

91.08

年 月 日

公告本

申請日期：90.3.2 案號：90104820

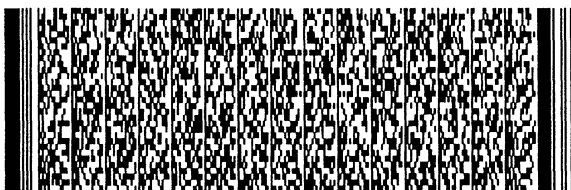
類別：H04L 1700

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

515169

一、 發明名稱	中文	分散式網路拓撲自動偵測方法
	英文	
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 劉宗杰 2. 陳春秀 3. 陳如薇 4. 李詩偉
	姓名 (英文)	1. Tzong-Jye Liu 2. Chun-Shiow Chen 3. Ju-Wei Chen 4. Shi-Wei Lee
	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國 4. 中華民國
	住、居所	1. 台中縣潭子鄉頭家村中山路一段290巷10號 2. 新竹市東區仙水里安康街6巷36號 3. 新竹市東美路129號 4. 桃園縣八德市廣福路67號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 財團法人工業技術研究院
	姓名 (名稱) (英文)	1. INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段一九五號
	代表人 姓名 (中文)	1. 翁政義
代表人 姓名 (英文)	1.	



修正
補
91.11.08

案號 90104820

年 月 日 修正

本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
-----------	------	----	-------

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

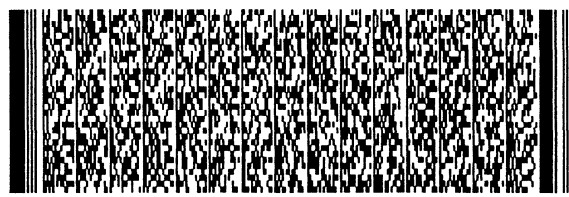
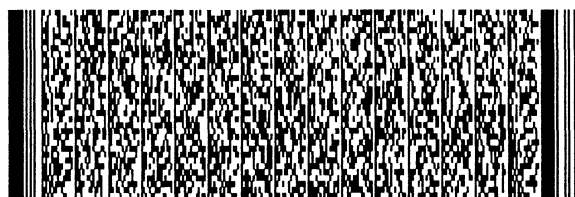
五、發明說明 (1)

發明背景

本發明係有關於一種網路拓樸偵測(network topology discovery)方法，特別是有關於一種分散式網路拓樸自動偵測(automatically distributed network topology discovery)方法，其計算分散式的回應訊息來自動偵測一網路拓樸。

在電信網路(telecommunication network)中，網路拓樸是管理電信網路的重要資訊之一。以一同步數位式階層網路(Synchronous Digital Hierarchy:SDH)為例，該SDH路已成為現在長程光纖通訊(optic fiber communication)的世界標準，也是寬頻網際網路(broadband ISDN)的骨幹(backbone)。該SDH傳輸網路是由數位式交換設備(digital crossconnect)、塞取多工器(add/drop multiplexer)及高容量的光纖傳輸設備所構成的網路。面對此複雜的傳輸網路，網路管理系統的角色就變的相當重要。

根據各區電信網路需求與環境的不同，該SDH傳輸網路架構可包含第1a圖之樹狀連接(tree connection)及第2圖之環狀連接(ring connection)，其中，該樹狀連接可進一步包括第1b圖之點對點連接(dot connection)及第1c圖之星狀連接(star connection)。當完成一SDH網路的架設後，該網路管理者必須對該SDH網路作設定，以啟動每一網路元件(network element)。目前，系統管理者必須根據系統架構(網路拓樸)，對每一網路元件作設定的工



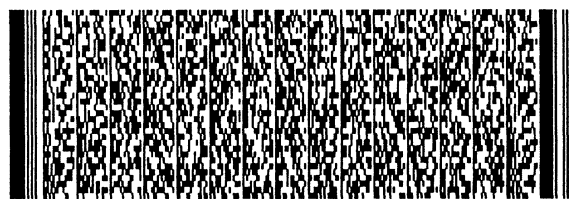
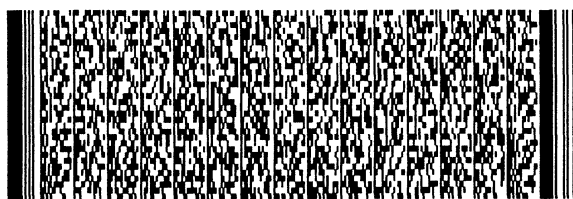
五、發明說明 (2)

作。隨著網路階層的增加或系統新增網路元件的增加，網路設定與管理的工作將愈趨困難。因此，用以簡化設定與管理工作的自動偵測網路拓樸(automatic topology discovery)的方法已被提出。

目前已提出的自動偵測網路拓樸(automatic topology discovery)方法是以傳輸控制/網路通訊協定(Transmission Control Protocol/Internet Protocol:TCP/IP)網路為基礎，或在非同步傳送模式(Asynchronous Transfer Mode)網路中利用內部特定的傳輸通道來取得ATM網路拓樸資訊。兩者皆必須將所有資訊集中至一特定節點(specific node)上作計算以取得網路拓樸資訊，此方式將會浪費極大的網路頻寬(bandwidth)。

有鑑於此，本發明之一目的為提供一種分散式網路拓樸自動偵測方法，其以分散在一網路中的每一網路節點上做小量計算的方式來決定該網路整體的拓樸，如此，可節省集中式計算所造成的網路資源(頻寬)上的浪費。

本發明係一種分散式網路拓樸自動偵測方法，其分散式計算的設計可避免傳統上集中式計算所造成的頻寬浪費。該方法包括下列步驟：建立一初始階段(initialization phase)，以產生一以領導節點(leader node)為根(root)的樹狀訊息傳遞架構；利用該樹狀訊息傳遞架構來建立一資料匯集階段(data collect phase)，以使該樹狀訊息傳遞架構的領導節點(leader node)獲得



五、發明說明 (3)

