



(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 201626765 A

(43) 公開日：中華民國 105 (2016) 年 07 月 16 日

(21) 申請案號：104101088

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 13 日

(51) Int. Cl. : H04L12/70 (2013.01)

H04L12/823 (2013.01)

H04L29/02 (2006.01)

H04L12/931 (2013.01)

(71) 申請人：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：陳昱嘉 CHEN, YU JIA (TW)；何宛玲 HO, WAN LING (TW)；王蒞君 WANG, LI CHUN (TW)

(74) 代理人：葉璟宗；詹東穎；劉亞君

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：4 共 31 頁

(54) 名稱

封包重傳的方法、使用此方法的資料伺服器及封包重傳系統

METHOD FOR RETRANSMITTING PACKET, DATA SERVER USING THE SAME, AND PACKET RETRANSMITTING SYSTEM

(57) 摘要

本發明提出一種封包重傳的方法、使用此方法的資料伺服器及封包重傳系統。此封包重傳系統包括控制伺服器、網路交換器、數個上層節點及資料伺服器。終端節點分別透過各上層節點下載資料伺服器所提供之資料封包。資料伺服器經由網路交換器接收終端節點對應於資料封包的遺失封包回報，自控制伺服器取得相關於終端節點的網路拓樸資訊，依據遺失封包回報及網路拓樸資訊對資料封包中的遺失封包進行編碼，且經由網路交換器及各上層節點傳送遺失封包經編碼後的編碼封包至終端節點。

A method for retransmitting packet, a data server using the same and a packet retransmitting system are provided. The packet retransmitting system comprises a control server, a network switch, a plurality of upper nodes, and the data server. Data packets proved by the data server are downloaded by terminal nodes through each of the plurality of upper nodes, respectively. The data server receives missing packet reports in which the terminal nodes correspond to the data packets via the network switch, obtains network topology information relating to the terminal nodes form the control server, performs coding on missing packet in the data packets according to the missing packet report and the network topology information, and transmits encoded packets encoded form the missing packets to the terminal nodes via the network switch and each of the plurality of upper nodes.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S310~S390 . . . 步

驟

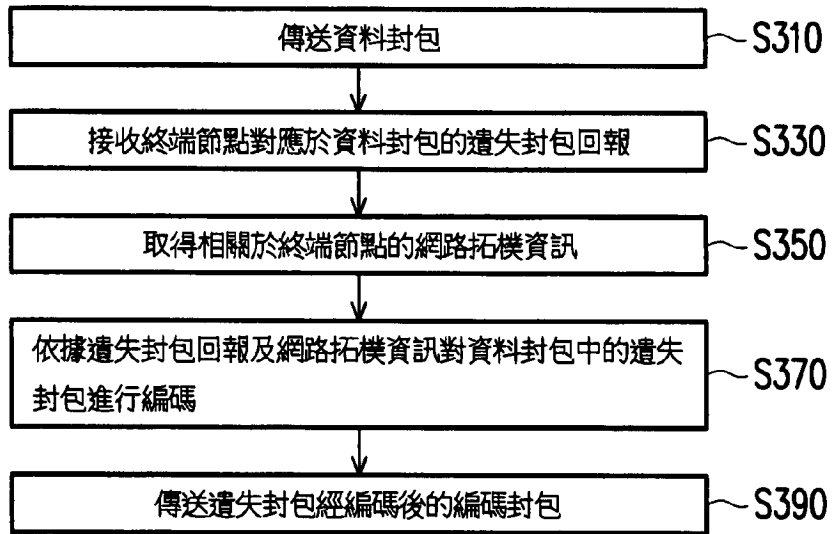


圖 3

發明摘要

※ 申請案號：

104101088

※ 申請日：104. 1. 13

※IPC 分類：

H04L 12/70 (2013.01)

H04L 12/823 (2013.01)

H04L 29/02 (2006.01)

H04L 12/931 (2013.01)

【發明名稱】

封包重傳的方法、使用此方法的資料伺服器及封包重傳系統

METHOD FOR RETRANSMITTING PACKET, DATA SERVER
USING THE SAME, AND PACKET RETRANSMITTING SYSTEM

【中文】

本發明提出一種封包重傳的方法、使用此方法的資料伺服器及封包重傳系統。此封包重傳系統包括控制伺服器、網路交換器、數個上層節點及資料伺服器。終端節點分別透過各上層節點下載資料伺服器所提供之資料封包。資料伺服器經由網路交換器接收終端節點對應於資料封包的遺失封包回報，自控制伺服器取得關於終端節點的網路拓樸資訊，依據遺失封包回報及網路拓樸資訊對資料封包中的遺失封包進行編碼，且經由網路交換器及各上層節點傳送遺失封包經編碼後的編碼封包至終端節點。

【英文】

A method for retransmitting packet, a data server using the same and a packet retransmitting system are provided. The packet retransmitting system comprises a control server, a network switch, a plurality of upper nodes, and the data server. Data packets proved by the data server are downloaded by terminal nodes through each of

the plurality of upper nodes, respectively. The data server receives missing packet reports in which the terminal nodes correspond to the data packets via the network switch, obtains network topology information relating to the terminal nodes from the control server, performs coding on missing packet in the data packets according to the missing packet report and the network topology information, and transmits encoded packets encoded from the missing packets to the terminal nodes via the network switch and each of the plurality of upper nodes.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 3。

【本代表圖之符號簡單說明】：

S310～S390：步驟

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

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】

封包重傳的方法、使用此方法的資料伺服器及封包重傳系統

METHOD FOR RETRANSMITTING PACKET, DATA SERVER
USING THE SAME, AND PACKET RETRANSMITTING SYSTEM

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種封包重傳的方法，且特別是有關於一種基於網路拓樸（topology）資訊的封包重傳的方法、使用此方法的資料伺服器及封包重傳系統。

【先前技術】

【0002】 在現有網路多媒體資料傳輸的環境下，若欲在網路上達到多方（multiparty）即時多媒體資料播放，則往往必須藉由網路通訊技術中的網路群播（multicast）方式才可達成。所謂的群體（group）廣播是指將同一份資料同時傳遞至數個需要此份資料的接收端主機。而同屬相同群體的主機可能分別散佈於不同的網路上，並可能具有相同的網路位址（network address），且各主機可自由地加入或離開某一個群體。由此可知，網路群播技術相較於單次僅對單一網路節點傳輸的單播（unicast）技術，更加節省網路頻寬（bandwidth）及網路網址的使用。

