



(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 201218695 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：100135096

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 28 日

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

H04L12/28 (2006.01)

H04W64/00 (2009.01)

(30)優先權：2010/10/01 歐洲專利局

10185877.7

(71)申請人：皇家飛利浦電子股份有限公司 (荷蘭) KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.
(NL)

荷蘭

(72)發明人：艾斯皮納 培瑞茲 賈佛 ESPINA PEREZ, JAVIER (ES)；喬珍 丹尼爾 馬汀
GOERGEN, DANIEL MARTIN (DE)；雪內克 提姆 柯尼爾 威爾赫摩斯
SCHENK, TIM CORNEEL WILHELMUS (NL)；賈伊亞 莫城 奧斯卡 GARCIA
MORCHON, OSCAR (ES)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 38 頁

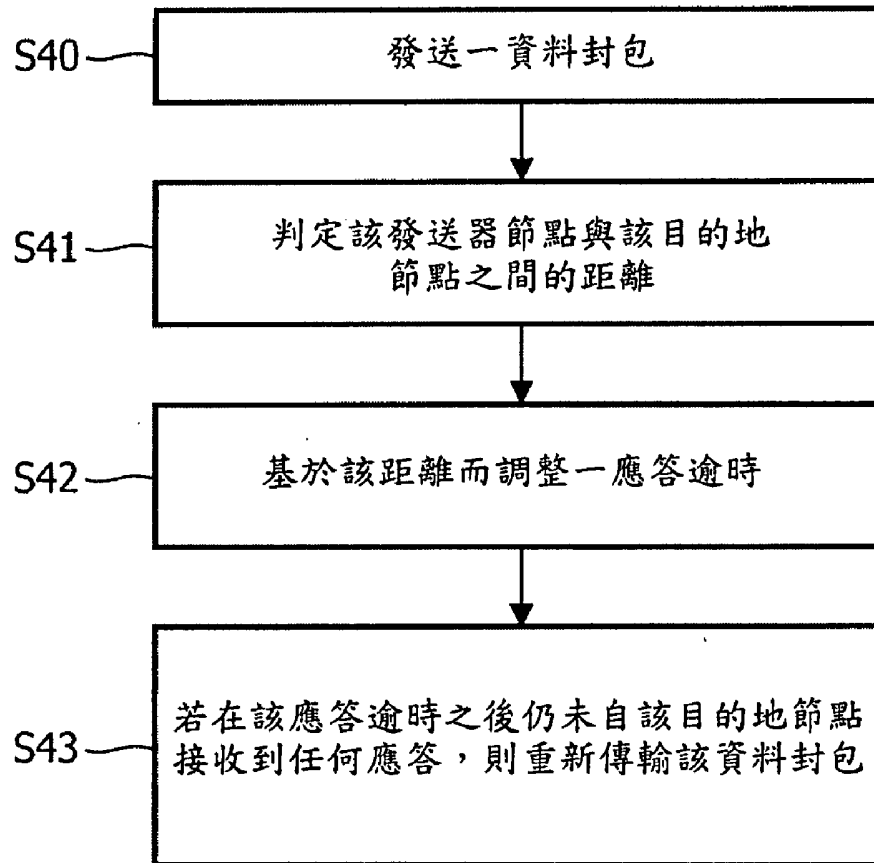
(54)名稱

於無線網路中降低資料封包傳輸延遲之裝置及方法

DEVICE AND METHOD FOR REDUCING DELAY OF DATA PACKET TRANSMISSIONS IN
WIRELESS NETWORKS

(57)摘要

為了降低一大規模無線網狀網路中資料封包傳輸之一點對點延遲，提供一種用於在該無線網路中控制資料封包傳輸之裝置、系統及方法，其中基於一發送器節點與一目的地節點之間的一距離而調整該發送器節點之一答覆逾時。





(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 201218695 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：100135096

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 28 日

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

H04L12/28 (2006.01)

H04W64/00 (2009.01)

(30)優先權：2010/10/01 歐洲專利局

10185877.7

(71)申請人：皇家飛利浦電子股份有限公司 (荷蘭) KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.
(NL)

荷蘭

(72)發明人：艾斯皮納 培瑞茲 賈佛 ESPINA PEREZ, JAVIER (ES)；喬珍 丹尼爾 馬汀
GOERGEN, DANIEL MARTIN (DE)；雪內克 提姆 柯尼爾 威爾赫摩斯
SCHENK, TIM CORNEEL WILHELMUS (NL)；賈伊亞 莫城 奧斯卡 GARCIA
MORCHON, OSCAR (ES)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 38 頁

(54)名稱

於無線網路中降低資料封包傳輸延遲之裝置及方法

DEVICE AND METHOD FOR REDUCING DELAY OF DATA PACKET TRANSMISSIONS IN
WIRELESS NETWORKS

(57)摘要

為了降低一大規模無線網狀網路中資料封包傳輸之一點對點延遲，提供一種用於在該無線網路中控制資料封包傳輸之裝置、系統及方法，其中基於一發送器節點與一目的地節點之間的一距離而調整該發送器節點之一答覆逾時。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用於在無線網路中控制資料封包傳輸之裝置、系統及方法。

【先前技術】

近來，無線網狀網路吸引愈來愈多的關注，(例如)用於照明系統、建築物自動化、監視應用程式、感測器系統及醫療應用之遠端控制。詳言之，室外燈具之遠端管理(所謂之電傳管理(telemanagement))變得愈加重要。一方面，此係由環境之關注而驅動，此係因為遠端控制系統或所謂之電傳管理系統使得能(例如)隨時間、天氣條件及季節而使用不同調光樣式，從而允許室外照明系統之更能源有效之使用。另一方面，此亦藉由經濟原因驅動，此係因為增加之能源效率亦降低操作成本。此外，系統可遠端地監視電力使用且偵測燈故障，此情形允許判定用於修理燈具或替換燈之最佳時間。

當前基於射頻(RF)之無線解決方案而使用星形網路拓樸或網狀網路拓樸。在星形網路中，資料控制器在網路中具有至每一節點之直接通信路徑。然而，此通常需要在高層(例如，在建築物之頂部)置放高功率/高敏感度基地台式控制器，其使解決方案部署麻煩且昂貴。在網狀網路中，複數個節點一般不直接與控制器通信，而是經由所謂之多跳躍通信與控制器通信。在多跳躍通信中，經由一或多個中間節點將資料封包自發送器節點傳輸至目的地節點。節點

充當路由器以將資料封包自相鄰節點傳輸至距離太遠以致以單跳躍不能到達之節點，從而產生可橫跨較大距離之網路。藉由以一連串較短跳躍打斷長距離，信號強度得以維持。因此，藉由網狀網路中之所有節點來執行路由，從而決定待將資料封包發送至哪一相鄰節點。因此，網狀網路為具有高連接性且因此具有高冗餘及可靠性之非常穩健且穩定的網路。

在先前技術中，可將網狀網路傳輸技術劃分成兩個群組：基於泛播之網狀網路及基於路由之網狀網路。在基於泛播之網狀網路中，藉由網路中之所有節點來轉遞所有資料封包。因此，一節點不必進行複雜之路由決策，而是僅廣播資料封包。藉由此等手段，技術係相當穩健的。然而，在大型網路中，歸因於轉遞之資料附加項影響總資料速率。此外，資料封包之衝突更可能發生，從而進一步降低總效能。因此，此解決方案之主要問題為可擴充性。可將基於路由之網狀網路進一步劃分成主動式方案及反應式方案。在基於路由之主動式網狀網路中，將所有需要之網路路徑儲存於每一節點中之路由表中。路由表(例如)藉由將定期信標訊息發送至相鄰節點以發現有效路由路徑而保持最新。儘管資料傳輸在此種網路中係非常有效的，但可擴充性仍為低的，此係因為在大型網路中，路由表之主動式更新消耗大部分網路資源。此外，路由表將隨網路之擴充而增長。另外，網路之設置需要時間及資源，以便建置路由表。對比而言，反應式方案藉由按需求發現路線而避