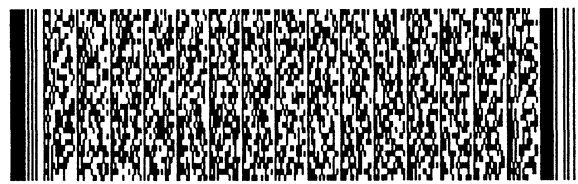
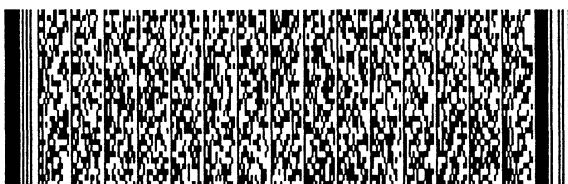
所有其它節點的回應訊息；及根據所有的回應訊息決定一網路拓樸。

較佳實施例之詳細說明

由於一SDH 網路所涵蓋的範圍極大，在管理 SDH 網路時，一般都會將整個 SDH 網路規劃成數個子網路 (Sub-network) 來作管理設定的工作。在子網路中，子網路管理系統 (Sub-network Management System) 會透過閘道網路元件 (Gateway Network Element ; GNE) 來取得子網路的網路管理訊息。閘道網路元件提供了一個網路管理的通訊介面，它是子網路管理系統和子網路之間訊息溝通的一個橋樑。

參考第3圖，係一本發明系統架構圖。在第3圖中，具有2個環狀子網路R1、R2及3個樹狀子網路T1、T2。如第3圖所示，子網路R1是由節點(node)ADM1、ADM2、ADM3及ADM4所構成；子網路R2是由節點(node)ADM3、ADM5、ADM6及ADM7所構成。子網路R1及R2間係藉節點ADM3互連。子網路T1係由節點ADM5、TM1及TM2所構成，其中，子網路T1係藉節點ADM5與子網路R2互連。子網路T2係由節點ADM7及TM3所構成，其中，子網路T2係藉節點ADM7與子網路R2互連。

為了能清楚的描述本發明方法，我們將第3圖的網路架構以第4圖的拓樸形式表示。在第4圖中，每一個圓圈代表一個網路節點(各ADM及各TM)，鏈結各節點以形成一網路拓樸。如第4圖所示，一網路閘道網路元件所在的節



五、發明說明 (4)

點，我們稱它為一個領導節點(Leader Node)，領導節點(此處為節點0)同時也扮演自動網路拓樸偵測的發起人及資訊總匯集的角色。本發明網路拓樸自動偵測方法將以此例詳述於下。

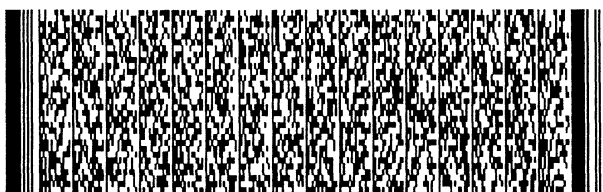
[概念性的描述]

我們假設，網路中所有的鏈結(Link)都是雙向的(Bi-directional)，也就是說一個鏈結兩端的兩個節點可以透過這一個鏈來作雙向的訊息傳遞。如果此二節點之間有一個鏈結存在，則稱此二節點互為鄰居(Neighbor)。

在每一個節點上會有三個變數：pointer、type及topology。對於整個網路，我們會以領導節點，例如第4圖的節點0，為根(Root)建立一樹狀形式。每一個節點中的pointer變數值會指向與其相鄰的父節點，而type變數值係用以表示該節點是屬於Tree或Ring連接。也就是，在一個節點中，若type的值為Tree表示該節點位於某樹(Tree)上，若type的值為Ring則表示該節點位於某環(Ring)上。又，topology變數是為一資料結構，它記錄著以該節點為根的子樹(Sub-tree)的網路拓樸。稍後，我們會進一步介紹topology變數的資料結構表示法。

若每個節點可以自行決定它的type值，則訊息將可以大幅的匯整成一簡單的訊息，如此可以大量的減少訊息的傳遞量。本發明特徵就是每一個節點具有自行決定其type值的能力。

本發明方法包含下列步驟：建立初始階段(Initialization Phase)及建立資料匯集階段(Data



修正
91. 11. 08
補充

案號 90104820

年 月 日

修正

五、發明說明 (5)

Collect Phase)，說明如下：

建立初始階段：

初始階段係由領導節點發起。首先，領導節點會對它所有的鄰居(例如第4圖的節點1及2)送出一個INIT 的訊息。當一節點收到領導節點的INIT 訊息後，該節點會將它自身的pointer 設定成父節點(parent node)以接著發送該來自該領導節點的INIT 訊息給它相接的子節點。也就是，將該來自該領導節點的INIT 訊息一階一階傳遞(除了已送出INIT 訊息的節點外)直至末端為止。在此，我們假設每一個節點對同一個鏈結只會送出一個 INIT 訊息。當一個節點第二次收到同一個節點送來的 INIT 訊息時，該INIT 訊息將被遺棄。如此，由INIT 訊息傳遞所構成的路徑，將可以表示成以領導節點為根的樹狀分佈。

資料匯集階段：

資料匯集階段是以 INIT 及 RET 兩種訊息來判斷網路系統的拓樸。判斷邏輯(decision algorithm)描述如下：

(1) 當一個節點它只有一個鄰居且收到 INIT 訊息當此種狀況成立時表示該節點位於一棵樹的葉端(Leaf Node)，則該節點設定它的 pointer 的值，並將它 type 的值設成 Tree。它的變數topology 中記錄著以該節點為根的子樹結構(目前此子樹只含一個節點)。

最後此節點送一個 RET 訊息到 pointer 所指的父節點，該訊息中含 type 及 topology 的值。

(2) 當一個節點它有多個鄰居，且從節點j收到第二



91年11月8日 修正

案號 90104820

年 月 日

修正

五、發明說明 (6)

個 INIT 訊息

當此種狀況發生時表示該節點位於一個環 (Ring) 上。此時，該節點將從節點j送來的 INIT 訊息當成一個 RET 訊息，且該 RET 訊息中所帶著的變數type 及 topology 的值分別為 Ring 及節點j。