【0003】 另一方面，在無線網路環境中，由於無線通道的多重路

衰減 (multipath fading) 及干擾 (interference) 等問題，因此往往造成網路封包的遺失，而導致需要重送封包。在現有的技術中，由於未考量無線區域網路下節點的連接關係，因此透過群播方式重傳遺失封包恐導致傳送大量無效的冗餘封包。如此現象不僅會佔用網路頻寬及增加封包重傳次數，更可能因為封包碰撞而造成目的端的封包遺失。據此，有需要提出一種提昇封包重傳效率的封包重傳方法。

【發明內容】

【0004】 本發明提供一種封包重傳的方法、使用此方法的資料伺服器及封包重傳系統，基於網路拓樸資訊對遺失封包進行編碼，並透過多點傳輸將經編碼後的編碼封包傳送至對應的終端節點，從而有效改善封包重傳的效率。

【0005】 本發明提出一種封包重傳的方法，適用於資料伺服器，此方法包括下列步驟。傳送資料封包。接收終端節點對應於資料封包的遺失封包回報。取得相關於數個終端節點的網路拓樸資訊。依據遺失封包回報及網路拓樸資訊對資料封包中的遺失封包進行編碼。傳送遺失封包經編碼後的編碼封包。

【0006】 在本發明的一實施例中，上述依據遺失封包回報及網路拓樸資訊對資料封包中的遺失封包進行編碼包括下列步驟。依據遺失封包回報及網路拓樸資訊計算遺失封包的封包組合。依據封包組合編碼遺失封包，以產生編碼封包。

【0007】 在本發明的一實施例中，上述依據遺失封包回報及網路拓樸資訊計算遺失封包的封包組合包括下列步驟。依據網路拓樸資訊決定各終端節點所屬的上層節點。依據各終端節點所屬的上層節點及對應的遺失封包回報計算各封包組合。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述各遺失封包回報包括這些終端節點其中一者的識別碼及對應於遺失封包的指示，且網路拓樸資訊包括終端節點與終端節點所屬的上層節點的位址對照表，而依據網路拓樸資訊決定各終端節點的上層節點包括下列步驟。依據各遺失封包回報中的這些終端節點其中一者的識別碼比對位址對照表，以決定各終端節點的上層節點。

【0009】 另一觀點而言，本發明提出一種資料伺服器，此資料伺服器包括通訊單元、儲存單元及處理單元。通訊單元用以傳送資料封包。儲存單元用以儲存網路拓樸資訊。處理單元耦接通訊單元及儲存單元。處理單元透過通訊單元接收終端節點對應於資料封包的遺失封包回報，透過通訊單元取得相關於終端節點的網路拓樸資訊，且處理單元依據遺失封包回報及網路拓樸資訊對資料封包中的遺失封包進行編碼，並透過通訊單元傳送遺失封包經編碼後的編碼封包。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的處理單元依據遺失封包回報及網路拓樸資訊計算遺失封包的封包組合，且依據封包組合編碼遺失封包，以產生編碼封包。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述的處理單元依據網路拓樸

資訊決定各終端節點所屬的上層節點，且依據各終端節點所屬的上層節點及對應的遺失封包回報計算各封包組合。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述的各遺失封包回報包括這些終端節點其中一者的識別碼及對應於遺失封包的指示，且網路拓樸資訊包括終端節點與終端節點所屬的上層節點的位址對照表，而處理單元依據各遺失封包回報中的這些終端節點其中一者的識別碼比對位址對照表，以決定各終端節點的上層節點。

【0013】 再一觀點而言，本發明提出一種封包重傳系統，此封包重傳系統包括控制伺服器、網路交換器、數個上層節點及資料伺服器。控制伺服器用以建立網路拓樸資訊。網路交換器耦接控制伺服器。上層節點分別耦接至網路交換器，其中各上層節點提供網路服務給數個終端節點。資料伺服器耦接控制伺服器及網路交換器。終端節點分別透過各上層節點下載資料伺服器所提供之資料封包。資料伺服器經由網路交換器接收終端節點對應於資料封包的遺失封包回報，自控制伺服器取得相關於終端節點的網路拓樸資訊，依據遺失封包回報及網路拓樸資訊對資料封包中的遺失封包進行編碼，且經由網路交換器及各上層節點傳送遺失封包經編碼後的編碼封包至終端節點。

【0014】 在本發明的一實施例中，上述的資料伺服器依據遺失封包回報及網路拓樸資訊計算遺失封包的封包組合，且依據封包組合編碼遺失封包，以產生編碼封包。

【0015】 在本發明的一實施例中，上述的資料伺服器依據網路拓

樸資訊決定各終端節點所屬的這些上層節點其中一者，且依據各終端節點所屬的這些上層節點其中一者及對應的遺失封包回報計算各封包組合。

【0016】 在本發明的一實施例中，上述的各遺失封包回報包括這些終端節點其中一者的識別碼及對應於遺失封包的指示，且網路拓樸資訊包括終端節點與終端節點所屬的上層節點其中一者的位址對照表，而資料伺服器依據各遺失封包回報中的這些終端節點其中一者的識別碼比對位址對照表，以決定各終端節點所屬的這些上層節點其中一者。

【0017】 在本發明的一實施例中，上述的各編碼封包包括對應的這些上層節點其中一者的位址資訊，而網路交換器自資料伺服器接收編碼封包，並依據各編碼封包對應的位址資訊將各編碼封包分別傳送至對應的這些上層節點其中一者，且各上層節點將接收的這些編碼封包其中一者多點傳送至終端節點。

【0018】 在本發明的一實施例中，上述的網路交換器包括 OpenFlow 交換器，且控制伺服器包括軟體定義網路（software-define networking；SDN）控制器，而 OpenFlow 交換器將遺失封包回報依據對應的上層節點的位址資訊統整成遺失封包對照表，且軟體定義網路控制器基於遺失封包對照表建立網路拓樸資訊。

【0019】 基於上述，本發明實施例的封包重傳系統中的資料伺服器依據控制伺服器所提供之相關於數個終端節點的網路拓樸資

訊，將這些終端節點所需的遺失封包進行編碼，並透過各終端節點所屬的上層節點多點傳輸編碼封包至這些終端節點。藉此，本發明實施例中的封包重傳系統便能有效提昇封包重傳的效率，同時亦不增加無線節點的運算與傳輸成本。