免永久附加項及大的路由表。反應式方案使用泛播來發現網路路徑且快取作用中路線或節點。當多個路線僅用於單一資料封包時，泛播資料封包而非執行路由發現可係更有效的。若路線保持足夠長以避免頻繁路由，則反應式方案退化至主動式方案。用於基於路由之反應式網狀網路的實例用於ZigBee中。然而，此協定方案之主要問題仍係網路之可擴充性。

在大規模多跳躍網路中，與小型網路中之跳躍距離相比，資料封包必須行進的跳躍之數目較大。在包含數千個節點之大型射頻電傳管理系統中，有可能發生20至40個跳躍。然而，個別資料封包之遞送機會隨其跳躍距離而減小，此係因為對於每一跳躍，存在資料封包丟失之機會。

因此，非常有限之網路可擴充性構成常見無線網狀網路中之大的缺陷。此係歸因於每一資料封包或訊息歸因於轉遞而被多次傳輸的事實，藉此降低總的網路輸送量。又，更可能發生資料封包衝突，引起資料封包丟失，從而進一步降低總效能。因此，改良多跳躍點對點傳輸之成功及可靠性在大規模多跳躍網路(諸如，具有大量燈具節點之街道照明系統)中係尤其至關重要的，此係因為點對點重新傳輸比在典型之較小型網路中更多地耗費資源/頻寬且為延遲密集的。因此，大規模無線網狀網路需要有效之路由協定及點對點延遲之降低，以便達成所需之輸送量、回應時間及穩健性。

為了判定資料封包是被成功地遞送抑或丟失，通常以應

答模式執行資料封包傳輸。在逐跳躍應答模式下，由先前傳輸節點之接收節點確認多跳躍傳輸之每一跳躍。然而，此情形導致高的網路負載。因此，常使用點對點應答，其中最終目的地節點向初始發送器節點確認資料封包之接收。在此模式下，發送器節點在重新傳輸該資料封包(預期針對該資料封包之應答)之前等待一預定時間(所謂的應答逾時)。大體而言，應答逾時係固定的且對於網路之所有節點為共同的。因為用於行進短距離之資料封包之應答逾時接著與用於行進長距離之資料封包的應答逾時相同，所以不必要地增加了行進短距離之資料封包之重新傳輸延遲，從而影響網路之總的傳輸速度。此情形引起網路中之任何兩個節點之間的通信之大的延遲以及延遲差，從而(例如)在與照明系統之燈具節點互動時歸因於高及/或不均勻延遲而導致不良的使用者體驗。若此缺陷藉由簡單地減小網路之大小而解決，則將進一步降低可擴充性。因此，應最小化成功資料封包遞送之點對點延遲。

US 2009/0154395 A1描述一種用於叢集網狀網路之用於藉由與相鄰節點共用效能量測結果來最小化傳輸延遲之路由方法。藉由此等手段，選擇下一節點，該資料封包待在多跳躍傳輸中轉遞至該下一節點

【發明內容】

鑒於先前技術中之上述缺陷及問題，本發明之目標係提供一種用於在一無線網路中傳輸資料封包之裝置、系統及方法，其最小化點對點重新傳輸延遲且使點對點重新傳輸

延遲均勻化，同時維持或甚至增加網路可擴充性。

該目標係藉由獨立請求項之特徵來解決。

本發明係基於如下思想：基於資料封包必須涵蓋的在發送器節點與目的地節點之間的距離而最小化用於一對給定發送器節點及目的地節點之答覆逾時。該答覆逾時與發送器節點等待對經傳輸至目的地節點之資料封包之答覆的等待時間有關。若該發送器節點在此時間週期屆期之後仍未接收到答覆資料封包，則該發送器節點將重新傳輸該資料封包。此情形消除了未應答資料封包之重新傳輸之間的不必要的通信延遲。

在本發明之一態樣中，當一無線網路之一節點操作為一發送器節點時，提供用於該節點之用於控制資料封包傳輸的裝置。該裝置包含一控制單元，該控制單元可基於該發送器節點與該目的地節點之間的距離而調整該答覆逾時。該答覆逾時定義一時間間隔，在該時間間隔期間，發送器節點等待對先前所發送之資料封包之答覆。當該答覆逾時已屆期而該發送器節點尚未接收到來自該目的地節點之答覆時，該發送器節點將開始重新傳輸該資料封包。藉由針對每一對發送器節點及目的地節點而個別地調整該答覆逾時，降低了偵測失敗傳輸之延遲，因此將歸因於重新傳輸之成功傳輸之點對點延遲減小為接近於最小可能值。因此，在大規模照明系統中，此情形將進一步減小控制命令之延遲，使得燈具節點將對(例如)調光或切換命令更快地作出反應。

在一較佳實施例中，該答覆逾時與應答逾時(亦即，發送器節點在重新傳輸資料封包之前等待該目的地節點之指示成功資料封包傳輸的應答之時間間隔)有關。可能地，來自該目的地節點之應答含有緊鄰應答部分之額外資料。藉由此等手段，使得網路連接更有效率，此係因為不需要發送含有額外資料之其他封包。因此，更大體而言，該應答逾時亦可指代發送器節點等待來自該目的地節點之資料的時間間隔。

較佳地，使用多跳躍傳輸以點對點應答模式來經由中間節點將資料封包自發送器節點傳輸至目的地節點。此意謂在該資料封包已到達其目的地節點之後對成功傳輸作出應答。

在一實施例中，可將該裝置添加或耦接至無線網路之現有節點或控制中心。因此，該裝置與一網路節點相關聯，該網路節點亦可為一資料收集器節點。該資料收集器節點可為經組態以與網路之控制中心通信的任何節點且可充當一種閘道器。舉例而言，該裝置可經調適以插入現有電路板中或連接至節點之現有控制器。此情形尤其有用於改良或升級現有系統(諸如，街道照明系統)。除控制單元外，裝置亦可進一步包含一記憶體及/或用於接收及傳輸資料封包之收發單元。

無線網路可具有網狀拓樸，其中每一節點可充當路由器。此網路具有增加之冗餘及可靠性。較佳地，無線網路之節點為固定的，此係因為該無線網路主要係針對大型室

外照明系統之狀況。或者或另外，至少一些節點之位置可為網路之其他節點中之至少一些者及/或網路之控制中心已知。舉例而言，節點中之至少一些者可儲存用於自各別節點至最近資料收集器節點之資料封包傳輸的路由表。較佳地，用於至最近資料收集器節點之資料封包傳輸之路由協定係基於多對一路由。因此，將資料封包傳輸至較接近該等資料收集器節點中之一者的相鄰節點。藉由此等手段，資料封包傳輸變得較快且更有效率。此外，此情形亦允許在大型無線網狀網路中(例如，在具有數目超過1000個之燈具節點之街道照明系統中)省去多個資料收集器節點，藉此增加冗餘且改良網路之可靠性。

在另一實施例中，藉由跳躍距離、基於GPS之距離及/或歐幾里德(Euclidean)距離來定義兩個節點(例如，發送器節點與目的地節點或中間節點)之間的距離。兩個節點之間的跳躍距離之特徵可在於：跳躍計數(亦即，在兩個節點之間傳輸一資料封包所需的跳躍之數目)或將資料封包轉遞至最終目的地節點之中間節點的數目。基於GPS之距離可自發送器節點及目的地節點之GPS位置導出，而歐幾里德距離指代兩個節點之間的空間距離。可根據應用於網路中之路由協定來挑選該距離之度量。若路由協定使用跳躍計數度量，則將易於判定兩個節點之間的跳躍距離。同樣地，當節點之網路位址係與其地理位置或GPS位置有關時，使用基於GPS之距離或歐幾里德距離來定義發送器節點與接收器節點之間的距離將為有利的。

