之傳統網路）的網路封包的封包取得模組 501，封包資訊將經封包分析模組 503 解析，以取得其中的識別資訊、路徑資訊等；經查詢網路封包內識別資訊，可藉其中資訊獲得混合型網路系統的網路拓樸的資訊，透過拓樸形成模組 505 建立混合型網路系統的拓樸；藉其中路徑資訊可以估算出路徑延遲與頻寬，於是生成樹建立模組 507 可以根據這些路徑資訊建立此網路系統的生成樹，並取得每個生成樹對應價值。

圖 6 接著顯示實現本發明混合型網路生成樹建立方法之控制系統之功能模組的另一實施例圖。

此例顯示實現前述方法的控制器 60，此主要係以軟體定義網路中的控制器實現，其中包括以軟體、韌體或硬體實現的多功能模組，其一端以輸出入模組 601 連線交換器 621, 622, 623；封包取得模組 603 可以從所界接的網段的各交換器 621, 622, 623 收集產生的網路封包，除了收集軟體定義網路上的封包資訊外，特別

是取得非軟體定義網路的 BPDUs 封包；透過封包分析模組 605，可以解析出網路封包內的資訊，如 root ID 欄位等識別資訊，其中各封包內的識別資料可以經探索後取得整個網路系統的拓樸；透過拓樸形成模組 613 建構出一個虛擬的網路拓樸，目的是提供生成樹建立模組 615 藉此拓樸建立生成樹，特別是能建立出整個網路系統內的所有生成樹。這些資訊可以先暫存於記憶模組 617 中。記憶模組 617 可以記錄拓樸資訊、生成樹、每個連線的延遲與頻寬等資訊，其中的生成樹資訊是連結著平均路徑延遲、平均路徑頻寬以及權重等資訊，這些資訊可以運算出每個生成樹的對應價值，也是提供排序與取得在特定需求下最佳生成樹的依據。

當網路系統運行於特定生成樹時，其中埠口控制模組 611 將根據生成樹的路徑進行埠口控制，比如根據所實施的生成樹啟閉特定埠口，指控制器 60 可以管理到的軟體定義網路上的網路節點的埠口 (port)，藉此可以停用多餘的網路線路，避免迴圈產生。控制器 60 另可設有管理介面模組 607，為提供管理者透過管理電腦 615 存取此控制器 60 的管道，管理者可以經由身份認證後，以管理電腦 615 管理此控制器 60 所建構的控制系統，包括設定建立生成樹的權重 (生成樹建立模組 615)。

由於網路有可能會發生一些突發狀況，比如說線路故障等，使得網路可能會突然斷訊，因此本發明所提出的方法具有備援的功能，例如，可以透過軟體定義網路的控制器去偵測拓樸的變化，一旦發生網路連線斷線或甚至是網路壅塞的情況，可以事先已經計算好備用生成樹的方式，將原先正在使用的生成樹拓樸快速轉換至目前最佳的備用生成樹。

實施例如，控制器 60 可設有一偵測模組 609，偵測模組 609 之主要目的係根據封包取得模組 603 所取得的網路封包偵測是否網路系統中有任何線路異常。此時，可配合圖 8 所示應用本發明混合型網路生成樹建立方法之生成樹備援流程實施例圖，可以透

過封包所攜帶的路徑資訊偵測連線狀態，如延遲、頻寬、斷線等資訊（步驟 S801），並以此判斷是否有任何異常？（步驟 S803）。包括可以比對記憶模組 617 中或是其他儲存媒體中的記錄，或是設定的門檻值，以判斷是否有線路頻寬過小、延遲過長，甚至是斷線等異常改變？若是經比對過去記錄或是門檻值尚在正常範圍內，則繼續前述偵測步驟（如步驟 S801）；反之，表示經比對後發現異常，特別是斷線，將如步驟 S805，根據之前估算各生成樹的價值的排序切換生成樹。此處的偵測步驟為持續或定時進行。

此外，控制器 60 亦可根據所偵測得到的線路延遲與頻寬資訊進行重建生成樹的步驟，如圖 7 的實施例流程。

當如前述控制器 60 內偵測模組 609 偵測連線延遲、頻寬資訊時，如步驟 S701，同時將同樣可比對記憶模組 617 或其他儲存媒體中的記錄（步驟 S703），判斷網路系統的整體平均路徑延遲與平均路徑頻寬是否有改變？（步驟 S705），若沒有改變，將延續先前建立的生成樹繼續運作，並持續偵測；否則，將如步驟 S707，系統將要求重新建立生成樹，以維持系統持續以最佳的生成樹運作。

是以，本發明揭露書提出一種混合型網路生成樹建立方法、備援方法以及控制系統，特別是應用一種軟體定義網路（SDN）中的控制器（controller）以原本軟體定義網路的特性，將與此軟體定義網路連接的所有網路訊息都彙整起來，其中透過移除多餘的網路連線可以排除異質網路之間的迴圈，進而避免封包廣播風暴的問題；更透過參考網路上的路徑延遲與路徑頻寬等參數，建立異質網路系統中各節點之間的生成樹，可以在混合如軟體定義網路與傳統網路的網路系統中建構最佳生成樹，能在不需要修改目前系統以及傳統交換機的設定下，建立混合型網路系統中的生成樹。