【0020】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0021】

圖 1 是依據本發明一實施例說明一種封包重傳系統的方塊圖。

圖 2 是依據本發明一實施例說明一種資料伺服器的方塊圖。

圖 3 是依據本發明一實施例說明一種資料伺服器的封包重傳方法流程圖。

圖 4A 及圖 4B 是封包重傳的範例。

【實施方式】

【0022】 在軟體定義網路（software-define networking；SDN）的系統架構中，透過 SDN 控制器集中化控管網路服務，並決定例如是系統架構中所有網路實體（network entity）（例如，路由器（router）、交換器（switch）、諸如手機、筆記型電腦或平板電腦等終端裝置等）間的封包傳送路徑，可藉以提昇網路容量（network

capacity)。此外，採用網路編碼（network coding）方式的封包重傳機制，透過隨機混合所遺失的封包，並傳播給需要此遺失封包的網路節點，從而使單次傳輸中讓數個網路節點接收到所遺失的封包，進而降低重傳所需的傳輸次數。據此，本發明實施例便是結合網路編碼及軟體定義網路的系統架構，透過資料伺服器（例如，多媒體資料提供伺服器等）依據控制伺服器（例如，SDN 控制器）所提供之網路拓樸資訊來對所遺失的封包進行編碼，並藉由對應的上層節點（例如，存取點（access point；AP）、交換器或路由器等）多點傳播編碼封包至終端裝置。藉此，便能有效針對不同終端節點所遺失或錯誤的封包進行最佳化的網路編碼，進而提昇封包重傳及多點傳輸的效率。以下提出符合本發明之精神的多個實施例，應用本實施例者可依其需求而對這些實施例進行適度調整，而不僅限於下述描述中的內容。

【0023】圖 1 是依據本發明一實施例說明一種封包重傳系統的方塊圖。請參照圖 1，封包重傳系統 10 包括控制伺服器 110、網路交換器 130、資料伺服器 150、上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 、終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ ， i 、 j 、 k 為正整數。需說明的是，上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 及終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 的數目可依據應用本發明實施例的設計需求而變更，本發明實施例不以此為限。

【0024】控制伺服器 110 可以是 SDN 控制器或是其他具有 SDN 功能（例如，封包重傳系統 10 中的網路拓樸及封包路由（routing）等）的網路實體（例如，路由器、伺服器、個人電腦等）。控制伺

服务器 110 用以建立相關於上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 、終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 的網路拓樸資訊（例如，上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 的位址資訊（例如，網際網路通訊協定（internet protocol；IP）位址、媒體擷取控制（media access control；MAC）位址等）、上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 耦接至網路交換器 130 的連接埠或終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 所耦接的上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 等）。

【0025】 網路交換器 130 可以是 OpenFlow 交換器、任何支援 OpenFlow 協定的交換器或路由器，或者是被設置於電子裝置（例如，個人電腦、筆記型電腦、智慧型手機等）中的虛擬交換器（例如，Open vSwitch），網路交換器 130 耦接控制伺服器 110 及資料伺服器 150。

【0026】 資料伺服器 150 可以是多媒體伺服器、資料庫伺服器或雲端伺服器等能夠儲存且提供多媒體檔案、文件等資料的伺服器，其種類不限於此。資料伺服器 150 耦接控制伺服器 110 及網路交換器 130。

【0027】 圖 2 是依據本發明一實施例說明一種資料伺服器 150 的方塊圖。請參照圖 2，資料伺服器 150 包括通訊單元 151、儲存單元 153 及處理單元 155。通訊單元 151 透過例如是纜線（cable）、光纖（fiber）等有線或無線電等無線傳輸方式與控制器伺服器 110 及網路交換器 130 耦接，以使資料伺服器 150 可傳送資料封包（例如，多媒體資料、文件、系統資料等資料封包）。

【0028】 儲存單元 153 可以是任何型態的固定或可移動隨機存取

記憶體 (random access memory ; RAM)、唯讀記憶體 (read-only memory ; ROM)、快閃記憶體 (flash memory)、硬碟 (hard Disk drive ; HDD)、固態硬碟 (solid state drive ; SSD) 或類似元件或上述元件的組合。儲存單元 153 用以儲存控制伺服器 110 所提供之網路拓樸資訊以及上述資料封包，網路拓樸資訊請參閱前述控制伺服器 110 的相關說明，於此不再贅述。

【0029】 處理單元 155 例如是中央處理器 (Central Processing Unit ; CPU)，或是其他可程式化之一般用途或特殊用途的微處理器 (Microprocessor)、數位訊號處理器 (Digital Signal Processor ; DSP)、可程式化控制器、特殊應用積體電路 (Application Specific Integrated Circuit ; ASIC)、系統單晶片 (system on chip ; SoC) 或其他類似元件或上述元件的組合。處理單元 155 耦接通訊單元 151 及儲存單元 153。在本實施例中，處理單元 155 用以處理本實施例之資料伺服器 150 所有作業。

【0030】 上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 可以是支援是無線保真 (Wi-Fi) 技術的存取點 (AP)、交換器、路由器、集線器 (hub) 或支援第三代合作夥伴計劃 (third generation partnership project ; 3GPP) 所提出之行動網路技術 (例如，寬頻分碼多工系統 (wideband code division multiplex access ; WCDMA)、長期演進 (long term evolution ; LTE) 等) 任何類型的基地台等，其可提供網路服務給所耦接 (透過無線或有線方式連結) 的數個終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ (例如，手機、筆記型電腦或平板電腦等)。網路交換

器 130 上例如具有多個連接埠 (port)，以使上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 可分別耦接至這些連接埠。

【0031】 圖 3 是依據本發明一實施例說明一種資料伺服器 150 的封包重傳方法流程圖。請參照圖 3，本實施例的方法適用於圖 1 的封包重傳系統 10 及圖 2 的資料伺服器 150。下文中，將搭配圖 1 的封包重傳系統 10 及圖 2 的資料伺服器 150 中的各項元件說明本發明實施例所述之封包重傳方法。本方法的各個流程可依照實施情形而隨之調整，且並不僅限於此。

【0032】 在步驟 S310 中，處理單元 155 透過通訊單元 151 傳送資料封包 (例如，多媒體資料、文件、系統資料等資料封包)。換言之，終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 分別透過各上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 下載資料伺服器 150 所提供的這些資料封包。舉例而言，終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 自資料伺服器 150 下載同一部影片，資料伺服器 150 依據傳輸協定所限制的封包長度，將影片檔案分割成數個 (例如，3 個、20 個、100 個等) 資料封包，並依序透過網路交換器 130 及上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 傳送至終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 。需說明的是，此時傳送的資料封包並未經過編碼 (例如，網路編碼)。

【0033】 在步驟 S330 中，處理單元 155 透過通訊單元 151 而經由網路交換器 130 接收終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 對應於資料封包的遺失封包回報。

