



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103155482 A

(43) 申请公布日 2013.06.12

(21) 申请号 201180047691.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011.09.29

H04L 12/18(2006.01)

(30) 优先权数据

10186036.9 2010.10.01 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013.04.01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2011/054288 2011.09.29

(87) PCT申请的公布数据

W02012/042495 EN 2012.04.05

(71) 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 D.M. 戈根 T.C.W. 申克

J. 埃斯皮纳佩雷兹

O. 加西亚莫乔恩

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 刘红 汪扬

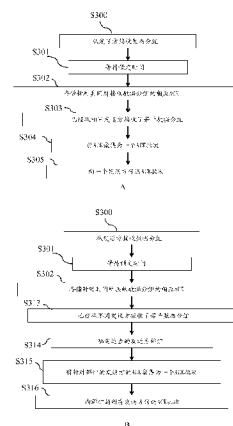
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

用于无线网络中数据分组传输的负载平衡的设备和方法

(57) 摘要

针对大规模无线网状网络中的负载平衡,提供了一种用于控制无线网状网络中的数据分组传输的设备、系统和方法,其中针对多于一个的所接收数据分组的应答被整合在一个应答批次中。



1. 一种用于对无线网络中的数据分组传输进行控制的设备,包括:
控制单元(200),其被适配为将针对多于一个的所接收数据分组的应答整合为一个应答批次,
其中在该应答批次中省略冗余报头以减少数据开销。
2. 根据权利要求1的设备,其中该设备被适配为添加至节点(10)和/或数据收集方节点(50)和/或控制中心(60),和/或其中该无线网络是网状网络,和/或其中该无线网络的节点(10)是静态的,和/或该无线网络的节点(10)的位置是已知的。
3. 根据之前任一项权利要求的设备,其中所接收的数据分组是发送至多于一个的接收方节点(B)的组播或广播数据分组和/或针对数据传递的请求,和/或其中该应答是非时间关键数据分组和/或所接收数据分组的确认。
4. 根据之前任一项权利要求的设备,其中该控制单元(200)被适配为在时间关键和非时间关键数据分组之间进行区分。
5. 根据之前任一项权利要求的设备,其中该控制单元(200)被适配为在所确定的应答间隙内随机选择时隙以用于传送对所接收的数据分组传送进行响应的应答。
6. 根据权利要求5的设备,其中应答间隙特定于所接收的数据分组,和/或应答间隙基于应答的收件方节点(10,50,60)的数量和/或所接收数据分组的接收方节点(10,50,60)的数量和/或网络容量和/或时间标签和/或所接收数据中所包括的信息和/或预定截止期限和/或当前网络负载和/或预期网络负载和/或所存储的调度来确定。
7. 根据之前任一项权利要求的设备,其中数据分组的传输基于设备(100)在网络内的位置和/或基于设备(100)到数据收集方节点(50)的跳距和/或基于网络地址而进行调度。
8. 根据权利要求7的设备,其中具有到数据收集方节点(50)的低跳距的区中的数据分组传输被调度为优先于具有到数据收集方节点(50)的高跳距的区中的数据分组传输。
9. 根据之前任一项权利要求的设备,其中控制单元(200)被适配为基于设备(100)和数据收集方节点(50)之间的空间距离和/或基于设备(100)到数据收集方节点(50)的跳距和/或基于设备(100)在网络内的位置和/或基于网络地址而设置回退延迟。
10. 根据之前任一项权利要求的设备,其中控制单元(200)被适配为延迟针对所接收数据分组的应答以便整合到应答批次中以使得应答在相应应答间隙内进行传送。
11. 根据之前任一项权利要求的设备,其中控制单元(200)被适配为整合针对单独节点(10,50,60)的应答和/或整合针对预定节点群组(10,50,60)的应答。
12. 根据权利要求11的设备,其中为了整合针对预定群组的应答,控制单元(200)被适配为基于节点(10,50,60)之间的距离确定节点(10,50,60)的群组。
13. 根据之前任一项权利要求的设备,其中设备(100)在用于开关照明器节点(10)和/或控制其调光模式的照明系统的远端管理中使用。
14. 一种用于对无线网络中的数据分组传输进行控制的系统,该系统包括:
多个节点(10);和
至少一个数据收集方节点(50);
其中节点(10)和/或数据收集方节点(50)中的至少一个包括根据之前任一项权利要求的设备,

