



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103222241 B

(45)授权公告日 2017. 10. 03

(21)申请号 201180057010.3

T.C.W.申克 O.加西亚莫乔恩

(22)申请日 2011.11.10

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103222241 A

代理人 刘鹏 汪扬

(43)申请公布日 2013.07.24

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

10192560.0 2010.11.25 EP

H04L 12/721(2013.01)

H04W 40/24(2009.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.05.27

(56)对比文件

CN 101150518 A,2008.03.26,

US 2005/0102443 A1,2005.05.12,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2011/055026 2011.11.10

CN 101442787 A,2009.05.27,

CN 101562861 A,2009.10.21,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/069950 EN 2012.05.31

CN 101741724 A,2010.06.16,

US 2007/0248065 A1,2007.10.05,

(73)专利权人 飞利浦灯具控股公司

地址 荷兰埃因霍温

CN 101364945 A,2009.02.11,

US 2010/0128652 A1,2010.05.27,

(72)发明人 D.M.戈尔根 J.埃斯皮纳佩雷兹

审查员 段燕辉

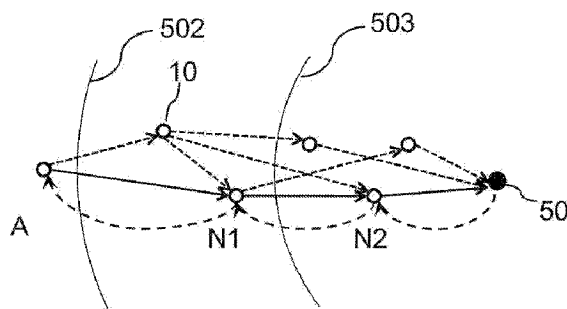
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

用于优化至无线网络网络的节点的数据传输的系统和方法

(57)摘要

为了改善从收集器节点至一个或多个网络节点的数据分组传输而没有附加路由协议或总网络负荷的增加,提供了一种系统和方法,其中,接收被寻址到收集器节点的上行链路数据分组的节点和/或收集器节点适于将至少发送器节点信息和传输节点信息作为反向路由信息存储预定时间。



1. 一种用于控制无线网络中的数据分组传输的系统,包括:

至少一个收集器节点(50);和

多个节点(10);

其中,接收被寻址到收集器节点(50)的上行链路数据分组的节点(10)和/或收集器节点(50)适于将至少发送器节点信息和传输节点信息作为数据分组传输的反向路由信息存储预定时间,其中,反向路由信息被存储在节点(10)处的所述预定时间取决于该节点(10)至收集器节点(50)的距离。

2. 根据权利要求1的系统,其中,使用反向路由信息经由上行链路数据分组路由的反向路由来从收集器节点(50)向发送器节点(A)传输下行链路数据分组。

3. 根据权利要求1或2的系统,其中当预期来自发送器节点(A)的上行链路数据分组时,收集器节点(50)适于对下行链路数据分组至发送器节点(A)的传输进行延迟,直到所述上行链路数据分组被接收为止。

4. 根据权利要求1或2的系统,其中,接收下行链路数据分组的节点(10)适于基于反向路由信息的可用性来选择用于转发下行链路数据分组的传输模式。

5. 根据权利要求1或2的系统,其中,上行链路数据分组包括指示反向路由信息是否要被存储和/或指示反向路由信息要被存储的所述预定时间的数据字段。

6. 根据权利要求1或2的系统,其中,节点(10)适于存储反向路由信息,直到接收到要被转发至发送器节点(A)并包括擦除信息的下行链路数据分组为止。

7. 根据权利要求1或2的系统,其中,下行链路数据分组和上行链路数据分组的确认被作为一个数据分组传输至发送器节点(A),或者其中,在传输上行链路数据分组的确认之前或之后的预定时间间隔内,下行链路数据分组被单独传输。

8. 根据权利要求1或2的系统,其中,收集器节点(50)适于向一个或多个节点(10)广播和/或多播触发消息。

9. 根据权利要求8的系统,其中,已接收到所述触发消息的节点(10)适于随机地选择在所述触发消息中指定的时间间隔内的时隙,以用于向收集器节点(50)发送数据请求。

10. 根据前述权利要求8的系统,其中,所述触发消息被分为若干子批,每个子批包括不同节点地址,并且其中所述子批被顺序地处理。

11. 根据权利要求1或2的系统,其中,至少一些节点(10)和/或收集器节点(50)与照明系统的照明设备相关联。

12. 根据权利要求11的系统,其中,所述系统用在用于开/关和/或控制照明设备节点(10)的调光模式和/或用于报告传感器数据和/或照明设备状态数据的照明系统的遥控管理中。

13. 一种用于无线网络网络的节点(10)的设备,所述网络包括多个节点(10)和至少一个收集器节点(50),其中,所述设备适于,在已接收到传向收集器节点(50)的上行链路数据分组之后,将至少一个发送器节点信息和传输节点信息作为数据分组传输的反向路由信息存储预定时间,其中,反向路由信息被存储在通信节点(10)处的所述预定时间取决于该通信节点(10)至收集器节点(50)的距离。

14. 一种用于控制无线网络中的数据分组传输的方法,所述网络包括至少一个收集器节点(50)和多个节点(10),其中,所述方法包括以下步骤:

在节点(10)处或在收集器节点(50)处接收被寻址到收集器节点(50)的上行链路数据分组;以及

将至少发送器节点信息和传输节点信息作为数据分组传输的反向路由信息存储预定时间,其中,反向路由信息被存储在节点(10)处的所述预定时间取决于该节点(10)至收集器节点(50)的距离。

用于优化至无线网络网络的节点的数据传输的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于控制无线网络网络中的数据分组传输的系统和方法。

背景技术

[0002] 近来,例如对于照明系统、楼宇自动化、监视应用、传感器系统和医疗应用的远程控制而言,无线网络网络吸引了越来越多的关注。特别地,户外照明设备的远程管理,所谓的遥控管理,变得越来越重要。一方面,这是由对环境的考虑所驱使,因为遥控管理系统能够例如随着时间、天气状况和季节的变化而使用不同的调光模式,以允许更节能地使用户外照明系统。另一方面,这也是由经济原因所驱使,因为提高的能源效率还降低了运营成本。此外,所述系统可以远程监控电力使用并检测灯故障,这允许确定维修照明设备或替换灯的最佳时间。

[0003] 目前的基于射频(RF)的无线解决方案使用星型网络拓扑或者网格网络拓扑。在星型网络中,控制中心具有至网络中的每个节点的直达无线通信路径。然而,典型地,这需要将高功率/高灵敏度的类似于基站的控制中心放置在高位置处(例如,在楼宇顶部),这使得所述解决方案难以部署并且昂贵。在网格网络中,多个节点一般不与控制中心直接通信,而是经由所谓的多跳通信进行。在多跳通信中,经由一个或多个中间节点将数据分组从发送器节点传输至目的地节点。节点充当了路由器,以将数据分组从邻近节点传输至那些太远而不能在单跳中到达的节点,这导致可跨越更大距离的网络。通过将长距离分成一连串较短的跳,信号强度被维持。因此,由网格网络的所有节点执行路由,以决定数据分组将被发送至哪个邻近节点。因此,网格网络是一种非常鲁棒和稳定的网络,其具有高连通性,因而具有高冗余和高可靠性。

[0004] 在现有技术中,网格网络传输技术可以分为两类:基于洪泛(flooding-based)的网格网络和基于路由的网格网络。在基于洪泛的网格网络中,所有数据分组由网络中的所有节点转发。因此,节点不必进行复杂的路由决策,而仅仅是对数据分组进行广播。通过这些手段,所述技术非常鲁棒。然而,在大型网络中,由于转发而引起的数据开销将影响总数据速率。此外,数据分组的冲突更有可能发生,从而进一步降低总体性能。因此,这种解决方案的主要问题是可扩展性。基于路由的网格网络可以被进一步分为主动方案和被动方案。在主动的基于路由的网格网络中,所有需要的网络路径都被存储在每个节点的路由表中。路由表被保持为最新的,这例如是通过将定期信标消息发送至邻近节点以发现高效的路由路径来进行的。尽管在这种网络中数据传输非常高效,但是可扩展性仍然低下,这是因为,在大型网络中,路由表的主动更新消耗大部分网络资源。而且,路由表将随着网络规模增大而增长。此外,网络的建立需要时间和资源以便构建路由表。相反,被动方案通过按需发现路由来避免持久性开销和大路由表。它们使用洪泛来发现网络路径并高速缓存活动路由或节点。当路由几乎不是仅用于单个数据分组时,用洪泛数据分组来替代执行路由发现可能更高效。如果路由被保持得足够长以避免频繁路由,被动方案退化为主动方案。被动的基于路由的网格网络协议的例子被用在ZigBee中。然而,这种协议方案的主要问题仍然是网络

