



(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 201014394 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：098120947

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 06 月 23 日

(51)Int. Cl. : *H04W40/24 (2009.01)* *H04L12/56 (2006.01)*

(30)優先權：2008/06/27 美國 12/163,904

(71)申請人：銀泉網路公司 (美國) SILVER SPRING NETWORKS, INC. (US)
美國

(72)發明人：維斯瓦尼 瑞傑 VASWANI, RAJ (US)；休斯 史特林 HUGHES, STERLING (US)；凡 葛雷烏恩 佳娜 VAN GREUNEN, JANA (US)；聖 菲力普三世 威廉 E SAN FILIPPO, III, WILLIAM E. (US)；弗雷蒙三世 喬治 FLAMMER, III, GEORGE (US)

(74)代理人：桂齊恆；閻啟泰

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：9 共 70 頁

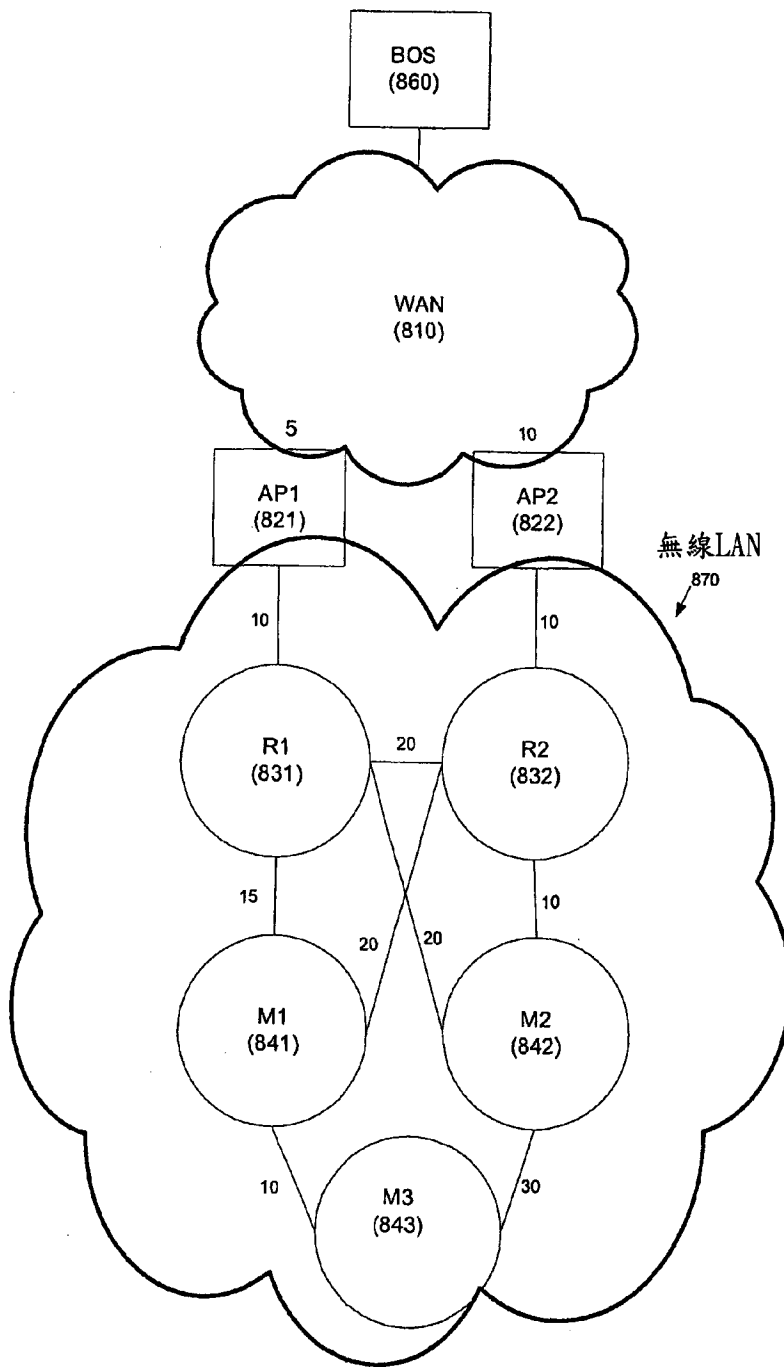
(54)名稱

無線網狀通訊網路中的路線及鏈路評估

ROUTE AND LINK EVALUATION IN WIRELESS MESH COMMUNICATIONS NETWORKS

(57)摘要

本發明揭示一種用於提供公用設施服務的網路與路由傳送協定的方法與系統。本發明的方法包含探索一公用設施網路。相鄰節點會被探索且該節點會從相鄰點處聆聽網路的已公佈路線。該節點接著會登錄一或多個公用設施網路，用以接收每一次網路登錄的獨特位址。每一個上游節點均能夠針對上游封包與下游封包兩者獨立地作出遞送決策，也就是：根據其可取得的最佳資訊來選擇下一次跳躍。該節點能夠感測短暫的鏈路問題、中斷問題、以及資料流量特徵。資訊係被用來尋找離開每一個網路以及每一個網路裡面的最佳路線。每一個網路節點均會為本身及與其相關聯的(多個)節點兩者保留多個多出多入網路路由傳送選項。該節點能夠利用基礎的路由傳送協定及演算法來達成數種路線維護功能。



810：WAN(廣域網路)

821-822：閘道器

831-832(R1-R2)：中繼器/相鄰點

841-843(M1-M3)：末端節點

860：BOS(後勤伺服器)

870：無線LAN



(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 201014394 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：098120947

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 06 月 23 日

(51)Int. Cl. : *H04W40/24 (2009.01)* *H04L12/56 (2006.01)*

(30)優先權：2008/06/27 美國 12/163,904

(71)申請人：銀泉網路公司 (美國) SILVER SPRING NETWORKS, INC. (US)
美國

(72)發明人：維斯瓦尼 瑞傑 VASWANI, RAJ (US)；休斯 史特林 HUGHES, STERLING (US)；凡 葛雷烏恩 佳娜 VAN GREUNEN, JANA (US)；聖 菲力普三世 威廉 E SAN FILIPPO, III, WILLIAM E. (US)；弗雷蒙三世 喬治 FLAMMER, III, GEORGE (US)

(74)代理人：桂齊恆；閻啟泰

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：9 共 70 頁

(54)名稱

無線網狀通訊網路中的路線及鏈路評估

ROUTE AND LINK EVALUATION IN WIRELESS MESH COMMUNICATIONS NETWORKS

(57)摘要

本發明揭示一種用於提供公用設施服務的網路與路由傳送協定的方法與系統。本發明的方法包含探索一公用設施網路。相鄰節點會被探索且該節點會從相鄰點處聆聽網路的已公佈路線。該節點接著會登錄一或多個公用設施網路，用以接收每一次網路登錄的獨特位址。每一個上游節點均能夠針對上游封包與下游封包兩者獨立地作出遞送決策，也就是：根據其可取得的最佳資訊來選擇下一次跳躍。該節點能夠感測短暫的鏈路問題、中斷問題、以及資料流量特徵。資訊係被用來尋找離開每一個網路以及每一個網路裡面的最佳路線。每一個網路節點均會為本身及與其相關聯的(多個)節點兩者保留多個多出多入網路路由傳送選項。該節點能夠利用基礎的路由傳送協定及演算法來達成數種路線維護功能。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明通常係關於無線網狀通訊網路，更特別係關於無線網狀通訊網路中之路線及鏈路評估。

相關申請案之交叉參考

本申請案為 2007 年 6 月 15 日提申的美國專利申請案第 11/818,887 號的部分接續案，本文以引用的方式將其完整併入。

【先前技術】

本文所提出的主要內容大體上係關於網路及以網路為基礎的電腦系統，且更明確地說係關於用於提供公用設施及家庭區域服務的網路與路由傳送協定的方法和系統。

【發明內容】

本發明的示範性實施例解釋一種操作在 FHSS 模式的 RF 網路(地面或無線 LAN)中的路由傳送技術與協定，用以於一公用設施與多個家庭裝置(它們係該 RF LAN 網路中的 IP 主機)(例如電錶、水錶、氣體流量錶、配電自動化(DA)裝置、以及室內裝置)之間達成雙向通訊的目的，該 RF LAN 網路會與公用設施主機系統(Utility Host System)(其亦稱為後勤伺服器或 BOS)相互連接，其中公用設施主機系統係一無線或有線 WAN(廣域網路)基礎架構中的一 IP 主機。示範性實施例中的 IP 版本為 IPv6。當越過一典型的 IPv4 WAN

雲端時，IPv6 封包會被囊封成 IPv4 以供傳送。在無線 LAN 網路中路由傳送 IPv6 封包的方法包含在能力範圍內所提供能夠實施囊封(舉例來說，將 IPv6 囊封成 IPv4 封包)的閘道器作為 LAN 與 WAN 之間的閘道器，以及提供看似在 IPv6 層級直接被連接至該閘道器的複數個 IPv6 端點或裝置。

實際上，該等端點或裝置能夠建立直接連接至該閘道器(單次跳躍至閘道器)或是連接至其它 IPv6 裝置(多次跳躍至閘道器)的無線電傳送路徑，且本發明的演算法與方法會說明如何創造該閘道器以下的網路拓樸以及如何利用資料鏈路層(OSI 模型中的層 2)來路由傳送封包。裝置或節點開機啟動、探索可用的網路、選擇要加入的網路、在它們的路由傳送技術中選出一可實行的上游候選者有序集合作為它們的下一跳躍、登錄具有最佳路徑與鏈路成本的上游節點、以及於最後登錄和該等可用網路中一或多者相關聯的閘道器。由節點所實行的網路探索過程會確保有路線用以將封包往上游傳送至該閘道器，以便離開該公用設施主機系統；而明確的登錄該等上游節點和閘道器則會讓該閘道器掌握該網路的最新狀態並且確保資料流量亦能夠往下游流到該節點。這係一種多出多入(multi-egress, multi-ingress)的路由傳送技術，其中節點可能係經過一或多個閘道器的多個網路的一部分。

在一具有以公用設施網路來表示之特色的網路中，該網路的分配部分可能包含：位於端點公用設施計量錶處的複數個節點，其會有較少數量的節點充當中繼點；以及一

或多個閘道器，用以提供離開該些端點節點的出口。該公用設施網路亦可能係由駐存著監視與控制感測器的基礎架構部分(變電分所(substation)、饋電站(feeder station)、變壓廠址(transformer location)、發電設施(generation facility))所組成。該些裝置亦可能係透過 WAN 被直接連接至公用設施伺服器或是在無線網路中透過閘道器被連接至公用設施伺服器的公用設施網路的一部分。路由傳送演算法的建構方式可能會讓該些基礎架構節點，以及任何選定的分配端點節點，能夠以最小的等待時間並且透過最快的路徑來建立雙向連線。於某些實施例中，該些基礎架構節點及選定的端點節點可能會具有多出能力，以便提高網路可靠度。

現在將參考附圖來更詳盡地說明本發明的上面與其它特點，其包含各種新穎的施行細節及要件組合，並且會在申請專利範圍中提出該些特點。應該瞭解的係，本文所述的特殊方法與系統僅係透過解釋的方式來顯示，而不具限制意義。熟習本技術的人士便會瞭解，本文所述的原理與特點可以運用在各式各樣與眾多的實施例之中，其並不會脫離本發明的範疇。

【實施方式】

在下面的說明中，為達解釋的目的，會提出明確的術語以便徹底瞭解本文所揭示的各種新穎概念。不過，熟習本技術的人士便會明白，未必需要該些明確的細節方能實

行本文所揭示的各種新穎概念。

下文詳細說明之中的某些部分係以對電腦記憶體裡面的資料位元所進行之運算的演算法及符號式代表符來呈現。該些演算法型式的說明及代表符係熟習資料處理技術的人士用來有效傳達他們之研究成果的實質內容給熟習本技術之其他人士所使用的手段。本文中，且大體上來說，演算法會被視為係造成某種所悉結果的多個循序步驟及平行步驟所組成的一條理式的序列。該等步驟為需要進行物理量操縱的步驟。

不過，應該謹記在心的係，所示的係有該些及雷同的用詞均和適當的物理量相關聯並且僅為適用於該些物理量的合宜用語。除非特別提及，否則從下面的討論中顯而易見的係：應該明白在整個說明中，運用到「處理」或「計算」或「估算」或「決定」或「顯示」或類似詞之類的用詞的討論係表示一電腦系統或雷同的電子計算裝置的動作及處理，該電腦系統或雷同的電子計算裝置會將該電腦系統的暫存器與記憶體裡面被表示成物理(電子)量的資料轉換成該電腦系統記憶體或暫存器或是其它資訊儲存、傳送或顯示之類的裝置裡面同樣被表示成物理量的其它資料。

本文中所提出的主要內容還關於一種用於實施本文所述運算的設備。此設備可能針對必要用途而經過特別的構造；或者其可能包括一般用途電腦，其會由儲存在該電腦之中的電腦程式來選擇性地啟動或重新組態設定。此電腦程式可能係儲存在包含，但是並不受限於下面的電腦可讀

取儲存媒體之中而且每一者皆會被耦合至一電腦系統匯流排，例如：任何類型的碟片，其包含磁碟片、光碟片、CD-ROM、以及磁光碟片；唯讀記憶體(ROM)；隨機存取記憶體(RAM)；EPROM；EEPROM；磁卡或光卡；或是適合用於儲存電子指令的任何類型媒體。

本文中所提出的演算法、處理、以及方法在本質上並不與任何特殊電腦或其它設備有關或是侷限於任何特殊電腦或其它設備。各種一般用途系統均可配合根據本文之教示內容的程式來使用；或者，經證實，建構更專門的設備來實施該等必要的方法步驟亦可非常合宜。從下面的說明中便會明白各式各樣前述系統的必要結構。此外，本文並未參考任何特殊的程式化語言來說明本發明。應該明白的係，可以使用各式各樣的程式化語言來施行本文所述之本發明的教示內容。

無線網路

現在參考圖 1A，一通訊網路可能包含複數個裝置 140 與 130(節點)，它們會彼此連結(至少一或多者)並且會被連結至一無線 LAN 160 裡面的一或多個閘道器。除非特別提及，否則閘道器亦可稱為「存取點(Access Point)」或 AP。接著，該閘道器可能會透過一或多個網路 110(通常係廣域網路(Wide Area Network, WAN))被連結至一或多個後勤公用設施伺服器(back office utility server, BOS)150。後勤伺服器可以施行在一或多個計算裝置上，舉例來說，公用設

施伺服器，例如圖 1B 中所示的伺服器 150；並且可以跨越施行在一或多個網路之中。

圖 1a 中亦所示的係位於一無線 LAN 1、2 及 3 之中的基礎架構裝置節點 170 IN-1、IN-2 及 IN-3。可能會有更多的基礎架構裝置節點(IN 節點)分散在該等無線網路或該公用設施基礎架構上。倘若該些 IN 節點係該等無線 LAN 的一部分的話，那麼，它們便可能會試圖透過它們所屬的無線 LAN 中的一或多個閘道器離開而前往該公用設施 BOS。於某些實施例中，該些 IN 節點可能會透過一 WAN 或無線電回載傳輸(backhaul)直接存取該公用設施 BOS。於某些實施例中，該等 IN 節點還可能會透過無線電來相互連結。