較佳地，可將控制單元之通信功能再分為多個不同層。接著，較低協定層(例如，媒體存取控制(MAC)層)可經調適以判定該資料封包傳輸是否仍保持未應答。控制單元之較高協定層(例如，網路層、傳送層或應用層)可經調適以考慮可用於基礎較低協定層之資訊，或控制單元之下部較低協定層可經調適以考慮可用於較高協定層之資訊。舉例而言，網路層可使用由MAC層判定之參數。藉助於此跨層通信，系統變得更為可靠且靈活。在一實施例中，藉由負責丟失資料封包之點對點重新傳輸之較高協定層來調整應答逾時。此外，可藉由跨層通信將與發送器節點與目的地節點之間的距離有關的距離資訊自較低協定層提供至較高協定層。或者或另外，可自路由表、跳躍計數器及/或存留時間計數器獲得距離資訊。可能地，將路由表儲存於該裝置中。該跳躍計數器或該存留時間計數器可包括於資料封包中。接著，目的地節點可自跳躍計數器及/或自存留時間計數器判定距離資訊，以便調整用於待以反向(亦即，自目的地節點至發送器節點)傳輸之資料封包的答覆逾時。然而，亦可針對複數個目的地節點而將跳躍計數或存留時間計數儲存於該發送器節點中。亦可使用相應反向鏈路之初始存留時間計數與最終存留時間計數之間的差來判定距離資訊。可接著儲存此資訊以用於未來資料封包傳輸。可能地，該初始存留時間計數為已知的或對於系統中之所有節點為相等的。或者或另外，可自接收自該目的地節點之資訊及/或自用於建置無線網路之路由表之技術來

導出距離資訊。

在另一實施例中，該答覆逾時係基於跳躍計數及跳躍時間。舉例而言，可將答覆逾時計算為： $\text{time_out} = 2 * \text{hop_count} * \text{hop_time} * \text{常數}$ 。此處，該常數可大於1。跳躍計數可為自目的地節點接收之最後資料封包的跳躍計數、自目的地節點接收之最後 n 個資料封包之平均值、自目的地節點接收之最後 n 個資料封包中的最大跳躍計數、自目的地節點接收之資料封包的跳躍計數隨時間的移動平均值，或其類似者。同樣地，跳躍時間可對應於將資料封包自一節點轉遞至另一節點(亦即，對於一個跳躍)平均所需之平均跳躍時間。或者，該跳躍時間可指代來自目的地節點之最後 n 個資料封包的平均跳躍時間，指代最大跳躍時間，指代跳躍時間隨時間之移動平均值，或指代成功地執行預定百分比之跳躍的成功跳躍時間。此外，可基於待發送之資料封包的類型而調整答覆逾時，例如，該資料封包為時間關鍵資料封包抑或非時間關鍵資料封包，或該資料封包具有何種優先權等級。因此，該裝置之該控制單元可進一步能夠判定資料封包之類型。或者或另外，該答覆逾時可基於將導致較高跳躍時間之在網路中的當前訊務負載。此當前訊務負載可(例如)藉由發送器節點A所觀察或接收之網路訊務量或藉由發送器節點A在最近時間週期 T 中發出之封包的數目來判定。或者，接收器節點B及/或中間節點中之任一者可將關於當前網路負載之資訊(例如)作為資料封包之部分報告給發送器節點。

在另一較佳實施例中，當節點在多跳躍資料封包傳輸中充當中間節點時，該裝置之該控制單元可基於資料封包已行進之距離而調整用於轉遞所接收之資料封包之傳輸參數。此情形增加行進長距離之資料封包在到達其目的地節點之前經歷最終跳躍的機率。舉例而言，該等傳輸參數可包括較低協定層處之重新傳輸之最大數目、媒體存取嘗試之最大數目、傳輸功率位準、用於重新傳輸之延遲時間，及用於媒體存取嘗試之後移時間。當媒體存取為空時，媒體存取嘗試與載波感測及資料封包之後續傳輸或重新傳輸的程序有關。因此，用於媒體存取嘗試之後移時間表示後續媒體存取嘗試之間的時間間隔。同樣地，用於重新傳輸之延遲時間指代後續重新傳輸之間的時間。傳輸功率位準係與所傳輸之資料封包之信號強度有關。因此，行進長距離之資料封包將以行進短距離之資料封包為代價而排定為優先，從而導致遠距節點之間的資料封包傳輸之點對點延遲降低且導致網絡中點對點延遲之固有均勻性。尤其在大規模燈具網路中，此情形將具有燈具行為同步(例如，回應於廣播調光命令)的優勢。

可藉由無線射頻(RF)傳輸來執行資料封包傳輸。因為RF傳輸無需高傳輸功率且易於實施及部署，所以可降低使用該裝置設置及操作網路之成本。此對於大型網路(例如，用於照明系統之電傳管理網路)尤為重要。然而，資料封包傳輸可替代地使用紅外線通信、自由空間可見光通信或電力線通信。

在一較佳實施例中，該裝置用於室外照明系統之燈具節點中以用於燈具節點之電傳管理。因此，可易於將燈具節點接通/切斷，及/或可基於參數(諸如，當天時間(daytime)、季節、天氣、環境亮度、交通事故之發生、道路施工之存在等)而控制燈具節點之調光樣式。可能地，藉由隨燈具節點一起提供之感測器來判定此等參數中之至少一些者且將其報告給控制中心。

在本發明之另一態樣中，提供一種用於在無線網路中控制資料封包傳輸之系統。該系統包含一控制中心及複數個節點。該控制中心及該等節點中之至少一者包含根據上文所描述之實施例中之一者的裝置。該控制中心經調適以控制無線網路中之節點之功能或操作。舉例而言，當節點與照明系統(例如，街道照明系統)之燈具相關聯時，控制中心可基於節點之空間分散關於其調光樣式及操作狀態而個別地及/或成群地控制節點。較佳地，節點中之至少一者包含記憶體及/或感測器。若節點包含感測器，則節點可經調適以將感測器資料傳輸至控制中心。

在本發明之另一態樣中，提供一種用於在具有複數個節點之無線網狀網路中控制資料封包傳輸之方法。根據此方法，將資料封包自發送器節點發送至目的地節點，其中基於發送器節點與目的地節點之間的距離而調整用於資料封包之答覆逾時。步驟之次序為任意的且可改變。因此，可在傳輸資料封包之前執行調整應答逾時之步驟。較佳地，此方法應用於用於照明系統之電傳管理系統中。

【實施方式】

本發明之較佳應用為室外照明系統(例如，用於街道、停車場及公共區域)、用於一般區域照明之室內照明系統(例如，用於購物商場、競技場、停車場、車站、隧道等)或感測器網路。在下文中，將使用用於街道照明之室外照明系統的實例來進一步解釋本發明。在照明控制領域中，經由射頻網路技術的室外燈具之電傳管理正接收愈來愈多的關注，尤其係適用於(例如)具有200個燈具以上之區段的大規模安裝的解決方案。

在圖1中，展示具有網狀拓撲之典型網路。複數個節點10(N)藉由無線通信路徑40而彼此連接。該等節點10中的一些者充當資料收集器節點50(N/DC)，其經由單跳躍或多跳躍傳輸接收來自周圍節點10之資料封包並將該等資料封包傳輸至控制中心60，且其接收來自控制中心60之資料封包並將該等資料封包傳輸至節點10。因此，資料收集器節點50可以節點10與控制中心60之間的閘道器之方式操作。節點10與資料收集器節點50之間的無線通信路徑40可由射頻傳輸構成，而資料收集器節點50與控制中心60之間的連接70可利用網際網路、行動通信網路、無線電系統、乙太網路、DSL、纜線或其他有線或無線資料傳輸系統。