的可扩展性。

[0005] 在大多数传感器/致动器网络中,网络节点一般只与充当至控制中心的网桥或网关的收集器节点(collector node)进行通信,而收集器节点(或控制中心)是与个体节点或一组节点进行通信的唯一实体。而且,在总数据流量中,一般盛行从节点至控制中心的通信。因此,在这些网络中,通常从节点至相应收集器节点优化数据分组传输,即,底层协议是面向数据收集器的。但是,这些协议仅改善了朝向收集器节点的路径。为了从收集器节点或控制中心向个体节点传输数据,要么必须在单个节点处存储附加的大量的路由协议,要么必须在数据分组中包括精确的路由信息。但是,当使用附加协议时,在节点处需要用于路由表的附加存储空间,这使得节点和系统更复杂。然而,当在数据分组中包括精确的路由信息时,将造成巨大的数据开销,这进一步增大了网络负荷,从而降低了网络的可扩展性。作为替代,通常使用洪泛。然而,这是一种与个体节点进行通信的极其低效的方式,也导致了增加的网络流量,因而可扩展性更低。

[0006] 此外,在大规模多跳网络中,数据分组必须经过的跳数与小型网络中的跳距(hop distance)相比是大的。因此,在包括数千节点的大射频遥控管理系统中,很可能出现20-40跳。然而,个体数据分组的交付机会随其跳距的增大而减小,这是因为,对于每一跳,都存在数据分组丢失的机会。因此,为了保证数据分组的成功交付,可以在确认模式下传输数据分组,在确认模式中,接收器节点在接收到数据分组之后向发送器节点传输确认。因为接收器节点大多与收集器节点相对应,所以该确认必须从收集器节点传输至发送器节点。然而,相应通信路径非常低效,如前所述,尤其是当考虑确认的低有效载荷(通常只包括数据分组的类型以及序列号)时。

[0007] 因此,普通无线网格网络的大缺点一方面是由令人厌烦的配置构成,另一方面则是由极其有限的网络可扩展性构成。尤其是,RF遥控管理网络还由于其拓扑结构和大小的缘故而遭受严重的过载,这限制了它们的可扩展性。结果,高效的路由协议是在诸如具有大量照明设备节点的街道照明系统之类的大规模无线网络中从数据收集器到个体网络节点或一组网络节点的数据传输所需要的,以便实现所需的吞吐量、响应时间以及鲁棒性。

[0008] US 2009/0154395 A1描述了具有层级结构的无线传感器网络中的路由,其中所述网络包括多个簇(cluster),每个簇具有多个节点和簇头。簇头用作相应簇的节点与其它簇的节点之间的网关。

发明内容

[0009] 鉴于现有技术中的上述缺点和问题,本发明的一个目的在于提供一种用于在无线网络中传输数据分组的系统和方法,其中,从收集器节点至一个或多个网络节点的数据分组传输被改善,而无需附加的路由协议或者增加总网络负荷。

[0010] 本发明基于的构思是,将从单个节点至收集器节点的高效路由用于反向传输的数据分组。为此,接收传向收集器节点的上行链路数据分组的每个节点临时存储与数据分组的原始发送器节点相关的信息以及与其已从其接收到数据分组的前一传输节点相关的信息。在下文中,上行链路数据分组指的是从节点朝向收集器节点发送的数据分组,而下行链路数据分组指的是从收集器节点向一个或多个个体节点发送的数据分组。

[0011] 根据本发明的一个方面,提供一种用于控制无线网络中的数据分组传输的系统,

所述网络包括多个节点和可以用作至控制中心的网关的至少一个收集器节点。在节点或收集器节点接收传向或被寻址到(addressed to)该收集器节点的数据分组时(或之后),该节点或收集器节点将至少关于发送器节点和关于传输节点的信息作为反向路由信息存储预定时间。优选地,在多跳模式下执行无线网格网络中的数据分组传输。因此,如果接收节点不是收集器节点,则接收节点可以是多跳传输中的中间节点或转发节点。发送器节点信息和传输节点信息中的至少一个可以被包括在接收的上行链路数据分组中。发送器节点信息可以涉及发起数据分组传输的节点的地址或其它标识信息。同样,传输节点信息可以涉及从其接收到数据分组的前一节点的地址或标识信息。优选地,在接收节点的路由高速缓存中,发送器节点信息被临时存储为目的节点信息,且传输节点信息被临时存储为接收节点信息。如果在反向路由信息正被高速缓存的同时接收到传向上行链路数据分组的发送器节点的下行链路数据分组,则节点可以使用反向路由信息来转发下行链路数据分组。通过这些手段,可以以与上行链路数据分组相反的方向传输下行链路数据分组。因为,一般而言,上行链路传输遵循极其高效的路由协议,所以按照这种方式可以改善下行链路传输,而无需附加的路由协议或者包括在下行链路数据分组中的全路由信息。因此,本发明的构思涉及反向路由高速缓存。

[0012] 无线网络可以具有网格拓扑,其中每个节点都可以充当路由器。这种网络增大了冗余度和可靠性。优选地,无线网络的节点是固定的,对于大型户外照明系统而言情况主要就是这样。可替换地或此外,至少一些节点的位置可以是被网络的至少一些其它节点所已知的。例如,至少一些节点可以存储用于至最近收集器节点的上行链路传输的路由表。对于上行链路传输,用于至收集器节点(“信宿”)的数据分组传输的路由协议可以是基于信宿距离向量路由(sink-distance vector routing)的,也称作多至一路由。因此,数据分组被传输至更靠近收集器节点之一的邻近节点。通过这些手段,数据分组传输变得更快且更高效。此外,这也允许在例如具有超过1000个的大量节点的大型无线网格网络中省却大量的收集器节点。可替换地或此外,可以在每个节点处存储路由表,包括用于将上行链路数据分组转发至最近收集器节点的路由信息。上行链路数据分组可以包括与检测的事件、传感器数据和状况数据中的至少一个相关的报告数据。例如,在照明系统中,照明设备节点可以定期地报告功率状况、光传感器所检测的环境亮度、操作状况等。

[0013] 优选地,接收节点存储反向路由信息的高速缓存时间(即预定时间)取决于该接收节点。例如,与靠近收集器节点的节点相比或者与收集器节点自身相比,靠近发送器节点的节点可以将反向路由信息存储更长时间。因此,高速缓存时间可以取决于相应节点至收集器节点的距离,例如取决于跳距。在一个例子中,节点的高速缓存时间超过平均往返时间(即,将接收的上行链路数据分组从该节点转发至收集器节点所需的时间加上经由相同中间节点从该收集器节点接收该上行链路数据分组的确认所需的时间)。然而,高速缓存时间可以被选择得足够短,使得不需要大的路由高速缓存,这是因为这在许多无线设备中也许是不可能的。因此,反向路由信息的寿命可以较短。此外,路由高速缓存的尺寸可以依据节点而改变。优选地,路由高速缓存大得足以可以同时高速缓存与多于一个的发送器节点相对应的反向路由信息。反向路由信息被保持在节点中的预定时间可以开始于创建反向路由信息之时。可替换地,预定时间开始于节点已转发传向发送器节点A的下行链路数据分组之时。通过这些手段,在已使用反向路由信息传输第一下行链路数据分组之后,反向路由在所