【0034】 具體而言，終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 在步驟 S310

中下載資料封包後，依據所接收的資料封包判斷所遺失的遺失封包。接著，各終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 將遺失封包的指示及其識別碼紀錄於遺失封包回報，並將遺失封包回報傳送至各自所屬的上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 。之後，網路交換器 130 轉送遺失封包回報至資料伺服器 150。

【0035】 在一實施例中，各遺失封包回報包括終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 其中一者的識別碼（例如，IP 位址、MAC 位址或國際移動使用者識別碼（international mobile subscriber identity；IMSI）等）及對應於遺失封包的指示（例如，索引值或特定識別碼等）。例如，表(1)是遺失封包回報的格式範例。遺失封包回報的格式包括遺失封包索引值及終端節點的識別碼。需說明的是，在其他範例中，遺失封包回報可能具有不同格式，且終端節點的識別碼可能是 IP 位址或 IMSI 等，本發明實施例不以此為限。

表(1)

遺失封包的索引值	終端節點的識別碼
1, 3, 8, 10	00:A0:C9:14:C8:29

【0036】 在步驟 S350 中，處理單元 155 透過通訊單元 151 而經由網路交換器 130 取得相關於終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 的網路拓樸資訊。在一實施例中，網路交換器 130 將遺失封包回報依據對應的上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 的位址資訊（例如，IP 位址、MAC 位址及/或連接至網路交換器 130 的连接埠識別等）統整成遺失封

包對照表，且控制伺服器 110 基於遺失封包對照表建立網路拓樸資訊。具體而言，雖然控制伺服器 110 可監控網路狀態，並透過 OpenFlow 協定為基礎來蒐集網路拓樸，但現有的 OpenFlow 協定並無法取得內網的位址相關資訊（例如，IP 位址、MAC 位址等）。而本發明實施例提出一個位址對照表（例如，埠-裝置-映射表（port-device-mapping table）、路由表（routing table）等），以使控制伺服器 110 能夠獲得相關於終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 的網路拓樸資訊。

【0037】 依據 OpenFlow 協定的特性，當某個資料封包首次到達網路交換器 130 時，由於此資料封包無法與控制伺服器 110 中的路由路徑（例如，flow entry），因此網路交換器 130 便會將此資料封包傳送至控制伺服器 110。據此，本發明實施例便是在某個遺失封包首次送達控制伺服器 110 時，控制伺服器 110 便紀錄此遺失封包資訊，並據以建立位址對照表。

【0038】 換言之，本發明實施例的網路拓樸資訊包括終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 與終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 所屬的上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 的位址對照表。而控制伺服器 110 便是基於網路交換器 130 統整的遺失封包對照表或是終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 所回報的遺失封包回報建立位址對照表，並將位置對照表作為網路拓樸資訊而傳送至資料伺服器 150。舉例而言，表(2)是遺失封包對照表的格式範例，遺失封包對照表的格式包括遺失封包索引值、終端節點的識別碼、終端節點所屬上層節點連

接至網路交換器 130 所使用的連接埠識別碼及終端節點所屬上層節點的識別碼。

表(2)

遺失封包的索引值	終端節點的識別碼	連接埠識別碼	上層節點的識別碼
1, 3, 8, 10	00:A0:C9:14:C8:29	1	140.113.1.1

【0039】此外，表(3)是位址對照表的格式範例，位址對照表的格式包括終端節點的識別碼、終端節點所屬上層節點連接至網路交換器 130 所使用的連接埠識別碼及終端節點所屬上層節點的識別碼。需說明的是，在其他範例中，遺失封包對照表及位址對照表可能具有不同格式，且終端節點的識別碼可能是 IP 位址或 IMSI 等以及上層節點的識別碼可能是 MAC 位址或其他識別碼等，本發明實施例不以此為限。

表(3)

終端節點的識別碼	連接埠識別碼	上層節點的識別碼
00:A0:C9:14:C8:29	1	140.113.1.1
50:D8:D0:32:2:A6	1	140.113.1.1
2:A7:D0:65:11:E7	2	140.113.1.2
82:4:G9:72:B2:25	2	140.113.1.2
77:C0:2:54:A2:F4	2	140.113.1.2

【0040】 此外，若任何新的終端裝置連線至上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 或任一現有的終端裝置 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 與上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 斷開連線，控制伺服器 110 將會更新網路拓樸資訊（例如，位址對照表），並重新傳送網路拓樸資訊至資料伺服器 150。另一方面，在其他一些實施例中，上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 與終端裝置 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 可能是有線連結（例如，透過光纖、纜線等連結），此時，控制伺服器 110 可基於 OpenFlow 協定，而取得終端裝置 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 的相關資訊，並建立網路拓樸資訊。

【0041】 接著，在步驟 S370 中，處理單元 155 依據遺失封包回報及網路拓樸資訊對資料封包中的遺失封包進行編碼。在一實施例中，處理單元 155 依據遺失封包回報及網路拓樸資訊計算遺失封包的封包組合，且依據封包組合編碼遺失封包，以產生編碼封包。其中，處理單元 155 依據網路拓樸資訊決定各終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 所屬的上層節點 $170_1 \sim 170_i$ ，且依據各終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 所屬的上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 及對應的遺失封包回報計算各封包組合。

【0042】 具體而言，處理單元 155 透過通訊單元 151 接收到網路拓樸資訊後，便可依據各遺失封包回報中的終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 其中一者的識別碼比對位址對照表，以決定各終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 的上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 。舉例而言，以表(1)及表(3)為範例，處理單元 155 將表(1)中終端節點的識別碼（例如，00:A0:C9:14:C8:29）比對表(3)中終端節點的識別碼，便

可得知對應的連接埠識別碼（例如，連接埠 1）及上層節點的識別碼（例如，140.113.1.1）。

【0043】 而本發明爲了能針對遺失封包計算出較佳的封包組合，在一實施例中，處理單元 155 便是依據所屬相同上層節點之終端節點（例如，終端節點 190_1 及 190_2 同屬上層節點 170_1 或 195_1 及 195_2 同屬上層節點 170_i 等）所回報的遺失封包指示，將遺失封包指示對應的所有遺失封包或是依據特定方式或任意選擇遺失封包來進行結合，以作爲封包組合來進行編碼。舉例而言，表(4)是封包組合的範例，封包內容中包括相同上層節點所連接的各終端節點所遺失的遺失封包（例如， $X1+X3+X8+X10$ （假設所有資料封包爲 $X1\sim X10$ ））。

表(4)