在用於室外照明控制之電傳管理系統中，通信為非常不對稱的。大多數訊務係由節點10產生，(例如)將節點10之狀態、感測器值或功率使用報告給控制中心60。其他訊務由自控制中心60至不同節點10之控制命令(例如，用於調

整調光樣式或將燈接通/切斷)組成。因此，大多數訊務係由N對1訊務(單播)構成，而自控制中心60至節點10之訊務由1對N訊務(以單播、多播或廣播模式)構成。此外，燈具節點10之數目在室外照明系統(諸如，街道照明系統)中為極其高的。因此，尤其在與常見無線網狀網路(其通常含有少於200個之節點)相比較時，該網路之大小係非常大的。另外，歸因於成本考慮，節點10具有有限之處理能力，使得燈具節點10中之處理及記憶體資源將受限制。因此，用於在單一節點10之間傳輸資料封包之通信協定應考慮用於有效及快速資料封包傳輸的有限資源。此外，與其他所謂特用網狀網路相比，用於室外照明控制網路之電傳管理系統為固定的，亦即，節點10不移動。又，所有燈具節點10可連接至電源電。因此，網路改變將主要歸因於改變之環境，例如，歸因於訊務。因為節點10為固定的，所以節點10之實體位置(例如，GPS座標)在系統中可為已知的，從而實現地理路由或基於位置之路由。此外，室外照明系統之電傳管理無需高資料速率。然而，存在特定類型之訊息或資料封包需要低回應時間的許多情形。舉例而言，當偵測到交通事故時，可控制相應區域之節點10以便即刻切換至全功率。

歸因於如上文所提及之室外照明系統的特定應用性質，可應用以下特徵。可藉由泛播(flooding)來執行自資料收集器節點50至各別燈具節點10之資料封包傳輸，其中藉由網路中之所有接收節點10轉遞所有資料封包。資料封包至少

含有關於發送器節點10及一或多個目的地節點10之資訊。接著藉由該至少一目的地節點10解碼資料封包。對於自燈具節點10至資料收集器節點50之資料封包傳輸，基於路由之解決方案係較佳的，其中每一節點10選擇較接近資料收集器節點50中之一者的相鄰節點10作為中間節點10。較佳地，因為定期地使用至資料收集器節點50之路線，所以使用主動式路由結構。在主動式路由結構中，路由表儲存於每一節點10中，指示哪一相鄰節點10較接近於資料收集器節點50中之一者。因此，可以非常有效且快速之方式將資料封包發送至最近資料收集器節點50。有利地，每一節點10保持關於多個下行鏈路相鄰節點10之資訊作為替代路線，以便增加可靠性。若一相鄰節點10歸因於強干擾或完全故障而不可到達，則路由協定具有額外替代路線以將資料封包投送至資料收集器節點50。

在圖2A中，展示由複數個節點10圍繞之資料收集器節點50，說明自發送器節點A經由複數個中間節點N1...Ni至資料收集器節點50(目的地節點B)之多跳躍單播資料傳輸。節點10具有如由半徑501及502指示的至資料收集器節點50之不同跳躍距離。舉例而言，在半徑501內但在半徑502之外的節點A將需要兩個跳躍 $h1$ 及 $h2$ 以用於將資料封包傳輸至為目的地節點B之資料收集器節點50，亦即，必須經由一適當中間節點N1將資料封包自此節點A傳輸至資料收集器節點50。對比而言，在半徑502內之節點10可以一個跳躍將其資料封包傳輸至資料收集器節點50。當然，目的地

節點B可為任何節點10且未必為資料收集器節點50。因此，可針對每一對發送器節點A及目的地節點B來定義跳躍距離。用於特性化跳躍距離之參數為跳躍計數，亦即，將資料封包自發送器節點A傳輸至目的地節點B所需的跳躍之數目。

在圖2B中，說明發送器節點A與目的地節點B之間的歐幾里德距離 d 。在任何兩個節點10之間，將歐幾里德距離定義為兩個點之間的地理距離。若節點10之網路位址係基於各別節點10之GPS位置，則亦可使用基於GPS之距離。接著將兩個節點10之間的距離定義為其GPS位置之間的距離。詳言之，當網路之節點10平均地分散於網路區域上時，兩個節點之間的歐幾里德距離或基於GPS之距離將為在兩個節點之間傳輸資料封包時平均執行的跳躍之數目的特性，且因此亦為傳輸時間之特性。或者，該距離可指代由資料封包行進之實際距離。在室外照明網路中，可使用沿街道量測之距離，而非歐幾里德距離，此係因為資料封包將很可能沿此等路徑行進。在圖2C中說明此情形，展示沿街道配置的街道燈具節點10。因此，兩個燈具節點10之間的距離亦可指代街道距離，將街道距離定義為沿道路系統之街道的空間距離或跳躍距離。

在圖3中，展示根據本發明之裝置100。裝置100可與無線多跳躍網狀網路之節點10或資料收集器節點50(例如，照明系統之燈具)相關聯。裝置100包含控制單元200。此外，節點10或50或裝置100包含用於經由無線通信路徑

40(例如，經由射頻傳輸)傳輸或接收資料封包之收發單元300。

裝置100之控制單元200可根據其在資料封包傳輸中之功能而再分成多個不同層。舉例而言，當使用OSI層模型時，控制單元200將包含用於定義裝置100與傳輸媒體之互動的實體層；在多節點網路中提供定址及頻道存取控制機制的MAC層；提供複數個功能及程序(例如，網路路由功能)之網路層；使用(例如)流量控制、分段/解分段或錯誤控制將可靠資料傳送服務提供至較高協定層之傳送層，及用於識別通信夥伴、判定資源可用性或同步通信的應用層。

在下文中，將使用調整應答逾時(亦即，任何發送器節點在重新傳輸所發送之資料封包之前等待來自目的地節點之對該資料封包的應答之時間週期)之實例來解釋本發明。然而，本發明亦可應用於調整一般答覆逾時，在該答覆逾時期間，發送器節點A等待來自目的地節點B之答覆資料封包。因此，本發明係關於調整答覆逾時且不限於應答逾時。

在圖4中，展示使用調整應答逾時之實例說明本發明之流程圖，但本發明不限於此。當處理待發送之資料封包時或當發送資料封包(S40)時，判定發送器節點A與目的地節點B之間的距離(S41)。基於此距離，調整用於此資料封包之應答逾時(S42)。因此，在調整該應答逾時之時，相應地排程在遺漏應答之狀況下的傳送層/應用層重新傳輸。

大體而言，應答逾時應採用儘可能小之值，以便最小化點對點通信延遲。在先前技術中，應答逾時為固定且對於所有節點10為共同的。因此，緊密相鄰之節點10之通信延遲等於遠距節點10之通信延遲。然而，在針對每一個別發送器-目的地組合來調整應答逾時(如由本發明所建議)之時，可最小化應答逾時，因此最小化點對點通信延遲。應答逾時之最小值等於源節點與目的地節點之間的資料封包傳輸之預期往返時間，亦即，用於遞送資料封包之時間加上用於遞送應答之時間。當發送器節點A在應答逾時內未接收到對所發送之資料封包之應答時，發送器節點A將重新傳輸該資料封包(S43)。可改變該等步驟之次序，亦即，可在發送資料封包(S40)之前執行步驟S41及/或S42。