當該節點收到所有的鄰居(除了第一個送來 INIT 訊息的節點) 送來的 RET 訊息後，則先做以下兩種判斷及處理：

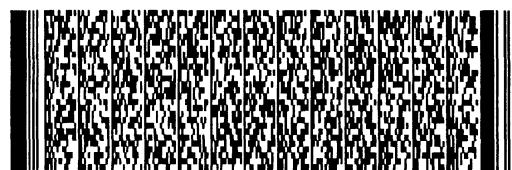
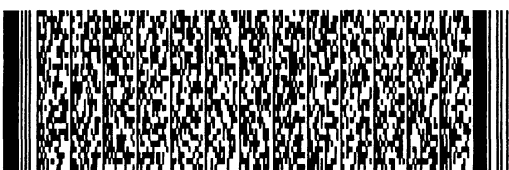
(a) 所有 RET 訊息中 type 的值為 Ring 的訊息數目為偶數，則該節點設它的 type 的值為 Tree 並依所收到的 RET 中的 topology 的資訊更新它的 topology 的值，如此 topology 記錄著子樹的拓樸。

(b) 所有 RET 訊息中 type 的值為 Ring 的訊息數目為奇數，則該節點設它的 type 的值為 Ring 並依所收到的 RET 中的 topology 的資訊更新它的 topology 的值，如此 topology 記錄著子樹的拓樸。

最後此節點送一個 RET 訊息到其 pointer 所指的節點，該訊息中含 type 及 topology 的值。

(3) 當(1)與(2)的情況均不滿足，且該節點收到所有的鄰居(除了送來 INIT 訊息的節點) 送來的 RET 訊息，則該節點做下列的兩種判斷及處理：

(a) 所有 RET 訊息中 type 的值為 Ring 的訊息數目為偶數，則該節點設它的 type 的值為 Tree 並依所收到的 RET 中的 topology 的資訊更新它的 topology 的值，如此 topology 記錄著子樹的拓樸。



年 月 日

修正
補充

案號 90104820

年 月 日

修正

五、發明說明 (7)

(b) 所有 RET 訊息中 type 的值為 Ring 的訊息數目為奇數，則該節點設它的 type 的值為 Ring 並依所收到的 RET 中的 topology 的資訊更新它的 topology 的值，如此 topology 記錄著子樹的拓樸。

最後此節點送一個 RET 訊息到 pointer 所指的節點，該訊息中含 type 及 topology 的值。

最後，當領導節點也完成上述的步驟之後，領導節點的 topology 就包含所有網路的拓樸。

本發明分散式網路拓樸自動偵測方法將使用上述訊息驅動模式的演算法來表示，其詳細說明如下：

變數 (Variable):

每一個節點上有三個變數：

(1) pointer: 這一個變數的值指向與其相鄰的父節點。

(2) type: 這變數的可能值為 Tree 或 Ring，type 的值表示該節點位於某樹或某環 (Ring) 上。

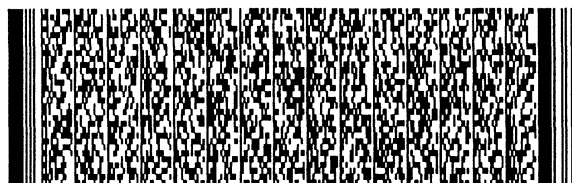
(3) topology: 為一個資料結構，它記錄著以該節點為根的子樹 (Sub-tree) 的網路拓樸。

訊息 (Message):

(1) INIT: 由樹根往樹的葉節點散佈。

(2) RET: 由樹的葉節點往樹根來匯集。每一個 RET 訊息帶著發出訊息者的 type 及 topology 的值。

(3) 訊息轉換: 當 A 節點向 B 節點送出一個 INIT 訊息後，若 A 也收到 B 送來的 INIT 訊息，則 A 會將 B 所發的 INIT 訊息認為一個 RET 訊息，此轉換過的



五、發明說明 (8)

RET 訊息所帶的 type 及 topology 的值分別為 Ring 及 B 節點。

判斷方法 (Decision Algorithm):

我們以訊息驅動的方式來描述我們的演算法。除了領導節點在初始階段會自動執行外，其它的節點在收到任何訊息時都會執行所對應的程式片段。

當領導節點要開始偵測網路拓樸時，它將執行下列的程式。

程式：

Initiate :

The leader node i

{

For each neighbor j of node i, send INIT to j.

}

當任一個節點收到一訊息時它將執行下列的處理程序。

When node i receives a message:

if node i receives INIT from node j

{

pointer := j;

if node i has only one neighbor j

{

type := Tree;

update topology according to the values of



五、發明說明 (9)

```
topologies in RETs;
    send RET(type, topology) to node j.
}
else
    For each neighbor k (k 1 j) of node i,
    send INIT to node k.
}
else if node i receives INIT from node k, but
it has received INIT from node j
{
    node i translates INIT from node k as
    RET(Ring, k).
    if node i does not send INIT to node k
    node i sends INIT to node k.
}
if node i receives all RET(type, topology)
from all neighbors j (j 1 pointer)
{
    if number of RET messages containing type
equal to Ring is even
        type := Tree
    else
        type := Ring
    update topology;
    send RET(type, topology) to pointer.
```



五、發明說明 (10)

}

[實施例]

參考第5圖，係一利用上述程式執行本發明方法的實施例。本實施例係根據第4圖的網路拓樸而建立的初始階段。

如第5圖所示，節點0為領導節點。於初始階段，首先，節點0對它的兩個鄰居節點1及2送出 INIT 訊息。節點1收到 INIT 訊息後就對節點3送出 INIT 訊息。節點2收到 INIT 訊息後也對節點3送出 INIT 訊息。假設，節點1的 INIT 訊息先到節點3，則節點3對節點2、4及5送出 INIT 訊息。如此，節點2及3會收到彼此發出的 INIT 訊息，它們會將此 INIT 訊息轉換成環狀代表符號 $RET(Ring, \alpha)$ (α 表示發出 INIT 訊息的節點)。節點4收到 INIT 訊息後會對節點6、7及8送出 INIT 訊息。節點5收到 INIT 訊息後對節點6及9送出 INIT 訊息。假設，節點4的 INIT 訊息先到節點6，則節點6也對節點5送出 INIT 訊息。如此，節點5及6會收到彼此發出的 INIT 訊息，它們也會將此 INIT 訊息轉換成符號 $RET(Ring, \alpha)$ (α 表示發出 INIT 訊息的節點)。