述预定时间内仍然开放或者可用。当随后从收集器节点向相同发送器节点A发送若干数据分组时,这可能尤其有用。

[0014] 可能地,在上行链路数据分组中包括指示是否要存储反向路由信息的数据字段。优选地,如果该数据字段指示要存储或者如果在上行链路数据分组中包括该数据字段,节点才存储反向路由信息。因此,如果在上行链路数据分组中不包括该数据字段,则可以不存储反向路由信息。也可以通过指定反向路由信息要被存储多长时间来指示存储反向路由信息的需求。这可以通过在上行链路数据分组或下行链路数据分组中包括高速缓存时间(即预定时间)来实现,例如如果该预定时间以使用反向路由信息转发下行链路数据分组作为开始。可替换地,接收上行链路数据分组的节点可以适于,通过将在该上行链路数据分组中指定的预定时间乘以其至收集器节点的跳距来确定其用于存储反向路由信息的个体高速缓存时间。此外或可替换地,节点可以存储包括特定发送器节点A的发送器节点信息的反向路由信息,直到该节点接收到包括擦除信息或擦除命令并且传向该发送器节点A的下行链路数据分组为止。当接收到传向发送器节点A并包括擦除信息的下行链路数据分组时,该节点可以在使用反向路由信息转发了该下行链路数据分组之后删除与该发送器节点A相对应的反向路由信息。例如,当一批下行链路数据分组必须被传输至发送器节点A时,必须通过该反向路由的最后一个分组可以包括擦除消息,以便释放传输节点的路由高速缓存。通过这些手段,可以保证反向路由保持开放,直到最后一个下行链路数据分组通过为止,同时反向路由信息没有被保持不必要的长久。在另一修改中,通过反向路由的下行链路数据分组可以包含一数据字段,向传输节点指示反向路由信息是否必须进一步被保持和/或反向路由信息必须进一步被保持多长时间。这在收集器节点向发送器节点A发送多个数据分组的情况下尤其有用。

[0015] 在另一实施例中,已接收到要被转发至发送器节点A的下行链路数据分组的节点可以基于与该发送器节点A相对应的反向路由信息的可用性来选择传输模式。例如,如果在该节点处反向路由信息不再可用,则该节点可以使用洪泛等来转发下行链路数据分组。洪泛可以包括跳计数约束,即,洪泛可以被限制于网络的特定区域。这可以基于节点至发送器节点A的距离。因此,可以从中间节点处的反向路由信息不可用的点(例如从收集器节点至发送器节点A的下行链路传输的中途的点)开始使用诸如洪泛之类的其它传输模式。

[0016] 在优选实施例中,收集器节点适于在预期要从节点接收上行链路数据分组的情况下延迟下行链路数据分组至该节点的传输。当在接收到上行链路数据分组之后传输下行链路数据分组时,在收集器节点和中间节点处高速缓存的反向路由信息可以用于传输下行链路数据分组。因此,可以经由已转发过上行链路数据分组的相同中间节点来从收集器节点向所述上行链路数据分组的发送器节点传输下行链路数据分组。因而,相同传输路径可以用于上行链路和随后的下行链路的传输。优选地,收集器节点将发送器节点信息作为目的地节点信息包括在下行链路数据分组中并将该下行链路数据分组传输至收集器节点已经从其接收到上行链路数据分组的中间节点。同样,接收下行链路数据分组的每个中间节点可以将在下行链路数据分组中包括的目的地节点信息与存储的发送器节点信息进行比较。如果存储的发送器节点信息等同于下行链路数据分组的目的地节点信息,则节点可以将该下行链路数据分组转发至与关联于所述存储的发送器节点信息的存储的传输节点信息相关的下一中间节点。

[0017] 优选地,收集器节点仅延迟时间不重要或延迟容忍的数据分组。延迟时间(即收集器节点将下行链路数据分组的传输延迟的时间)可以取决于该下行链路数据分组。例如,收集器节点可以适于确定下行链路数据分组的传输的紧迫度并相应地设置最大延迟时间。

[0018] 下行链路数据分组可以包括例如从发送器节点接收的上行链路数据分组的确认。此外或可替换地,下行链路数据分组可以包括所请求的数据和/或其它数据,例如协议的更新、时间表等。在优选实施例中,下行链路数据分组和所接收的上行链路数据分组的确认被作为一个数据分组进行传输。因为确认具有大数据开销,尤其是当考虑其低有效载荷时,所以可以通过将确认与必须被发送至相同节点的其它数据相结合来减少数据开销。这也称作搭载(piggybacking)。然而,在一些情况下,可能需要将下行链路数据分组与上行链路数据分组的确认分离地进行传输。在这种情况下,只要在上行链路传输期间创建的反向路由仍然可用,就应该传输下行链路数据分组和确认。因此,可以刚好在传输上行链路数据分组的确认之前或之后传输下行链路数据分组。

[0019] 在另一实施例中,收集器节点可以适于,向一个或多个节点传输触发消息,以便创建相应反向路由信息。例如,触发消息可以涉及这样的通知消息:收集器节点处数据可用。触发消息可以被作为广播而被发送至所有节点,或者被作为多播而被发送至一组节点。触发消息可以在洪泛模式下传输,其中所有节点向除了从其接收了消息的传输节点之外的每个邻近节点转发该消息。在接收到触发消息之后,节点可以在该触发消息中所指定的时间间隔内向收集器节点发送数据请求。优选地,数据请求的上行链路传输被执行为路由的单播传输。响应于来自节点的数据请求,收集器节点可以使用高速缓存的反向路由信息而经由数据请求的反向路由来传输所请求的数据。通过这些手段,可以省却用于向每个单个节点传输数据的洪泛单播传输,从而避免过度的网络负荷。

[0020] 此外,通过在触发消息中包括接收触发消息的节点必须传输其数据请求的时间间隔,数据流量可以相对于时间而成形。优选地,节点随机地选择所指定的时间间隔内的时隙,用于传输其数据请求。通过这些手段,贯穿所述时间间隔,多个节点的数据请求可以被均匀地执行。因此,可以避免收集器节点处的数据请求风暴以及在收集器节点处或其邻近位置处网络的结果开销。因此,可以防止数据分组冲突和随后的数据分组丢失。

[0021] 如果一组节点将一起被更经常地寻址(addressed),则可以通过例如在洪泛模式下传输广播消息来创建多播组。例如,需要相同固件更新或将接收相同触发消息的节点可以被分组为多播组。用于创建多播组的广播消息可以包括相应节点的地址和多播组地址。替代节点地址或组地址,其它标识信息也可以用于寻址该节点或组。因此,其地址(或标识信息)被包括在广播消息中的那些节点可以存储多播组地址(或多播组的标识信息),使得它们作为多播组的成员而被寻址。

[0022] 在可替换实施例中,至少一个多播组地址和/或至少一个节点地址被包括在触发消息中。因此,触发消息可以被洪泛,但是只有被寻址的节点可以向收集器节点发送数据请求。这个方法可能是有利的,如果触发消息传向的节点在这个组合中将不再被使用或者只是极少被使用的话。可能地,触发消息必须被分为若干子批,例如,如果节点地址的数目超过了触发消息的可用有效载荷的话。于是,触发消息的每个子批可以包括不同节点地址。所述子批可以被顺序地处理,即一个接一个地。这意味着,在收集器节点从已在触发消息的前一子批中被寻址的所有节点接收到数据请求之后,将传输触发消息的后续子批。可替换地,

收集器节点甚至可以延迟下一子批的传输,直到已通过向相应节点传输所请求的数据答复了前一子批的所有数据请求为止。

[0023] 根据本发明的系统尤其适用于照明系统,这是因为在所述系统中,大多数数据流量是从照明设备节点传向收集器节点(N:1流量),而从收集器节点至照明设备节点的传输(1:N流量)不那么经常发生。由于反向路由高速缓存,所以可以改善从收集器节点至其它节点的数据分组传输,同时保持系统在网络建立和维护上简单。因此,在优选实施例中,至少一些节点和/或收集器节点与照明系统的照明设备节点相关联。此外,根据本发明的系统可以用在照明系统的遥控管理中,例如,用于开/关照明设备节点、用于控制照明设备节点的调光模式和/或用于从照明设备节点报告数据。将根据本发明的系统用于照明系统的遥控管理将导致具有高可扩展性的高性能照明系统。