可將該等步驟中之一些者執行達若干次或以迴圈反覆地執行，直至達到最大重複數目。舉例而言，發送器節點A可重新嘗試該資料封包之傳輸(S43)達若干次，直至達到重新傳輸之最大數目。若允許若干傳輸嘗試且達到在S42中所判定之逾時(針對第一次傳輸判定)，則可(例如)使用以下公式來增加用於實際重新傳輸之逾時： $\text{time_out} = c1 * \text{距離} + c2 * n_retransmissions$ ，其中c1及c2為兩個常數，且n_retransmissions為重新傳輸計數，在第一次傳輸資料封包時，n_retransmissions針對該第一傳輸為0。此情形防止將逾時(重複地)設定為過低，而過低之逾時防止了成功傳輸。

如上文所提及，相同程序適用於調整任何答覆逾時。因

此，在發送器節點A已將資料封包傳輸至目的地節點B(S40)之後，判定節點A與節點B兩者之間的距離(S41)，且相應地調整答覆逾時(S42)。再次，可任意地變更步驟S40、S41及S42之次序。若在該答覆逾時已屆期之後發送器節點A仍未自目的地節點B接收到任何答覆，則發送器節點A重新傳輸該資料封包(S43)。該答覆資料封包可包括應答、資料(尤其係由發送器節點A所請求之資料)，及其類似者。又，來自目的地節點B之應答含有緊鄰應答部分之額外資料。舉例而言，當資料收集器(發送器節點A)正將發送回當前所使用之調光設定檔的請求發送至接收器節點B時係如此。接收器節點B可接著發送回兩個封包，亦即，首先為已接收到請求之應答且接著為含有關於當前調光設定檔之回應之資料封包。然而，有利地，將應答及關於當前調光設定檔之資料組合成一個資料封包。藉由此等手段，不需要任何額外傳輸，因此節省網路資源。

可使用一度量(諸如，跳躍距離、基於GPS之距離或歐幾里德距離)來定義兩個節點之間的距離。在已知節點10之位置或網路位址係基於各別節點10之GPS位置的狀況下，可自節點10之位置或各別節點10之GPS位置導出特定發送器-目的地組合之距離資訊。可連同平均傳輸速度使用基於GPS之距離或歐幾里德距離來估計往返時間之預期值，在成功傳輸之狀況下，將在該往返時間內接收到對所發送之資料封包之應答。此值將接著判定應答潛時。或者，可基於發送器節點A與目的地節點B之間的跳躍距離而導出

該距離。該跳躍距離之特徵在於資料封包已行進以到達其目的地節點B的跳躍之數目。在一些狀況下，(例如)當使用具有跳躍計數度量之路由表時，跳躍距離資訊在網路層處已可用。在此狀況下，目的地節點B連同距離發送器節點A之各別距離一起儲存於發送器節點A中。

亦可使用包括於資料封包中之跳躍計數器或存留時間計數器(例如)藉由網路層明確地產生距離資訊。在自發送器節點A至目的地節點B之多跳躍傳輸期間，跳躍計數器可包括於資料封包中且隨每一跳躍而遞增。舉例而言，發送器節點A可自包括於自目的地節點B接收之資料封包中的跳躍計數器來導出針對特定目的地節點B之跳躍距離資訊(亦即，跳躍計數)。此處，該跳躍計數可自接收自目的地節點B之最後資料封包來導出，或該跳躍計數可與自目的地節點B接收之最後 n 個資料封包之均值或平均跳躍計數有關。或者，可將該跳躍計數挑選為自節點B接收之最後 n 個資料封包之最大跳躍計數或挑選為最後 n 個資料封包之跳躍計數隨時間的滑動視窗平均值。替代包括於自目的地節點B接收之資料封包中，該跳躍計數器亦可包括於來自目的地節點B之對由發送器節點A發送之封包的應答中，或其可包括於兩者中。或者，接收器節點B可自接收自發送器節點A之資料封包的跳躍計數器來導出跳躍計數或該跳躍計數之導出值(諸如，平均值或均值)，且將此跳躍計數傳達回至發送器節點A。當預期一路徑之跳躍計數不同於反向路徑之跳躍計數(亦即，自A至B之跳躍計數不同於自

B至A之跳躍計數)時，可需要此計算。可將跳躍計數資訊儲存於網路層處，且將跳躍計數資訊用作至此目的地節點B之資料封包傳輸之跳躍距離。調整應答逾時不僅可應用於發送至僅一個目的地節點B之單播資料封包。亦可將該實施例應用於應答之廣播及多播狀況，其中將資料封包傳輸至若干目的地節點B。在此等狀況下，可考慮用於多播群組中之不同目的地節點B之不同逾時，或選擇用於群組中之節點之最大逾時。

類似地，可使用存留時間計數器。大體而言，存留時間計數器(TTL)為具有大於跳躍之最大所需數目之初始值的標頭欄位。在每一中間節點 N_i 處(亦即，在每一跳躍之後)，遞減存留時間計數器。將丟棄具有零之當前存留時間計數器之資料封包，以便避免無法遞送之資料封包的無限轉遞。因此，可自初始存留時間計數(在第一跳躍之前)與在接收到資料封包時之最終存留時間計數之間的差導出跳躍計數。此處，目的地節點B知曉存留時間計數器之初始值，或初始存留時間計數嵌入於資料封包中。如上文所描述，可由目的地節點B自資料封包提取最終存留時間計數。接著，可將最終存留時間計數嵌入於對該資料封包之應答中或反向(例如，自目的地節點B至發送器節點A)傳輸之另一資料封包中，使得發送器節點A可計算具有同一目的地節點B之下一資料封包的跳躍計數。

當然，亦可藉由使用用於建置路由表之其他技術(例如，藉由將信標訊息定期地發送至潛在或重要的目的地節

點)而產生跳躍計數資訊。因此，可將應答逾時之調整應用於動態路由協定，其中至特定目的地節點B之跳躍的數目可變化。將該距離資訊提供至處置點對點資料封包重新傳輸之上層(例如，應用層或傳送層)。此上層可接著最小化每一目的地節點或發送器-目的地組合之應答逾時值。藉由此等手段，可將在資料封包傳輸失敗時的點對點延遲減小為接近最小可能值。

當挑選跳躍計數度量時，可將應答逾時計算為：

$$\text{time_out} = 2 * \text{常數} * \text{hop_count} * \text{hop_time}$$
 其中常數大於1。因數2係針對往返，此係因為跳躍計數僅與單向有關。或者，可替代地使用針對往返之跳躍計數。因此，應答逾時大於或等於平均往返時間。hop_time可與在多跳躍傳輸中將資料封包轉遞至下一中間節點Ni平均所需的平均時間週期有關。此可為網路之特性。此外，跳躍時間可取決於資料封包之類型，例如，資料封包是時間關鍵資料封包抑或時間非關鍵資料封包，或資料封包是以高優先權抑或以低優先權標記。當然，亦可用其他特性時間(例如，媒體跳躍時間或成功跳躍時間，亦即，成功地進行特定百分比(例如，90%至99%)之跳躍的時間間隔)來替代hop_time。當使用基於GPS之距離或歐幾里德距離時，使用用於所選度量之特性時間來類似地計算應答逾時。亦有可能考慮用於調整答覆逾時之目的地節點B中之某一延遲，例如，回應資料封包在目的地節點B處緩衝的緩衝時間、自目的地節點B至發送器節點A之迴轉時間，或其類似者。

較佳地，應答逾時可另外基於將導致較高跳躍時間之在網路中之當前訊務負載。此當前訊務負載可(例如)藉由發送器節點A所觀察或接收之網路訊務量或藉由發送器節點A在最後時間週期T中發出之封包的數目來判定。或者，接收器節點B(或中間節點Ni中之任一者)可將關於網路負載之資訊(例如)作為資料封包之部分或連同應答一起報告給發送器節點A。

當應用於具有複數個燈具節點10之大型照明系統中時，可因此最小化操作命令之延遲。詳言之，對於遠離發送操作命令之資料收集器節點50(或控制中心60)且已具有長傳輸時間之燈具節點10，此最小化消除未應答資料封包之重新傳輸之間的不必要之通信延遲。因此，可進一步增加照明系統之可擴充性且可減小燈具節點10之回應時間。