惟以上所述僅為本發明之較佳可行實施例，非因此即侷限本發明之專利範圍，故舉凡運用本發明說明書及圖示內容所為之等

效結構變化，均同理包含於本發明之範圍內，合予陳明。

【符號說明】

軟體定義網路一 11	軟體定義網路二 13
傳統網路 12	網路連線 101, 102
節點 111, 112, 113, 114	
節點 115, 116	網路連線 103
新增傳統網路 14	網路連線 104, 105
節點 115, 117, 118, 119	
控制器 20	軟體定義網路 SDN1, SDN2
傳統網路 N1	
節點 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019	
節點 2111, 2112, 2113, 2114	
第一終端節點 201	第二終端節點 202
軟體定義網路 31, 33, 35, 36, 37	
傳統網路 32, 34, 38, 39	控制器 30
終端節點 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309	
封包取得模組 501	封包分析模組 503
拓樸形成模組 505	生成樹建立模組 507
交換器 621, 622, 623	管理電腦 615
控制器 60	輸出入模組 601
封包取得模組 603	封包分析模組 605
管理介面模組 607	偵測模組 609
埠口控制模組 611	拓樸形成模組 613
生成樹建立模組 615	記憶模組 617
步驟 S401~S413 混合型網路生成樹建立流程	
步驟 S701~S707 生成樹重建流程	
步驟 S801~S805 生成樹備援流程	

申請專利範圍

1. 一種混合型網路生成樹建立方法，應用於由至少一軟體定義網路與至少一非軟體定義網路建立的一混合型網路系統，包括：
提供一控制器，用以收集該至少一軟體定義網路與該至少一非軟體定義網路的網路封包；其中該軟體定義網路中具有至少一節點，與該非軟體定義網路中的至少一節點連線；
經查詢網路封包內識別資訊，以獲得該混合型網路系統的網路拓撲的資訊，據以建立一虛擬網路拓撲；
取得該混合型網路系統中該至少一軟體定義網路的封包的路徑延遲與路徑頻寬資訊，以及該至少一非軟體定義網路之路徑延遲與路徑頻寬資訊；以及
建立該混合型網路上的所有或部分生成樹，每個生成樹具有一平均路徑延遲與一平均路徑頻寬，產生一對應價值。
2. 如請求項 1 所述的混合型網路生成樹建立方法，其中該控制器為原本運作於該軟體定義網路中的控制器。
3. 如請求項 2 所述的混合型網路生成樹建立方法，其中該軟體定義網路係以一開放流的命令收集該軟體定義網路中每條線路的路徑延遲與路徑頻寬資訊。
4. 如請求項 2 所述的混合型網路生成樹建立方法，其中該控制器係根據一鏈路層發現協議定時取得軟體定義網路之網路拓撲的資訊。
5. 如請求項 4 所述的混合型網路生成樹建立方法，其中該軟體定義網路的控制器取得傳統交換機發送給該軟體定義網路的交換機的網橋協議數據單元的網路封包，並取得其中的識別資料，以判別所有該軟體定義網路網段與所有該非軟體定義網路網段彼此間的連接狀況，再結合該控制器根據該鏈路層發現協

議所取得的軟體定義網路拓樸資訊，獲得該混合型網路系統整體拓樸的資訊。

6. 如請求項 5 所述的混合型網路生成樹建立方法，其中該非軟體定義網路係根據網橋協議數據單元的封包內部所攜帶的路徑消耗資源估算該非軟體定義網路內部的終端節點與該軟體定義網路的交換器埠口之間的路徑距離。
7. 如請求項 1 所述的混合型網路生成樹建立方法，其中更包括根據每一生成樹的對應價值進行排序，以取得一最佳的生成樹。
8. 如請求項 7 所述的混合型網路生成樹建立方法，其中更對各生成樹所具有之該平均路徑延遲與該平均路徑頻寬制定一加權，以設定對該平均路徑延遲與該平均路徑頻寬這兩個數值效能指標的相對重視程度。
9. 一種混合型網路生成樹備援方法，應用於由至少一軟體定義網路與至少一非軟體定義網路建立的一混合型網路系統，包括：
 - 以如請求項 1 所述的混合型網路生成樹建立方法建立該混合型網路上的所有或部分生成樹，其中每個生成樹之對應價值為依據平均路徑延遲與平均路徑頻寬得出，對該所有或部分生成樹排序；以及
 - 自所取得的網路封包偵測該混合型網路系統有異常時，根據該排序切換另一生成樹。
10. 如請求項 9 所述的混合型網路生成樹備援方法，其中係根據網路封包所攜帶的路徑資訊判斷是否有線路頻寬過小、延遲過長，或斷線。
11. 如請求項 9 所述的混合型網路生成樹備援方法，其中更對各生成樹所具有之該平均路徑延遲與該平均路徑頻寬制定一加權，以設定對該平均路徑延遲與該平均路徑頻寬這兩個數值效能指標的相對重視程度。
12. 一種混合型網路生成樹的控制系統，包括：

- 一封包取得模組，係用以收集至少一軟體定義網路以及至少一非軟體定義網路的網路封包；其中該軟體定義網路中具有至少一節點，與該非軟體定義網路中的至少一節點連線；
- 一封包分析模組，自該封包取得模組取得的網路封包解析得出其中的識別資訊與路徑資訊；
- 一拓樸形成模組，經該封包分析模組解析的資訊，藉其中識別資訊獲得該混合型網路系統的網路拓樸的資訊，以建立該混合型網路系統的拓樸；以及
- 一生成樹建立模組，藉該路徑資訊估算出該混合型網路系統的一平均路徑延遲與一平均路徑頻寬，建立該混合型網路系統的所有或部分生成樹，並取得每個生成樹對應價值。