其中数据收集方节点(50)被适配为为了进行数据分组传输而基于节点(10)到数据收集方节点(50)的跳距和 / 或节点(10)所处的网络区对至少一个节点(10)进行轮询,和 / 或其中数据收集方节点(50)被适配为向至少一些节点(10)组播传输数据请求消息,节点(10)在已经接收到数据请求消息之后利用特定于节点的延迟对其进行应答。

15. 一种用于对无线网络中的数据分组传输进行控制的方法,包括:

将针对多于一个的所接收数据分组的应答整合为一个应答批次,其中在该应答批次中省略冗余报头以减少数据开销。

用于无线网络中数据分组传输的负载平衡的设备和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于对无线网络中的数据分组传输进行控制的设备、系统和方法。

背景技术

[0002] 近来,无线网状网络吸引力越来越多的注意力,例如用于照明系统的远程控制、建筑自动化、监视应用、传感器系统和医疗应用。特别地,被称作远端管理(telemanagement)的户外照明器的远程管理变得日益重要。这一方面是被环境关注所驱使,因为远端管理系统使得能够使用例如时间功能、天气调节和季节的不同调光模式,这允许更为高效能地使用户外照明系统。另一方面,这也被经济原因所驱使,因为提高的能量效率也降低了运行成本。此外,该系统能够远程监视电力使用并检测灯具故障,这允许确定维修照明器或更换灯具的最佳时间。

[0003] 当前基于射频(RF)的无线解决方案使用星形网络拓扑或网状网络拓扑。在星形网络中,控制器具有到网络中每个节点的直接通信路径。然而,这通常需要在很高的位置(例如,建筑物顶端)放置高功率/高敏感度的类似基站的控制,这使得该解决方案难以部署且昂贵。在网状网络中,多个节点通常并不直接与控制器进行通信,而是经由所谓的多跳(multi-hop)通信与控制器通信。在多跳通信中,数据分组从发送方节点经由一个或多个中间节点被传送至目的地节点。节点作为路由器以将数据分组从相邻节点传送至距离过远而无法以单跳到达的节点,这使得网络能够扩展至更远距离。通过将长距离分解为一系列更短的跳,信号强度保持不变。结果,由网状网络的所有节点来执行路由,决定数据分组要被发送至哪个相邻节点。因此,网状网络是非常鲁棒且稳定的网络,其具有高度连接性并且因此具有很高冗余度和可靠性。

[0004] 在现有技术中,网状网络传输技术可以被划分为两组:基于洪泛(flooding)和基于路由的网状网络。在基于洪泛的网状网络中,所有数据分组被网络中的所有节点转发。因此,节点并不必进行复杂的路由决策,而是仅对数据分组进行广播。通过这些手段,该技术十分鲁棒。然而,在大型网络中,转发造成的数据开销影响到了整体数据速率。此外,更加可能出现数据分组的冲突,这进一步降低了整体性能。因此,该解决方案主要的问题在于可扩展性。基于路由的网状网络能够进一步被划分为前摄式和反应式方案。在前摄式的基于路由的网状网络中,所有需要的网络路径都存储在每个节点的路由表中。该路由表例如通过向相邻节点定期发送信标消息以发现有效路由路径而被保持为最新。虽然数据传输在这种类型的网络中非常具有效率,但是可扩展性仍然很低,这是因为在大型网络中,路由表的前摄更新耗费了大部分网络资源。此外,路由表将随着网络规模的增长而增长。另外,网络的设置需要时间和资源以便构建路由表。与之相比,反应式方案通过按需要发现路线而避免了持久性开销和大的路由表。它们使用洪泛来发现网络路径并且对活动路线或节点进行高速缓存。当路线仅针对单个数据分组而很少地被使用时,令该数据分组洪泛而并不执行路线发现可能更为有效。如果路线被保持为足够长以避免频繁路由,则反应式方案就退化