遺失封包的索引值	封包內容	上層節點的識別碼
1, 3, 8, 10	$X1+X3+X8+X10$	140.113.1.1

【0044】 需說明的是，在其他實施例中，處理單元 155 亦可依據網路拓樸資訊而透過例如是基於隨機線性網路編碼（random linear network code；RLNC）等運算函式來決定封包組合（即，表(4)中的封包內容），本發明實施例不以此爲限。

【0045】 接著，在步驟 S390 中，處理單元 155 透過通訊單元 151 而經由網路交換器 130 及各上層節點 $170_1\sim 170_i$ 傳送遺失封包經編碼後的編碼封包至終端節點 $190_1\sim 190_j$ 、 $195_1\sim 195_k$ 。在一實施

例中，各編碼封包包括對應的上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 其中一者的位址資訊（例如，IP 位址、MAC 位址或連接埠識別碼等），而網路交換器 130 自資料伺服器 150 接收編碼封包，並依據各編碼封包對應的位址資訊將各編碼封包分別傳送至對應的上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 其中一者，且各上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 將接收的編碼封包其中一者多點傳送（例如，廣播、群播等）至終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 。例如，網路交換器 130 依據例如是表(3)或表(4)中終端節點的識別碼決定對應的連接埠，接著便可將各編碼封包經由對應的連接埠傳送至上層節點 $170_1 \sim 170_i$ 。接著，以上層節點 170_1 為例，上層節點 170_1 可將其接收的編碼封包傳送至所有終端節點 $190_1 \sim 190_j$ ，其餘依此類推。之後，終端節點 $190_1 \sim 190_j$ 、 $195_1 \sim 195_k$ 可將編碼封包進行解碼以取得各自遺失的遺失封包。

【0046】 藉此，本發明實施例的封包重傳方法相較於傳統的重傳機制，能大幅減少封包重傳次數，更能提昇封包重傳效率以及節省網路頻寬。為了幫助理解前述實施例步驟，以下將舉一範例說明應用本發明實施例的操作流程。

【0047】 圖 4A 及圖 4B 是封包重傳的範例。請先參照圖 4A，此無線網路環境包括四個使用者裝置 411、413、415、417、兩個 Wi-Fi 存取點 421、423、OpenFlow 交換器 430、SDN 控制器 450 及雲端伺服器 470。在 Wi-Fi 存取點 421、423 廣播資料封包後，使用者裝置 411、413、415、417 會回報遺失封包以及使用者識別碼（步驟 S481），並經由 OpenFlow 交換器 430（步驟 S482）傳送至及雲

端伺服器 470 (步驟 S483)。假設雲端伺服器 470 傳送 X1~X10 的資料封包，而表(5)~表(8)分別為使用者裝置 411、413、415、417 的遺失封包回報。雲端伺服器 470 便可取得如同表(5)~表(8)的遺失封包回報。

表(5)

遺失封包的索引值	終端節點的識別碼
2, 5, 6	50:D8:D0:32:2:A6

表(6)

遺失封包的索引值	終端節點的識別碼
1, 5	2:A7:D0:65:11:E7

表(7)

遺失封包的索引值	終端節點的識別碼
3, 4, 7	82:4:G9:72:B2:25

表(8)

遺失封包的索引值	終端節點的識別碼
8, 10	77:C0:2:54:A2:F4

【0048】 在步驟 S484 中，當 OpenFlow 交換器 430 自使用者裝置 411、413、415、417 接收到遺失封包回報時，OpenFlow 交換器 430 將 Wi-Fi 存取點 421、423 的 IP 位址及連接埠資訊加入至遺失封包對照表中，以作為新的遺失封包報告。假設表(9)是遺失封包對照表。接著，OpenFlow 交換器 430 將此至遺失封包對照表傳送至 SDN 控制器 450 (步驟 S485)。

表(9)

遺失封包的索引值	終端節點的識別碼	連接埠識別碼	上層節點的 IP 位址
2, 5, 6	50:D8:D0:32:2:A6	1	140.113.1.1
1, 5	2:A7:D0:65:11:E7	1	140.113.1.1
3, 4, 7	82:4:G9:72:B2:25	2	140.113.1.2
8, 10	77:C0:2:54:A2:F4	2	140.113.1.2

【0049】 請參照圖 4B，在步驟 S486 中，SDN 控制器 450 依據遺失封包對照表建立埠-裝置-映射表，並隨後依據新的使用者裝置加入或使用者裝置 411、413、415、417 斷開連線，而更新埠-裝置-映射表。假設表(10)是埠-裝置-映射表。接著，SDN 控制器 450 將埠-裝置-映射表傳送至雲端伺服器 470（步驟 S487）。

表(10)

上層節點的 IP 位址	終端節點的識別碼	連接埠識別碼
140.113.1.1	50:D8:D0:32:2:A6	1
140.113.1.1	2:A7:D0:65:11:E7	1
140.113.1.2	82:4:G9:72:B2:25	2
140.113.1.2	77:C0:2:54:A2:F4	2

【0050】 在步驟 S488 中，雲端伺服器 470 會依據埠-裝置-映射表來隨機編碼遺失的封包。在本範例中，假設編碼係數 α 是選擇 GF(2)，則編碼係數 α 等於 0 或 1。而表(11)是封包組合對應於各

Wi-Fi 存取點 421、423 的對照表。雲端伺服器 470 對遺失封包編碼完畢後，已編碼封包 $Y1=X2+X5+X6$ 、 $Y2=X3+X4+X8+X10$ ，且雲端伺服器 470 將這些已編碼封包傳送至 OpenFlow 交換器 430(步驟 S489)。OpenFlow 交換器 430 再將已編碼封包傳送至對應的 Wi-Fi 存取點 421、423 (步驟 S491)。接著，Wi-Fi 存取點 421、423 會多點傳輸這些已編碼封包給使用者裝置 411、413、415、417 (步驟 S492)。例如，Wi-Fi 存取點 421 可透過廣播而將已編碼封包 $Y1$ 多點傳送至使用者裝置 411、413。使用者裝置 411、413、415、417 便可解碼所接收的已編碼封包以取得遺失封包 (步驟 S493)。其中，若使用者裝置 411、413、415、417 解碼所接收的已編碼封包後仍由遺失封包，則使用者裝置 411、413、415、417 會回到步驟 S481 直到所有資料封包都接收完畢。