13. 如請求項 12 所述的混合型網路生成樹的控制系統，更包括一輸出入模組，連接該至少一軟體定義網路的交換器。
14. 如請求項 12 所述的混合型網路生成樹的控制系統，更包括一埠口控制模組，當該混合型網路系統運行於特定生成樹時，該埠口控制模組根據生成樹的路徑進行埠口控制。
15. 如請求項 12 所述的混合型網路生成樹的控制系統，更包括一管理介面模組，為提供管理者透過一管理電腦管理該控制系統。

圖式

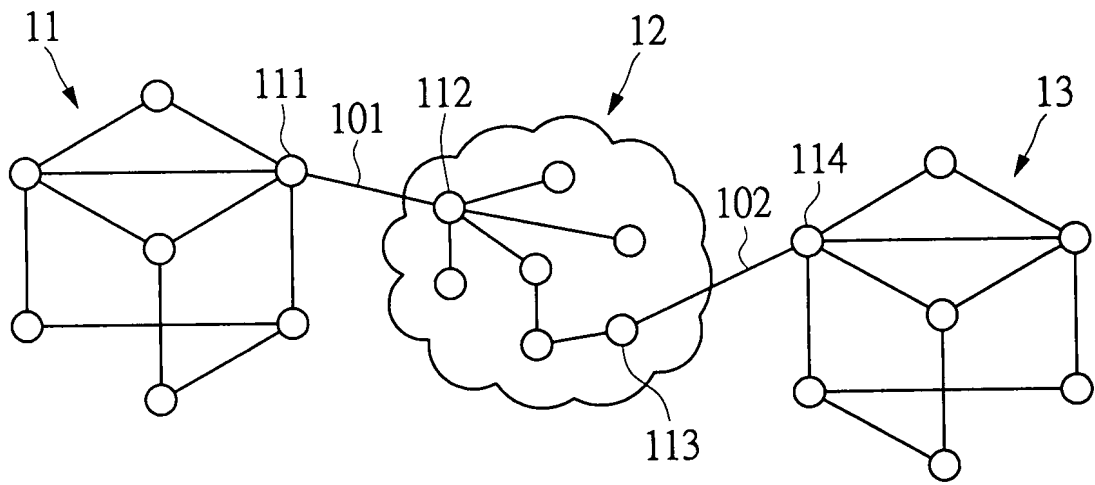


圖1A