現在參考圖 1b，節點(例如電池供電式裝置(battery powered device(BPD))130 及/或持續供電式裝置(constant powered device(CPD))140)與基礎架構裝置 160 可能會藉由聆聽其能夠與之建立鏈路的所有相鄰點(neighbor)來探索可用的網路 110；可能會選擇應該加入的一個網路；以及可能會選擇一可實行的上游候選者集合作為下一次跳躍。請注意於一實施例中，CPD 可能會充當 BPD 的代理伺服器。不過，替代實施例亦可能會允許 BPD 直接作為該無線網路中的節點而不需要任何代理伺服器。於特定的其它實施例中，該等 IN 節點 160 可能會透過 WAN 110 直接存取該公用設施 BOS 而不會透過 AP 120。於特定情況中，許多 IN 節點可能會透過無線電加入/去除(add/drop)回載傳輸系統而被串在一起、並且會相互連結及連結至該公用設施 BOS。

範例

節點 M-1(圖 1a 中的一持續供電式裝置 140，其係無線公共設施網路 160 中的節點)會從其相鄰點處得知透過一或多個 WAN 網路 110(WAN-1 與 WAN-2)來存取後勤伺服器(BOS)150 的相關資訊，並且會登錄閘道器類型的 AP-1 與 AP-2 120 兩者(它們具有獨特的 IP 位址)，該等 AP-1 與 AP-2 120 兩者會提供透過一或多個 WAN 110 離開而前往 BOS 150 的出口。其會經由持續供電式裝置類型的上游節點 M-5、M-6、M-18、M-2、以及 M-12 140 來達成此目的，以便和公用設施伺服器類型的 BOS-1 150 進行通訊。該些節點中每一者均可能會建構一路由傳送表，其具有下一次跳躍之一有序清單以及對應的鏈路成本(區域節點和下一次跳躍之間的鄰近性成本)以及路徑成本(下一次跳躍所公佈的出口成本)。接著，每一個節點便會將本身登錄於其上游相鄰點與閘道器 120。閘道器 120 可能會追蹤在其控制下之所有裝置以及還有其它裝置的網路拓撲和能力。節點可能會保留區域狀態以及它們緊鄰相鄰點的狀態，並且可能會週期性地更新它們的登錄項目。

於一實施例中，網路節點 130、140、以及 150 可能係一或多個無線 LAN 160 的一部分。在公用設施網路的範例中，該 LAN 可能係一相鄰區域網路(NAN)，其對應於該公用設施的鄰近區域或服務區域。如範例實施例中所示，可能會使用到多個或可重疊或不重疊的 LAN，因此一給定的

網路裝置可能僅會被連接至一無線 LAN 或者會被連接至多個無線 LAN(或者可能僅係一無線 LAN 的一部分或者係多個無線 LAN 的一部分)。該等節點可能係任何類型的網路裝置。網路裝置或節點的範例包含公用設施節點，它們可能包含一公用設施計量錶或者可能會連接至一公用設施計量錶。一公用設施計量錶係一能夠測量要利用計量錶來計算之物理量(其通常係有價商品，例如電力、水、天然氣、...等)的裝置。連接至一公用設施計量錶的公用設施節點可能包含一用於在一網路上進行通訊的網路介面卡(NIC)；可能包含用於在可能包含無線 LAN 上進行通訊的一或多個 RF 收發器；以及可能包含公用設施計量錶介面裝置(一給定的公用設施節點可能會介接多個計量錶，該等多個計量錶可能會或可能不會計量不同的有價商品，例如電力、瓦斯氣、水、...等)。公用設施節點可能還包含一室內裝置介面，用以經由一室內網路(其可能是或可能不是無線網路)連接至室內裝置。室內裝置介面會連接至室內裝置，用以在該公用設施節點與該等室內裝置之間提供一通訊鏈路。除此之外，該公用設施節點可能還會在該等室內裝置以及被連接至該公用設施節點的無線通訊網路之間提供一通訊鏈路。網路裝置的其它範例包含各種通訊裝置，例如機上盒(其可能會被使用在有線電視或衛星電視傳送)；家用器具(舉例來說，冰箱、暖氣機、照明、烹飪器具、...等)；電腦或計算裝置(舉例來說，遊戲機、儲存裝置、PC、伺服器、...等)；網路連接裝置(例如中繼器、閘道器、路由器)；電話或蜂巢

式電話；電池儲存裝置；運輸裝置；運輸車輛(舉例來說，電動車或是油電混合車或是其它車輛，其可能能夠或者可能無法「插入(plug-in)」一公用設施電網之中以接收被計量/被監視的有價商品，例如電力)；娛樂裝置(舉例來說，TV、DVD 播放機、機上盒、遊戲機、...等)；或是可能會在住家、公司、道路或停車場、或是其它地方找到的其它裝置。中繼器 130(其中一範例為圖 1a 中的 M3)可能會處理網路節點 140 和開道器 120 之間的通訊。舉例來說，一中繼器可能會在該網路節點和該公用設施網路的基礎架構之間提供通訊。除非特別提及，否則該網路中的其它裝置(例如計量錶、電子裝置、開道器、...等)皆可充當中繼器，而中繼器則可在該網路中實施其它裝置或軟體的功能。無線 LAN 160 可能係任何類型的無線網路，並且可能會使用任何頻率、通訊頻道、或是通訊協定。於本發明的某些實施例中，該等無線 LAN 160 中一或多者為 FHSS 網路或是 DSSS(直接序列展頻(Direct Sequence Spread Spectrum))網路。

該無線網路 160 可能會被連接至一或多個開道器 120。一給定的無線網路可能僅會被連接至單一開道器，或者可能會被連接至二或多個開道器。該等開道器 120 可能會被連接至一或多個廣域網路(WAN)110。該等 WAN 110 可能會被連接至一或多個公用設施後勤伺服器(BOS)150。該等後勤伺服器可能會處理各式各樣的營業或管理工作，其包含：參與收集計量資訊、管理計量裝置、網路的安全性、或是 AMI 網路中可能會需要的其它功能。後勤系統的範例

包含：計費與會計系統、代理伺服器、供應中斷偵測系統(其可能會使用在公用設施網路中)、資料儲存系統、...等。

於一實施例中，所使用的路由傳送協定為用於決定通往一目的地/來自一目的地之最佳路線的「下一次跳躍」型多出/多入演算法，其會用到穩定的上游及/或下游路由傳送的路徑成本及/或歷史資料作為路由傳送封包之下一次跳躍的計量值。於一實施例中，如下文所述並不會使用跳躍計數來估算路徑成本，但卻會使用跳躍計數來防止發生路由傳送迴圈。於此實施例中，一節點可能會選擇具有最低路徑成本計量值的路線來選出用於傳送封包的較佳路線。

於一實施例中，在初始的網路探索階段中，一節點可能會使用一掃描過程來掃描通訊槽或頻道，以便取得其相鄰點並且取得確認訊息答覆、並且從該些已探索到的相鄰點處取得一初始的鏈路品質預估值。此初始的鏈路品質預估值可以用來選出與之進行交談的數個最佳上游相鄰點(被選出的數量係可進行組態設定)。

當節點希望使用該些上游節點離開前往另一網路時，該節點便會繼續進行「登錄」其上游節點的過程。響應於來自該節點的登錄訊息，上游節點會將該進行登錄下游節點加入到由該上游節點所保留的下游路由傳送表登錄項中。該等上游節點還可能會響應於由該下游節點所進行之登錄而繼續保留和該進行登錄下游節點有關的最新時間資訊。較佳的係，建立彼此會路由通過的節點以便週期性地交換時間資訊，方能在該無線網路中保存同步及交換封

包。於一實施例中，該無線網路可能係以跳頻展頻(FHSS)為基礎。於另一實施例中，該等時間更新資訊會運載於任何資料傳輸訊息上；不過，倘若於一段經事先組態設定的時間間隔(舉例來說，大小為 30 分鐘)中沒有任何資料交換的話，便可能會觸發明確的時間資訊交換。

接著，一節點便可能會登錄該等閘道器中的一或多者。此登錄過程可能會提示該閘道器將該進行登錄節點加入到其路由傳送表中並且確保該節點的狀態為最新的狀態。節點登錄該閘道器的作業可能會週期性地進行，不過頻繁性並不及登錄上游節點。於一目前較佳的實施例中，該登錄頻率的大小為每隔 12 小時進行一次。

定址

IPv6 定址：

可以藉由一特有的 IPv6 位址針對任何特殊網路中的點對點路由傳送來辨識該無線通訊網路中的每一個節點 130、140。IPv6 位址通常係由兩個邏輯部分所組成：一 64 位元的網路前置符以及一 64 位元的主要部分。在一節點成功登錄該閘道器時，該閘道器可能會遞交含有網路組態之具有 TLV(類型長度數值(Type Length Value))型式的資料封包給該節點，其包含和該節點所要加入之子網相關聯的 IPv6 全域路由傳送前置符。接著，該節點可能會發送一動態 DNS 更新要求(RFC 2136)給網路主機公用設施系統(BOS)的 DNS 伺服器。當公用設施伺服器(BOS)150 希望發送資料

流量至無線 LAN 之中的話，其便可能會將該節點的 DNS 名稱解析成 IPv6 位址以便經由該 WAN 進行層 3(IP)路由傳送至正確的閘道器。倘若該 WAN 係以 IPv4 為基礎的話，那麼便可能會利用適當的前置符將 IPv6 封包囊封在 IPv4 裡面，以便穿隧 IPv4 雲端。被接收的 IPv6 封包則會在 BOS 150 與閘道器 120 處被解囊封。

一節點可能會在相同閘道器上或多個閘道器上登錄多個網路，於此情況中，該節點可能會以其最低成本路徑的預估值或計算值為基礎來設定其所屬網路的優先順序。於目前較佳的實施例中，該節點在其所登錄的每一個網路中均會有一 IP 位址。該 DNS 伺服器可能會根據被定義在該 DNS 伺服器中的政策以較佳的順序來將該些 IP 位址與該節點的主機名稱(hostname)產生關聯。當該 WAN 網路中的一 BOS 伺服器希望發送資料流量至該無線 LAN 之中時，該 DNS 伺服器便會在解析該節點的主機名稱時依序通過該等候選的 IPv6 位址。

鏈路層定址

可以藉由被分配給其無線電介面的一特有鏈路層位址而針對該無線 LAN 之中的路由傳送來辨識每一個節點 130、140。於本實施例中，每一個節點可能僅會有單一介面。其它實施例則可能會有多個不同的鏈路層位址。鏈路層位址通常有 8 個位元組的長度並且係該裝置的 MAC 位址。該鏈路層廣播位址可能為 16 進制(hex)的 ff:ff:ff:ff:ff:ff(全部都是 1)。利用此區域廣播位址被傳送的

封包可能會由接收到它們的裝置來處理。

RF 鏈路層封包遞送

圖 2 所示的係可能攜載如下表 1 中所解釋之資訊的鏈路層標頭的位元組成。表 1 中亦敘述該鏈路層標頭所攜載之多項旗標。

表 1

位元	名稱	說明
0 至 3	版本	協定版本號碼。倘若收到較高版本的話，該訊框便會被棄置。
4 至 7	協定 ID	較高層協定 id： • 0x03：SSN 路由傳送協定 • 0x04：IPv4 網路連接協定 • 0x06：IPv6 網路連接協定 • 0x07：資料鏈路途徑
8 至 12	位址計數	表示該資料鏈路標頭中所含位址的總數量，其包含來源位址、目的地位址、以及從來源路由傳送過來的封包的任何中間位址。
13 至 17	TTL	當產生該封包時便會被設定。初始數值會被設為「預設 TTL」並且可以進行組態設定。在該封包穿越每一個跳躍時，TTL 便會遞減。
18 至 22	目前偏移	將沒有使用來源路線的封包設為 0。當該封包首次被送到該網路時，便會被設為 0。在該封包穿越的每一個跳躍處，其便會遞增。
23 至 25	優先序	DLC 層支援 8 種優先序等級，此欄位會直接映射至該些優先序。
26	來源路線位元	表示該封包是否含有要在來源與目的地之間被使用者用到的完整逐次跳躍路線。
27	保存來源路線	於往下游遞送一封包時，當 L2 遞送碼應該將元件保存在來源路線中時便會被設定。倘若此位元未被設定，則 L2 遞送碼便可能會在已經作出遞送決策後刪除中間跳躍位址。
28 至 31	保留	保留以供未來使用

如圖 2 中所示，旗標的後面係產生該封包的節點的來源位址。於一實施例中，該旗標的來源位址可能並不會被設為廣播位址。

如圖 2 中所示，來源位址的後面可能係該封包將會被送達的下一次跳躍的位址。於一實施例中，倘若來源路線位元被設定的話，那麼便可能會納入以目的地位址為終點的整份跳躍位址清單；否則便可能僅會明確指明下一次跳躍。於任一種情況中，最終的位址都係該封包將會被路由送達的目的地。

倘若來源路線位元被設定，封包標頭便可能會含有該封包將會採用的整條路徑。應該注意的係，封包可能係在兩個節點之間被路由傳送的來源而沒有任何中間跳躍(也就是，位址計數(Add Count)為 2，而目的地位址則為節點位址或廣播位址)。此種機制可能會被用來質問來自一終端(例如除錯行動台)的個別節點 130、140。

倘若來源路線位元未被設定，那麼一節點上的 L2 遞送碼便可能以位址計數欄位的數值為基礎作出決策。舉例來說，倘若要從該 RF LAN 被發送至 WAN 網路(110)或公用設施伺服器(150)的封包之上的位址計數等於 1，這便意謂著該封包可能會被遞送至該系統之中的任何出口節點或閘道器。倘若該位址計數大於 1，這便意謂著該節點處的遞送表中的所有額外位址均可作為 L2 出口目的地。某一網路的遞送表中的位址可以依照喜好(從最不喜歡到最喜歡)來排序。

倘若該位址計數大於 1，在發生擁擠或失敗時，該封包

便可被重新路由傳送至一不同的 L2 目的地。當一不同 L2 目的地被選定時，先前網路便應該被移除(藉由遞減目前偏移或是歸零先前的欄位)。移除先前網路預期會有助於減少路由傳送迴圈的發生；其中在發生路由傳送迴圈時，封包可能被重新送到還比原來的來源封包更遠離目的地。