參考第6圖，係一第4圖中之資料匯集階段。如第6圖所示，在此階段中，節點2及6會對它們的父節點送出 RET 訊息，其中變數 $type$ 的值為 Ring。節點7、8及9為葉節點(子節點)，它們會先對它們的父節點發送 RET 訊息，其中變數 $type$ 的值為 Tree。節點4收到節點6、7及8的 RET 訊息後，因為變數 $type$ 的值攜帶的 RET 訊息為 Ring 的數目為奇



修正
中華民國 8 年 1 月 8 日
補 遞

號 90104820

年 月 日

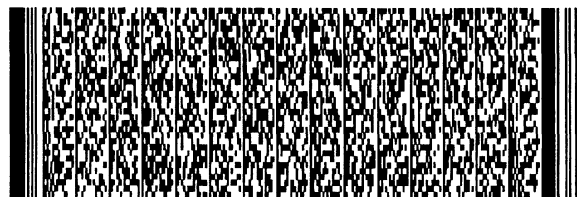
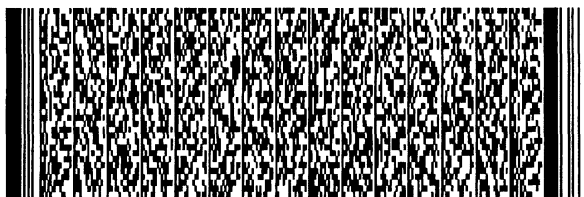
修正

五、發明說明 (II)

數個，所以，節點4將它的變數type設為Ring 並繼續對節點3送出RET訊息。節點5收到節點9的RET訊息後發現變數type為Ring的RET訊息也是奇數個（注意，節點6送來的INIT訊息被轉成變數type為Ring的RET訊息），所以，節點5也將它的type設成Ring 並對節點3送出RET訊息。節點3匯集節點2、4及5的訊息後也將它的type設成Ring（注意，節點2送來的INIT訊息被轉成type為Ring的RET訊息），並對節點1送出RET訊息。節點1收到RET後也將它的type設成Ring 並對節點0送出RET訊息。最後，節點0收到偶數個type為Ring的RET訊息並因此獲得完整的網路拓樸。

參考第7圖以說明本發明方法如何節省訊息的傳遞量。在第7圖中，以第5及6圖的一個從樹根（root）到葉節點（leaf node）的分支（branch）（節點0-節點1-節點3-節點4-節點8）為例。如第7圖所示，將本發明方法在這一個分支中的訊息傳遞與採用傳統集中控制計算的方法所需的訊息傳遞量作比較。由於在傳統的集中方式中是由樹根（root）來集中控制及計算，每一個節點都須為其子節點來傳遞訊息（如下圖以虛線表示的訊息），因此，越靠近樹根的節點它們所需傳遞的訊息越多。當我們考慮的是整個網路時，此傳統方式就會因為越靠近樹根節點的訊息量越多而使計算過於複雜導致樹根節點作出判斷錯誤的情形發生。反之，本發明利用分散計算方式可使各節點只有單一傳遞訊息量，不會有複雜計算導致判斷錯誤的問題。

[拓樸的資料結構表示法]



五、發明說明 (12)

本發明進一步提出一個簡單的方法來記錄網路的拓樸。這一個方法係使用簡單的字串來記錄每一個節點它子網路的拓樸，而不需用到任何複雜的資料結構。

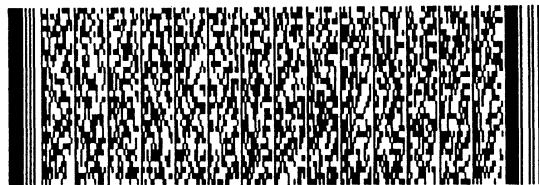
參考第8a、8b、8c及8d圖，係一拓樸的資料結構表示法。在第8a、8b、8c及8d圖，簡單的將整個網路區分成樹及環(tree and ring)。在子網路中的節點如果為環的一部份，則使用 $R\{x, y, z, \dots\}$ 來表示。 $x(a, b, c \dots)$ 則用來表示節點 x 的子節點為 $a, b, c \dots$ 。因此，如第8a圖所示，環可用 $R\{r, a, c, b\}$ 來表示。如第8b圖所示，樹可以用 $T\{r(x(a, b), y)\}$ 來表示。如第8c圖所示，當一個環掛在一個樹下時，可以下面方式表示之：

$$T\{r(R1(z), y)\}; R1\{x, a, b, c\}.$$

又，如第8d圖所示，如果樹是掛在環下時，則可以下面方式表示之：

$$R\{r, T1, c, d\}; T1\{b(x, y)\}.$$

雖然本發明已以一些較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟知此技術之人士，在不脫離本發明之精神及範圍內，當可做更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



修正
91年11月08日
補充

案號 90104820

年 月 日

修正

圖式簡單說明

- 第1a圖顯示一樹狀連接(tree connection)
- 第1b圖顯示一點對點連接(dot connection)
- 第1c圖顯示一星狀連接(star connection)
- 第2圖顯示一環狀連接(ring connection)
- 第3圖顯示一本發明系統架構圖
- 第4圖顯示第3圖之系統拓樸圖
- 第5圖係根據第4圖之初始階段建立圖
- 第6圖係根據第4圖之資料匯集階段建立圖
- 第7圖係一訊息量比較
- 第8a圖係一樹的資料結構表示法
- 第8b圖係一環的資料結構表示法
- 第8c圖係一樹及環混合的資料結構表示法
- 第8d圖係另一樹及環混合的資料結構表示法

主要元件符號說明：

節點 TM、ADM

鏈結(Link) STM-N、STM-N1、STM-N2、STM-N3、STM-N4、
STM-N5、STM-N6、STM-N7、STM-N8

環狀子網路 R1、R2

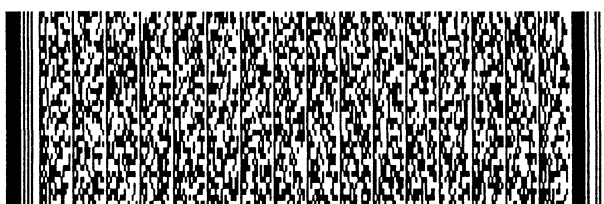
樹狀子網路 T1、T2

節點 ADM1、ADM2、ADM3、ADM4、ADM5、
ADM6、ADM7

節點 1、2、3、4、5、6、7、8

INIT 樹根往樹的葉節點散佈

RET 樹的葉節點往樹根匯集



四、中文發明摘要 (發明之名稱：分散式網路拓撲自動偵測方法)