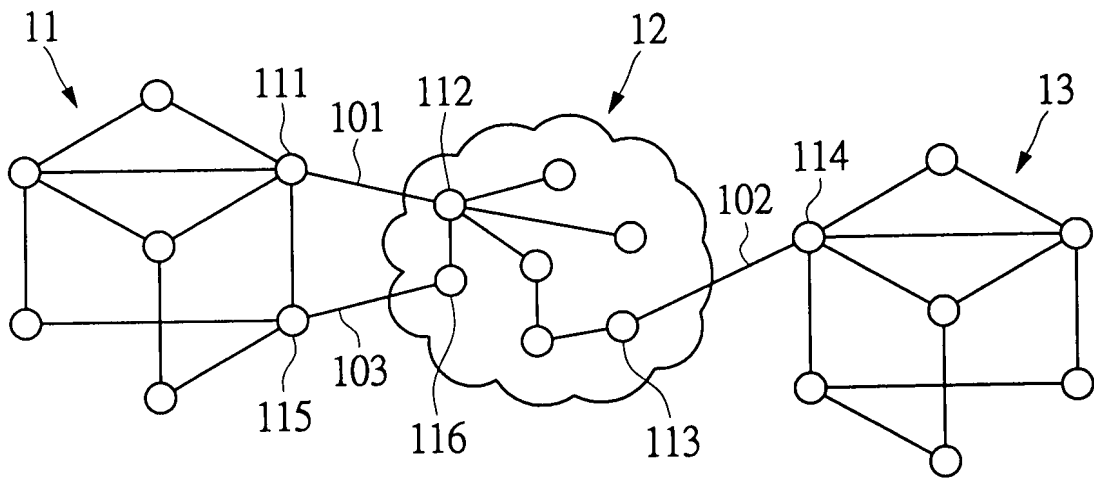


圖1B

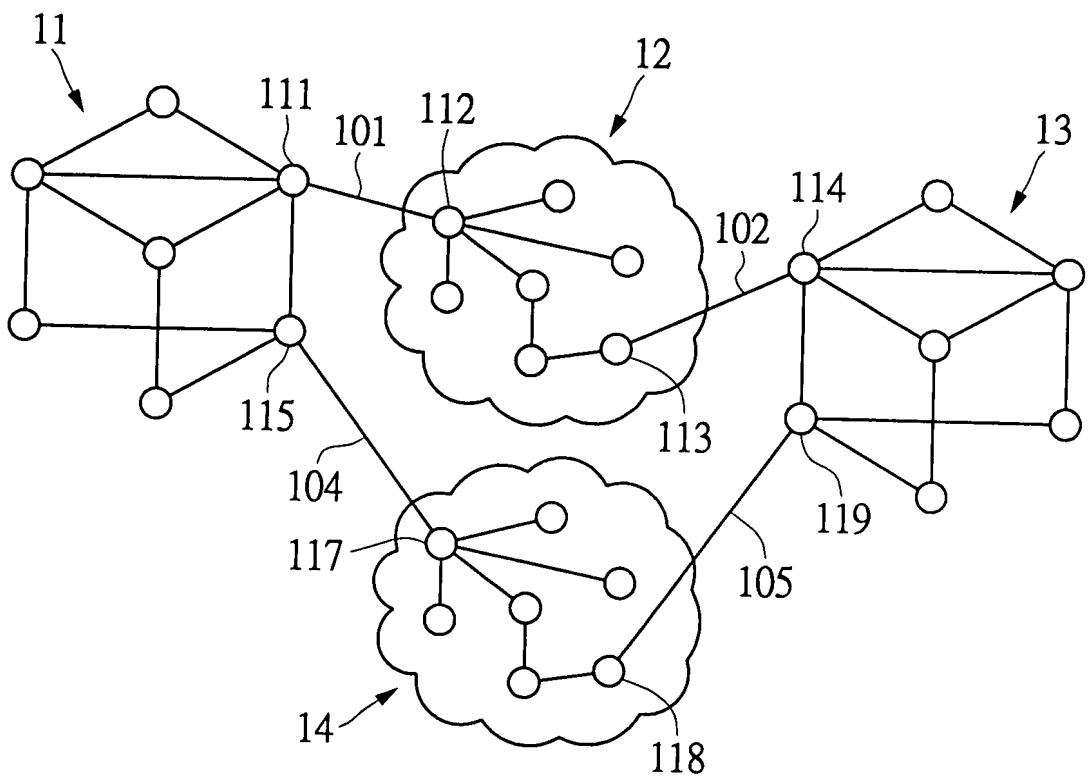


圖1C

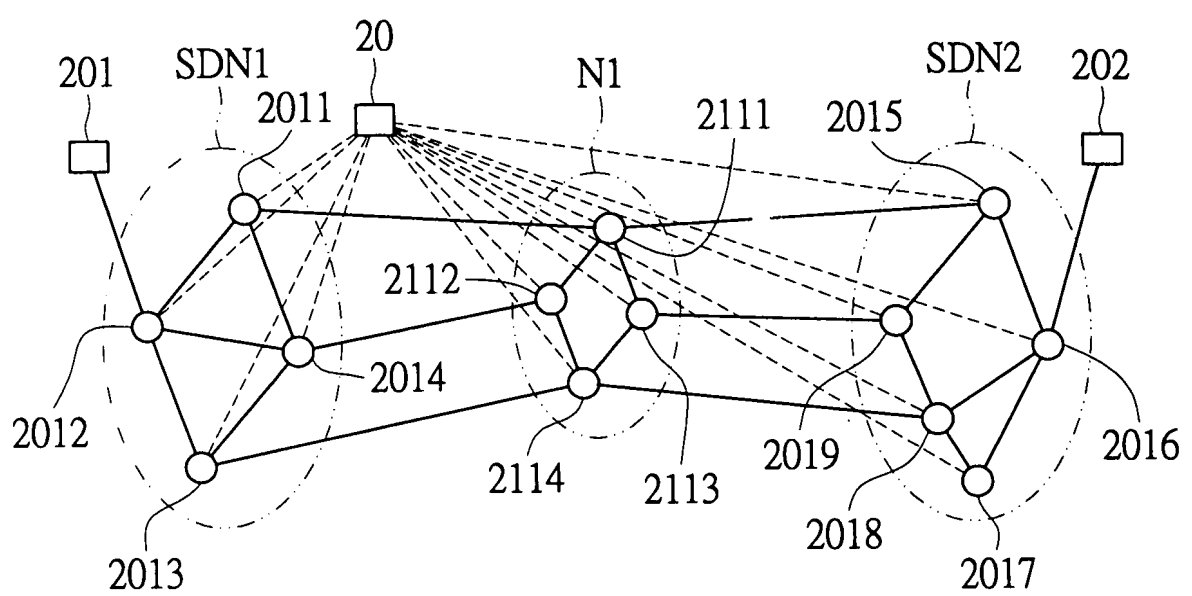


圖2A