當一封包經過一節點的 L2 遞送時，該 TTL 便可能會被遞減。當 TTL 變成零時，正在進行 L2 遞送的封包可能會被丟掉；以該區域主機為目的地之具有零 TTL 的訊息可能會交出該堆疊。正在發送訊息給該閘道器 120 而沒有使用完整來源路線的節點 130、140 可能會將 TTL 設成至少為它們通往該閘道器 120 的最長路徑上的跳躍次數。該最大值 TTL 可以由管理者來組態設定。於一實施例中，並不會遞送將目的地位址設為 L2 廣播而被發送的封包。

單播封包的遞送可能係由 DLC(資料鏈路控制)層來確認。廣播封包可能會在 FHSS 技術中被設計為單播封包，並且同樣可能會被確認。其可能無法發送未經確認的單播封包。當節點 130、140 發送封包給一相鄰點時，MAC 層可能會回報重試次數以及最終成功傳送的結果。該網路層可能會以每一個相鄰點為基礎來保留此資訊的計數。

路由傳送子系統

於一實施例中，路由傳送子系統可能會被分成四個功能組成要件：

- 相鄰點掃描與探索

- 相鄰點維護
- 節點登錄上游相鄰點
- 節點登錄閘道器

該路由傳送子系統的一實施例可能會運用到用於進行層 2 路由傳送的代碼實體 DLF(資料鏈路遞送器)以及用於取得相鄰節點並且維護節點之間的時間資訊的代碼實體 MLME(媒體存取控制子層管理實體)。DLF 會經由一組 API 來介接該 MLME。

相鄰點掃描與探索

舉例來說，當出現下面條件時，CPD 140 之類的節點(圖 1b)便可能會啟動網路探索：

- 沒有可實行的出口節點(未和任何閘道器相關聯)
- 和上游節點的通訊已經中斷，依照管理的需要或是由於零件故障或傳播遺失的關係
- 送往其多個閘道器中一個閘道器的週期性登錄訊息已經失敗至少 3 次
- 公佈了一新的網路

舉例來說，倘若和其指定主裝置(CPD 節點 140)的鏈路已經中斷，BPD 130 之類的節點便可能會啟動網路探索。

於範例實施例中，一節點可能會利用兩個基本方法來探索相鄰節點：廣播探索以及相鄰點查詢。當一節點出現時，MLME 可能會經由「廣播探索方法」來尋找該節點的全部鄰近點(或是直接相連的 RF 鏈路)。其可能會隨機地進

行此任務，用以判斷何時應該開始發送廣播探索訊框，並且接著選擇要於其上發送該廣播探索訊框的頻道(頻道選擇可能係隨機進行)。接著，其可能會循環經過每一個通訊槽，在下一個通訊槽上傳送每一個接續的廣播探索訊框，於最後一個通訊槽處進行包裹。於一實施例中，此方法能夠保證一廣播探索訊框會於以 FHSS 為基礎的網路的跳躍序列而在每一個頻道上被發送。

於該等示範性實施例中，可能會有兩種廣播探索模式：主動式以及被動式。當開機時，裝置節點可能會進入主動探索模式，於該模式中會在隨機的時時間隔處送出探索訊框，該等時間間隔的大小等級可能為毫秒。當主動探索持續時間長度已經逾期，其便可能會進入被動探索模式。於被動探索模式中，節點可能會在發送廣播探索訊框之間等待較長的時間，其大小等級通常為分鐘。

一旦該探索方法已經找到一相鄰點(鄰近點)、或是找到一組相鄰點，則 MLME 接著便可能會查詢該等被探索到之相鄰點的直接相鄰點(直接相鄰點可能會響應於該查詢而被提供)。這可更快速地探索該網路環境(和廣播大量的訊框而希望聯繫任何一個特殊裝置的作法不同)。該相鄰點查詢機制可能係一簡單的查詢/答覆機制：一接收到相鄰點查詢的節點將準則套用在其清單中的節點；「符合」該準則的節點則會被放置在相鄰點答覆中。倘若未假定任何準則，那麼該清單中的所有節點皆可能會被放置在相鄰點答覆中。

MLME 可能會通知該 DLF 何時探索會結束，也就是：

該等節點皆已經被查詢過它們的相鄰點並且已經試著抵達該些相鄰點。

使用由 MLME 所建立的相鄰點清單，該 DLF 便可以嘗試並且找出已公佈的出口路線。其可能會藉由聆聽在 MLME 的相鄰點表中來自該等節點的「網路公佈 (Network Advertisement, NADV)」訊息來完成此任務。

NADV 訊息可能會公佈一組出口路線，其可能包含該等出口路線的路徑成本以及跳躍計數。路徑成本可能為所有候選路徑之中和出口(閘道器)相關聯的最低成本。跳躍計數可能為抵達該出口所進行的最高跳躍次數。跳躍計數可以用來防止發生路由傳送迴圈，並且未必會配合路徑成本來使用。NADV 訊息之格式的一範例顯示在圖 3 中。目的地 MAC 位址可能係發出該網路公佈資訊的節點的 MAC 位址。於大部分的情況中，其可能係出口點(或是閘道器)，因為可以藉由網路的出口節點來辨識網路。

每一個節點皆能夠從所收到之具有 NADV 訊息型式的公佈資訊中建構出一路由傳送表，其中會列出：可以運用的網路；用以辨識該等網路中每一者的出口節點(閘道器)；以及通往該出口節點的可用路徑。該等可用路徑中每一條路徑可能會以下面來描述：下一次跳躍；用以描述路徑類型的旗標；以及鏈路成本和路徑成本。該等旗標可能會表示路線的種類—其是否為該表中的永久性登錄項；其是否可被該節點公佈…等。於一實施例中，該節點可能會因為某個上游節點通往該網路的總成本(鏈路成本和路徑成本)為

最小而決定登錄該上游節點。其它實施例可能會使用其它的準則，其包含在提供通往該網路的長距離出口中鏈路的有效可靠度。可能會在該路由傳送表中被捕捉的資訊的範例展示在圖 4 中。

節點可以從該路由傳送表格資訊中建構出一遞送或下一次跳躍表，其具有一由目的地 MAC 位址所組成的清單、和每一個位址相關聯的類型、以及它的路徑成本。於一實施例中，該類型反映出和該目的地相關聯的選擇喜好並且可能會係下面五個中一者：來源路由傳送型 (source-routed)、逐次跳躍型 (hop-by-hop)、直接鄰近點型 (direct adjacency)、導覽蹤跡型 (breadcrumb)、或是區域型 (local)。圖 5 提供可以列出的路線類型的範例。於逐次跳躍類型的目的地的一實施例情況中，其可能會一併列出從來源節點處開始的下一次跳躍。於來源路由傳送類型的目的地的情況中，可能會利用該遞送表中的目的地來詳盡地敘述一跳躍陣列。相同目的地的多個登錄項可能會依照喜好順序被列出，該喜好順序可能係由類型旗標和路徑成本兩者來決定。於一實施例中，當嘗試抵達目的地 4 時，節點可能會先使用依照遞增路徑成本的順序被保存在一已連結清單中的多個逐次跳躍型登錄項中一者。於其它實施例中，該路由傳送演算法會允許保存在來源節點處的路由傳送資訊藉由建構通往該目的地位址的一遞送路徑組合來為目的地 4 產生一來源路由傳送型登錄項。又，於其它實施例中，節點可能會使用其已經在某個時點處從傳遞資料流

量中所拾取的導覽蹤跡型路線。

相鄰點維護

於一實施例中，透過 MLME 信標(MLME beacon)或是用於同步化時脈且確保節點仍能相互交換封包的標靶式週期性持活訊息(targeted periodic keep alive message)便可持續地維護上游相鄰點與下游相鄰點。L2 路由傳送層可以利用此持續的聯繫與回授來達成多重目的，其可能包含：

- 相鄰點更新在時間更新信標中被傳送至下游裝置。
- 倘若節點的下游節點或上游節點仍有作用的話，那麼節點便會使用 MLME 來進行偵測。

舉例來說，當出現下面情形時一節點的上游鏈路特徵便可能會改變：

- 上游節點已經不可以再利用
- 偵測到一新的較佳上游節點
- 已經發生鏈路品質變化(隨著時間流逝而被平滑化)

於一實施例中，可能會遞迴地將前述規則套用至某一路徑中的所有上游節點。當出現調整時，該節點便會重新計算其多個出口節點中每一者的成本。當一節點通往其上游節點的成本明顯地改變會路由經過的多個網路中一者的成本時，其便可能會在下一個 MLME 信標集之中將此資訊散佈給其下游節點。

於一實施例中，網路資訊的變化可能會伴隨著「相鄰點清單(Neighbor List)」訊息被傳播，其協定類型欄位會被設為 0x2，用以表示部分的變化清單正在被散佈。於一實施例中，這能夠反映出增加新的網路或是改變既有網路的成本。當一上游節點消失從而導致某一特別的網路實際上變成不可再進行路由傳送時，「相鄰點清單」訊息便可能會在被發送時將協定類型設為 0x3，用以表示該網路已經從上游節點網路清單中被移除。

於一實施例中，藉由週期性網路登錄訊息的單播以對每一個開道器告知網路中發生的變化。該些訊息可能會被該開道器的網路裡面的每一個節點發送，並且可能含有一其上游節點的一完整清單、以及連結該等上游節點中每一者的鏈路成本。

於一實施例中，MLME 會保有下面兩個經平滑化的平均值，DLF 可以使用該等平均值來決定用於達成路由傳送目的的鏈路成本：經平滑化的 RSSI 以及經平滑化的 info 成功百分率(info success percentage)。「平滑化」一詞係表示在該資料上所進行的平均計算的類型。於一實施例中，該平均計算會使用下面公式：經平滑化的平均值 = $A * \text{平均值} + B * \text{取樣}$ ； $B = (1 - A)$ 。此類型的平均計算並不需要用到大量的儲存記憶體(和用於儲存最近的 N 個取樣不同)、並且還具有可控制數額的「歷史資料」。「歷史資料」一詞係表示新數值影響目前經平滑化平均值的程度。這可能會受控於 A 數值與 B 數值：大的 A 數值表示該平均值的歷史資料大於

較小的 A 數值。其它實施例可能會使用在盛行的網路條件下希望用到的其它平均技術。

RSSI 為所收到訊號的強度指示符。其可能會針對所接收自一節點的所有訊框來測量此數值。於某些實施例中，其在鏈路品質計算之中的用途相當有限，因為其可能無法清楚地表示該鏈路的位元錯誤率。當任何訊框從一節點處被接收時，便可能會利用該平均計算公式將該訊框的 RSSI 平均化為經平滑化的 RSSI。

於一實施例中，「info」成功百分率準則可以用來作為最佳的鏈路品質測量值、並且因而用來作出路由傳送決策。「info」成功百分率的型式為封包成功率(packet success rate)。「(info)」一詞係指開始進行通訊之訊框以外的訊框。被發送至於其跳躍序列中被標定之節點的第一訊框可能會因為干擾或是因為接收器正在忙碌的關係而失敗。在僅包含標定節點正在聆聽並且不是開始進行該通訊之訊框的訊框中，info 成功百分率係提供一可能不會隨著接收器之負載而大幅改變的鏈路品質測量值。info 成功百分率可能係鏈路品質的較佳指示符。

節點登錄上游相鄰點

每一個節點皆可能會明確地登錄其在一網路之中想要使用的上游節點。此登錄意謂著該上游節點現在可能試圖保有和該進行登錄節點有關的最新時間資訊，以及保有下游路由傳送表登錄項。因此，資料流量可能不僅會流向出

口，還會回流到該節點(下游)。

該節點會藉由發送給其上游節點一「上游登錄」訊息以便登錄該上游節點。該「上游登錄」訊息可能含有該裝置的類型以及相鄰區域健全性計量值(neighborhood health metric)。相鄰區域健全性計量值可以用來在一上游節點超載時剔除下游節點。具有低相鄰區域健全性計量值的裝置(所以，可以推測其會有低路徑多樣性(path diversity))可能會在高相鄰區域健全性計量值的裝置之前被優先選出。

圖 6a 中詳細說明該「上游登錄」訊息之一示範性格式。訊息類型表示其係一上游登錄。相鄰區域成本係以潛在上游節點之數量和現役上游節點之數量的組合為基礎的相鄰區域健全性計量值。

潛在上游節點會利用「上游登錄確認」訊息來肯定或否定確認「上游登錄」訊息。可以此確認訊息的數值為基礎來更新一裝置的「相鄰區域健全性」。潛在上游節點提供的權值可能會小於經確認的上游節點。

圖 6b 中提出該「上游登錄確認」訊息之一示範性格式。類型表示其係一「上游登錄確認」訊息。「Seq Num」為要求者在該「上游登錄」訊息之中所發送的序號。答覆的狀態碼可能為下面其中一者：

- 0x0，節點成功地加入
- 0x1，節點加入失敗
- 0x2，節點因高負載的關係被拒
- 0x3，節點已經被維護

節點登錄 AP

節點可能會藉由發送一單播「AP 登錄」訊息 (AREG) 而將其本身登錄在一閘道器之中。該 AREG 訊息可能含有由該閘道器的網路中被該進行登錄節點當作上游節點的節點的位址所組成的清單以及和該些上游節點中每一者相關聯的鏈路成本。其可能還含有由其它候選網路(由該些網路的出口節點來表示)所組成的清單以及它們的成本。

圖 7a 中提出該 AREG 訊息的一示範性格式。類型可能會被設定為用以表示其係一 AREG 訊息。倘若還有資料要發送的話，M 位元便可能會被設定。Seq Num 可能係該登錄訊息的序號。當該登錄訊息在分成多個部分被發送時，便可能會使用到訊息編號(message number)。每一個 AREG 相鄰點 (AREG Neighbor) 均可能描述一位於該進行登錄節點所使用的路徑之中的上游節點。

圖 7b 中提出該 AREG 訊息裡面的 AREG 相鄰點描述的一示範性格式。MAC 位址可能對應於該上游節點或是該進行登錄節點正在通知該閘道器的網路出口點。成本可能係通往該上游節點或是所描述之網路出口點的已記錄成本。E 位元為網路出口節點位元。倘若該相鄰點描述係代表一網路出口節點而非上游相鄰點，E 位元便會被設定。

於一實施例中，當該節點成功地登錄該閘道器時，該閘道器便可能會將該節點放進其路由傳送表之中，並且保有該節點的最新狀態。該節點可能會發送週期性的登錄訊

息給閘道器(大小等級為每隔 12 小時一次)。該閘道器在看見後續的閘道器(AP)登錄訊息時便可能會更新其路由傳送表。倘若該閘道器連續遺失三個登錄訊息的話，該節點便可能會從該閘道器的路由傳送表之中被剔除，且該節點本身可能會需要重新登錄。

響應於首次成功登錄，該閘道器可能會往下發送含有任何網路組態資訊的一組 TLV。除了其它資訊外，此清單還可能包含下面資訊：該閘道器的全域路由傳送 IPv6 前置符、閘道器的 MAC 位址、DNS 伺服器位址、網路傳送計時器、及 L2/L3 路由傳送有關的任何其它變數。圖 7c 為送給該進行登錄節點之具有網路位址的閘道器 AREG 訊息範例。