本發明係一種分散式網路拓撲自動偵測 (automatically distributed network topology discovery) 方法，係利用樹狀結構 (tree structure) 散佈偵測訊息 (detection message) 並根據各回應訊息 (response message) 作計算以決定完整的網路拓撲。該方法包括：建立一初始階段 (initialization phase) 以產生一以領導節點 (leader node) 為根 (root) 的樹狀訊息傳遞架構；利用該樹狀訊息傳遞架構來建立一資料匯集階段 (data collect phase)，以使該樹狀訊息傳遞架構的領導節點 (leader node) 獲得所有其它節點的回應訊息；及根據所有的回應訊息決定一網路拓撲。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



六、申請專利範圍

1. 一種分散式網路拓樸自動偵測方法，包括下列步驟：

建立一第一階段，以產生一以領導節點(leader node)為根(root)的樹狀訊息傳遞架構；

利用該樹狀訊息傳遞架構來建立一第二階段，以使該樹狀訊息傳遞架構的領導節點(leader node)獲得所有其它節點的回應訊息；及

根據所有的回應訊息以決定一網路拓樸。

2. 如申請專利範圍第1項之自動偵測方法，其中，該領導節點係一閘道(gateway)網路元件所在的節點。

3. 如申請專利範圍第1項之自動偵測方法，其中，該網路拓樸包括一樹狀型態及一環狀型態。

4. 如申請專利範圍第3項之自動偵測方法，其中，該樹狀型態進一步包括一點對點連接型態及一星狀型態。

5. 如申請專利範圍第1項之自動偵測方法，進一步在所產生的樹狀訊息傳遞架構中，決定複數個子樹，每一子樹具有包含一根(root)節點的複數個節點，每一節點使用一指標(pointer)變數、一型態(type)變數及一拓樸(topology)變數來控制訊息的傳遞與回應。

6. 如申請專利範圍第5項之自動偵測方法，其中，該指標(pointer)變數內含值指向鄰接該指標變數所在節點的上一層節點以指示其訊息往來節點的位置。

7. 如申請專利範圍第5項之自動偵測方法，其中，該上一層節點是該指標變數所在節點的父節點。



六、申請專利範圍

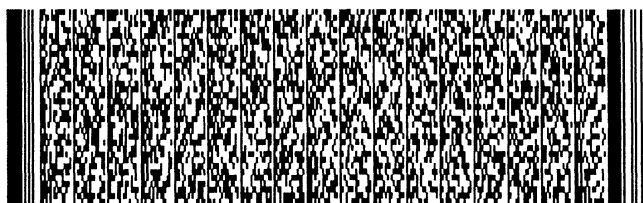
8. 如申請專利範圍第5項之自動偵測方法，其中，該型態(type)變數內含值指示包括該型態變數所在節點的網路拓樸。

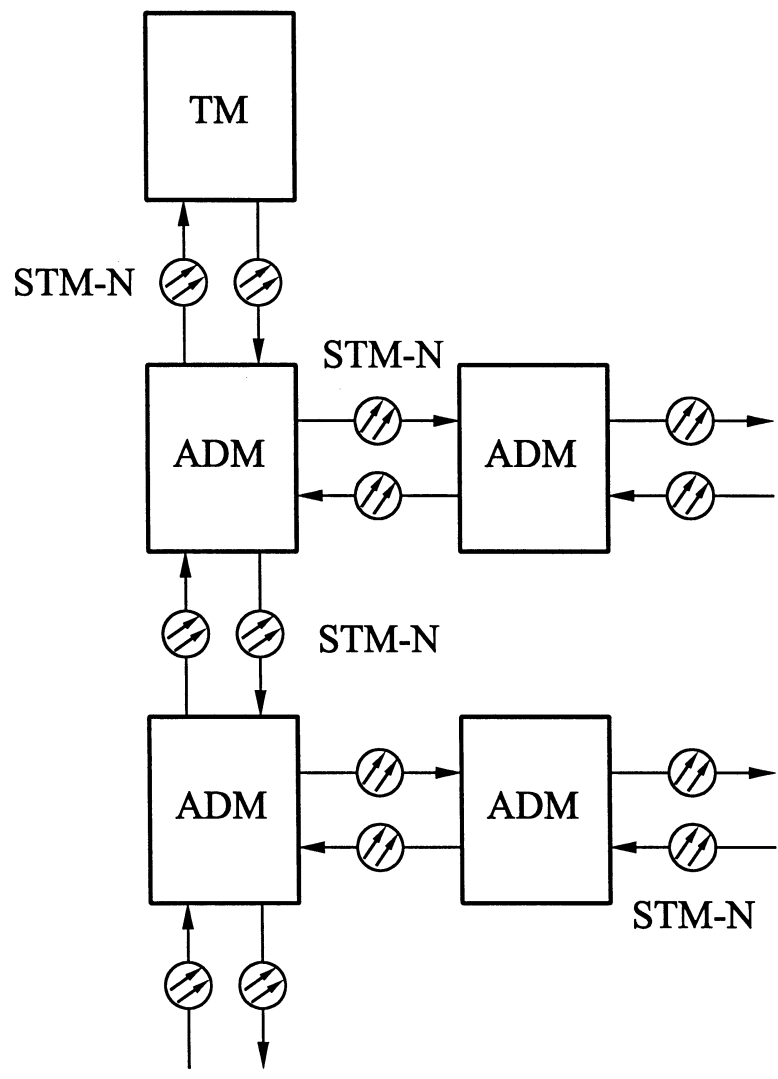
9. 如申請專利範圍第5項之自動偵測方法，其中，該拓樸變數是一記錄著以該拓樸變數所在節點為根(root)的子樹(subtree)的網路拓樸資料結構。

10. 如申請專利範圍第1項之自動偵測方法，其中，建立該第二階段之步驟中，進一步包括下列步驟：決定並記錄一子樹的網路拓樸及根據在該子樹根節點中的指標變數內含值來傳送包括該記錄的回應訊息至相對應的父節點。