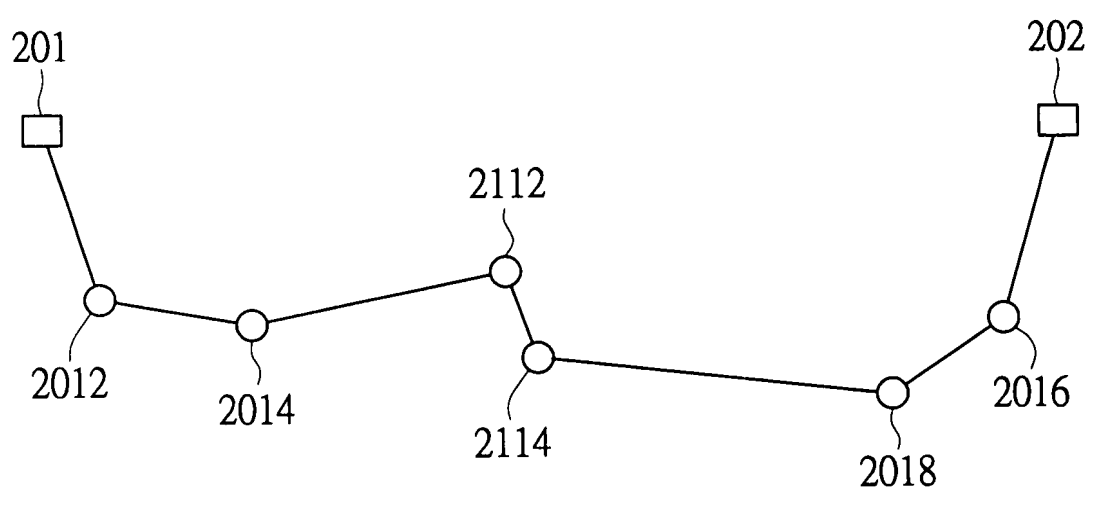


圖2B

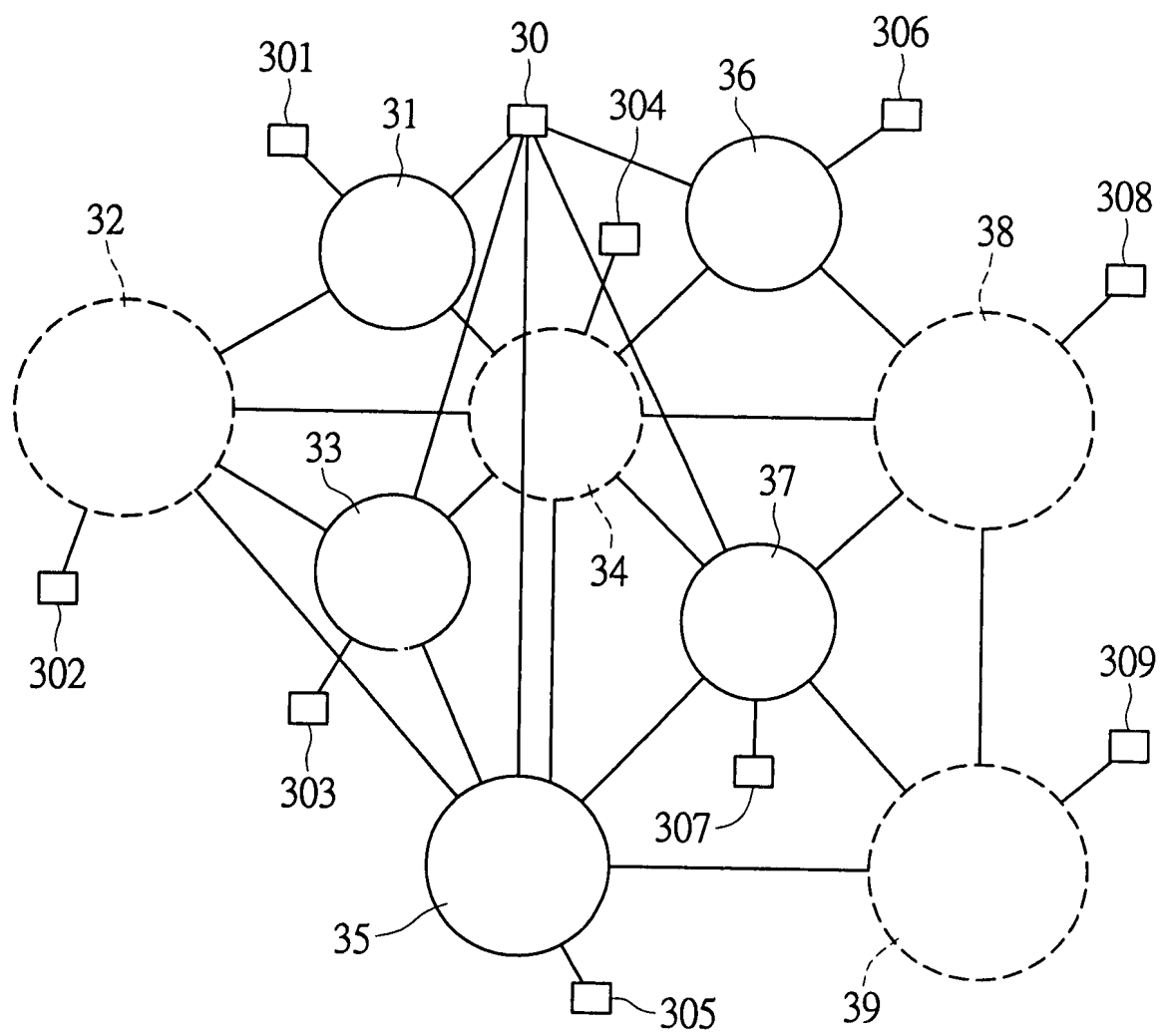


圖3A

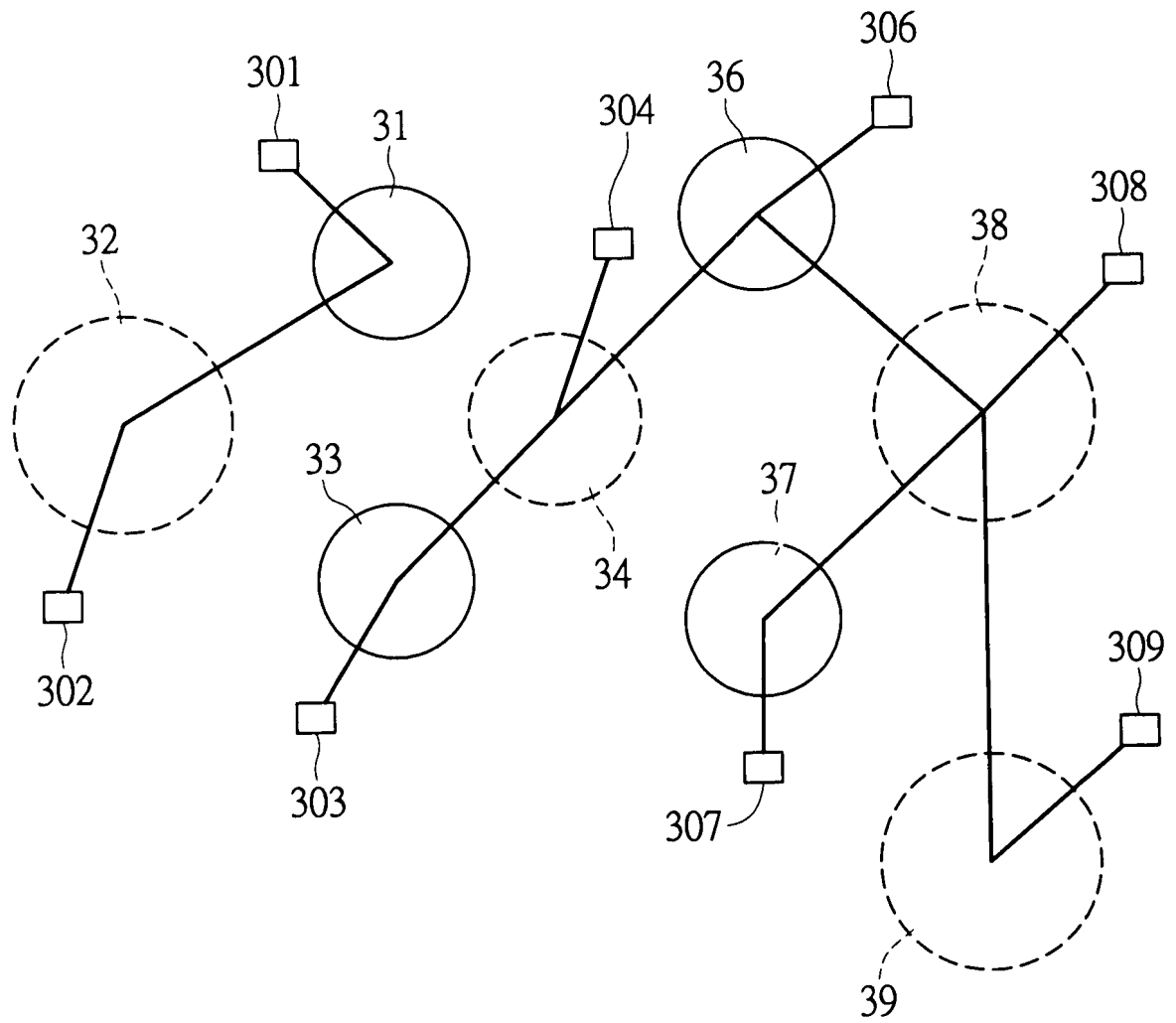


圖3B