[0024] 根据本发明的另一个方面,提供一种用于无线网络网络的节点的设备,所述网络包括多个节点和至少一个收集器节点。所述设备使得相应节点在接收到传向收集器节点的上行链路数据分组时或之后能够将至少发送器节点信息和传输节点信息作为反向路由信息存储预定时间。所述设备可以与节点相关联,或者可安装在节点中。此外,所述设备可以使节点能够执行以上针对系统提及的其它功能的至少一些。

[0025] 根据本发明的再一个方面,提供一种用于控制无线网络网络中的数据分组传输的方法,所述网络具有至少一个收集器节点和多个节点。当向收集器节点传输上行链路数据分组时,已接收到该上行链路数据分组的节点或该收集器节点将至少发送器节点信息和传输节点信息作为反向路由信息存储预定时间。通过这些手段,用于从收集器节点至上行链路数据分组的发送器节点的下行链路传输的反向路由可以被高速缓存。

附图说明

[0026] 在附图中:

[0027] 图1示出无线网络网络的例子;

[0028] 图2示出无线网络网络中的多跳传输;

[0029] 图3示意性地示出洪泛多播传输;

[0030] 图4A-C示出反向路由高速缓存;

[0031] 图5示出延迟下行链路数据分组的传输的过程;

[0032] 图6A示例性地示出确认数据分组的结构;

[0033] 图6B示例性地示出包括其它数据的确认数据分组;

[0034] 图7示出响应于触发消息而请求下行链路数据的过程;以及

[0035] 图8示出响应于触发消息而请求下行链路数据的另一过程。

具体实施方式

[0036] 本发明的优选应用是致动器网络、传感器网络或诸如(例如,用于街道、公园和公共区域的)户外照明系统和用于一般区域照明(例如,用于商场、竞技场、停车场、车站、隧道等)的室内照明系统之类的照明系统。在下文中,将进一步使用用于街道照明的户外照明系统的例子来说明本发明,但是本发明不限于这种应用。在照明控制领域,经由射频网络技术的户外照明设备的遥控管理受到越来越多的关注,尤其是具有针对具有超过200个照明设

备的段的大规模装置的实用性的解决方案。

[0037] 在图1中,示出了具有网格拓扑的典型网络。多个节点10 (N) 彼此经由无线通信路径40相连。节点10中的一些用作收集器节点50 (N/DC),收集器节点50经由单跳传输或多跳传输从周围节点10接收数据分组并向控制中心60传输它们,反之亦然。因此,收集器节点50可以按照处于节点10与控制中心60之间的网关的方式来操作。可选地,收集器节点自己可以充当控制中心。节点10与收集器节点50之间的无线通信路径40可以通过RF传输来构建,而收集器节点50与控制中心60之间的连接70可以利用因特网、移动通信网络、无线电系统或其它有线或无线数据传输系统。因此,节点10和收集器节点50包括用于经由无线通信路径40(例如,经由RF传输)来传输或接收数据分组的收发单元。因为RF传输不需要高传输功率并且易于实现和部署,所以可以降低使用设备来设立和操作网络的成本。对于大型RF网络,例如用于照明系统的RF遥控管理网络,这尤其重要。然而,可替换地,数据分组传输可以使用红外通信、自由空间可见光通信或电力线通信。在下文中,从节点10传输至收集器节点50的数据分组称作上行链路数据分组,而从收集器节点50传输至一个或多个节点10的数据分组被表示为下行链路数据分组。此外,当数据分组被寻址到(addressed to)网络的所有节点10时,这称作广播,而传向一组节点10的数据分组称作多播或组播数据分组。传向单个节点10的数据分组被表示为单播数据分组。

[0038] 在用于照明控制的遥控管理系统中,照明设备节点10的数量极其大。因此,网络规模非常大,尤其是当与典型地包含少于200个节点的普通无线网络网络相比时。此外,典型地,节点10由于成本考虑而具有有限的处理能力,使得照明设备节点10的处理和存储器资源将受限。因此,用于在单个节点10之间传输数据分组的通信协议应该考虑用于高效和快速的分组数据传输的有限资源。此外,与其它所谓的自组织(ad-hoc)网络网络相比,用于户外照明控制网络的遥控管理系统是固定的,即,节点10不移动。此外,所有节点10都可以连接至市电电源。因此,网络变化主要由变化的环境导致,例如由于流量导致。如果节点10是固定的,则节点10的物理位置(例如GPS坐标)可以在系统中是已知的,从而实现地理的或基于位置的路由。此外,户外照明系统的遥控管理不需要高数据吞吐量。这意味着,数据流量中的大部分包括时间不重要的数据分组,例如,状态报告数据、统计数据、时间表更新等。

[0039] 此外,在诸如街道照明系统之类的照明系统中,通信非常不对称。大多数流量由照明设备节点10产生,例如,向控制中心60报告它们的状态、它们的调光轮廓、传感器值或功率使用。其它流量包括从控制中心60到不同节点10的控制命令,例如用于调整调光模式或开灯/关灯的控制命令。从控制中心60或数据收集器50到节点10的流量包括在单播、多播或者在广播模式下的1:N流量。然而,大多数流量由从节点10至控制中心60或相应收集器节点50的上行链路传输中的 N:1流量(单播)构成。因此,对于这种系统而言,有利的是优化上行链路传输。

[0040] 在图2中,示出了被多个节点10包围的收集器节点50,图示了经由多个中间节点N1.....Ni从发送器节点A至收集器节点50的多跳单播数据传输。节点10具有至收集器节点50的不同跳距,如界限501、界限502和界限503所示。例如,在界限501内但在界限502外的节点A需要三跳 h_1 、 h_2 和 h_3 来将上行链路数据分组传输至收集器节点50,即,必须经由中间节点N1和中间节点N2将上行链路数据分组从该节点A传输至收集器节点50。与此不同,在界限502内但在界限502外的节点10可以在两跳内将它的上行链路数据分组传输至收集器节

点50。因此,可以针对每一对发送器节点A与收集器节点50来定义跳距。对于从照明设备节点10至收集器节点50的数据分组传输(上行链路),优选地利用信宿距离向量路由,其中每个节点10将更靠近收集器节点50之一的邻近节点10选作中间节点10。这里,可以采用主动路由结构,这是因为至收集器节点50的路由被定期地使用。在主动路由结构中,路由表被存储在每个节点10中,以指示哪个邻近节点10更靠近收集器节点50之一。因此,可以以非常高效和快速的方式将数据分组发送至最近的收集器节点50。有利地,每个节点10将关于多个下行链路邻近节点10的信息保持为备选路由,以便增加可靠性。如果一个邻近节点10由于强干扰或完全失效而不可达到,则路由协议具有用于将数据分组路由至收集器节点50的附加备选方案。这样的面向收集器的协议是简单的并且还可适用于大型无线网络网络。而且,它们具有低协议开销,从而降低了网络负荷。

[0041] 虽然对于上行链路而言,值得使用高效的面向收集器的路由协议,但是因为下行链路路径使用频率低得多,所以下行链路路径的创建或维持的成本将大得多。因此,通过洪泛将下行链路数据分组从收集器节点50传输至一个或多个目的地节点B,如图3所示。在洪泛过程中,数据分组被转发至网络中的所有照明设备节点10(见箭头),但是只有目的地节点B(有阴影的圆圈,其节点地址被包括在洪泛数据分组中)对所述数据分组进行解码。这种洪泛方法可以被用于单播、多播或广播下行链路数据分组。因此,在具有这些特定的上述通信特性的系统中,用于下行链路传输的洪泛协议可以与用于上行链路传输的面向收集器的路由协议相结合。通过这些手段,可以在使系统提供用于高效数据传输的手段的同时将所述系统保持得尽可能地简单。