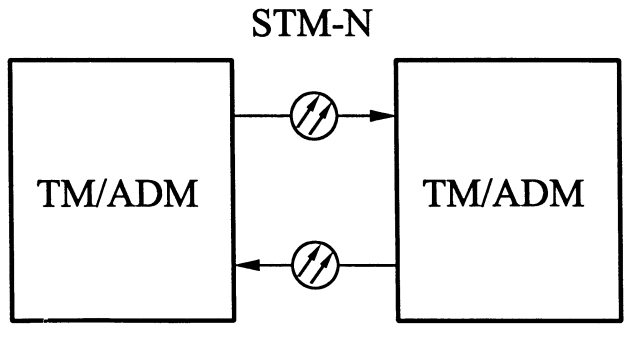
11. 如申請專利範圍第10項之自動偵測方法，其中，決定並記錄該子樹的網路拓樸之步驟係使用下述邏輯作判斷：若根節點接收到的型態變數內含值標示為環狀(ring)的數目是為偶數個時，則表示包括該節點的子樹網路拓樸為樹狀；及若根節點接收到的型態變數內含值標示為環狀(ring)的數目是為奇數個時，則表示包括該節點的子樹網路拓樸為環狀。

12. 如申請專利範圍第10項之自動偵測方法，其中，決定並記錄該子樹的網路拓樸之步驟係使用該根節點的拓樸變數作記錄。

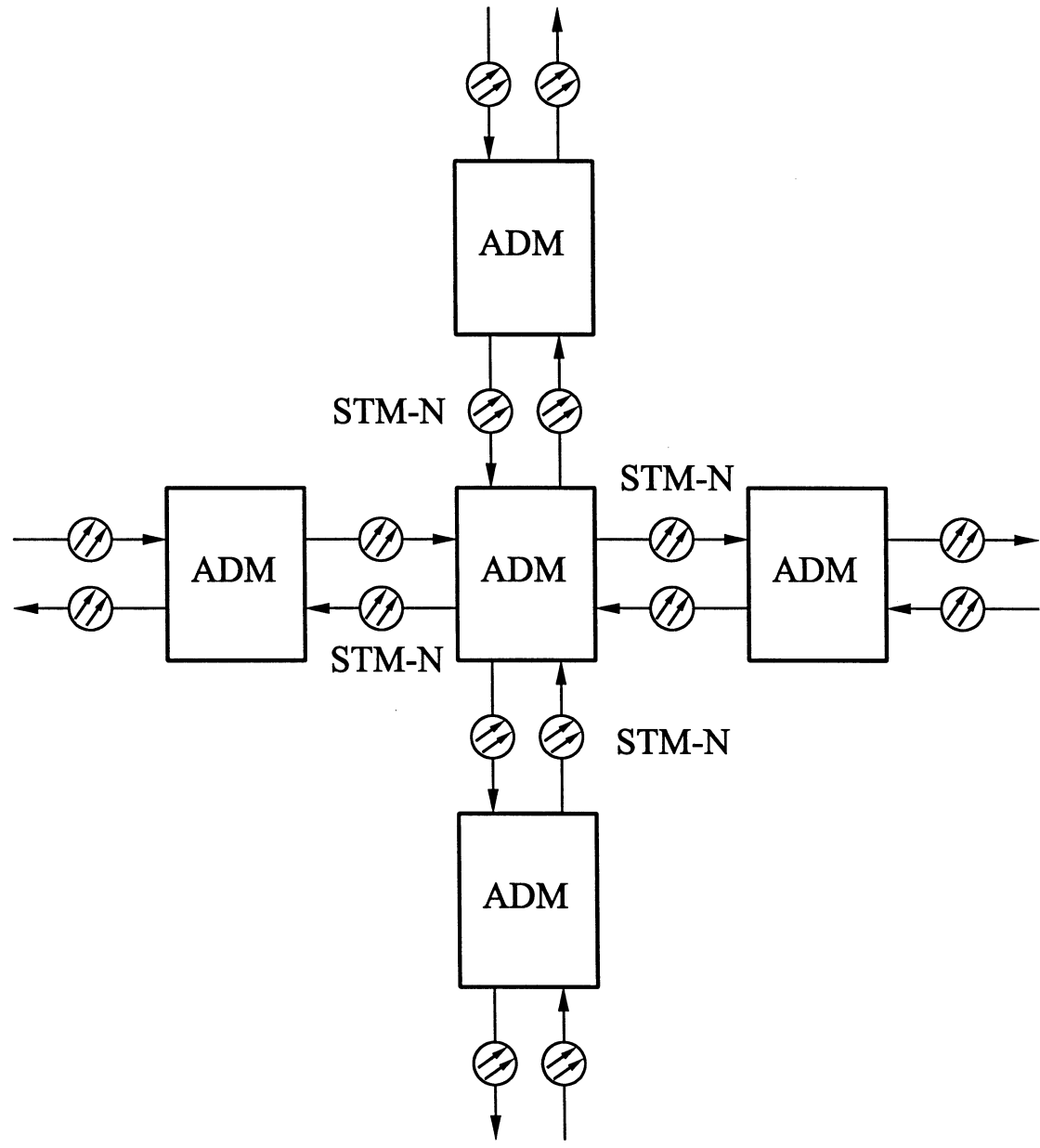