倘若一閘道器因太多節點而超載，其便可能會開始剔除有其它候選網路的節點。其可以藉由審視於該 AREG 訊息中所回報的不同網路來評估此結果，並且可以從該網路中移除最健全的候選者，並且通知它們已採取的任何動作。

範例

圖 8 中所繪製的小型 RF 網路可以用來圖解路線決策及傳播如何運作在一典型場景中的較佳實施例，其中會先論及閘道器(821、822、...)以及中繼器(831、832、...)，接著會論及末端節點(841、842、843、...)。如圖 9 中所示，鏈路成本會被映射在於 RF 層中相互建立通訊的節點之間。

於圖 8 與 9 中所示的範例中，以接收自其相鄰點(包含 R1 與 R2)的已公佈路徑成本為基礎，節點 M1、M2、以及

M3 會分別建立通往閘道器 AP1 與 AP2 的路由傳送選項以便離開。於大部分的情況中，每一個節點在下一次跳躍(next-hop, NH)組態中皆會具有經過其相鄰點中一或多者的多個經優先排序的路由傳送選項。

於一實施例中，該路由傳送機制可能會被調適成相容於並且善用使用在一實施例之無線網路中的跳頻展頻(FHSS)存取技術，並且運用 FHSS 的某些固有操作特點。在跳頻技術中會進行規律的時間更新，以便解決應該保持同步之各個節點處的時脈漂移而同步地交換封包。該路由傳送協定可以利用跳頻時間更新作為用於發送鏈路狀態資訊的「持活訊息」來保持最小的封包經常性資料。另或者，時間更新資訊亦可運載於要被遞送的任何資料封包上。除非特別提及，否則持活訊息可能係被發送用以更新資訊的訊息，並且可能會被規律地發送。舉例來說，當某一節點初始開機啟動或者剛被引入一網路之中時，「我還活著(I'm alive)」的訊息(其亦可用來更新路由傳送資訊)通常可能會被發送用以進行宣告。

於此實施例中，在利用 FHSS 技術的網路中可能不會在該路由傳送協定進行任何習知意義的廣播。節點可能會逐個的方式被直接標定以便進行封包交換。本文所提出的路由傳送協定可能會用到廣播的抽象概念，因此利用全部為 1(16 進制的 ff:ff:ff:ff:ff:ff)之 8 位元組的 MAC 位址會在每一個通訊槽或頻道上被傳送，其會始於一隨機選出的通訊槽且在每一次傳送之間會有一預設的等待時間。

於一實施例中，本文所述的路由傳送協定會使用到以 FHSS 為基礎之無線網路中的信標發信 (beaconing) 功能，其中信標係所有相鄰點皆能夠識別的一特定已知跳頻序列上的一週期性廣播。該能夠被多個相鄰點所接收的廣播信標的效用會大於發送一路由傳送更新給每一個相鄰點。相較於路由傳送更新，信標還可能係一具有較少前導位元量 (overhead) 的較短傳輸，因為可能沒有任何確認訊息且因而於失敗時重新傳送封包會比較少。

於一實施例中，本文中所述的路由傳送協定會被設計成利用該網路之中的裝置 (節點) 的集體性計算資源來計算路線且將路線散佈給所有節點，而並非依賴於該無線網路之源頭處的一個閘道器。以具有每一條路線及每一次跳躍之相關聯路徑成本的出口路線公佈為基礎，該端點可能會選擇作為下一次跳躍之有序多個上游節點的較佳集合，以便經由多個閘道器 (其亦稱為 AP) 離開一 WAN 網路。在上游或是通往該閘道器的主要路線失效時，其可能會立刻回降至該端點的資料庫之中的第二路線及/或閘道器，而不需要等待路由傳送演算法進行重新收斂計算，因為該等路線都已經被事先收斂算出。

於一實施例中，該路由傳送協定允許節點從其中一網路遷移至另一網路。當一上游節點公佈其已知的路線給一下游節點時，其可能會向外發送一組出口路線給可利用的網路。每一個節點處的路由傳送表會列出通過可利用網路中多個閘道器的下一次跳躍，從而在假使主要或是預設網

路無法利用時可以進行快速的遷移。

於一實施例中，每一個節點均會將自己登錄在其希望所使用的上游節點之中。該上游節點現在可能會保有該節點的下游路由傳送表登錄項。以一端點為目標的資料流量現在可能會以逐次跳躍的方式被率先路由傳送，其中源自來源節點或任何節點的下一次跳躍可依序被加入該封包的訊息標頭之中。當然，目的地位址可能會依照慣例被併入。其中能由該閘道器明確敘述在訊息標頭中之多個封包所通過的有序節點清單之來源路由傳送同樣係在此演算法的範疇內作為第二選項。本文所揭示的路由傳送協定可以允許每一個節點於其智識庫中有多個下一次跳躍、並且使其能夠從它們中進行選擇以達逐次跳躍遞送的目的。藉此作法，該等封包便能夠防止出現有問題的鏈路而不會發生傳送失敗並且不必進行重新傳送，而且更有利於使用在該等RF鏈路本質上傾向為短暫的無線網路之中。此外，這還能夠防止發生開放端路線探索迴圈及有問題路線的爭議，其中在出現失敗鏈路時強制納入來源路由傳送技術。

公用設施網路中完整的路由傳送施行方式可能會施行眾多功能以便確保該網路與該等節點會以最佳方式來運作。本文的揭示內容說明會增強網路效能的數種新穎作法，其利用到和先前所述相同的路由傳送功能。

組態管理

網路中的節點上可能會有合宜且最新的組態，並且可

將此組態資訊散佈給該網路之中的其它節點。對用於管理該網路的公用設施後勤伺服器(BOS)來說，等網路節點必須具有點對點可達性(end-to-end reachability)。該等節點可被正確地配置並且具備和整體網路組態有關的充分資訊，其會藉由利用上游節點作為代理器用以散佈組態資訊。

網路裝置(節點)上可能會有場域/站台特有的某些「設定值」。該些設定值可被表示成該裝置上的組態變數。組態變數一經設定之後便可以寫到永久性儲存體之中。該些設定值的範例如下：計量錶使用的 DNS 伺服器、SNTP 陷阱主機(trap host)訊息、時區資訊、...等。

進一步言之，某些組態變數亦可能係「knob」，它們可以用來調整該網路的實施方式，舉例來說：發送網路登錄的速率；可以使用在鏈路成本演算法之中的某些平滑化參數。可能有些情況要在整個網路層級上來調整該 knob，以便改變該網路之中多個裝置的行為。為達該些功能，時時在裝置與網路層級散佈、施行、以及管理該等組態位準可能會相當實用。

本文所提出的揭示內容提供一種用於執行組態管理的方法。當節點發送一路由傳送登錄給閘道器(NREG)時，該等節點可能會併入其組態的 SHA-1 雜湊值(安全雜湊演算法)。倘若 SHA-1 雜湊值並未匹配儲存在該閘道器中的雜湊值，那麼該閘道器便可能會發送其新組態給該節點。此 SHA-1 雜湊值可能含有：

- 要被併入 SHA-1 之中的變數清單

- 要使用在該 SHA 之中的變數

該變數清單可能非常重要，因為倘若需要在該組態 SHA-1 之中並入新變數的話，改變該清單將會導致 SHA-1 不匹配的結果。

時間同步化：

此項目和組態管理有關，其獨特性在於將時間同步化的概念具現在網路登錄(NREG)訊息中。其並不會分開向後勤時間伺服器或是該閘道器上的時間伺服器提出要求；取而代之係當一裝置發送一 NREG 訊息時，新節點或是重新開機的節點皆被給定時間作為加入(重新加入)該網路的一部分。這項新穎性有下面數項優點，其包含：(a)幾乎可以立刻取得時間資訊；(b)能夠節省至少兩個點對點封包。

時間同步化散佈在一網路中通常可能會有一基本的要求/答覆機制。網路節點可能會被配置成用以從一特定的 MAC 位址處要求時間。倘若該位址並未被組態設定於該等節點中的話，它們便可能會向其路由傳送表中的一閘道器要求時間。閘道器可以執行 SNTP(簡易網路時間協定，Simple Network Time Protocol)。倘若該等閘道器有時間，它們便能夠以下面的方式來回覆：回覆封包可能會由應用層進行時間戳記(time-stamped)。當該封包被向下交遞時，其可能會在 MAC 層「被標記」為傳送延遲。該封包可能會有一總傳送延遲的欄位，且在每一個跳躍處均可能會更新此數值。當提出要求的節點接收到答覆時，其可以相加該

時間戳記數值和該傳送延遲，用以取得目前的時間。為提高效率，該封包中可能會有一「旗標」以表示其應該在每一個跳躍處被檢查。這可能係一通用旗標並且可供其它協定(舉例來說，traceroute)重複使用。

時間同步化要求可以當成一單機型 IP 封包來發送(舉例來說，IPv4 或 IPv6)；或者為提高效率，其亦可以被組合在網路登錄(NREG)封包中。其並不會直接被併入該網路登錄封包的酬載中；確切地說，其會被插入資料-鏈路介面(DLI) TLV 之中。該 DLI TLV 可能會在該封包被向上交遞給應用層之前先經過處理。倘若閘道器接收到一具有網路登錄的時間同步化要求，那麼應答便可能會被併入成為網路登錄確認訊息(NREG ACK)之中的 DLI TLV。

由網路節點進行區域性負載管理

本領域會希望避免下面情形：網路中多個節點「排在」最佳成本節點的後面、並且使用此節點來進行路由傳送。該節點可能很快會因忙碌而無法遞送正在使用該節點的所有節點的資料流量。這可能還會使得路由傳送變得非常脆弱從而造成擁擠，並且可能會讓許多節點變成無法抵達。進一步言之，在形成新的路線時可能會有許多慌亂。

本文所揭示的新穎性能夠強制較佳節點提高被公佈給隨機相鄰點集合的成本。該(等)較佳節點可能會從正在使用它的節點處接收「維持(keep)」封包。該「維持」封包可能係一來自下游節點的要求，用以要求該上游節點繼續將該

節點併入其現役封包遞送(路由傳送)清單之中。倘若該較佳節點有太多現役維持節點，其便可能會提高其路徑成本(根據被設計成用以達到減少指定但可變之封包資料流量百分率之目的的演算法)、並且可能會將此新成本發送給其希望丟棄的一隨機選擇的相鄰點或是發送給根據負載平衡或資料流量平衡演算法所選出的數個相鄰節點。其可能會繼續發送實際成本給其餘節點。此作動的目標係阻止較小(但是為預設百分率)的節點集合離開該較佳節點。該演算法可能會考量下面兩項因素以防止網路資料流量出現大幅擺動：

- 藉由散佈「高」路徑成本給大部分的節點以強制大量節點尋求替代路線並且創造路由傳送迴圈。
- 防止發生持續接收實際路徑成本的下游節點不會無意中將此成本公佈給已經從較佳節點處接收到高路徑成本的節點的情形，從而在某些情況下強制它們經由該等發出公佈的節點將該等封包路由傳送回到該較佳節點。

維持封包可能會在規律的時間間隔處被發送並且可能不會如同網路資料流量般改變。它們可以和路線公佈週期大略相同的速率被發送，俾使該等節點應該讓該維持封包被下一個公佈週期予以回授。於一實施例中，rta(路由傳送公佈，routing advertisement)週期可能會被設定為 20 分鐘而維持週期則可能會被設定為 10 分鐘。

本發明可能假設：除非節點通往目前上游相鄰點以便離開的成本增加 10%，否則它們並不會切換至更佳或替代

路線。所以，於一實施例中所使用的演算法可能會強制上游節點將該路線的成本增加~10%。於一實施例中，路線成本增加會保持小於 20%。除此之外，倘若該等節點開始進行切換並且導致更多的資料流量往下游流動，其便可能會觸發 rta。

該等下游節點亦可從該較佳上游節點正在將該 rta 送往的所有節點中被隨機選出，該較佳上游節點並不僅將該 rta 送往正在發送該等維持訊息給它的節點。這可以阻止當它們的路由傳送情況強制它們選擇該較佳節點時係立刻切換至該較佳節點的節點。這係一種有效的預防方案而避免從新的下游節點處接收到大量的登錄要求。

由閘道器進行區域性負載管理

於某些網路情況中，某些閘道器可能會因該場域中的資料流量而超載，而其它閘道器卻僅有很少的節點會登錄，因而造成資料流量不平衡。一種管理流入閘道器中的資料流量的示範性方法可能係控制登錄該閘道器的網路節點的數量。另一方面，閘道器亦可以防止節點受困(也就是，他們無法登錄任何閘道器)的方式來控制該等登錄作業。

在本文所揭示的路由傳送演算法中，可能會有至少三種機制來控制要登錄一閘道器的網路節點的數量：

- 1) 一路由傳送公佈向外傳播至該網路之中的跳躍次數
- 2) 閘道器回推 (發送否定 NREG ACK)

- 3) 提高閘道器所公佈的路由傳送成本(倘若閘道器代替數個選定節點來公佈路線用以為該等進行登錄的節點提供出口的話)

跳躍計數控制：

本文所揭示的路由傳送演算法能夠調整路由傳送公佈可被向外遞送至該網路之中的跳躍次數。該演算法可能還包含一基礎的回授控制演算法。此演算法的一種類型可能係閘道器特有的，其中閘道器會以希望在其登錄檔之中會有的目標節點數量為基礎來個別調整它們的跳躍計數。第二種類型可能係一可能為全域的控制迴圈，其中閘道器會相對於彼此來調整它們的跳躍計數。倘若一個閘道器之中已登錄的節點多過另一閘道器，其便可能會降低其跳躍計數，而該另一閘道器則會提高其跳躍數。

閘道器回推：

於一實施例中，節點在登錄閘道器時可能會告知該閘道器其是它們的主要、次要、或是第三路線。閘道器對於要開始發送否定確認訊息(NACK)給第三節點與次要節點的路線的數量可能會有嚴格限制。於一實施例中，閘道器可能不會發送 NACK 給主要 NREG 以免讓該等節點受困。

一旦一閘道器已經登錄的路線(節點)的數量在針對管理該網路資料流量所設定的限制值之上的話，該閘道器便可能會開始發送 NACK 給試圖要登錄成第三路線的任何節

點。次要 NACK 的位準可能會高於第三 NACK 的位準。當抵達此位準時，該閘道器便可能會開始發送 NACK 給第三登錄者與次要登錄者兩者。

當一節點從一閘道器處接收一 NACK 時，其便可能會將其放進保留清單(hold-down list)之中。來自該保留清單之中的閘道器的公布可能會被棄置。將閘道器放進保留清單之中可以防止節點立刻再度登錄該閘道器。當一節點從該閘道器處接收到一重新啟動登錄的訊息連同一路線公佈訊息之後，該節點便可以重新啟動登錄該閘道器。一旦該閘道器從該保留清單之中被移除，該節點便可以重新登錄該閘道器。於一實施例中，一閘道器可能會在一 NACK 之後被放置在該保留清單之中維持 3 個小時。倘若一節點遺失所有路線超過一段特定週期的話，其便可以假設該網路已經明顯地改變。於此情況中，便可以從該保留清單之中拿掉該節點已從該處接收到 NACK 的閘道器。