引起點對點延遲增加之另一原因係丟棄行進長距離之資料封包。跨越網路已行進長距離之任何資料封包已消耗顯著量之網路資源，且累積顯著之延遲。若丟棄此資料封包，則必須由其發送器節點A將其重新傳輸(點對點重新傳輸)，該重新傳輸使所累積之點對點延遲及網路資源(亦即，頻寬)之耗費至少加倍。在多跳躍網路中，任何節點10可充當發送器節點A或充當將所接收之資料封包轉遞至下一中間節點Ni或轉遞至最終目的地節點B之中間Ni。因此，根據本發明之另一實施例，無線網路之節點10不僅能夠在充當發送器節點A時基於至目的地節點B之距離而最小化資料封包之答覆逾時。而且在節點10操作為中間節點

Ni時，節點10可調整用於處理待轉遞之資料封包之傳輸參數。

在圖5中，展示說明用於待轉遞之資料封包之傳輸參數的調整之流程圖。在步驟S50中，由中間節點Ni接收來自發送器節點A或來自另一中間節點Ni之資料封包。在已接收到該資料封包之後，判定該接收中間節點Ni與發送器節點A之間的距離(S51)。基於此距離，調整用於該資料封包之傳輸參數。該等傳輸參數可指代MAC參數，例如，MAC層重新傳輸之最大數目、頻道存取嘗試之最大數目、傳輸功率位準、用於重新傳輸之延遲時間或用於頻道存取之後移時間間隔，或其組合。MAC層重新傳輸之最大數目判定允許MAC層重新嘗試資料封包之傳輸的次數。同樣地，頻道存取嘗試之最大數目與允許MAC層執行載波感測以便得到用於傳輸資料封包之頻道存取的最大允許次數有關。用於重新傳輸之延遲時間表示資料封包之後續傳輸嘗試之間的延遲，且用於頻道存取之後移時間間隔指代兩個後續頻道存取嘗試之間的時間間隔。因此，可調整傳輸參數，使得行進長距離之資料封包成功通過最後跳躍至其目的地的機率增加。舉例而言，可增加MAC層重新傳輸之最大數目或頻道存取嘗試之最大數目，或可降低用於重新傳輸之延遲時間或用於頻道存取之後移時間間隔。當然，亦可挑選此等調整之組合。

中間節點Ni基於包括於資料封包中之跳躍計數器或發送器位址而識別資料封包所行進之距離。在基於發送器位址

之狀況下，發送器節點A之網路位址可為基於GPS的。或者或另外，可將包含網路中之發送器節點A之GPS座標或位置的路由表儲存於中間節點Ni中。行進長距離之資料封包展現高的跳躍計數值或發送器節點A之GPS位置(例如，在發送器位址欄位中指示)與中間節點Ni之GPS位置(至少為中間節點Ni本端已知)之間的大的差。

在一實例中，判定資料封包已行進之距離超過特定臨限值。接著，可挑選用於資料封包至下一節點10之跳躍之優先傳輸參數的集合。或者，該等傳輸參數之調整可與由資料封包行進之距離成比例。因此，行進長距離之資料封包比行進較短距離之資料封包更有可能成功地跳躍至下一節點10。此情形可甚至以行進短距離之資料封包為代價而發生。

在基於中間節點Ni與發送器節點A之間的距離而調整傳輸參數之後，使用此等傳輸參數來處理資料封包(S53)。舉例而言，此情形可影響資料封包佇列之次序、優先權等級參數等，使得可較快地處理行進長距離之資料封包。接著，使用所判定之傳輸參數將資料封包轉遞至下一節點10(S54)。

藉由此等手段，行進長距離之資料封包之生存機會增加。此外，資料封包感知相當之延遲而不管跳躍之所需數目，此情形對於應用層且亦對於傳送層係有益的。若在資料封包丟失之狀況下必須在較高層處重新傳輸資料封包，則此機會增加尤其有用。此外，對於所有資料封包，可將

答覆逾時及(詳言之)應答逾時設定為相等的且甚至較低。因此，當基於資料封包之已行進距離而調整傳輸參數時，可另外考慮此情形以用於答覆逾時之調整。藉由此等手段，可增加已使用大量網路頻寬之行進長距離之資料封包的成功，且可能以行進較短距離之資料封包為代價而可減小用於長路線之總的通信延遲。因此，進一步存在點對點通信延遲之固有均勻性。

當應用於室外照明系統之電傳管理中時，此情形達成燈具節點10之增加的同步，此係因為燈具節點10將以相當之延遲接收指令。此外，遠離任何資料收集器節點50(或控制中心60)之燈具節點10的均值及最大通信延遲減小，從而導致同一網路中之燈具節點10之較高通信延遲均勻性。

因此，根據本發明，可針對每一對個別發送器節點A及目的地節點B調整答覆逾時，從而降低無線網路中之點對點傳輸延遲。此外，當節點10充當轉遞所接收之資料封包的中間節點Ni時，中間節點Ni可基於由此資料封包行進之距離針對該資料封包而調整傳輸參數。此情形有助於進一步減小點對點延遲且亦導致網路中之較高延遲均勻性。因此，可節省總的網路資源。

【圖式簡單說明】

圖1展示無線網狀網路之實例；

圖2A展示說明節點之間的跳躍距離之無線網狀網路的示意圖；

圖2B展示說明節點之間的歐幾里德距離之無線網狀網路

的示意圖；

圖2C說明在街道照明系統中的節點之空間分佈；

圖3展示根據本發明之裝置的示意圖；

圖4展示說明本發明之實施例的流程圖；及

圖5展示說明本發明之一另外實施例的流程圖。

【主要元件符號說明】

10	燈具節點
40	無線通信路徑
50	資料收集器節點
60	控制中心
70	連接
100	裝置
200	控制單元
300	收發單元
501	半徑
502	半徑
A	發送器節點
B	目的地節點
d	距離
$h1$	跳躍
$h2$	跳躍
N1	中間節點

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100135096

※申請日：

100.9.28

※IPC 分類：H04L 12/56 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)

H04W 64/00 (2009.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

於無線網路中降低資料封包傳輸延遲之裝置及方法

DEVICE AND METHOD FOR REDUCING DELAY OF DATA PACKET
TRANSMISSIONS IN WIRELESS NETWORKS

二、中文發明摘要：

為了降低一大規模無線網狀網路中資料封包傳輸之一點對點延遲，提供一種用於在該無線網路中控制資料封包傳輸之裝置、系統及方法，其中基於一發送器節點與一目的地節點之間的一距離而調整該發送器節點之一答覆逾時。

三、英文發明摘要：

For reducing an end-to-end delay of data packet transmissions in a large-scale wireless mesh network, a device, a system and a method are provided for controlling data packet transmissions in the wireless network, wherein an answer time-out of a sender node is adjusted based on a distance between the sender node and a destination node.