[0042] 然而,洪泛显著地增加了网络负荷,因此,是一种用于传输单播或多播的数据分组的非常低效的方式。因此,根据本发明的优选实施例,上行链路传输的高效路由路径用于随后的下行链路传输,以便提高下行链路传输的效率。为此,反向路由信息被高速缓存或者临时存储,例如,标识发送器节点A的信息以及标识从其接收到上行链路数据分组的前一传输节点的信息。例如,如图4A所示,上行链路数据分组在多跳模式下被从发送器节点A经由中间节点N1和N2(实线箭头)传输至收集器节点50。圆弧502和503再次指示从相应节点10至收集器节点50的跳距,而虚直线箭头指示用于传输上行链路数据分组的备选路由。每个中间节点Ni和收集器节点50在接收上行链路数据分组时存储相应的反向路由信息。在一个例子中,反向路由信息被存储在路由表中,如图4B所示。因此,当节点10接收传向收集器节点50的上行链路数据分组时,节点10相应地将发送器节点信息和传输节点信息分别存储为目的节点信息和下一节点信息。由于节点10中的有限的存储器空间或路由高速缓存,反向路由信息只被短时间存储,使得其可以只被用于上行链路数据分组的即刻回复或确认。因此,当节点10接收要转发的下行链路数据分组时,节点10将在下行链路数据分组中包括的目的节点信息与在节点10的路由高速缓存中存储为反向路由信息的目的节点信息相比较。如果确定与所述下行链路数据分组的目的节点相对应的目的节点信息可用,则获取相应的下一节点信息,以便将下行链路数据分组转发至与下一节点信息相对应的下一节点10。

[0043] 在图4C中,针对图4A的例子,示出了在相应节点处存储的反向路由信息。因此,在节点N1从发送器节点A接收到传向收集器节点50的上行链路数据分组之后,节点N1将节点A的地址或其它标识信息存储为目的节点信息和下一节点信息,这是因为对于节点N1而

言,节点A既是原始发送器节点,也是传输节点。然后,节点N1根据信宿距离向量路由协议将所述上行链路数据分组转发至下一节点N2。在从节点N1接收到所述上行链路数据分组之后,节点N2在其路由高速缓存中将节点A的地址存储为目的节点信息并将节点N1的地址存储为下一节点信息。接下来,节点N2将所述上行链路数据分组转发至收集器节点50,收集器节点50将节点A的地址高速缓存为目的节点信息并将N2的地址高速缓存为下一节点信息,以进行至节点A的下行链路传输。例如,如果上行链路数据分组必须被收集器节点50确认,则现在可以通过使用在相应节点处存储的反向路由信息来按照与上行链路数据分组相反的方向发送确认(如图4A的虚曲线箭头所示)。因此,收集器节点50将针对包括与节点A相对应的目的地节点信息的反向路由信息而检查其路由高速缓存。如果存在与确认的目的地节点(即,节点A)相对应的目的地节点信息,则反向路由信息的相应下一节点信息用于向所述相应下一节点10传输确认。在所给出的例子中,收集器节点50将传向目的地节点A的确认转发至中间节点N2。同样,中间节点N2将针对与确认的目的地节点A相对应的反向路由信息而检查其路由高速缓存。如果仍存在与存储在N2处的节点A相对应的目的地节点信息,则中间节点N2将确定的是,根据下一节点信息,确认必须被转发至中间节点N1。对于节点N1而言,目的地节点信息和下一节点信息将相同,即,二者都将与节点A相对应。因此,中间节点N1将确认传输至目的地节点A。换句话说,朝向收集器节点50转发上行链路数据分组的每个节点10都在其路由高速缓存中存储条目,其中,将分组始发者节点作为目的地节点且将最后向接收节点10传输上行链路数据分组的节点10作为朝向该目的地节点的下一转发节点。当然,相同方法可以应用于其它种类的下行链路数据分组,并且不限于确认的传输。通过这些手段,朝向网络节点10的反向路由可以被高速缓存预定时间。因此,当节点10发起通信时,可以只优化从收集器节点50朝向个体节点10的通信路径。

[0044] 因为在具有数千资源受限的节点10的大规模网络中,只有一小部分用于下行链路传输的反向路由可以被高速缓存,所以会导致反向路由的有限寿命。反向路由被高速缓存在节点10的时间间隔可以取决于相应节点10。例如,时间间隔的长度可以设置为对应于相应节点10与收集器节点50的接近度。因此,与远离收集器节点50的节点10相比,靠近收集器节点50的节点10可以将反向路由信息高速缓存较短时间间隔。这特别有利,原因在于,靠近收集器节点50的节点10会更频繁地参与到向收集器节点50转发上行链路数据分组,因此不得不高速缓存多得多的反向路由。相反,远离收集器节点50的节点10在上行链路传输中将不那么经常被用作转发节点。此外,对于靠近收集器节点50的节点10而言,将数据分组转发至收集器节点50并使用反向路由信息从收集器节点50接收要被转发的后续的数据分组平均所需要的时间要短得多。因此,靠近收集器节点50的节点10的高速缓存时间间隔无需与远离收集器节点50的节点10的高速缓存时间间隔一样长。优选地,高速缓存时间至少与从相应节点10向收集器节点50传输上行链路数据分组并从数据收集器50接收立即返回的确认所需要的时间一样长。因此,高速缓存时间可以至少是从相应节点10至收集器节点50以及从收集器节点50返回所述相应节点10的往返所平均需要的时间。可以例如通过保持计数器,而从相应节点10自身在确认模式中向收集器节点50发送的单播消息获知该往返时间。开始时,往返时间可以被设置为高默认值,但是当在节点10处更精确地确定往返时间时,可以降低所述往返时间。

[0045] 为了更高效地利用反向路由高速缓存,收集器节点50可以高速缓存至节点10的下

行链路数据分组,如果不久后诸如预定数据报告等之类的定期上行链路数据分组预期来自该节点10的。数据分组的高速缓存器时间或延迟可以取决于上行链路数据分组的时间敏感性。例如,如果上行链路数据分组是时间不重要的或者延迟不敏感的,则与时间重要的数据分组相比,上行链路数据分组可以被延迟较长时间。高速缓存下行链路数据分组的这个方法尤其有益于向照明系统的照明设备节点10传输新的开/关时间表。新时间表可以在白天创建,但是不需要被立即传输,这是因为它们通常在天黑时才开始生效。因此,时间表可以被存储在收集器节点50处,直到已从相应照明设备节点10接收到上行链路数据分组为止。然后,可以使用反向路由信息将新时间表作为下行链路数据分组传输至照明设备节点10。这避免了通过向个体照明设备节点10进行洪泛的高成本单播通信。

[0046] 在图5中,示出了该过程的另一例子。这里,在确认模式下执行上行链路数据传输,即,从目的地节点向发送器节点返回确认。因此,在收集器节点50从节点1接收到上行链路数据分组之后,只要反向路由仍然可用,收集器节点50就将确认ACK向回传输到节点1。当收集器节点50把下行链路数据发送至节点1时,收集器节点50可以将下行链路数据分组高速缓存预定时间。如果之后从节点1接收到上行链路数据分组,则收集器节点50向节点1传输上行链路数据分组的确认和高速缓存的下行链路数据分组。这里,可以经由上行链路数据分组的反向路由将下行链路数据分组和确认作为一个组合的下行链路数据分组进行传输,以节约网络资源。可替换地,例如,如果分组大小太大,则在至节点1的反向路由可用的时间段内,可以一个接一个地单独地发送下行链路数据分组和确认。因此,也可以在传输确认之前或之后立即传输下行链路数据分组。在所有情形下,反向路由仍然可用,使得可以经由上行链路数据分组已通过的相同中间节点将组合的数据分组或者确认和下行链路数据分组向回传输到节点1。如前所述,该方法也适用于非确认传输模式。

[0047] 在图6A中,举例说明了确认数据分组的结构。一般而言,确认数据分组需要全报头开销(header overhead),即,关于确认必须被发送至的目的地节点的信息。然而,确认不需要太多有效载荷,这是因为其通常只包括确认数据分组的身份信息,例如分组类型和序列号。因此,尽管全物理层(PHY)、MAC层和网络层的报头开销是确认所需要的,但是确认不包括太多有效载荷,从而让数据分组的剩余传输容量空着。因此,报头开销与有效载荷之比对确认而言是不利的,从而降低了网络效率。为了更高效地使用报头开销,可以用也必须被发送至目的地节点的其它数据来填充确认数据分组,如图6B所示。例如,如上所述,可以将确认与高速缓存的下行链路数据分组结合。通过这些手段,网络负荷可以被降低,因为报头开销只被需要一次。这也称作搭载。