又於另一實施例中，閘道器回推的另一變化用途係讓該等閘道器全域性地相互同步化，用以設定該等次要位準與主要位準。該位準可能會相依於對照之下其它閘道器的負載情形而改變。

路線評估(探索與維護)

鏈路評估

當一節點被探索時，來源節點的 MLME(MAC 層管理實體)可能對於該被探索節點是否係一好的相鄰點完全沒有任

何概念。對此來說，其可能會希望評估其通往該節點的路由傳送成功率。於一實施例中，評估階段包含發送 20 個(可以組態設定)封包給一節點並且接著計算該等封包之中有多少個封包成功送達(於此實施例中，可能會使用一指數型濾波器來評估該鏈路資訊成功率)。該來源節點可能會在該評估封包之中發送其最新的鏈路成本。每一個評估封包亦可能會被確認。這可達下面目的：1)該相鄰點能夠與該節點進行反向交談，2)該來源節點會知道與其相連的該相鄰點的鏈路成本為何。知道雙向鏈路成本對於路由傳送來說可能非常重要，因為資料流量會反向往下游移動。雙向鏈路成本亦可能會被併入該來源節點發送給稍後可以用來進行路由傳送的上游節點的維持封包確認訊息之中。

該評估過程可能會導致可觀的封包資料流量。一節點可能無法一次同時評估其所有的相鄰點。不過，該來源節點可能會先評估最佳的節點，俾使該節點可以開始加入路由傳送。所以於一實施例中，該來源節點會選擇可組態設定數量的最佳 RSSI 相鄰點，並且率先評估它們。於一實施例中，該數量會被設為五(5)。

維持機制

於一無線獨立式網路中，節點可能會保留和它們的相鄰點有關的某種資訊。此資訊可能會被儲存在一清單之中。如本文所提出者，該清單稱為「nodeq」。

該維持機制可能有下面三項目的：

- 1) 讓相鄰點知道它們係用於進行路由傳送的上游，且因此除非有實際需要，否則它們不應該從 nodeq 中將發送維持訊息給它們的節點丟棄；
- 2) 取得雙向鏈路資訊俾使可以預測路線路徑成本；
- 3) 假如一節點已從一上游節點的 nodeq 之中被丟棄，它們會盡可能立刻掌握此狀況(於一實施例中，會在 2x20 分鐘的路由傳送公佈週期已經流逝之前)。

該維持機制可以依照下面方式來運作：來源節點的 MLME 每隔 10 分鐘便可能會發送維持封包給路由傳送層正在使用的上游節點。該等維持封包可能會被確認，而且該確認訊息可能會含有從該上游節點至該節點的鏈路成本。

- 1) 當一節點接收一維持訊息時，其可能會將該進行傳送的節點標記為維持節點，並且可能不會從 nodeq 處將該節點剔除。
- 2) 維持訊息可能會提供該節點一種掌握上游鏈路成本為何的方式。於某些實施例中，倘若維持訊息未被傳送，那麼可能僅會有非常低的資料流量會從一下游節點流到一上游節點。一種範例可能在一公用設施計量錶每天僅被讀取一次時。於此情況中，該維持訊息資料流量可以用來在具有非常低的叢發式資料流量的網路中保持穩定的路線。在通往下游的方向中，可能每隔 20 分鐘便會有路由傳送公佈型式的資料流量。因此，發送週期性

維持封包會有助於測量鏈路成本並且將其傳送給兩個節點，俾使它們可以保有最新的雙向鏈路成本。

- 3) 當一節點從一上游節點的 nodeq 之中被丟棄時，該經丟棄的節點可能會立刻從該上游節點處接收一「剔除 cull」訊息。不過，倘若基於某種理由導致該經丟棄的節點沒有收到該訊息(舉例來說，當一節點剛重新開機時…等)，那麼倘若在其下一個維持訊息循環期間仍未收到該維持確認訊息，便可以推論其已遭到棄置。且此結果的發生速度會快過指派給路由傳送公佈逾期之約 40 分鐘的範例時間。因此，其能夠讓網路對於變化會有更大的反應性並且能夠更快速適應。

鏈路評估演算法

a) 透過 info 成功百分率進行直接鏈路評估：

於一實施例中，節點的資料鏈路層(DLL)會藉由先對相鄰點進行輪詢來與它們進行通訊，以便查看該相鄰點是否可以利用。倘若收到該輪詢確認訊息的話，資料訊框便可能會被發送。此交換稱為 PADA 交換(輪詢-確認-資料-確認)。當未收到輪詢或資料訊框的任何確認訊息(ACK)時，便可能會產生一隨機的延後時間(back-off time)，並且在該延後時間已經逾時時進行重新傳送。

INFO 一詞係指在 PADA 交換之中被發送的資料。INFO

訊框(不同於 POLL 訊框)的品質讓傳送器知道會聆聽該傳送器的接收器。因此，傳送器無法取得一 INFO 訊框之 ACK 訊息的一項理由可能係該 INFO 訊框有誤或是該 ACK 訊息的接收有誤。每一個節點均能夠使用一指數加權型的移動平均公式來計算通往其每一個相鄰點的 INFO 成功百分率(INFO%)。當任何 INFO 訊框被成功地傳送或是傳送失敗時便可以進行此計算；在發生 POLL 失敗時則可能不會進行此計算。鏈路成本演算法使用該 INFO%的原因可能僅係因為其可更佳地代表直接相連的鏈路之間的鏈路品質。

不論 POLL 訊框或 INFO 訊框何時失敗會執行該延後演算法。一隨機的延後值可會產生於目前的延後視窗內。該目前的延後視窗可能係一幾何遞增視窗；每一次連續性失敗均可能會擴增該隨機延後值被輪轉的視窗。因此，較低的封包傳送成功百分率便可能會造成較大的延後值。

鏈路成本可能會被設計成用以代表其用來發送一固定大小之 PADA 交易所花費的平均時間總額。於一實施例中，此固定大小可能會被選為 50 毫秒。於某些情況中，50 毫秒可能非常理想，因為其代表網路之中典型的封包資料大小。其它的 PADA 交易大小亦完全適用於本發明。接著，此時間便可以針對各種 INFO%被算出(POLL 可被假設成總是成功)，其包含在該 INFO%前提之下的平均延後時間數額。此資料可能會被網路節點保存在一查找表之中。藉由在該查找表中查找在該 INFO%前提下的 PADA 交易時間便可以計算出通往一相鄰點的鏈路成本。舉例來說，該查找

表可能會保持 4% 的遞增。

於一實施例中，可能會使用雙向數值來取得最終的鏈路成本。也就是：上游節點可能會將其 INFO% 成功率發送給該來源節點。接著，該來源節點便可以將該來源節點的 INFO% 至該上游節點以及送到該上游節點的 INFO% 至該來源節點兩者的「平均時間」製表。這可能會產生一穩定的雙向路線，因為路由傳送可能會要求一節點能夠成功地往上游及往下游發送封包。

b) 路徑成本評估

路徑成本可以藉由相加一路徑上的鏈路成本而被算出。因為鏈路成本可能係以時間為單位(而非 INFO%)，因此它們可以相加而且不需要相乘在一起。

相鄰點查詢 & 不良相鄰點清單

相鄰點查詢可能係節點快速探索大型相鄰點集合的一種方式，而不必隨機地傳送探索封包。當一節點探索相鄰點時，其可能會進入「現役(active)」相鄰點探索週期之中。於此時間期間，其可能會向相鄰點詢問它們所知悉的節點。此初始質詢可能會以快速的速率來進行。一旦初始探索過程穩定且該節點處於正常操作模式(沒有中斷、重新開機、...等)之中以後，便可以比較緩慢的方式送出相鄰點查詢。另外，為防止 nodeq 過於不穩(大小持續增加、然後發生剔除、...等)，倘若該節點在其佇列中有超過 90% 以上所希數量節點的話，其便可能不會發送相鄰點查詢。

相鄰點查詢可以單擊(one-shot)的方式來完成。當一節點接收到相鄰點查詢時，其可能會送回和其現役相鄰點有關的資訊(MAC 位址、跳躍序列、…等)，除了作為介面管理單元(IMU's, Interface Management Units)的相鄰點之外(介面管理單元係被安置在水錶與氣體流量錶上的單元)。該等 IMU's 可能具有有限能量，因此並不會希望被許多計量錶探索且作為許多計量錶的可能中繼節點。

存有一些在提出質問的節點於相鄰點查詢過程中所接收到而無法與之交談的節點的。其可能會在多個相鄰點查詢中接收到和該些無法聯繫節點有關的通知。該些節點可能會被放置在不良 nodeq 中，以便防止節點連續嘗試和其已知道無法交談的相鄰點進行交談。當節點因某種理由(某些範例如下：反覆的停機與重新開機；非常差的鏈路成本與路徑成本；來自排斥節點的網路伺服器與閘道器的警報；安全性警報；…等)而被移除時，它們亦可能會被放置在不良節點清單之中。不良節點清單上的節點除非已經重新開機且它們的鏈路條件已經獲得承認，否則便可能不會重新被加入一節點的 nodeq 之中。該不良 nodeq 還有助於穩定真實的 nodeq，因為節點可能無法在其它節點被移除之後立刻重新獲得該些節點。節點可能會在指定的週期之後從該不良 nodeq 之中被移除。

倘若節點沒有足夠的相鄰點，其亦可能會從該不良 nodeq 之中被移除。為符合重新加入正常 nodeq 之中的資格，不良 nodeq 清單之中的節點可能要在近期中被復原節點

(reinstating node)存取過並且在其儲存體中有某種鏈路資訊。這能夠確保該節點一度和它們交談過，而且確保它們假如不在不良 nodeq 清單上則將在相鄰點查詢中被探索。

剔除

剔除的過程可能會在記憶體用罄之前從節點的 nodeq 之中汰除數個相鄰點，以便分配節點指標符。剔除可能會搶先完成以便讓新節點/中斷連接的節點有空間可以連接至一特殊節點，並且還可用來控制資料流量。要剔除的節點數量以及要剔除哪些節點的選擇可能會影響到連線能力以及網路操作。

剔除的目標包含：

- 保有小型 nodeq 以便最小化網路擁擠與干擾
- 保有空間供 nodeq 上新/中斷連接的計量錶來使用
- 不經常地剔除以便最小化不穩定性
- 最小化對路由傳送的剔除影響
- 讓節點保有很高鏈路品質

設計剔除演算法的第一步驟可能係先決定 nodeq 之中的節點的最佳數量應該為 100 至 110 個節點(以資料流量為基礎)。該剔除演算法可能會於其中建立滯後作用(hysteresis)。這暗喻著在該 nodeq 中的節點可能會有一高位準與一低位準。一旦節點的數量超過高位準，節點便可能會被剔除，直到該 nodeq 處於低位準處為止。

剔除演算法的下一道步驟可能係在需要進行剔除時為

該來源節點決定出要剔除哪些節點。為不破壞路由傳送，該來源節點的路由傳送層可能會對目前正充當上游節點之節點予以標記。該些節點可能不會被剔除。接著，正在利用該來源節點作為上游節點的節點可能也不會被剔除。再者，該來源節點還可能避免剔除基礎架構節點，因為它們有助於減少路由傳送的跳躍次數以及發生網路中斷的機會。基礎架構節點可能係中繼器、閘道器、以及現場服務單元(FSU, Field Service unit)。FSU 不可以被剔除以便達成現場偵錯、韌體更新、以及其它維護功能。每一個節點均可能會受到指示以在其 nodeq 上保留特定數量的閘道器與中繼器(該數量可以 nodeq 大小的百分率來表示)。最後，當一節點有一條通往某一 AP 的路線時，其可能會試著避免剔除尚未取得路線的節點。該些節點有可能會取得一條經過該來源節點的路線，所以它們應該保留在該 nodeq 上。

於一實施例中，該演算法的運作方式如下：每當要剔除 N 個節點時，可能會經由該 nodeq 總共進行三個動作用以選擇要剔除的節點。每一個動作均可能會根據鏈路品質來選擇節點(舉例來說，每一個動作均會剔除最低的鏈路品質)。第一個動作可能會判斷該節點是否已經有一路線。倘若該節點沒有任何路線，其便可能會略過該第一個動作而直接進入下面所述之第二個動作中的剔除準則。於第一個動作期間，一節點可能會試著尋找已經有獨立路線的 N 個相鄰點(沒有以彼此作為上游節點的節點)。一節點可能會知道其正在使用哪一個相鄰點以及哪些相鄰點正在使用它，

因為沒有在使用它的那些節點可能每隔 20 分鐘便會發送路由傳送公佈給它。倘若於第一個動作期間找到 N 個節點的話，可能便不會進行任何進一步動作，並且可以剔除該等選定的節點。在第二個動作之中，可能會放寬「有路線」的條件限制並且可能會剔除沒有路線的節點。不過在此動作之中，可能不會選擇正在發送維持訊息的節點。在第三個動作之中，即使是發送維持訊息的節點仍可能會被選擇用以剔除。理想上並不會經常到達第三個動作，因為其可能會破壞路由傳送。

當一節點要被剔除時，可能會發送一剔除訊息給該節點，以便讓它知道其已經不在該 nodeq 上。這會防止發生下面不對稱的情形：該已被剔除的節點可能仍和該進行剔除的節點進行通訊；但是，該進行剔除的節點卻因為該已被剔除的節點已經不在 nodeq 上而不再和它進行通訊。

當一節點被選擇要剔除時，cull sched 旗標便可能會被標記並且可能會經由 MLME 排程器來排程一剔除訊息。於該剔除訊息已經成功地被傳送之後，便可以棄置該指定節點。偶然地，可能會無法傳送該剔除訊息給該節點。於此情況中，該節點可能會在數次重試之後才被棄置。

應急(contingency)路由傳送技術

反向來源路線

當一節點已經失去其網路(於保留清單中)或是基於某種理由從一並非針對它所配置的開道器處接收到一封包

時，便可能會無法聯繫此節點。可能有許多方法可以建立通往該節點的靜態路線；不過該些方法可能非常耗時。進一步言之，可能很難插入和節點相連的靜態路線，因為在一者能夠從該節點取得確認/與該節點進行交談之前，該者可能必須將該路線插入該節點的路由傳送表中。

本文所提出的揭示內容便提供一種解決此問題的方法。當一節點從一沒有在其路由傳送表格中的閘道器(或者組態設定著多重路徑(multihome)的 IPv6 前置符)處接收一來源路由傳送型封包時，其便可能會自動組態設定該必要的多重路徑配置、將該來源路線反向、並且將其插入於其 IPv6 以及其路由傳送表中。該路線可能僅在短暫時間中為合法(於一實施例中大約為八秒)，以便讓該節點可以應答該 AP。於一實施例中，每當該 AP 發送一封包給該節點時，即使該路線已經不再合法而仍可能被重新插入。