七、申請專利範圍：

1. 一種用於在具有複數個節點(10、50)之一無線網路中控制資料封包傳輸之裝置，其包含：
一控制單元(200)，其經調適以基於一發送器節點(A)與一目的地節點(B)之間的一距離而調整該發送器節點(A)中之一資料封包之一答覆逾時。
2. 如請求項1之裝置，其中該發送器節點(A)在該答覆逾時期間所等待之一答覆資料封包包括一應答及資料中之至少一者。
3. 如請求項1或2之裝置，其中該答覆逾時指代一點對點應答，及/或其中調整該答覆逾時係藉由負責點對點重新傳輸之一較高協定層來執行。
4. 如前述請求項中任一項之裝置，其中該裝置(100)經調適以耦接至一節點(10)及/或耦接至一資料收集器節點(50)及/或耦接至一控制中心(60)，及/或其中該無線網路為一網狀網路，及/或其中該無線網路之節點(10)為固定的，及/或該無線網路之節點(10)的位置為已知的，及/或其中自該發送器節點(A)至該目的地節點(B)之一資料封包傳輸係經由複數個中間節點(Ni)以一多跳躍模式執行。
5. 如前述請求項中任一項之裝置，其中兩個節點(10、50)之間的該距離係由一跳躍距離、一基於GPS之距離及/或歐幾里德距離來定義。
6. 如前述請求項中任一項之裝置，其中一距離資訊係藉由跨層通信而自一較低協定層提供至一較高協定層，及/或

係自一路由表、自一跳躍計數器及/或一存留時間計數器而獲得。

7. 如前述請求項中任一項之裝置，其中一距離資訊係藉由使用以下各者來產生：一相應反向鏈路之一跳躍計數、一相應反向鏈路之一初始存留時間計數與一最終存留時間計數之間的一差、自該目的地節點(B)接收之一資訊，及/或用於建置度量路由表之技術。
8. 如前述請求項中任一項之裝置，其中該答覆逾時係基於一跳躍計數及一跳躍時間，及/或基於該資料封包之一類型。
9. 如前述請求項中任一項之裝置，其中該跳躍計數對應於自該目的地節點(B)接收之一最後資料封包的一跳躍計數、自該目的地節點(B)接收之最後 n 個資料封包的一平均跳躍計數、自該目的地節點(B)接收之該最後 n 個資料封包的一最大跳躍計數，及/或自該目的地節點(B)接收之跳躍計數隨時間的一滑動視窗平均值。
10. 如前述請求項中任一項之裝置，其中該跳躍時間對應於一平均跳躍時間、自該目的地節點(B)接收之該最後 n 個資料封包的一平均跳躍時間、一最大跳躍時間、跳躍時間隨時間之一滑動視窗平均值，及/或一成功跳躍時間，在該成功跳躍時間中成功地執行一預定百分比之跳躍。
11. 如前述請求項中任一項之裝置，其中在接收一資料封包時，該控制單元(200)經調適以基於該資料封包已行進之一距離而調整傳輸參數。

12. 如前述請求項中任一項之裝置，其中該裝置(100)用於一照明系統之電傳管理中以用於將燈具節點(10、50)接通/切斷及/或控制燈具節點(10、50)之調光樣式，及/或報告感測器資料及/或燈具狀態。
13. 一種用於在一無線網路中控制資料封包傳輸之系統，該系統包含：
 - 一控制中心(60)；及
 - 複數個節點(10、50)，該複數個節點(10、50)中之至少一些者包含如前述請求項中之一項之裝置(100)；
 - 其中資料封包係經由該無線網路而自發送器節點(A)傳輸至目的地節點(B)。
14. 如請求項13之系統，其中該等節點(10、50)與一照明系統之燈具相關聯。
15. 一種用於在具有複數個節點(10、50)之一無線網路中控制資料封包傳輸之方法，該方法包含：
 - 將一資料封包自一發送器節點(A)發送至一目的地節點(B)；及
 - 基於該發送器節點(A)與該目的地節點(B)之間的一距離而調整該發送器節點(A)中之該資料封包之一答覆逾時。