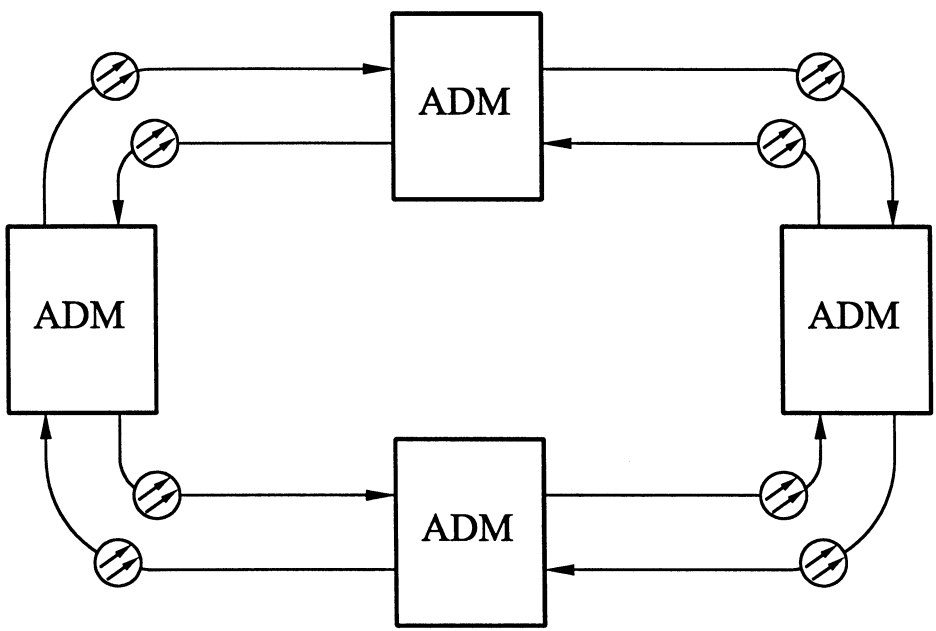
第1a圖



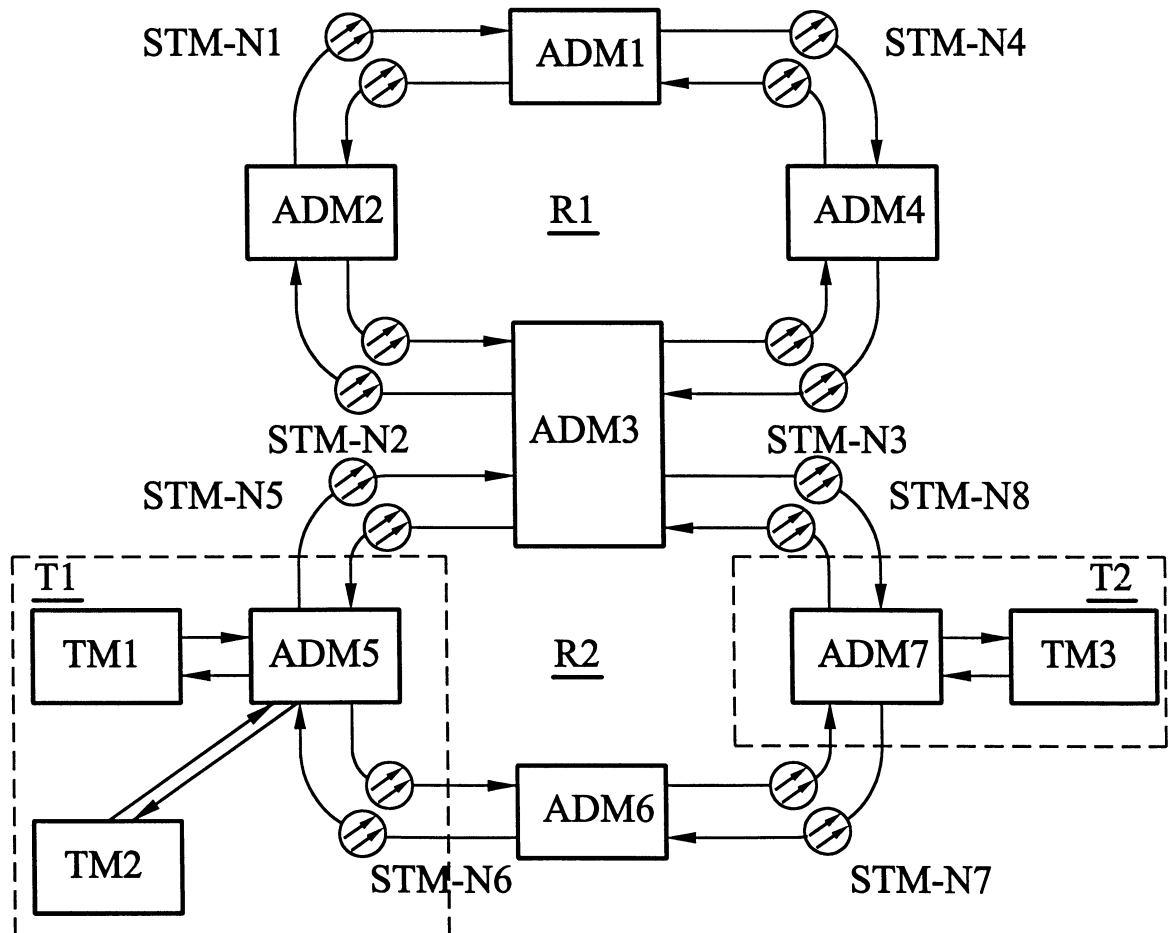
第1b圖



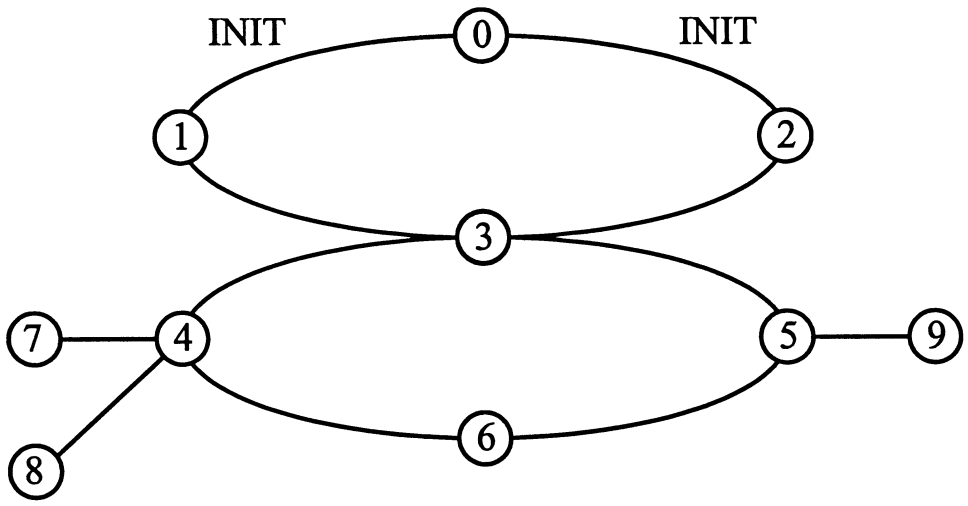
第1c圖



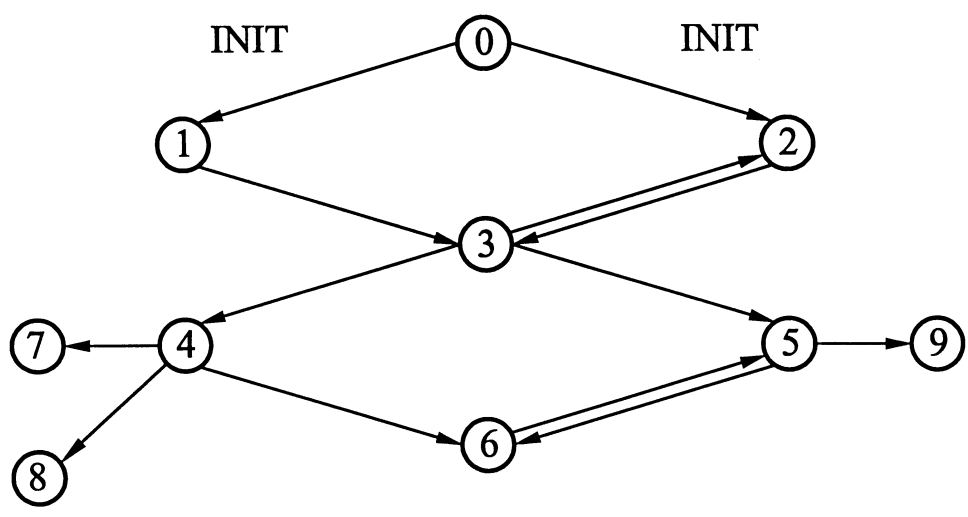
第 2 圖



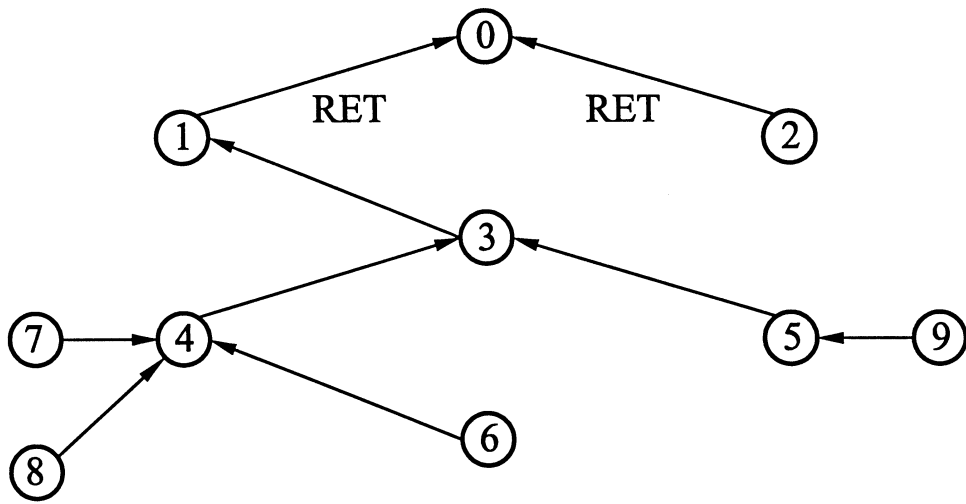
第 3 圖