透過導覽蹤跡型路線的下游多樣性

於某些示範性實施例中，節點可能僅會保留網路中存取點的路線。因此，它們可能不會有通往其它節點的任何路線。在往下游的方向中，封包可能係由一閘道器開始路由傳送出來的。倘若它們在某次特殊跳躍中失敗，那麼便可能無法遞送它們(節點可能沒有保留該網路中所有其它節點的路由傳送表)。

本文所提出的揭示內容可以提供一種克服此問題的方法並且引進下游多樣性。於一實施例中，節點可能會在它

們欲將資料流量遞送前往的目的地路由傳送表中插入導覽蹤跡型路線。當一節點遞送一來自一下游來源節點的封包時，一導覽蹤跡型路線便可能會被插入其路由傳送表中。該進行遞送的節點可能會知道來源節點的 MAC 位址，以及在上一次跳躍時中繼轉送該封包而位於其正下游的節點。該進行遞送的節點可能會將一層 2 路線插設至通過該正下游節點的來源節點處。因此，當該進行遞送的節點收到一以該原始來源節點為目的地的封包時，其便會有一條用以遞送該封包的路線。於一實施例中，倘若一節點無法沿著一封包中的來源路線來遞送該封包，其便可能會選擇該導覽蹤跡型路線。於一示範性實施例中，當判斷無法遞送一封包時，節點便可能會將其交遞給 MAC 層；而倘若 MAC 層無法在 8 秒內、最大高達 32 次的重試中予以發送，其便可能會將該封包視為無法被遞送。於一實施例中，節點可能會儲存它們所看見的每一條導覽蹤跡型路線。於另一實施例中，節點可能會對每一個目的地儲存兩條導覽蹤跡型路線(較新者會取代較舊者)。於一實施例中，該等導覽蹤跡型路線可能會放在先進先出型的佇列中。於一實施例中，可能會有空間來儲存 2000 至 3000 條路線。於一實施例中，較舊的路線可能會被較新的路線取代。

功率管理

功率管理技術可以藉由降低節點的傳送功率來減少一公用設施網路中一超稠密部署區域內的干擾/擁擠。於一實

施例中，複數個該等節點可能會保持在低功率處；但是，有一些節點卻仍可能會運作在高傳送功率處，因而使得它們可能會被當作離開該稠密區域的鏈路，而不會提高用於路由傳送的跳躍次數。此項技術的另一項特點係節點能夠自動地探索與調整它們的功率位準，而不需要任何的操作干擾。於一實施例中，硬體能夠調整其傳送功率。可以達成此目的的一種方式係在一主要為線性刻度範圍中提供從 0 至 65 個單位的刻度。舉例來說，數值 0 可能代表 23dB，而主要為線性刻度範圍中的數值 65 則可能代表 30dB。

一種示範性的功率管理技術可以概述如下：

- 偵測此種狀況：來源節點可能會監視其要剔除多少個節點且還會追蹤來自具有良好 RSSI/INFO% 的相鄰節點的剔除訊息。來源節點在其傳送(TX)訊息中所剔除的節點總數量，且另一節點在來源節點的接收(RX)訊息中所剔除的節點總數量可以定義為 K。舉例來說，倘若數字 K 大於 100(或是另一組態設定數)，那麼該節點便可能係在高稠密部署中。於一實施例中，選擇數字 100 係由於公用設施網路中的典型資料流量分析。
- 在偵測到高密度之後：節點可能運用一隨機數來決定其要降低多少功率。於某些實施例中，功率範圍可能係從 35 至最小值 1。在 $1/(4K)$ 的百分率時，節點可能會讓其功率在最大值處。除此之外，倘若 $K > 200$ ，其則可能會在 1 至 5 的範圍中隨機選擇功率位準。於特定的其它情況中，該經選擇的數值可能係在 5 至 10

的範圍中。因此在首次下降之後，還可能會有第二次下降。在結束功率下降之後，100 個節點之中可能大約 2 至 4 節點會有最大功率。

• 當節點提高功率時：倘若一節點在 nodeq 中的節點太少 (<25 個節點) 且在完成「相鄰點重新啟動」(此時，不良相鄰點清單中經剔除的節點已經被移除、且已經過兩個小時以重新取得相鄰點) 之後節點在該 nodeq 中仍然具有節點 <50 個，該節點便可能會提高 5 點的功率。

路由傳送中斷恢復

當一網路節點重新開機時，其可能會需要通知公用設施後勤伺服器該網路節點在出現特定特徵的中斷事件(全系統中斷、區域性網路中斷、節點設備中斷、其它中斷事件)之後已經重新開機的。

為節省公用設施網路中的封包，針對每次節點重新開機來而發送各別通知訊息告知後勤伺服器可能非常沒有效率。取而代之係於本發明中，每一個節點在網路登錄時可能會包含一告知該開道器該節點已經重新開機的要件。該節點可能會連同該項資訊一起告知該開道器下面情事：

- 其已經開機有多久
- 中斷的性質為何
- 其是否已經「清除 (cleanly)」或「非清除 (uncleanly)」重新開機
- 該節點上是否有核心

- 該核心的版本為何(若有核心的話)

該資訊可能會針對全網路的狀態於該閘道器進行編譯。閘道器可能會形成一被發送至後勤伺服器的 SNMP TRAP。因此，本發明方法會節省網路資料流量並且更快速告知後勤伺服器該場域中的節點已經關機或是重新開機。

本文雖然已經參考特殊的實施例說明過本發明的主要內容；不過，熟習本技術的人士便很容易明白，可能還會有上面所述以外的其它實施例。其並不會脫離申請專利範圍的精神。

因此，本發明的實施例僅具解釋性，而不應被視為具有任何限制意義。本發明希望涵蓋隨附申請專利範圍(並非先前的說明)所給定的範疇以及落在申請專利範圍的範疇裡面的所有變化例與等效例

【圖式簡單說明】

圖 1A 所示係一可能實施例的整體網路架構。

圖 1B 係一可能實施例的整體網路架構的替代代表圖。

圖 2 所示的係一要被路由傳送的封包的鏈路層標頭的逐個位元結構的代表圖。

圖 3 所示的係由一節點在最佳路徑中向外發送給其所知道的一特殊網路的網路廣告訊息的示範性格式。

圖 4 係在一節點從其相鄰點處收到網路廣告之後於該節點處所建構的示範性路由傳送表的簡化代表圖。

圖 5 所示的係可能會出現在一節點處由不同路線類型

所組成的一路線清單的範例。

圖 6a 所示的係由一節點往上游發送給另一節點的「上游登錄」訊息的示範性格式；圖 6b 係由該上游節點發送給該進行登錄節點的「上游登錄確認」訊息的範例格式。

圖 7a 所示的係由一節點所發送給其希望登錄的閘道器的「閘道器登錄」(AREG)訊息的範例格式；圖 7b 所示的係具有相鄰點資訊的 AREG 訊息的示範性格式；圖 7c 進一步例示具有網路位址的 AREG 確認訊息的內容。

圖 8 所示的係一樣本網路，其中多個閘道器、中繼器、以及端點裝置會逐一出現。

圖 9 所示的係在圖 8 所示的一可能實施例中能夠相互建立 RF 通訊鏈路的節點之間的鏈路成本的示範性映圖。

【主要元件符號說明】

110	網路/WAN
120	AP/閘道器
130	電池供電式裝置/網路節點/中繼器
140	持續供電式裝置/網路節點/中繼器
150	公用設施伺服器(BOS)
160	無限 LAN
170	基礎架構裝置節點
810	WAN(廣域網路)
821-822	閘道器
831-832(R1-R2)	中繼器/相鄰點

841-843(M1-M3) 末端節點

860 BOS(後勤伺服器)

870 無線 LAN

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98120947

※申請日：98.6.23

※IPC 分類：H04W 40/24 (2009.01)
H04L 12/56 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

無線網狀通訊網路中的路線及鏈路評估

ROUTE AND LINK EVALUATION IN WIRELESS
MESH COMMUNICATIONS NETWORKS

二、中文發明摘要：

本發明揭示一種用於提供公用設施服務的網路與路由傳送協定的方法與系統。本發明的方法包含探索一公用設施網路。相鄰節點會被探索且該節點會從相鄰點處聆聽網路的已公佈路線。該節點接著會登錄一或多個公用設施網路，用以接收每一次網路登錄的獨特位址。每一個上游節點均能夠針對上游封包與下游封包兩者獨立地作出遞送決策，也就是：根據其可取得的最佳資訊來選擇下一次跳躍。該節點能夠感測短暫的鏈路問題、中斷問題、以及資料流量特徵。資訊係被用來尋找離開每一個網路以及每一個網路裡面的最佳路線。每一個網路節點均會為本身及與其相關聯的(多個)節點兩者保留多個多出多入網路路由傳送選項。該節點能夠利用基礎的路由傳送協定及演算法來達成數種路線維護功能。

三、英文發明摘要：

Methods and systems for providing a network and routing protocol for utility services are disclosed. A method includes discovering a utility network. Neighboring nodes are discovered and the node listens for advertised routes for networks from the neighbors. The node is then registered with one or more utility networks, receiving a unique address for each network registration. Each upstream node can independently make forwarding decisions on both upstream and downstream packets, i.e., choose the next hop according to the best information available to it. The node can sense transient link problems, outage problems and traffic characteristics. Information is used to find the best route out of and within each network. Each network node maintains multi-egress, multi-ingress network routing options both for itself and the node(s) associated with it. The node is capable of several route maintenance functions utilizing the basic routing protocol and algorithms.

七、申請專利範圍：

- 1.一種在一網路中進行路線評估的方法，其包括：
由一來源節點發送數個封包給一接收節點；
由該來源節點以被該接收節點所接收之封包數量為基礎來計算一鏈路成本；
由該來源節點發送該鏈路成本給該接收節點；以及
由該接收節點來確認接收自該來源節點的每個封包。
- 2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中被發送的封包數量為 20 個。
- 3.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中由該接收節點所進行的確認步驟包括從該接收節點處發送該鏈路成本。
- 4.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該接收節點從具有最佳接收訊號強度指示符的數個節點中選出以供評估。
- 5.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中節點數量為 5 個。
- 6.一種在一網路中進行路線評估的方法，其包括：
由一來源節點發送一封包給一上游節點；以及
由該上游節點發送該封包的一確認訊息給該來源節點，其中該確認訊息包括從該上游節點至該來源節點的一鏈路成本。
- 7.如申請專利範圍第 6 項之方法，其中由該來源節點發送一封包給該上游節點大約每隔十分鐘進行一次。
- 8.如申請專利範圍第 6 項之方法，其中由該來源節點發送一封包給該上游節點係通知該上游節點，以告知不會從該上游節點的節點清單中將該來源節點選出予以刪除。

9.如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該下游節點連同最新鏈路成本資訊發送一維持通知訊息給該來源節點。

10.一種在一網路中節點之間交換資料的方法，其包括：
由一第一節點發送一輪詢通訊訊息給一第二節點，用以判斷該第二節點是否可以利用；

由該第一節點從該第二節點處接收該輪詢通訊的一確認訊息；

當收到該確認訊息時，從該第一節點處發送資料給該第二節點；以及

由該第一節點接收該第二節點收到該資料的一確認訊息。

11.如申請專利範圍第 10 項之方法，其包括在倘若該第一節點無法從該第二節點處接收該輪詢通訊或該資料的確認訊息而發生該輪詢通訊的一重新傳送之後，來產生一隨機延後時間。

12.如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該隨機延後時間係以一幾何遞增視窗予以產生。

13.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該輪詢通訊與答覆交易時間為 20 毫秒。

14.如申請專利範圍第 10 項之方法，其包括當該第一節點接收該確認訊息時或當該第一節點無法接收該確認訊息時，計算該等第一節點與第二節點之間的一成功百分率。

15.如申請專利範圍第 14 項之方法，其中計算該成功百分率的步驟包括計算一指數加權型移動平均值。

16.如申請專利範圍第 14 項之方法，其包括建構一查找表，該查找表包括算出的成功百分率及鏈路評估交易時間。

17.如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該查找表會保持 4%所算出之成功百分率的遞增。

18.如申請專利範圍第 16 項之方法，其包括以在一給定成功百分率的鏈路評估交易時間為基礎來計算從該第一節點至該第二節點的一單向鏈路成本。

19.如申請專利範圍第 17 項之方法，其包括以該單向鏈路成本為基礎來計算一最終鏈路成本，並且以在一給定成功百分率的鏈路評估交易時間為基礎來計算從該第二節點至該第一節點的一鏈路成本。

20.如申請專利範圍第 19 項之方法，其包括藉由將一路徑上之複數條鏈路中每一條鏈路的最終鏈路成本相加在一起來計算一路徑成本。

21.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中的節點均係一跳頻展頻無線公用設施網路的一部分。

八、圖式：

(如次頁)