八、圖式：

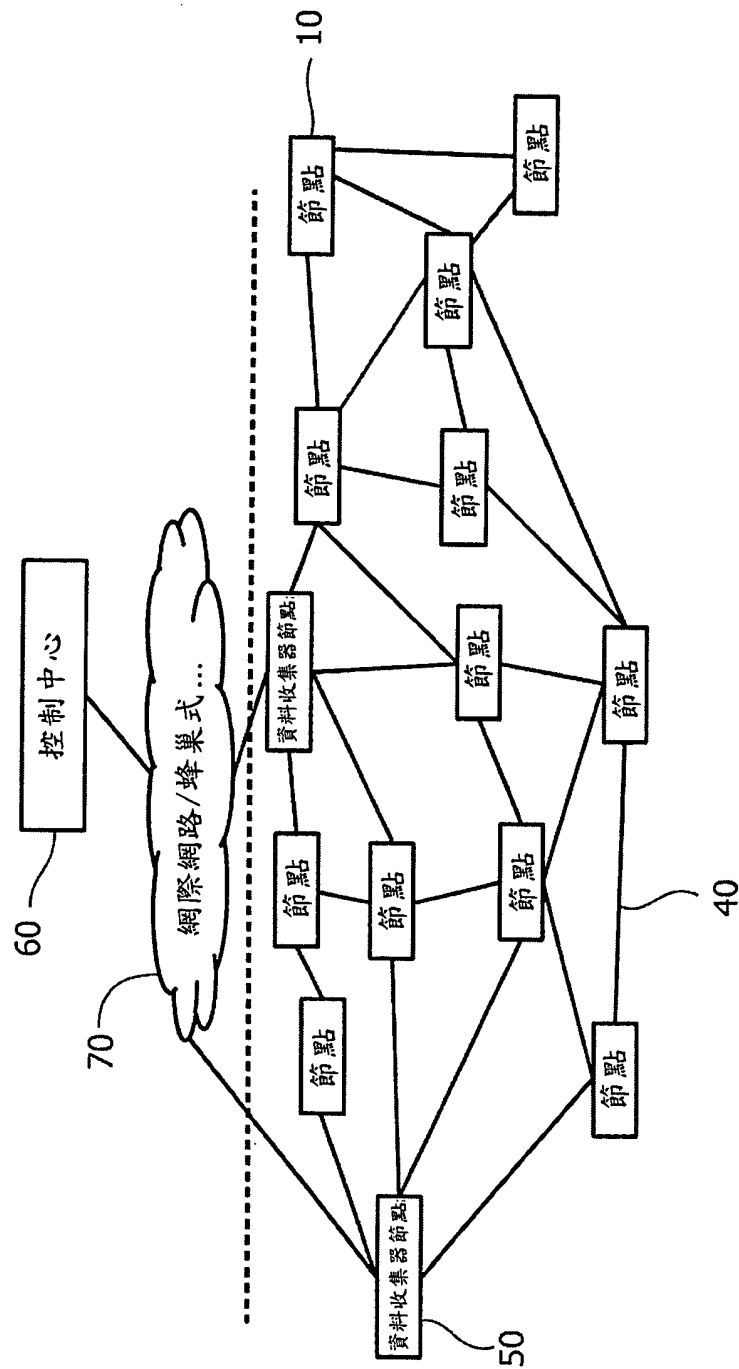


圖1

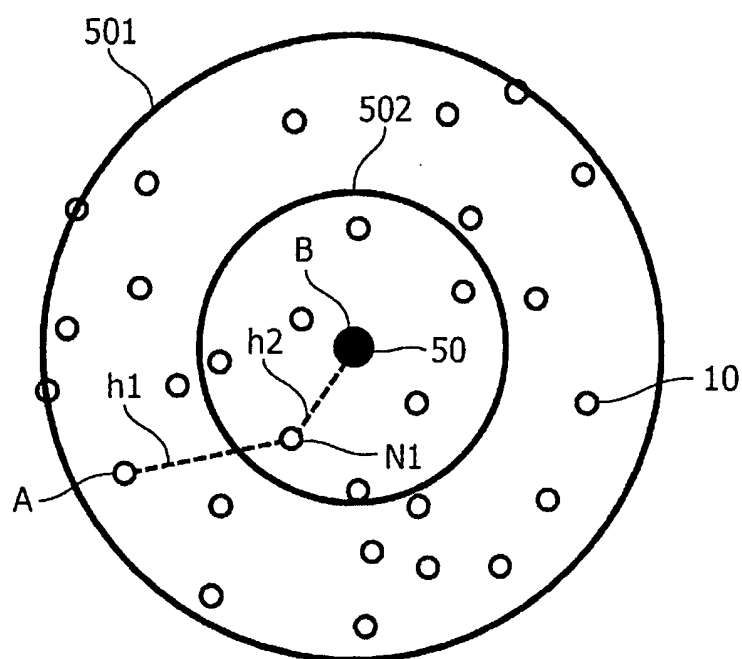


圖 2A

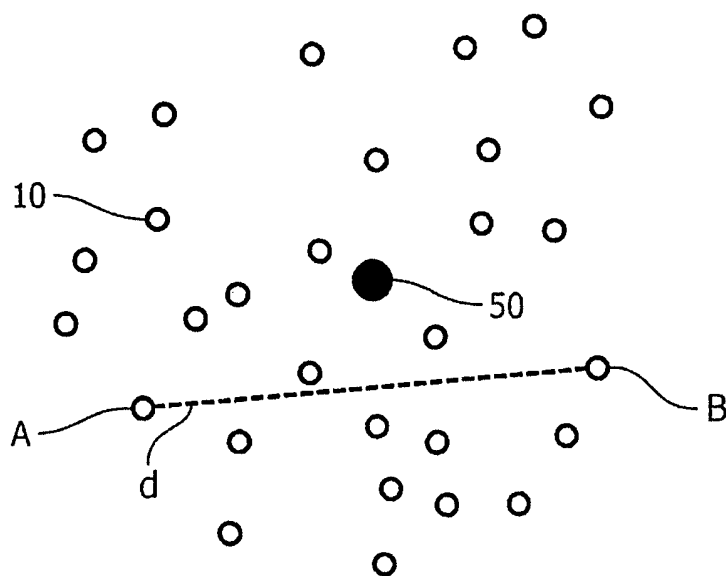


圖 2B

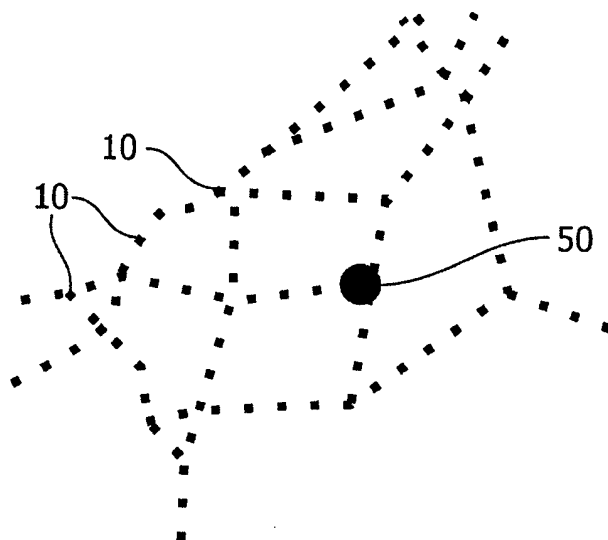


圖 2C

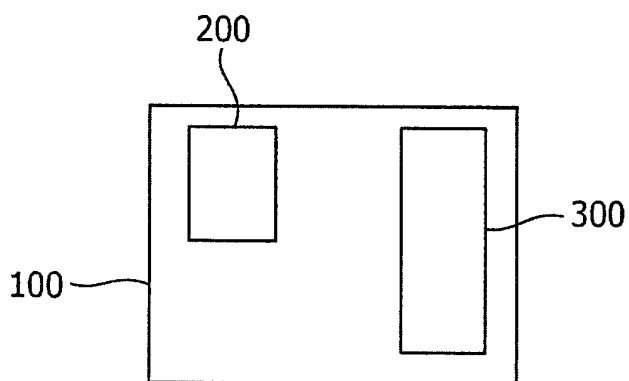


圖 3

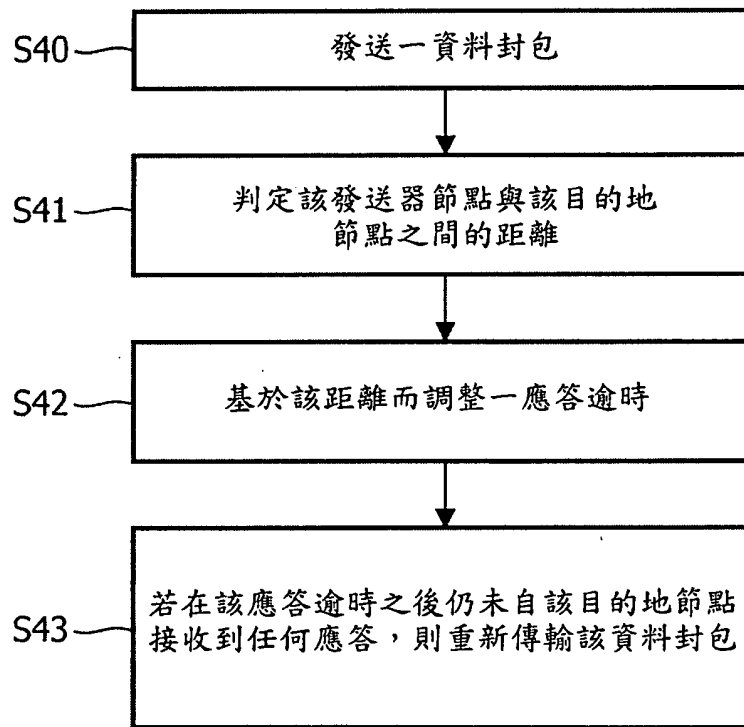


圖4

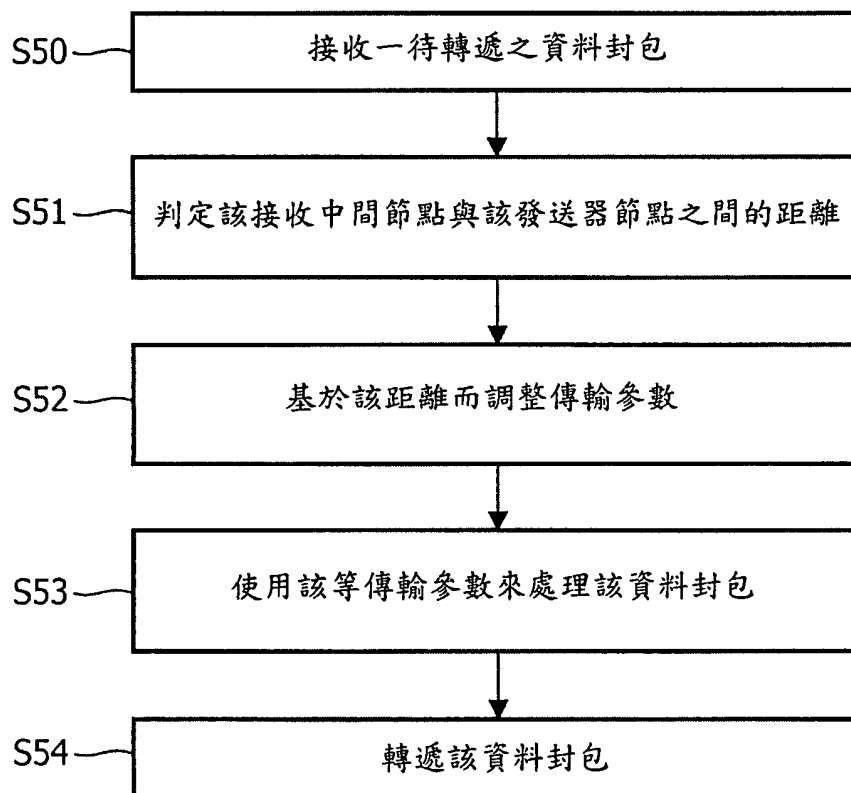


圖5

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

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)