为前摄式方案。在 Zigbee 中使用了基于反应式路由的网站网络的示例。然而,该协议方案的主要问题仍然是网络的可扩展性。

[0005] 因此,无线网站网络中的大多数传输以多跳模式来执行。因为每个数据分组或消息因此由于转发而被多次传送,所以降低了整体的网络吞吐量,无线网状网络的网络可扩展性非常有限。而且,更加可能发生数据分组冲突,这进一步降低了整体性能。特别地,当节点发起的例如统计报告数据或其它非时间关键数据之类的数据业务被多个节点选择在几乎相同的时刻发送至数据收集节点或控制中心,则会出现导致数据冲突和丢失的过载问题。

[0006] 此外,在诸如 RF 网络的非可靠网络中,数据分组还会由于冲突之外的其它原因而在传输期间丢失,例如由于网络过载或者恶化的链路质量。重传会减少这种可能性,但是不会始终保证成功传输。分组丢失的可能性在分组必须通过多跳行进时进行累加。在大规模的多跳网络中,数据分组所必须行进的跳数相当大。例如,在包括数千节点的大型 RF 远端管理系统中,可能出现 20-40 跳。因此,单个数据分组的传递机会随着其跳跃距离增加而下降,因为每一跳都存在丢失数据分组的机会。此外,由于路由层面的拥塞和临时错误,在多跳情况下丢失分组的可能性进一步增大。如果应用要求传递保证,则这使数据确认在传输或应用层成为必要。然而,确认模式的缺陷在于数据确认增加了网络中的数据负载并且所经历的延迟明显增加,特别当数据分组必须在传输或应用层重传的时候。此外,当由许多或所有接收方节点在短的时间段内对组播或广播数据分组进行响应(确认),则会出现所谓的确认风暴,这在发送方节点的相邻节点导致过载问题并且因此导致数据冲突和丢失。这在全局调度的网络中可以被避免,其中每个节点具有用于传输的固定单独时隙。但是该全局调度需要全局协同和配置,因此涉及麻烦的设置过程。另外,通过全局调度进行发送以及为所有节点创建全局调度分别产生了高的数据开销和管理开销。此外,当时隙仅被不频繁地使用,这大幅降低了可能带宽。结果,该方法也不适用于大规模网络。

[0007] 因此,常见无线网络中的重大缺陷一方面由于冗长的部署和配置以及另一方面由于非常有限的网络可扩展性所构成。特别地,RF 远端管理网络尤其在其本地层面由于其拓扑和大小而受到明显过载的影响,这限制了它们的可扩展性。它的发生是因为消息由通信栈的多层所生成并传送而没有考虑到网络拓扑。因此,提高传输成功和可靠性在诸如具有大量照明器节点的街道照明系统之类的大型网络中是至关重要的。这是因为通常在通信栈的较高层进行的端对端重传是成本高得多且延迟密集的。结果,针对大规模无线网络需要有效的路由协议以便使得数据分组冲突以及随之出现的数据丢失最小化,并且实现所需要的吞吐量、响应时间和鲁棒性。

[0008] US2006/0187836A1 描述了一种通信设备,其通过引入虚拟瓶颈队列而在时间关键业务之前延迟或丢弃时间不敏感的业务。

[0009] Whetten 等人(IEEE Network, vol. 14, no. 1, 第 37-47 页, XP001195288)描述了可靠组播传输协议 II (RMTP-II)。接收方节点通过向其双亲节点单播传输 TRACK (层级 ACK) 分组而就其已经或没有接收的分组定期向其双亲节点进行通知。每个双亲节点整合来自其孩子节点的 TRACK 并且向其双亲(顶端)节点单播传输单个整合的 TRACK。该顶端节点整合来自其孩子节点的 TRACK 并且向发送方节点单播传输单个 TRACK。

[0010] US2010/246600A1 描述了一种用于减少通信系统中的开销的系统。响应于确定不

同的帧适于在单个保留周期内进行传输而将不同的帧类型整合为增强型整合帧。如果帧是时间敏感的,则传送器或收发器将由于需要尽快将帧发出而并不对所述帧进行整合。

[0011] US2008/137624A1 描述了一种全局无线传感器网络架构以及用于 ad-hoc 网络的远程监管、资产控制和运行管理的协议。该技术的应用是从集中的区域运行中心对照明系统进行远程控制和监管。

发明内容

[0012] 鉴于现有技术中的以上缺陷和问题,本发明的目标是提供一种用于在无线网络中传送数据分组的设备、系统和方法,其解决了过载问题并且提供了高级别的可扩展性以及传输可靠性而在每个网络节点中并不需要高的处理功率。