【0051】 綜上所述，本發明實施例結合網路編碼及軟體定義網路的系統架構，透過資料伺服器依據控制伺服器所提供之網路拓樸資訊，對終端節點所遺失的封包進行編碼，並經由上層節點進行差異化的重傳封包廣播，以依據對應終端節點所缺少的封包進行準確的傳輸。藉此，本發明實施例不僅能提昇封包錯誤重傳的效率，亦能改善無線網路多點傳輸的效率，且同時不增加無線節點的運算與傳輸成本。

【0052】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍

當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0053】

10：封包重傳系統

110：控制伺服器

130：網路交換器

150：資料伺服器

170₁~170_i：上層節點

190₁~190_j、195₁~195_k：終端節點

151：通訊單元

153：儲存單元

155：處理單元

S310~S390、S481~S493：步驟

411、413、415、417：使用者裝置

421、423：Wi-Fi 存取點

430：OpenFlow 交換器

450：SDN 控制器

470：雲端伺服器

申請專利範圍

1. 一種封包重傳的方法，適用於一資料伺服器，所述方法包括：

傳送多個資料封包；

接收多個終端節點對應於該些資料封包的多個遺失封包回報；

取得相關於該些終端節點的一網路拓樸資訊；

依據該些遺失封包回報及該網路拓樸資訊對該些資料封包中的多個遺失封包進行編碼；以及

傳送該些遺失封包經編碼後的多個編碼封包。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的方法，其中依據該些遺失封包回報及該網路拓樸資訊對該些資料封包中的該些遺失封包進行編碼的步驟包括：

依據該些遺失封包回報及該網路拓樸資訊計算該些遺失封包的多個封包組合；以及

依據該些封包組合編碼該些遺失封包，以產生該些編碼封包。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的方法，其中依據該些遺失封包回報及該網路拓樸資訊計算該些遺失封包的該些封包組合的步驟包括：

依據該網路拓樸資訊決定各該些終端節點所屬的上層節點；
以及

依據各該些終端節點所屬的該上層節點及對應的該些遺失封

包回報計算各該些封包組合。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的方法，其中各該些遺失封包回報包括該些終端節點其中一者的識別碼及對應於該些遺失封包的指示，且該網路拓樸資訊包括該些終端節點與該些終端節點所屬的該上層節點的一位址對照表，而依據該網路拓樸資訊決定各該些終端節點的該上層節點的步驟包括：

依據各該些遺失封包回報中的該些終端節點其中一者的該識別碼比對該位址對照表，以決定各該些終端節點的該上層節點。

5. 一種資料伺服器，包括：

一通訊單元，用以傳送多個資料封包；

一儲存單元，用以儲存一網路拓樸資訊；以及

一處理單元，耦接該通訊單元及該儲存單元，其中該處理單元透過該通訊單元接收多個終端節點對應於該些資料封包的多個遺失封包回報，透過該通訊單元取得相關於該些終端節點的該網路拓樸資訊，且該處理單元依據該些遺失封包回報及該網路拓樸資訊對該些資料封包中的多個遺失封包進行編碼，並透過該通訊單元傳送該些遺失封包經編碼後的多個編碼封包。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述的資料伺服器，其中該處理單元依據該些遺失封包回報及該網路拓樸資訊計算該些遺失封包的多個封包組合，且依據該些封包組合編碼該些遺失封包，以產生該些編碼封包。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述的資料伺服器，其中該處理單

元依據該網路拓樸資訊決定各該些終端節點所屬的上層節點，且依據各該些終端節點所屬的該上層節點及對應的該些遺失封包回報計算各該些封包組合。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述的資料伺服器，其中各該些遺失封包回報包括該些終端節點其中一者的識別碼及對應於該些遺失封包的指示，且該網路拓樸資訊包括該些終端節點與該些終端節點所屬的該上層節點的一位址對照表，而該處理單元依據各該些遺失封包回報中的該些終端節點其中一者的該識別碼比對該位址對照表，以決定各該些終端節點的該上層節點。

9. 一種封包重傳系統，包括：

一控制伺服器，用以建立一網路拓樸資訊；

一網路交換器，耦接該控制伺服器；

多個上層節點，分別耦接至該網路交換器，其中各該些上層節點提供網路服務給多個終端節點；以及

一資料伺服器，耦接該控制伺服器及該網路交換器，其中該些終端節點分別透過各該些上層節點下載該資料伺服器所提供之多個資料封包，該資料伺服器經由該網路交換器接收該些終端節點對應於該些資料封包的多個遺失封包回報，自該控制伺服器取得相關於該些終端節點的該網路拓樸資訊，依據該些遺失封包回報及該網路拓樸資訊對該些資料封包中的多個遺失封包進行編碼，且經由該網路交換器及各該些上層節點傳送該些遺失封包經編碼後的多個編碼封包至該些終端節點。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述的封包重傳系統，其中該資料伺服器依據該些遺失封包回報及該網路拓樸資訊計算該些遺失封包的多個封包組合，且依據該些封包組合編碼該些遺失封包，以產生該些編碼封包。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述的封包重傳系統，其中該資料伺服器依據該網路拓樸資訊決定各該些終端節點所屬的該些上層節點其中一者，且依據各該些終端節點所屬的該些上層節點其中一者及對應的該些遺失封包回報計算各該些封包組合。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述的封包重傳系統，其中各該些遺失封包回報包括該些終端節點其中一者的識別碼及對應於該些遺失封包的指示，且該網路拓樸資訊包括該些終端節點與該些終端節點所屬的該些上層節點其中一者的位址對照表，而該資料伺服器依據各該些遺失封包回報中的該些終端節點其中一者的該識別碼比對該位址對照表，以決定各該些終端節點所屬的該些上層節點其中一者。

13. 如申請專利範圍第 10 項所述的封包重傳系統，其中各該些編碼封包包括對應的該些上層節點其中一者的一位址資訊，而該網路交換器自該資料伺服器接收該些編碼封包，並依據各該些編碼封包對應的該位址資訊將各該些編碼封包分別傳送至對應的該些上層節點其中一者，且各該些上層節點將接收的該些編碼封包其中一者多點傳送至該些終端節點。

14. 如申請專利範圍第 9 項所述的封包重傳系統，其中該網

路交換器包括 OpenFlow 交換器，且該控制伺服器包括軟體定義網路（software-define networking；SDN）控制器，而該 OpenFlow 交換器將該些遺失封包回報依據對應的該些上層節點的位址資訊統整成一遺失封包對照表，且該軟體定義網路控制器基於該遺失封包對照表建立該網路拓樸資訊。