[0048] 在图7中,图示了利用反向路由高速缓存的另一过程。这里,收集器节点50处的数据可用,比如,新照明时间表、固件更新、调光模式或针对一个或多个照明设备节点10的其它配置信息。替代对包括数据的单播、多播或广播的数据分组进行洪泛,收集器节点50对指示收集器节点50处的数据可用的触发信息进行洪泛。取决于数据是应该被传输至网络的单个节点10、一组节点10还是所有节点10,洪泛的触发消息可以是单播、多播或广播的数据分组并且包括相应的寻址。通过这些手段,节点10被触发来从收集器节点50请求数据,以便创建临时反向路由。因此,替代使用n个低效的洪泛的单播从收集器节点50向n个节点10传输将跟着n个(高效的)确认的数据,只有一个触发消息被洪泛以便从所述n个节点10触发n个高效数据请求,这些数据请求中的每一个实现了具有包括所请求数据的下行链路数据分组

的高效回复。因此,只有一个洪泛的多播(或广播)和 $2n$ 个单播是将更新加载到 n 个单个节点10所需要的。

[0049] 在图7中,多播触发消息包括指示给目的地节点10的时间间隔,在该时间段内,数据请求应该被传输至收集器节点50。在所给出的例子中,触发消息包括具有六个请求时隙的时间间隔。多播触发消息中所寻址的每个节点10随机地选择时隙并在所选时隙内向数据收集器50传输数据请求。响应于数据请求,收集器节点50向相应节点10返回用于交付所请求数据的下行链路数据分组。通过随机地选择在触发消息中指定的时间段内的时隙,可以避免拥塞和分组冲突。

[0050] 如果更新数据应该被传输至还未处于多播组中的节点10,则必须首先创建多播组。这可以通过洪泛包括应该被含在新多播组中的相应节点10的网络地址或其它标识信息的广播消息来进行。然而,因为这将导致大量网络流量,所以如果新产生的多播组将来被再次使用,这个过程才有利。对于只必须被寻址一次的一组节点10而言,可能更可取的是在触发消息中包括相应节点10的网络地址(或标识信息)。因为数据分组的可用有效载荷有限(见图6),例如在IEEE 802.15.4数据分组中的20-25个4字节地址,所以触发消息只能包括有限数目的节点地址。如果节点10的数目太大,则触发消息可以被分为多个子批,每个子批包括不同节点地址和被寻址的节点10不得不发送其数据请求的时间间隔。这在图8中进行了图示。在所示例子中,收集器节点50将第一子批触发消息作为洪泛的多播发送至节点1、2和3,节点1、2和3包括具有第一子批的六个请求时隙的时间间隔。节点1、2和3随机地选择所述六个请求时隙之一并相应地传输其数据请求。在从节点10接收到数据请求之后,收集器节点50使用所述数据请求的反向路由向相应节点10传输所请求的数据,如前所述。然后,对于其它子批,重复相同过程。优选地,在收集器节点50已经回复了前一子批的最后一个数据请求之后,传输下一子批触发消息。通过这些手段,收集器节点50并非必须等待直到前一子批的总时间间隔逝去为止,而是它可以在前一子批的最后一个节点请求了其数据分组之后立即开始传输下一子批触发消息。因为一个子批的节点10随机地选择在触发消息中指定的时间间隔内的请求时隙并且因为不同子批的数据请求不重叠,所以可以避免收集器节点50处及其周围的数据冲突,从而防止数据丢失和拥塞。

[0051] 因此,根据本发明,应用或传输层协议被适应性调节,以便有效地使用底层联网协议,例如,使用跨层通信。通过组合两个简单协议,即洪泛和信宿距离向量路由,提供了用于无线网络中的数据传输的系统和方法,其中,从收集器节点的下行链路数据传输被优化。这是通过沿着上行链路传输路由在节点中临时存储反向路由信息来实现的。通过在上行链路数据分组被预期时在收集器节点处延迟下行链路分组的传输,或者通过触发个体节点以传输数据请求,这个原理甚至可以被进一步利用。此外,当上行链路数据分组必须被收集器节点确认时,可以在确认数据分组中包括其它数据。通过这些手段,网络资源可以被更高效地利用,从而增加网络的可扩展性。