[0013] 该目标通过独立权利要求的特征而解决。

[0014] 本发明基于这样的思想:对往来于数据收集方节点的消息进行调度和 / 或整形以跨时间和 / 或网络区域对传输负载进行平衡。优选地,这以跨层方法而实现,其中网络组件和协议例如可以利用跨层通信而使用可从彼此获得的信息,因此缓解了数据收集方节点或控制中心的相邻节点中的数据负载并且提高了网络可扩展性。

[0015] 在本发明的一个方面,提供了一种用于对无线网络中的数据分组传输进行控制的设备。该设备优选地包括控制单元,其被配置为在接收到多于一个的数据分组时将应答数据分组整合为一个应答批次。通过这些手段,根据本发明的设备被适配以对数据分组响应进行优化。因此,可以省略冗余报头并且能够降低数据开销,从而能够增加传输的有效载荷因此节省网络资源。因此,根据本发明的设备在响应所接收数据分组时对数据业务进行调度和 / 或整形,以便跨时间和网络区域平衡传输负载。

[0016] 为了被整合在一个应答批次中,针对所接收数据分组的应答可以被分别延期。优选地,考虑所确定的应答间隙以使得该应答批次在所确定的应答间隙内进行传送。当确定了所接收的数据分组是从单个发送方接收时,该应答批次被单播传输至该一个发送方。类似地,当确定了所接收的数据分组是从多个发送方接收,该应答批次可以被组播或广播传输至多个发送方节点中的多于一个的节点。因此,在本发明的一个实施例中,控制单元可以针对单独节点和 / 或预定节点群组整合应答数据分组以便避免不必要的网络开销。特别地,如果应答数据分组对应于几乎不包含有效载荷但是仍然需要完整的网络层和 MAC 层报头的确认,则明显降低了传输的数据开销并且节约了网络资源。在针对预定群组形成应答批次的情况下,例如可以基于网络效率或相应节点之间的距离适当确定节点群组。然而,也可能基于节点在网络内的位置或者其网络地址等确定它们的群组。可替换地,可以预先确定多个适当群组并存储在每个节点中。

[0017] 优选地,该设备可以被添加或耦合到网络节点、数据收集方节点和控制中心中的至少一个。因此,该设备与网络节点相关联,其也可以是数据收集方节点。数据收集方节点可以是配置为与网络的控制中心进行通信的任意节点并且可以作为一种网关。例如,该设备可以被适配以插入已有电路板或者被连接至节点的已有控制器。特别地,当该设备被添加至已有网络组件时,作为街道照明系统的已有无线网络可以被升级为本发明的概念。除了控制单元之外,该设备可以进一步包括存储器和 / 或用于接收和传送数据分组的收发单元。

[0018] 无线网络可以具有网状拓扑。此外,无线网络的节点可以是静止的并且节点在无线网络内的位置可以是已知的。在该网络中,数据分组传输可以以具有针对每一跳的确认的逐跳(hop-by-hop)确认模式或者以端对端确认模式而作为多跳传输来执行。因此,成功的数据分组传输得以被验证并且避免了不必要的数据分组传输。

[0019] 在优选实施例中,所接收的网络分组是被发送至多于一个接收方的组播或广播数据分组,例如针对数据传递的请求。应答可以是所接收数据分组的非时间关键的响应数据分组和/或确认。因此,根据本发明的设备可以被适配以通过将多个确认整合到一个应答批次而对数据分组确认进行优化。以这种方式,能够实现高效的确认模式而不产生大的数据开销或导致数据冲突数量的增加。

[0020] 在一个实施例中,该设备的控制单元能够在时间关键和非时间关键数据分组之间进行区分。例如,控制单元执行分析步骤以便确定应答数据分组是时间关键还是非时间关键的数据分组。通过这些手段,能够确保时间关键数据分组在没有延迟甚至相对非时间关键数据分组有所优先地进行传送。此外,非时间关键数据分组将不会阻碍时间关键数据分组的传输。