16.如申請專利範圍第 14 項之方法，其包括建構一查找表，該查找表包括算出的成功百分率及鏈路評估交易時間。

17.如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該查找表會保持 4%所算出之成功百分率的遞增。

18.如申請專利範圍第 16 項之方法，其包括以在一給定成功百分率的鏈路評估交易時間為基礎來計算從該第一節點至該第二節點的一單向鏈路成本。

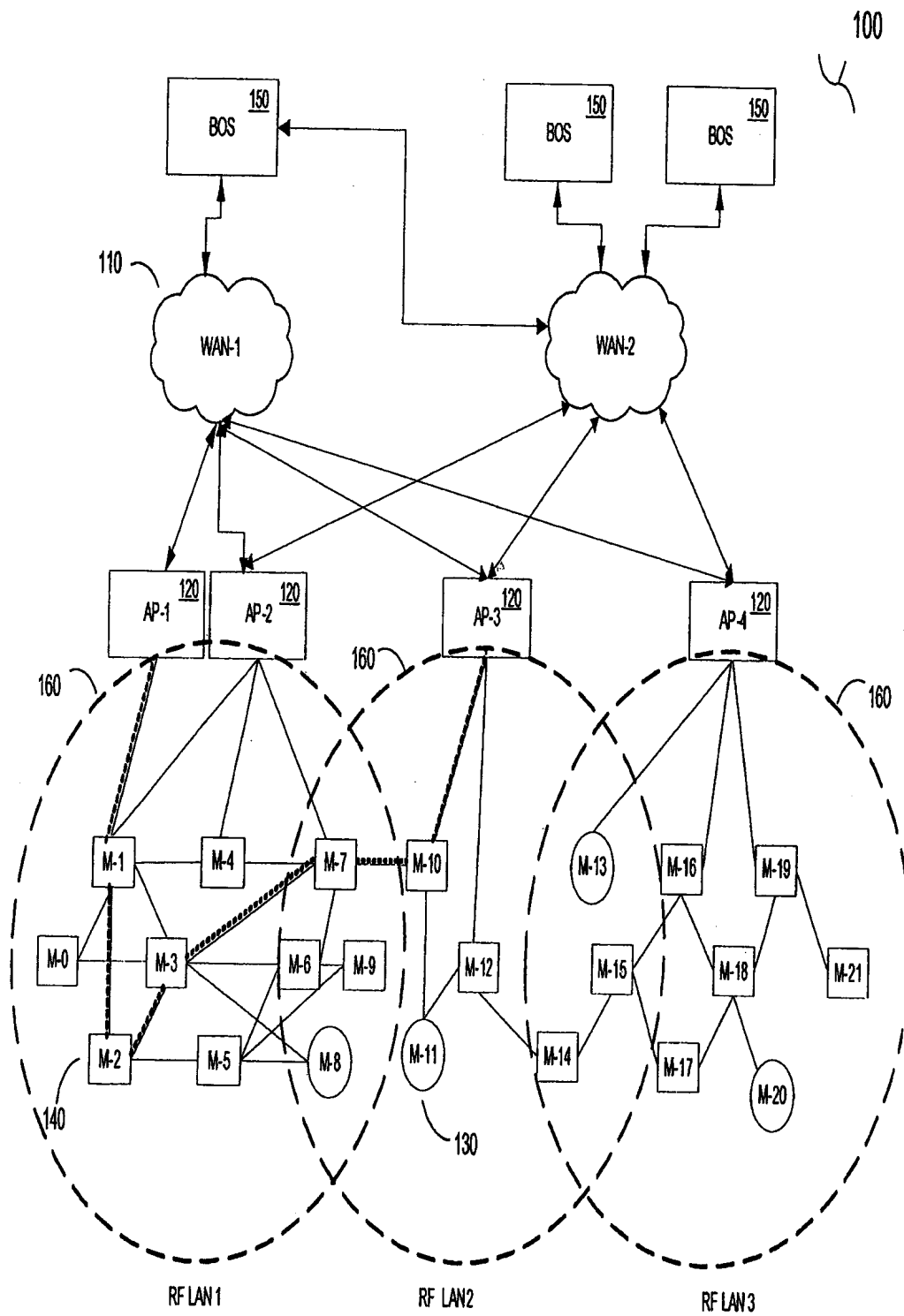
19.如申請專利範圍第 17 項之方法，其包括以該單向鏈路成本為基礎來計算一最終鏈路成本，並且以在一給定成功百分率的鏈路評估交易時間為基礎來計算從該第二節點至該第一節點的一鏈路成本。

20.如申請專利範圍第 19 項之方法，其包括藉由將一路徑上之複數條鏈路中每一條鏈路的最終鏈路成本相加在一起來計算一路徑成本。

21.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中的節點均係一跳頻展頻無線公用設施網路的一部分。

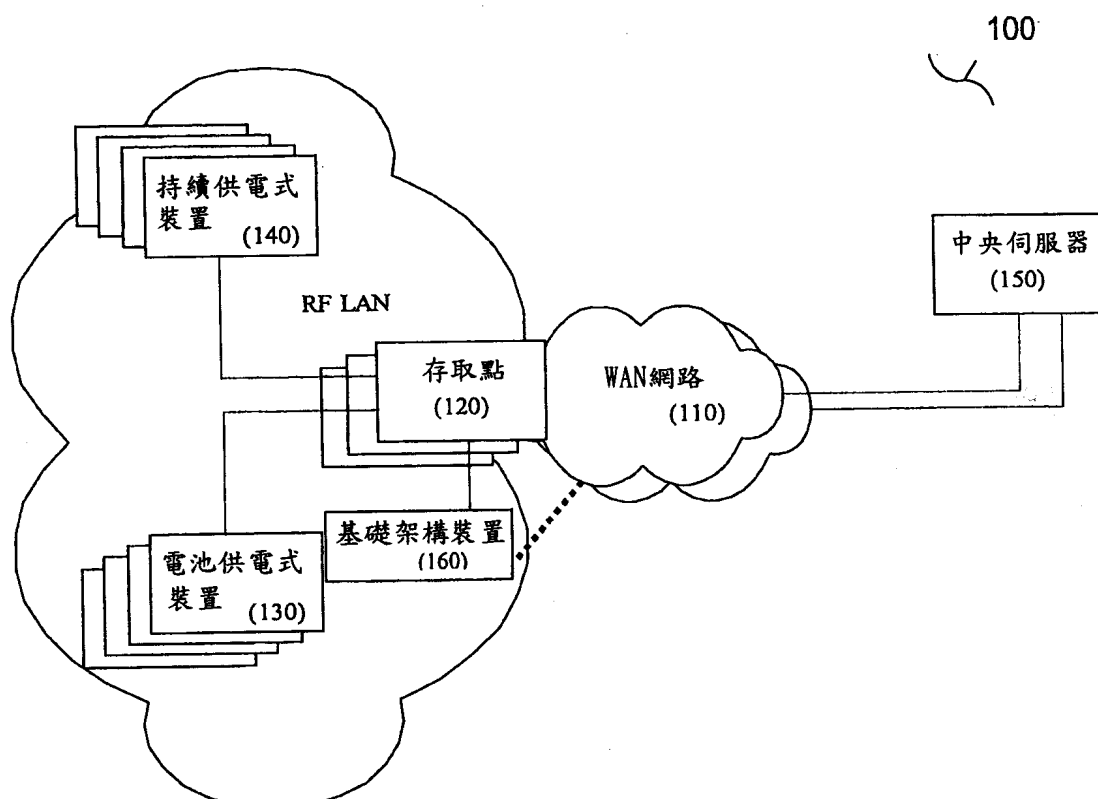
八、圖式：

(如次頁)



附註：(1)AP表示開道器；(2)IN表示基礎架構裝置節點；(3)M表示公用設施端點計量錶節點或中繼器；
(4)BOS表示公用設施後勤伺服器

圖1a



附註：(1)存取點表示開道器；(2)持續供電式裝置及電池供電式裝置係兩種公用設施端點計量錶節點類型；中央伺服器為公用設施後勤伺服器(BOS)

圖1b

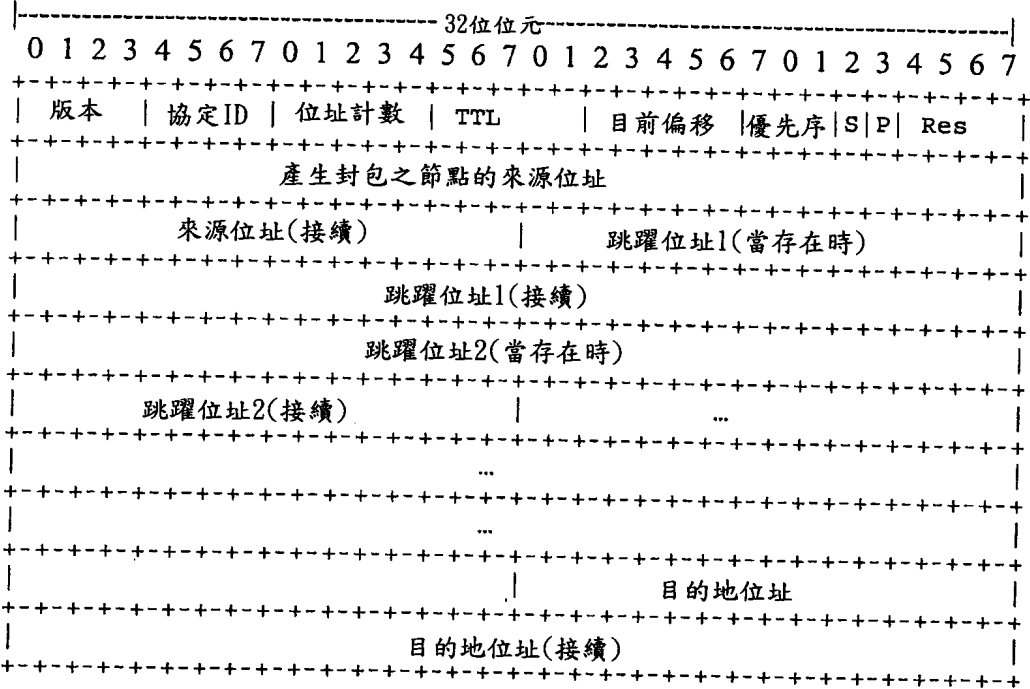


圖2

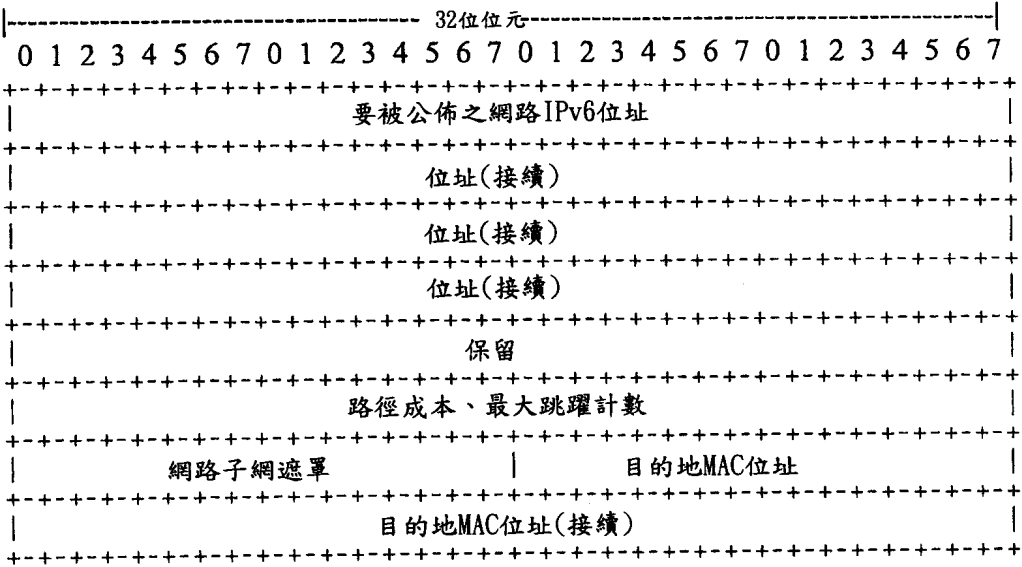


圖3

網路1] →

[出口節點 →

[(下一次跳躍1) (旗標) (鏈路成本) (路徑成本)]

[(下一次跳躍2) (旗標) (鏈路成本) (路徑成本)]

[.....]

[(下一次跳躍N) (旗標) (鏈路成本) (路徑成本)]

[網路2] →

[出口節點 →

[(下一次跳躍1) (旗標) (鏈路成本) (路徑成本)]

[(下一次跳躍2) (旗標) (鏈路成本) (路徑成本)]

[.....]

[(下一次跳躍N) (旗標) (鏈路成本) (路徑成本)]

圖4

目的地地址	類型
目的地1, 下一次跳躍1	逐次跳躍型(較佳)
目的地2, 跳躍1, 跳躍2, ...跳躍N	來源路由傳送型(應急選項)
目的地3	直接鄰近點型(較佳)
目的地4, 跳躍1, 跳躍2, ...跳躍N	來源路由傳送型(應急選項)
目的地4, 下一次跳躍	逐次跳躍型(較佳)
目的地4, 跳躍5	導覽蹤跡型(應急選項)

圖5

600

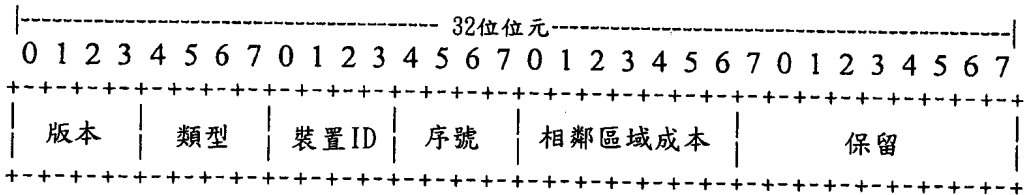


圖 6a

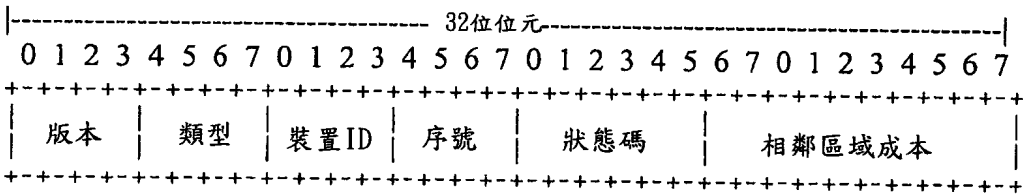


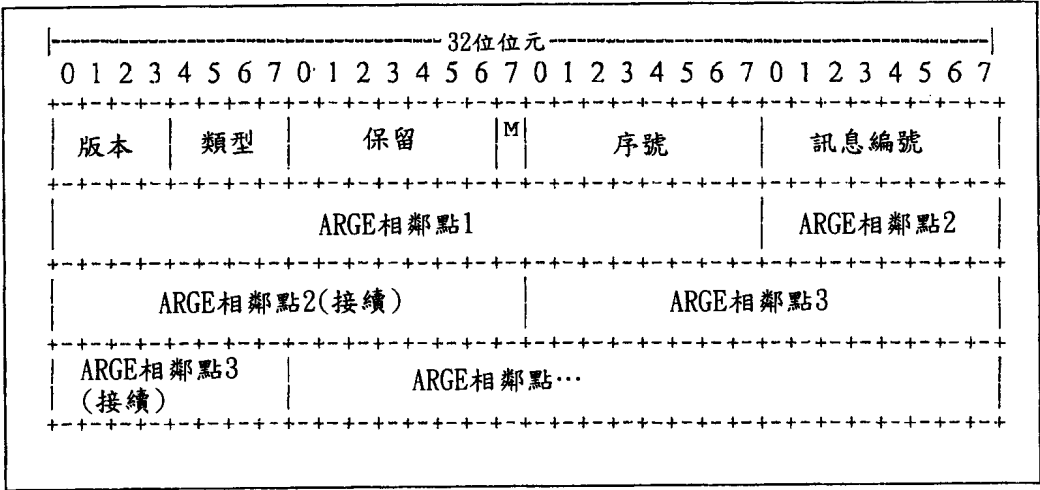
圖 6b

版本 (4位位元)	協定 (4位位元)	IP前置符長度 (1個位元組)	IP位址 (16個位元組)	序號 (2個位元組)	旗標 (2個位元組)	(以下每一個 AP重複)
路徑成本 (2個位元組)	鏈路成本 (2個位元組)	旗標 (2個位元組)	跳躍數 (1個位元組)	最大跳躍數 (1個位元組)	Mac位址 (8個位元組)	

AP=開道器

AREG登錄訊息格式

圖 7a



具有相鄰點資訊的AREG訊息

圖 7b

版本 (4位位元)	協定 (4位位元)	狀態 (1個位元組)	序號 (2個位元組)	旗標 (2個位元組)	旗標 (2個位元組)	IPv6網長度 (1個位元組)
IPv6前置符 長度(1個位 元組)	IPv6網長度 (16個位元組)	IPv6前置符 長度(16個位 元組)				