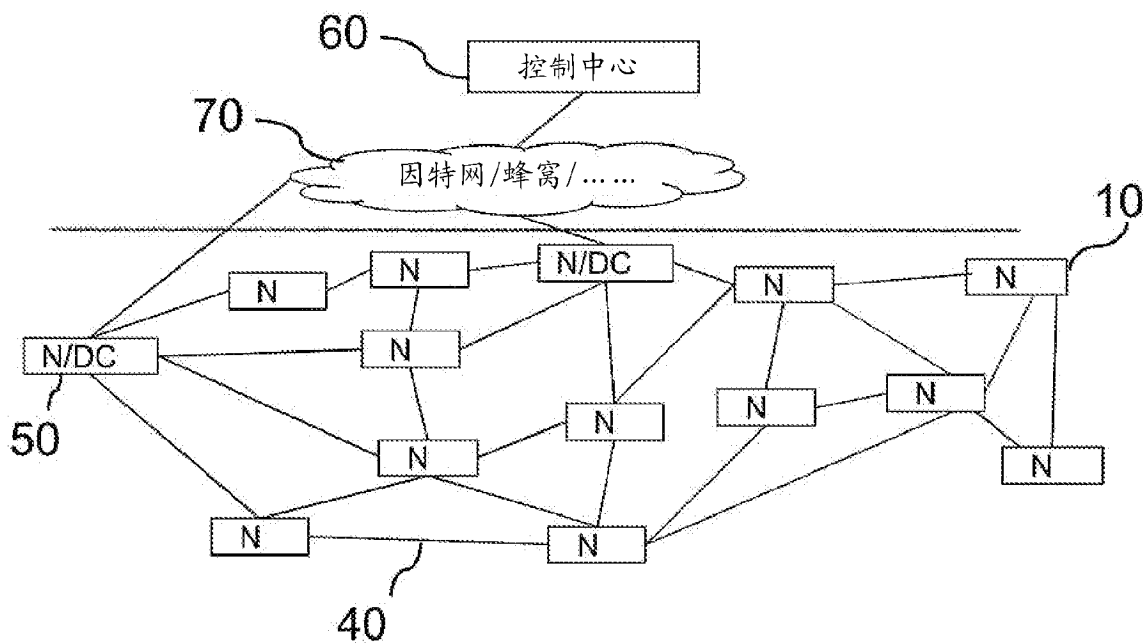


图 1

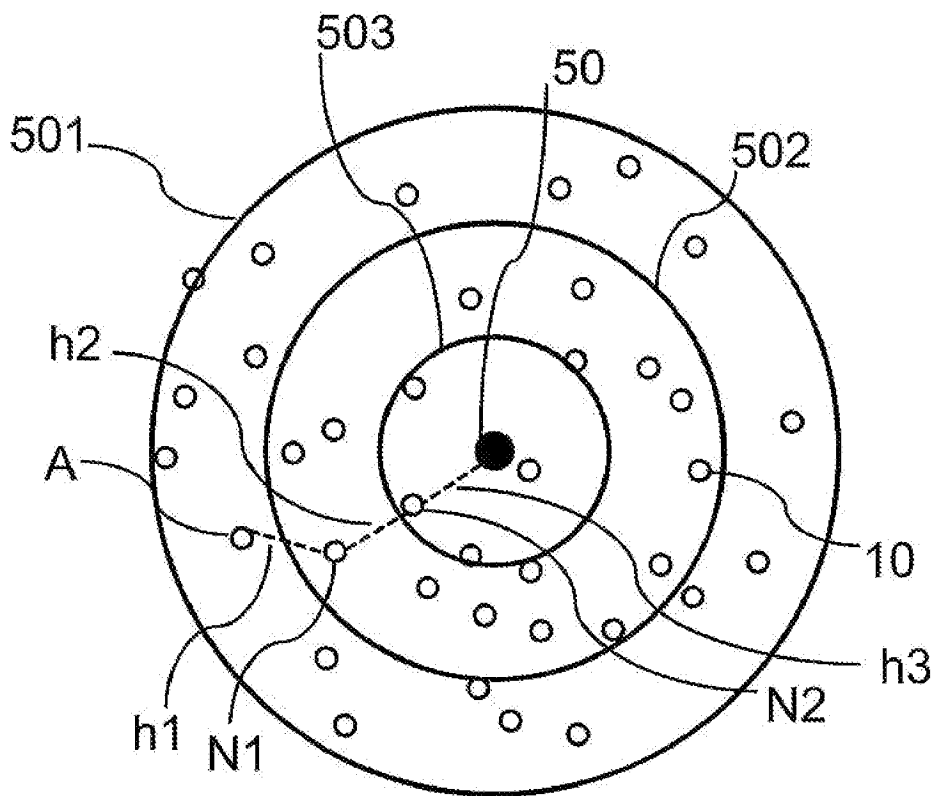


图 2

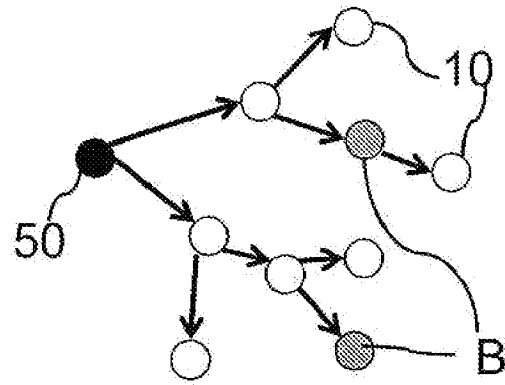


图 3

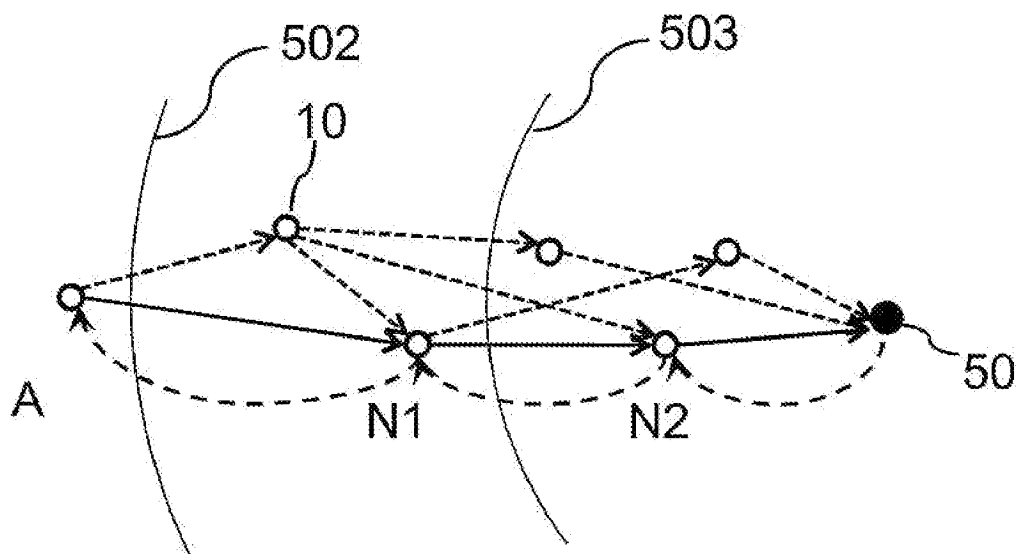


图 4A

目的地节点信息	下一节点信息
发送器节点信息	传输节点信息

图 4B

节点处的反向路由信息	目的地节点信息	下一节点信息
N1	A	A