[0021] 在进一步优选的实施例中,该控制单元被适配为在所确定的应答间隙内随机选择用于向所接收数据分组的发送方传送应答数据分组的时隙。特别地,如果所接收数据分组是组播或广播数据分组,则在已经接收到组播或广播数据分组的一些或所有接收方利用非常短的时间延迟进行响应时,这有助于避免发送方处的数据分组冲突。例如,所接收的数据分组可以是针对数据传递的请求,接收方针对其传送所请求的数据作为应答。接收方和发送方分别可以任意是控制中心、数据收集方节点或节点。应答间隙的确定优选地由该设备的控制单元来执行。该应答间隙可以特定于所接收的数据分组。例如,如果应答数据分组是非时间关键数据分组,则应答间隙可以被确定为比用于时间关键的应答数据分组的应答间隙更长。如果所接收数据分组是组播数据或广播数据,则应答间隙的确定还基于所接收数据分组的接收方的数量。除此之外或可替换地,应答间隙的确定可以基于应答数据分组的接收方数量,即基于被传送数据分组的节点的数量。此外,应答间隙可以基于诸如网络容量、网络拓扑、当前网络负载、预期网络负载之类的网络特性来确定。可能地,在该设备中存储有调度表并且控制单元能够利用该调度表来确定应答间隙。用于确定应答间隙的另外其它或可替换标准可以是所接收数据分组中包括的信息,例如发送方所确定或估计的网络负载,发送方所确定的截止期限,指示在发送方已经在何时生成或发送数据分组的时间点的时间标签,等等。当发送方定义了应答数据必须在此之前被发送的截止期限时,发送方决定最迟预期何时应答。这允许发送方更好地调节重传计时器。该截止期限应当定义比接收数据分组并传送应答数据分组正常所需时间更长的应答间隙。在要对组播数据分组进行应答的情况下,发送方处出现数据冲突以及后续的数据丢失的概率随应答间隙更长而降低。

[0022] 此外,控制单元可以被适配以通过基于跳距(hop distance)、网络区、相应节点的网络地址中的至少一个对来自网络节点的针对数据请求消息的应答进行调度而在不同网络区域上分布网络负载。在优选实施例中,当该设备与到数据收集方节点具有低跳距的节点相关联时,该设备的控制节点可以对数据分组传输进行调度以使其早于到数据收集方节点具有高跳距的网络区中的设备的数据分组传输。因此,该设备能够在考虑到网络拓扑的情况下对数据业务进行整形。以这种方式,确保了要由低跳距区中的节点传送的数据分组

不会累积,从而低跳距区中的节点能够作为从较高跳距的区中的节点转发数据分组的路由器。因此,降低了低跳距区中的节点的负载。

[0023] 此外,控制单元能够基于网络拓扑来设置回退延迟,所述网络拓扑诸如设备和数据收集方节点之间的空间或地理距离、设备到数据收集方节点的跳距、设备在网络内的位置、与设备相关联的网络地址或者它们的组合。回退延迟可以是指由 MAC 层或网络层所引入的数据重传的回退延迟。优选地,接近于数据收集方节点的设备中的回退延迟短于远离数据收集方节点的设备中的回退延迟。

[0024] 在本发明的优选实施例中,该设备在用于例如街道照明系统的照明系统的远端管理的控制网络中使用。利用这样的远端管理系统,照明器节点可以被轻易开关和 / 或其调光模式可以基于诸如日期 - 时间、季节、天气、环境亮度、发生交通事故、存在道路作业等的参数而得以被控制。这些参数可以由随照明器节点所提供的传感器来确定并且随后可以被报告给控制中心。

[0025] 本发明的另外的方面,提供了一种用于对无线网络中的数据分组传输进行控制的系统,该系统包括控制中心和多个节点,其中该控制中心和 / 或至少一个节点包括根据以上所描述实施例中的一个的设备。优选地,在无线网络中经由多跳传输来执行分组传输。在一个实施例中,节点与户外照明系统的照明器相关联。此外,从节点到数据收集方节点或者到控制中心的数据分组传输可以基于节点在网络内的位置、节点的网络地址以及节点到数据收集方节点或控制中心的跳距中的至少一个而进行调度。优选地,调度由位于节点中的设备来执行,从而该节点可以利用节点特定延迟而对控制中心或数据收集方节点组播传输的数据请求消息进行报告。除此之外或可替换地,可以由控制中心或数据收集方节点基于其网络地址和 / 或基于到数据收集方节点或控制中心的跳距对网络的节点进行轮询。该轮询可以在控制中心或数据收集方节点的网络层、传输层或应用层来执行,或者由其中所包括的设备来执行。随后,在轮询之后,节点在不同时刻进行报告,因此避免了数据分组冲突。