具有網路位址的AREG確認訊息

圖 7c

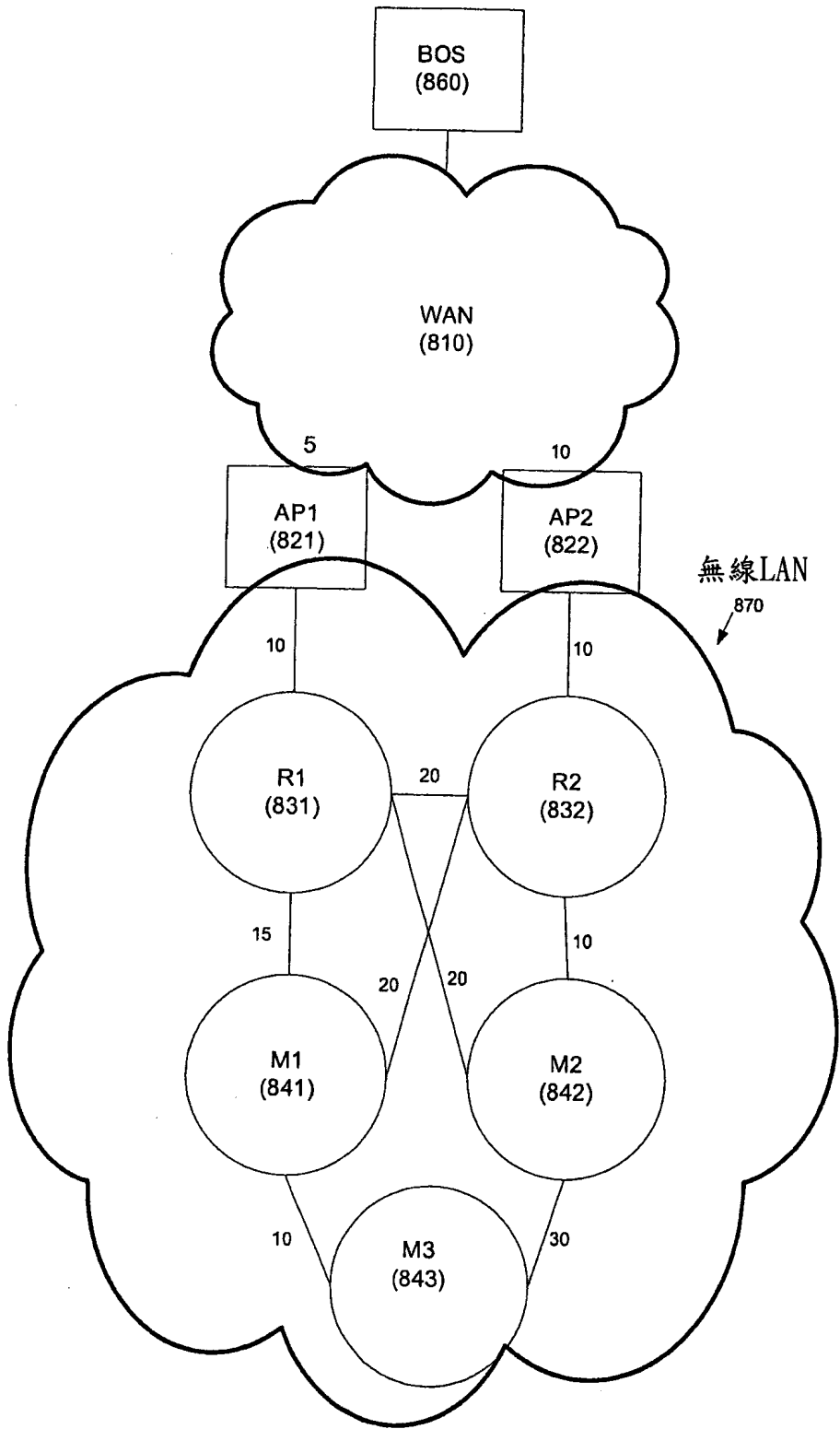


圖8

900

	網路1	AP1	AP2	R1(831)	R2(832)	M1(841)	M2(842)	M3(843)
	(810)	(821)	(822)					
網路1 (810)		5	10					
AP1(821)	5			10				
AP2(822)	10				10			
R1(831)		10			20	15	20	
R2(832)			10	20		20	10	
M1(841)				15	20			10
M2(842)				20	10			30
M3(843)						10	30	

圖9

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 8 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

810	WAN(廣域網路)
821-822	閘道器
831-832(R1-R2)	中繼器/相鄰點
841-843(M1-M3)	末端節點
860	BOS(後勤伺服器)
870	無線 LAN

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

施伺服器，例如圖 1B 中所示的伺服器 150；並且可以跨越施行在一或多個網路之中。

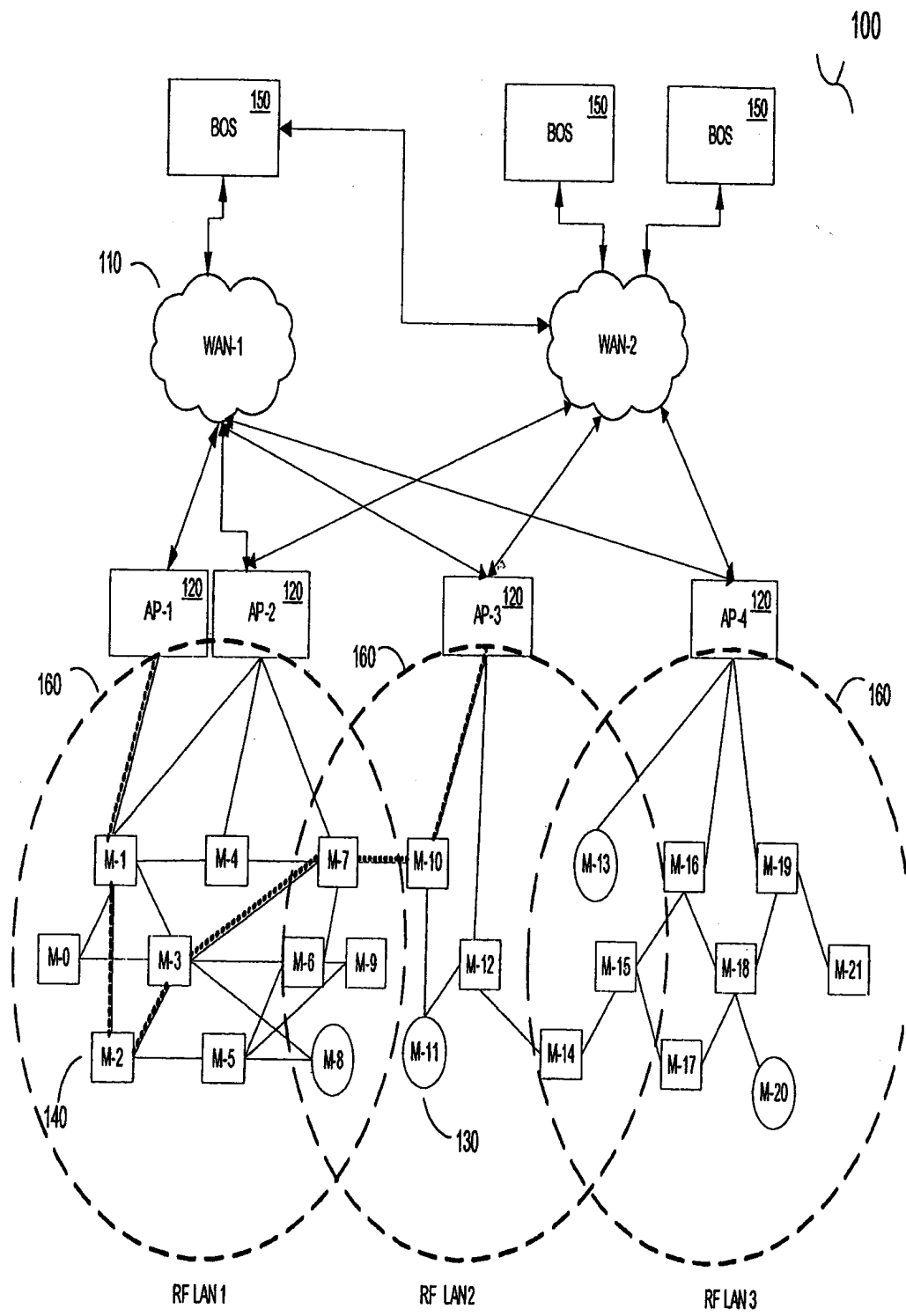
圖 1b 中所示的係位於一無線 LAN 之中的基礎架構裝置節點 170。可能會有更多的基礎架構裝置節點(IN 節點)分散在該等無線網路或該公用設施基礎架構上。倘若該些 IN 節點係該等無線 LAN 的一部分的話，那麼，它們便可能會試圖透過它們所屬的無線 LAN 中的一或多個閘道器離開而前往該公用設施 BOS。於某些實施例中，該些 IN 節點可能會透過一 WAN 或無線電回載傳輸(backhaul)直接存取該公用設施 BOS。於某些實施例中，該等 IN 節點還可能會透過無線電來相互連結。

現在參考圖 1B，節點(例如電池供電式裝置(battery powered device(BPD))130 及/或持續供電式裝置(constant powered device(CPD))140)與基礎架構裝置 170 可能會藉由聆聽其能夠與之建立鏈路的所有相鄰點(neighbor)來探索可用的網路 110；可能會選擇應該加入的一個網路；以及可能會選擇一可實行的上游候選者集合作為下一次跳躍。請注意於一實施例中，CPD 可能會充當 BPD 的代理伺服器。不過，替代實施例亦可能會允許 BPD 直接作為該無線網路中的節點而不需要任何代理伺服器。於特定的其它實施例中，該等 IN 節點 170 可能會透過 WAN 110 直接存取該公用設施 BOS 而不會透過 AP 120。於特定情況中，許多 IN 節點可能會透過無線電加入/去除(add/drop)回載傳輸系統而被串在一起、並且會相互連結及連結至該公用設施 BOS。

範例

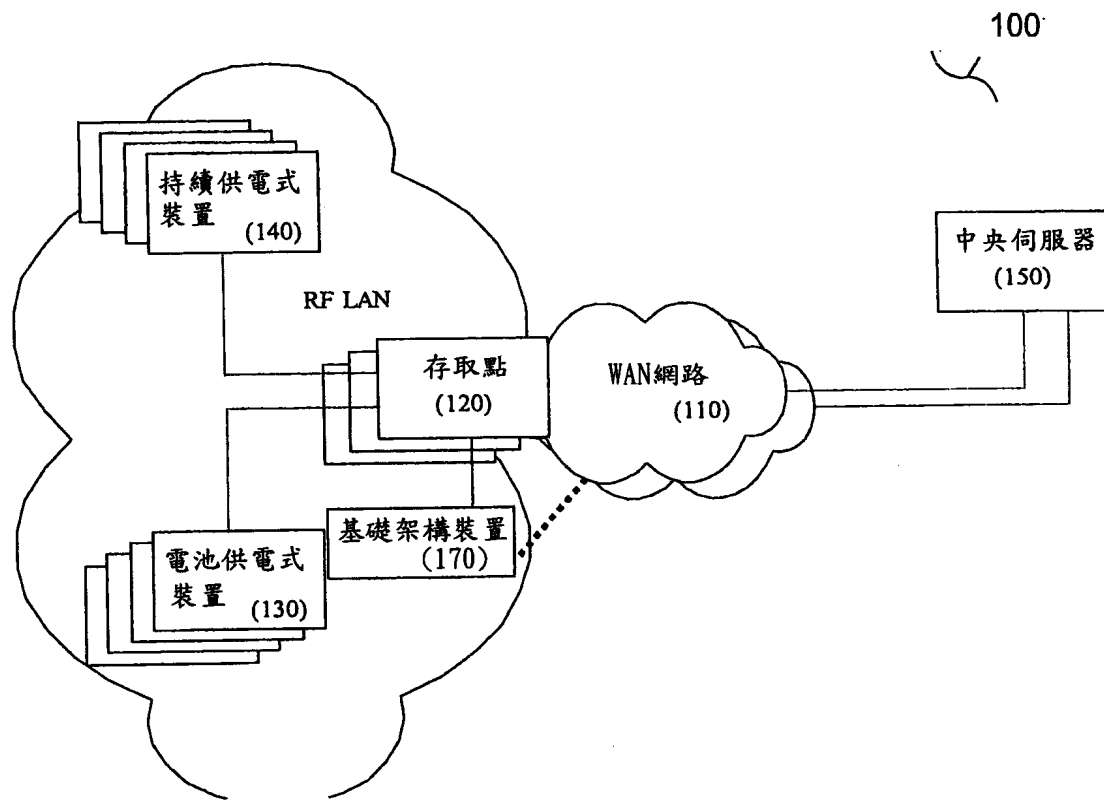
節點 M-1(圖 1A 中的一持續供電式裝置 140，其係無線 LAN 160 中的節點)會從其相鄰點處得知透過一或多個 WAN 網路 110(WAN-1 與 WAN-2)來存取後勤伺服器(BOS)150 的相關資訊，並且會登錄閘道器類型的 AP-1 與 AP-2 120 兩者(它們具有獨特的 IP 位址)，該等 AP-1 與 AP-2 120 兩者會提供透過一或多個 WAN 110 離開而前往 BOS 150 的出口。其會經由持續供電式裝置類型的上游節點 M-5、M-6、M-18、M-2、以及 M-12 140 來達成此目的，以便和公用設施伺服器類型的 BOS-1 150 進行通訊。該些節點中每一者均可能會建構一路由傳送表，其具有下一次跳躍之一有序清單以及對應的鏈路成本(區域節點和下一次跳躍之間的鄰近性成本)以及路徑成本(下一次跳躍所公佈的出口成本)。接著，每一個節點便會將本身登錄於其上游相鄰點與閘道器 120。閘道器 120 可能會追蹤在其控制下之所有裝置以及還有其它裝置的網路拓樸和能力。節點可能會保留區域狀態以及它們緊鄰相鄰點的狀態，並且可能會週期性地更新它們的登錄項目。

於一實施例中，網路節點 130、140、以及 150 可能係一或多個無線 LAN 160 的一部分。在公用設施網路的範例中，該 LAN 可能係一相鄰區域網路(NAN)，其對應於該公用設施的鄰近區域或服務區域。如範例實施例中所示，可能會使用到多個或可重疊或不重疊的 LAN，因此一給定的



附註：(1)AP表示閘道器；(2)IN表示基礎架構裝置節點；(3)M表示公用設施端點計量錶節點或中繼器；
(4)BOS表示公用設施後勤伺服器

圖1a



附註：(1)存取點表示開道器；(2)持續供電式裝置及電池供電式裝置係兩種公用設施端點計量錶節點類型；中央伺服器為公用設施後勤伺服器(BOS)

圖1b