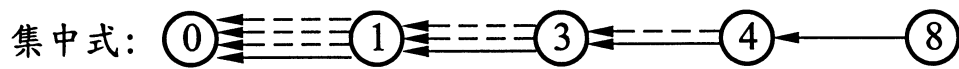
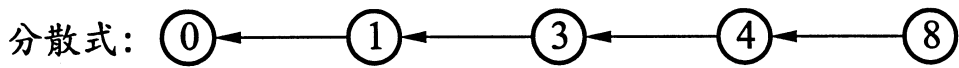
第 4 圖



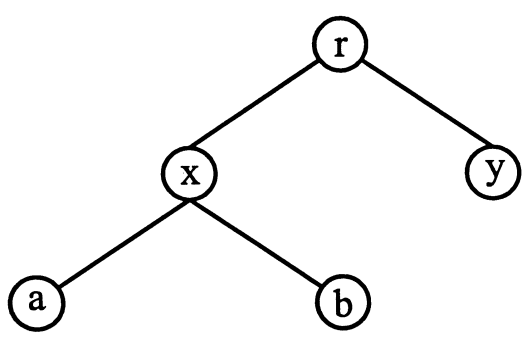
第 5 圖



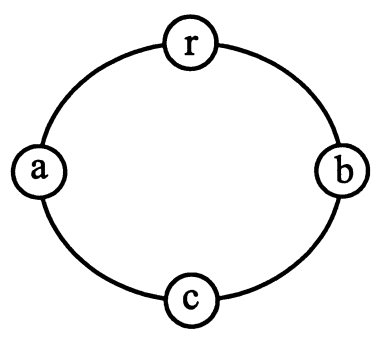
第 6 圖



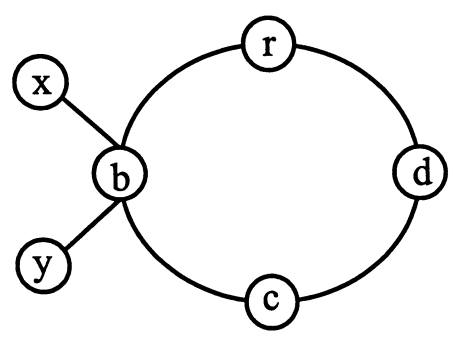
第 7 圖



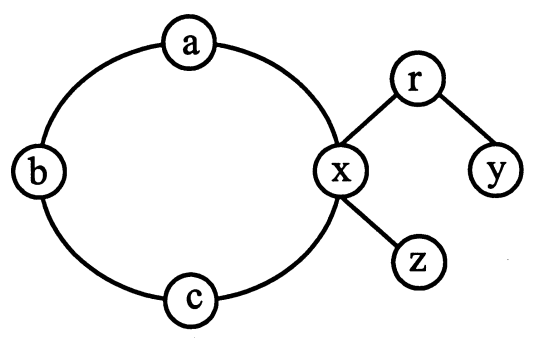
第8b圖



第8a圖



第8d圖



第8c圖