圖式

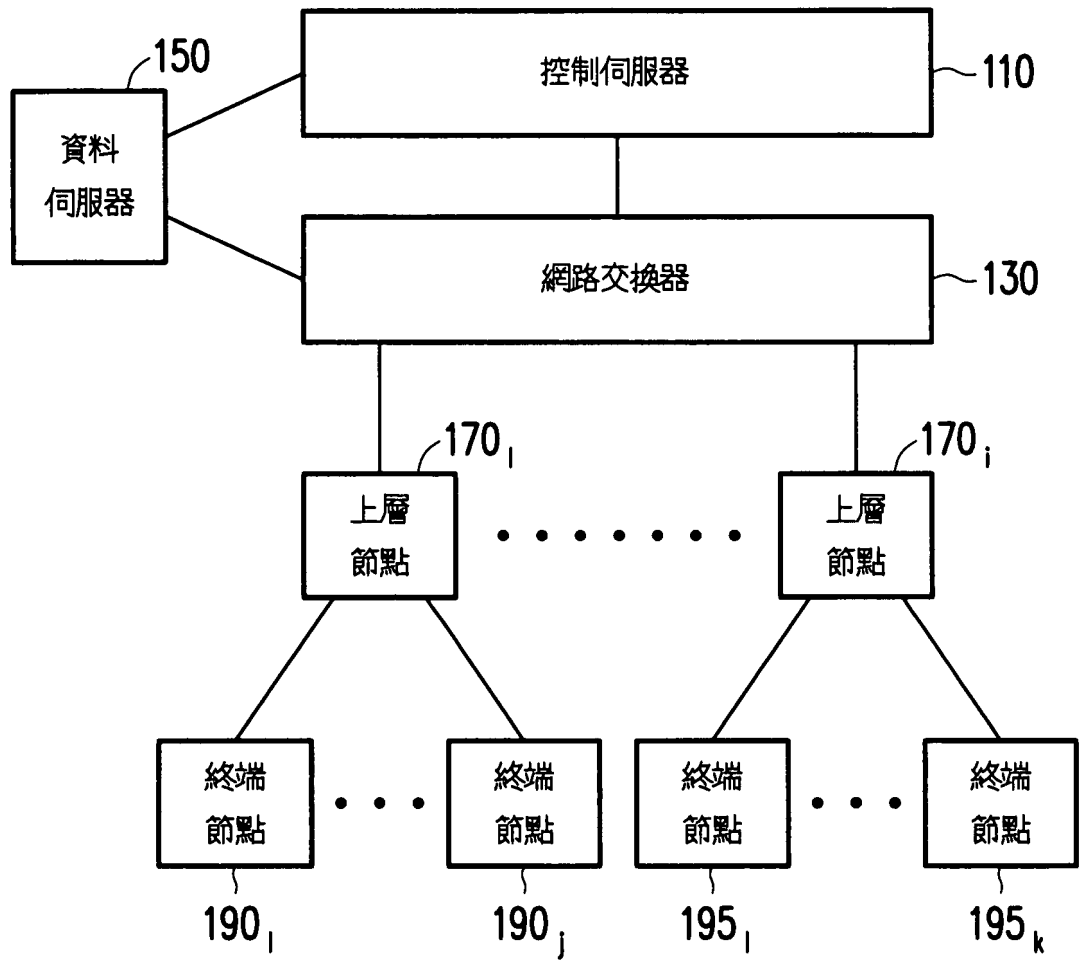


圖 1

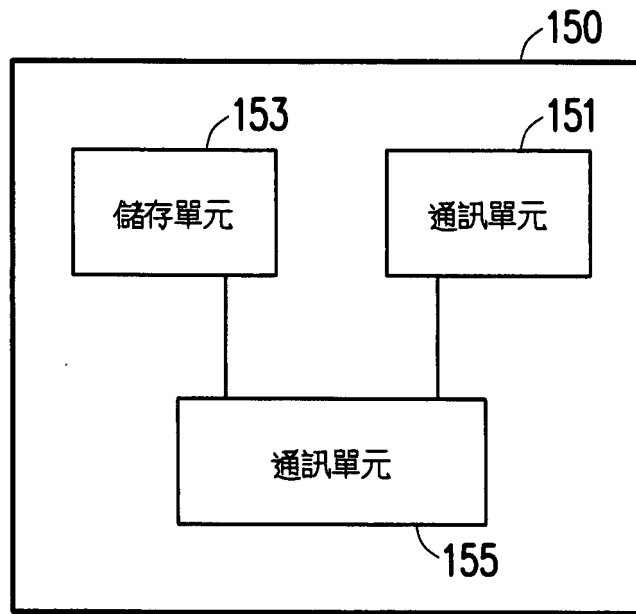


圖 2

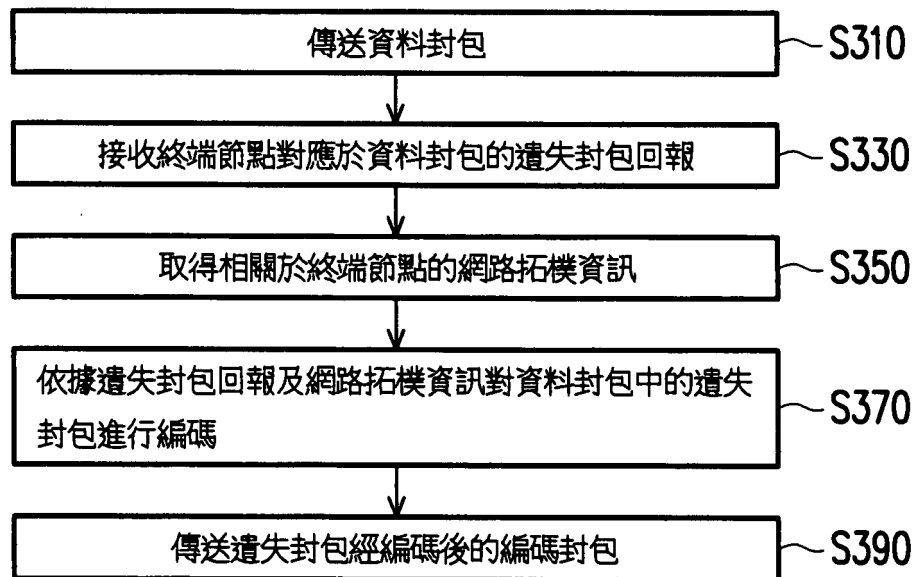