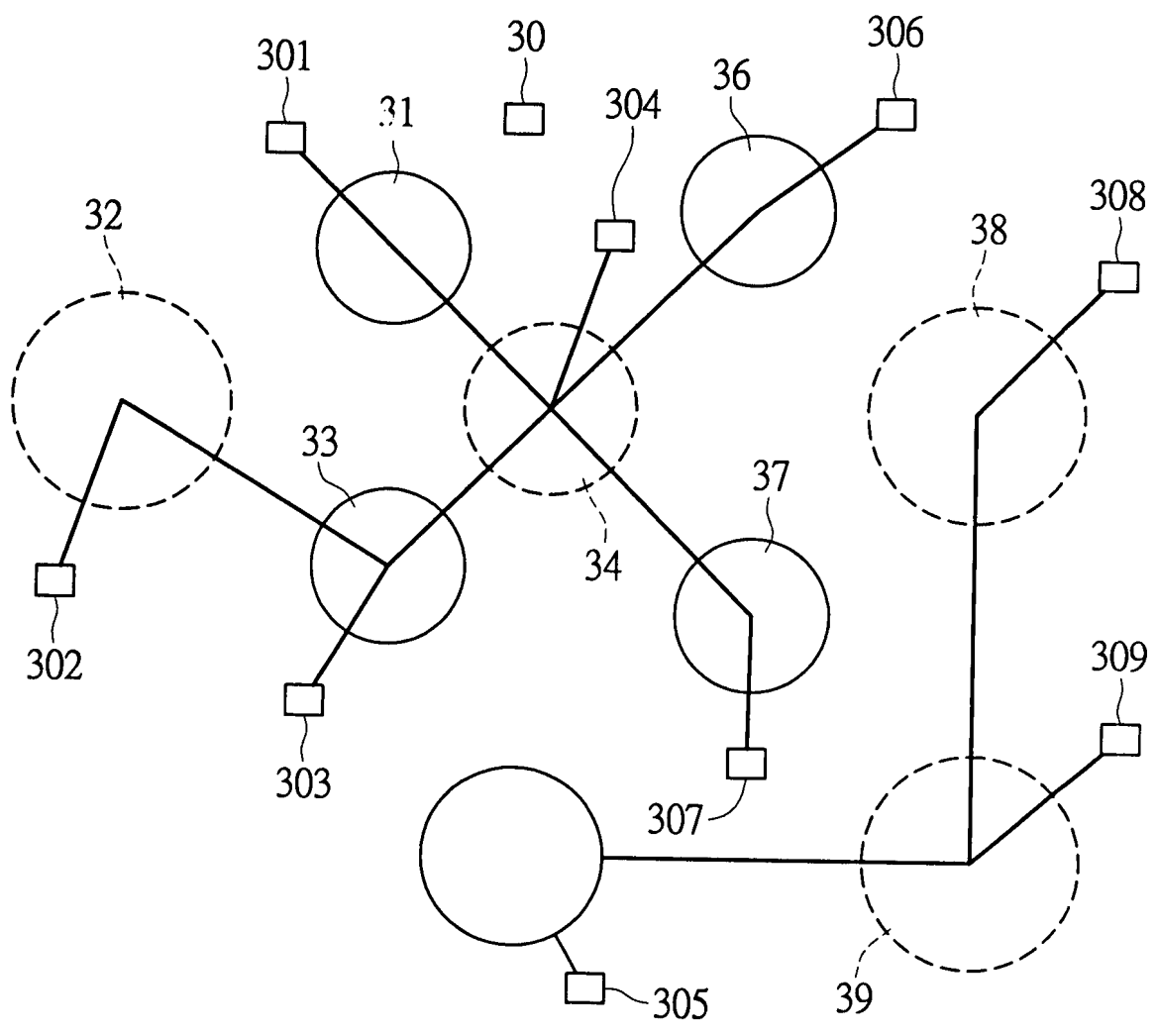


圖3C

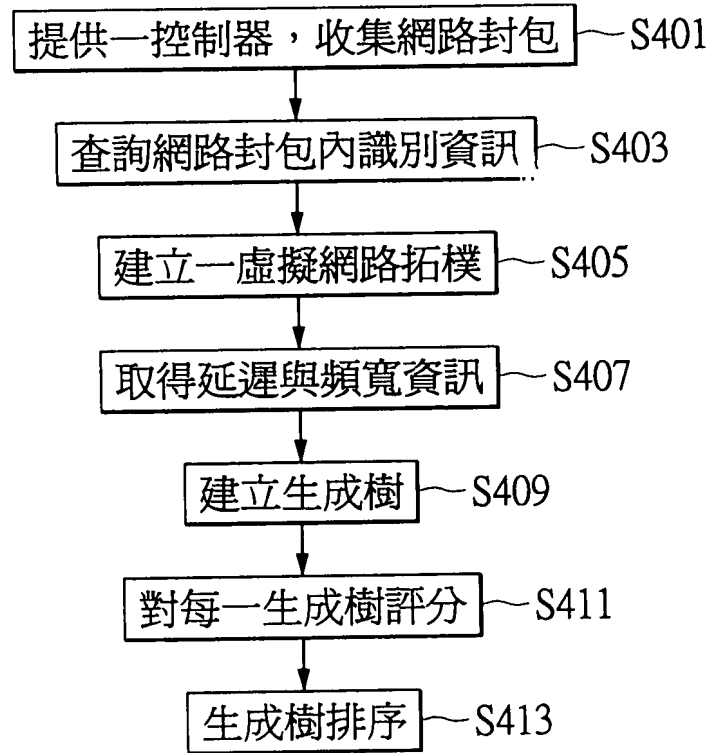


圖4

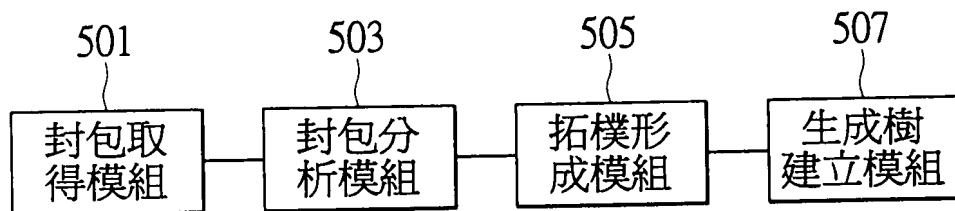


圖5