N2	A	N1
收集器节点50	A	N2

图 4C

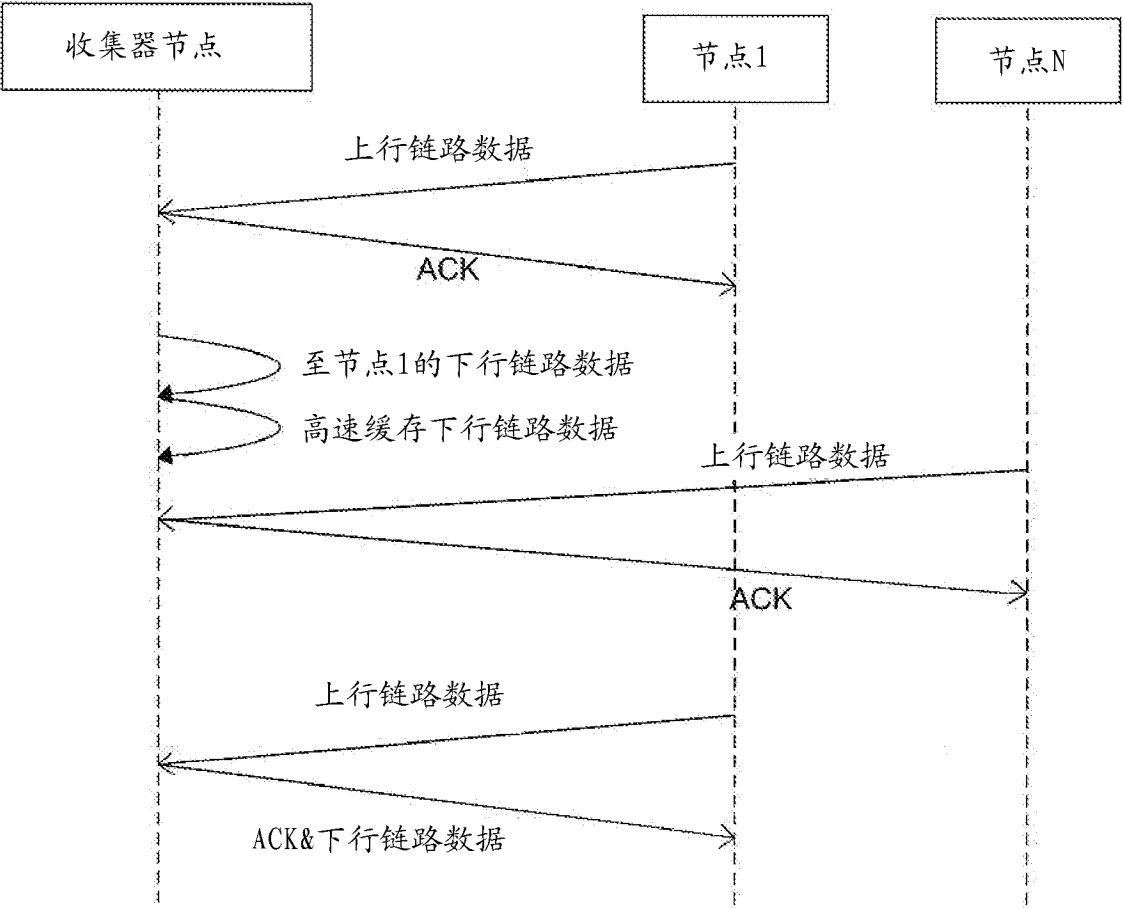


图 5

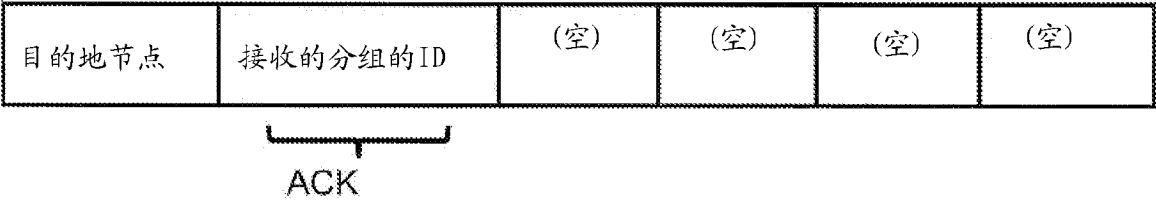


图 6A

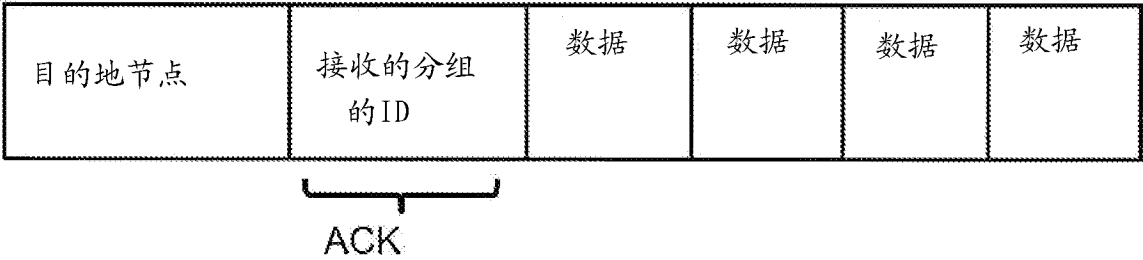


图 6B

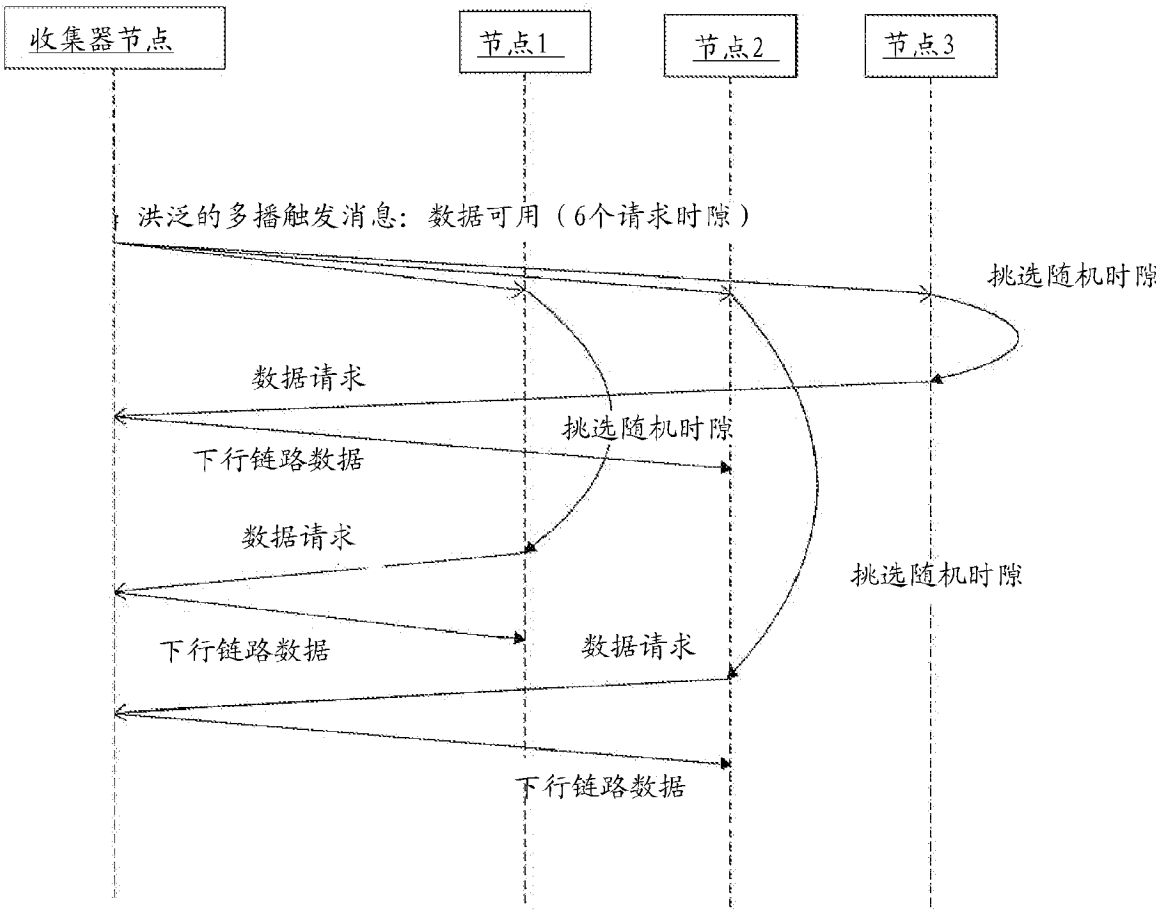


图 7

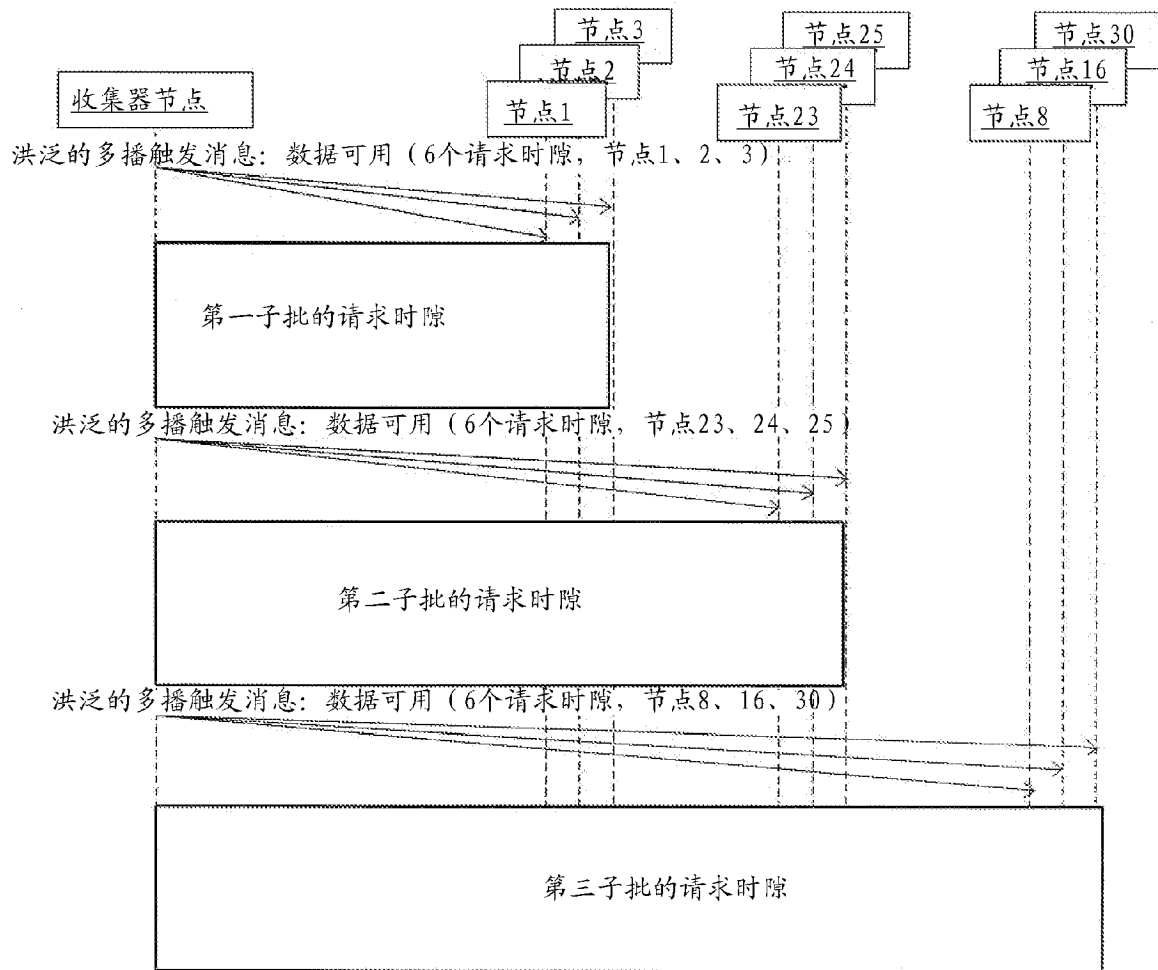


图 8