圖 3

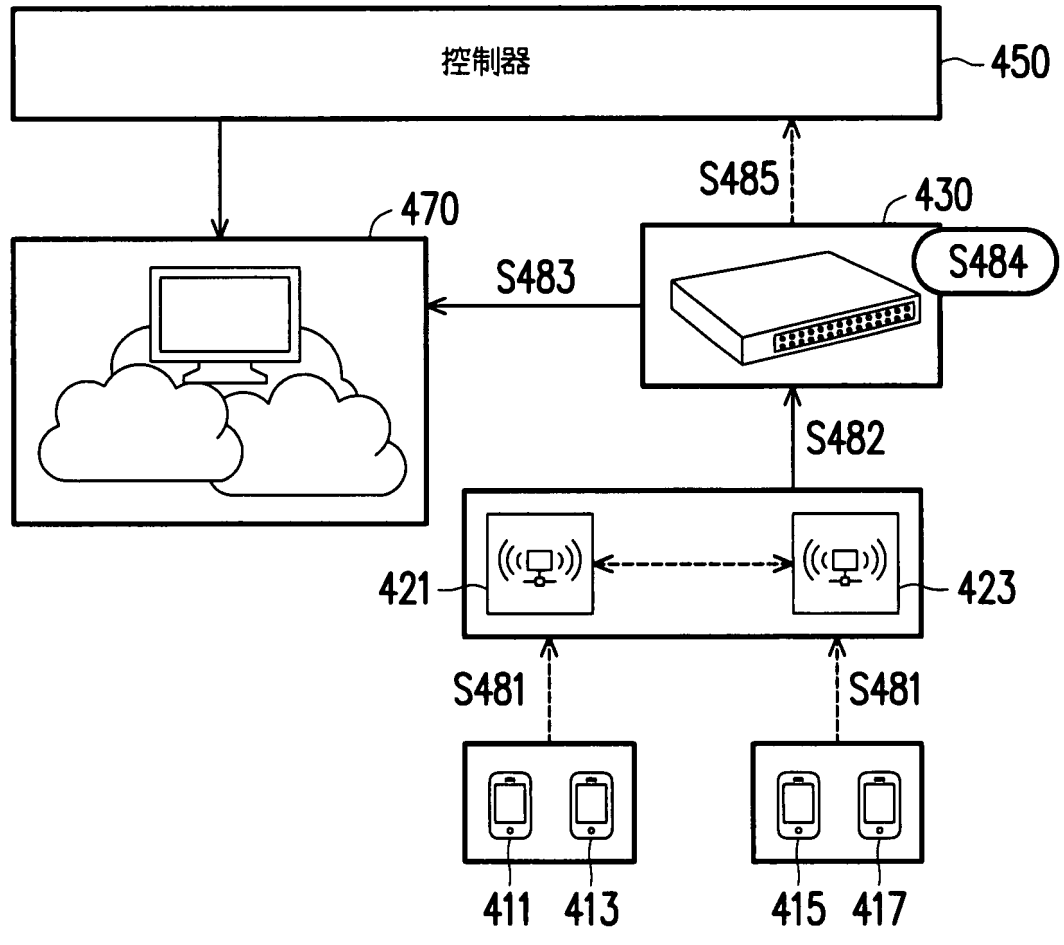


圖 4A

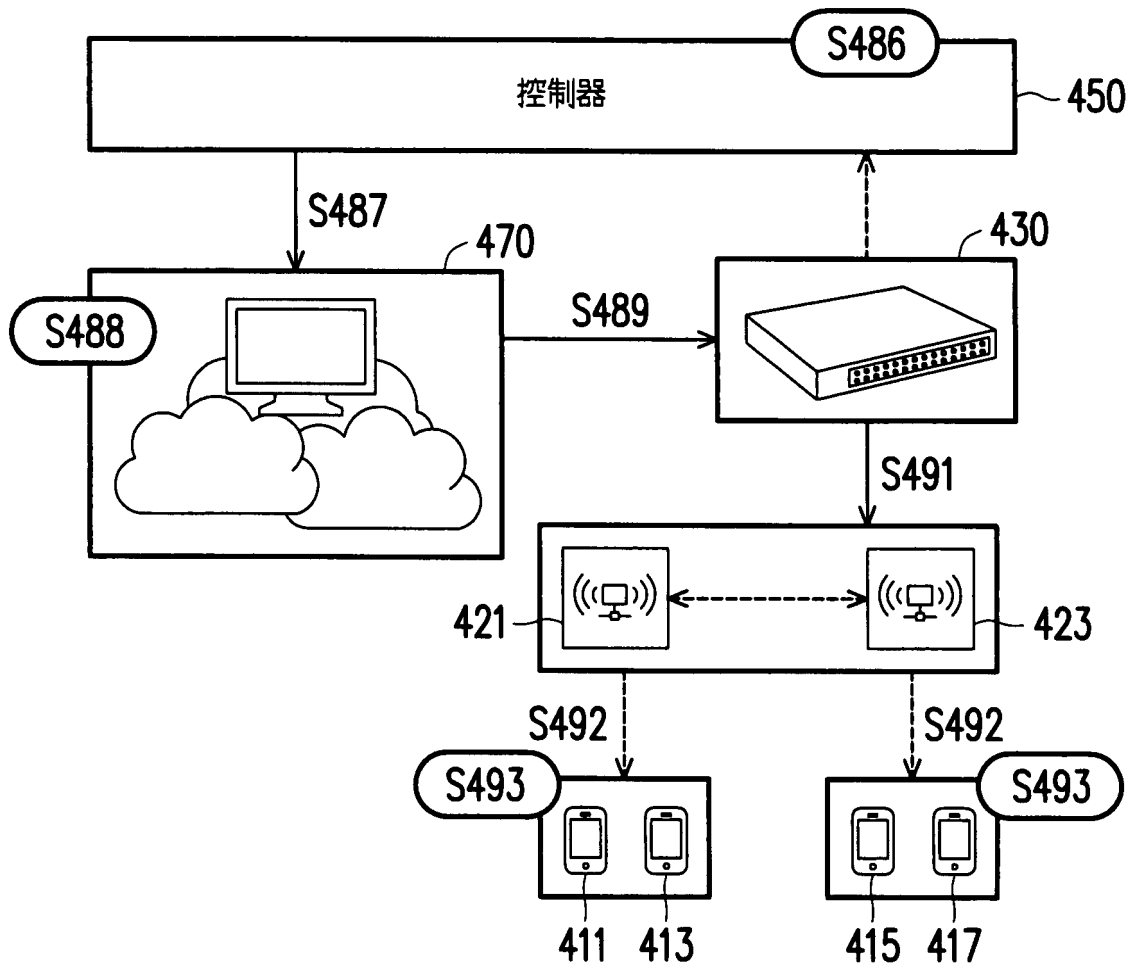


圖 4B