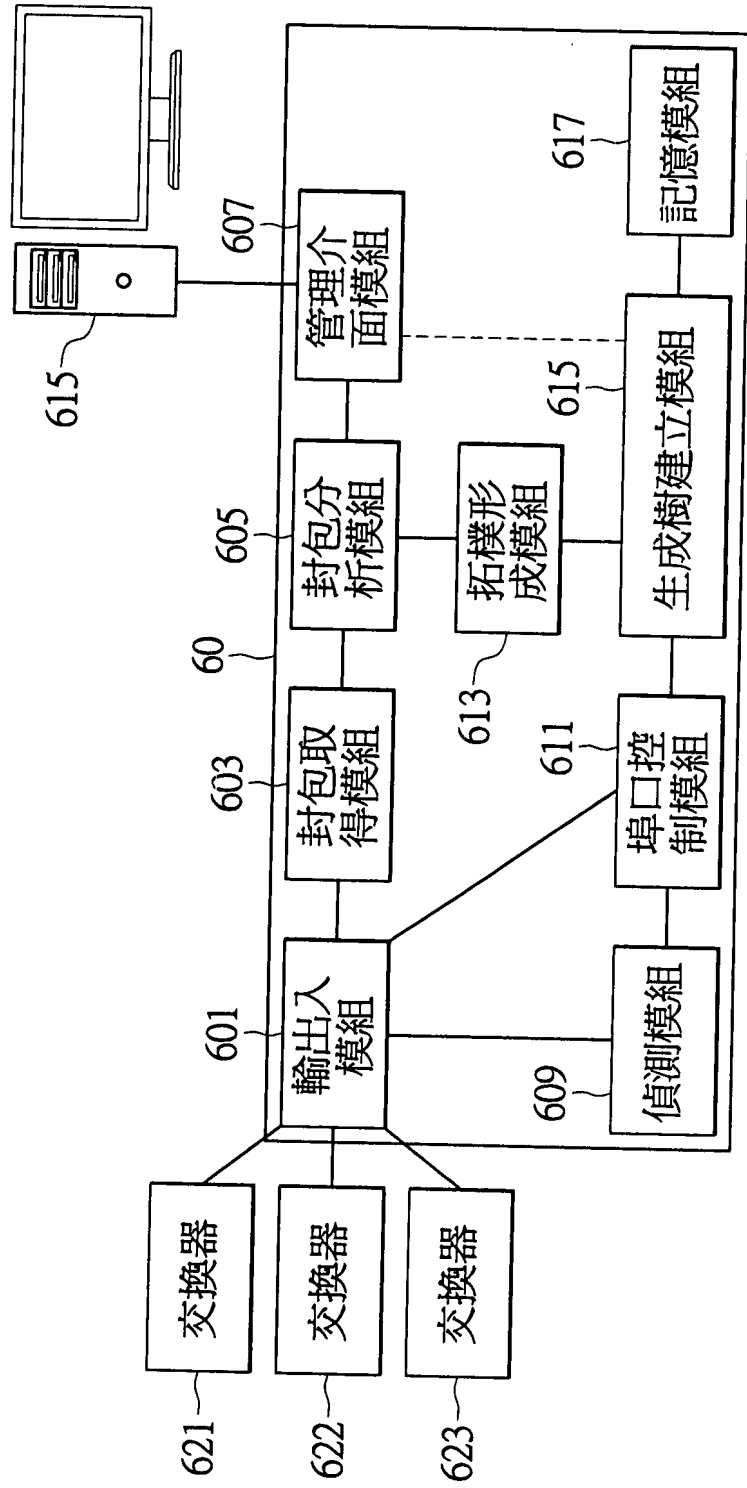


圖6

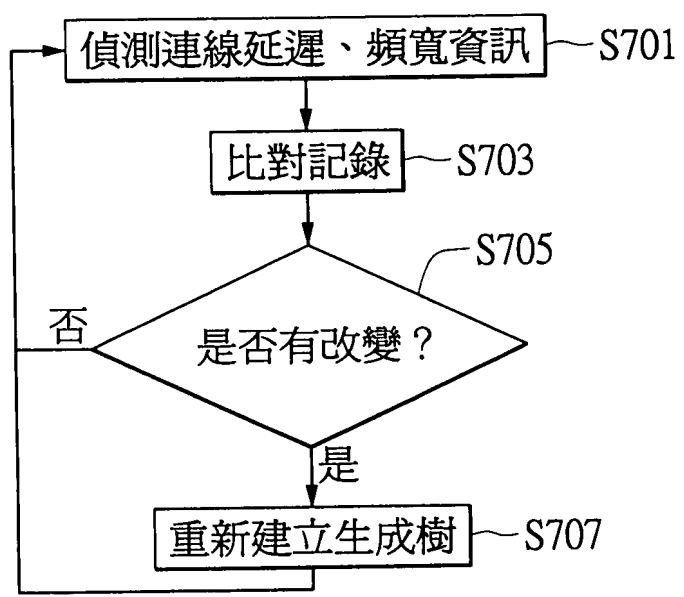


圖7

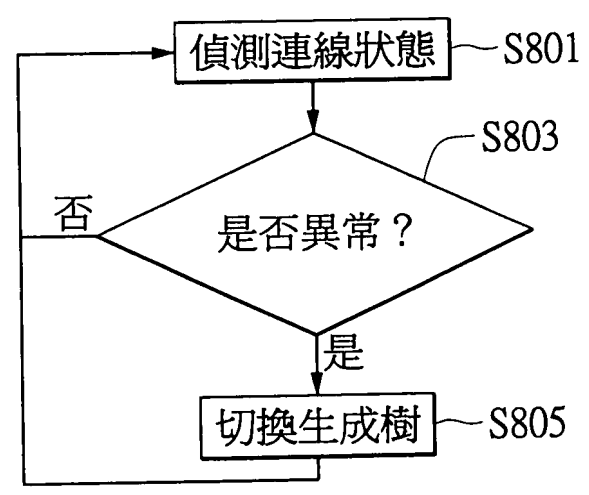


圖8