[0026] 在本发明的另一个方面,提供了一种对无线网络中的数据分组传输进行控制的方法,其中优选地将针对多于一个的所接收数据分组的应答数据分组整合在一个应答批次中。通过这些手段,能够关于传输时间和网络区域而对无线网络中的数据业务进行调度和 / 或整形以便避免网络过载和数据丢失。

附图说明

[0027] 在附图中:

图 1A 图示了无线网状网络的示例;

图 1B 图示了根据本发明的设备的示意图;

图 2 图示了组播传输;

图 3A 图示了根据本发明一个实施例的优化的数据传输的流程图;

图 3B 图示了根据图 3A 所示实施例的修改形式的优化的数据传输的流程图;

图 4 图示了根据本发明另一实施例的优化的数据传输的流程图;

图 5A 图示了户外照明远端管理系统中节点的空间分布;和

图 5B 示出了图示节点到数据收集方节点的跳距的无线网状网络示意图。

具体实施方式

[0028] 本发明的优选应用是致动器网络、传感器网络或者照明系统,诸如户外照明系统(例如,用于街道、停车场和公共区)和用于一般区域照明的室内照明系统(例如,用于商场、体育馆、停车场、车站、隧道等)。在下文中,将使用用于街道照明的户外照明系统的示例进一步对本发明进行解释,然而,其并不局限于该应用。在照明控制领域,经由射频网络技术对户外照明器进行远端管理已经受到越来越多的关注,特别是具有用于 200 个照明器以上的区段的大规模安装适用性的解决方案。

[0029] 在图 1A 中,示出了具有网状拓扑的典型网络。多个节点 10 (N) 通过无线通信路径 40 互相连接。一些节点 10 用作数据收集方节点 50(N/DC),其经由单跳或多跳传输从周围节点 10 接收数据分组并且将它们传送至控制中心 60,反之亦然。因此,数据收集方节点 50 可以以节点 10 和控制中心 60 之间的网关的方式运行。节点 10 和数据收集方节点 50 之间的无线通信路径 40 可以由 RF 传输所构成,而数据收集方节点 50 和控制中心 60 之间的连接 70 可以使用互联网、移动通信网络、无线电系统或者其它有线或无线数据传输系统。

[0030] 在用于户外照明控制的远端管理系统中,通信是非常不对称的。大多数业务由节点 10 所生成,例如向控制中心 60 报告其状态、其调光概况(profile)、传感器数值或电力使用。其它业务由从控制中心 60 到不同节点 10 的控制命令所构成,例如用于调节调光模式或开关灯具。因此,大多数业务由 N:1 业务(单播)所构成,而从控制中心 60 到节点 10 的业务则由单播、组播或广播模式的 1:N 业务组成。此外,照明器节点 10 的数量在诸如街道照明系统的户外照明系统中极高。因此,网络大小非常庞大,特别是与通常包含少于 200 个节点的普通无线网状网络相比时更是如此。此外,节点 10 由于成本考虑而通常具有有限的处理能力,从而照明器节点 10 中的处理和存储器资源将是有限的。因此,用于在单个节点 10 之间传送数据分组的通信协议应当考虑有限资源以便进行有效且快速的数据分组传输。此外,与其它所谓的 ad-hoc 网状网络相比,用于户外照明控制网络的远端管理系统是静态的,即节点 10 并不移动。而且,所有节点 10 可以连接至主电源。结果,网络变化将主要是由于环境变化,例如交通。如果节点 10 是静止的,则例如 GPS 坐标的节点 10 的物理位置在系统中可以是已知的,这使得能够进行基于地理或位置的路由。此外,户外照明系统的远端管理并不需要高的数据速率。这意味着大部分数据业务由例如,状态报告数据、统计数据、传感器数据等的非时间关键数据分组所组成。然而,具有一些情形,其中针对某种类型的消息或数据分组(时间关键数据分组)需要低的响应时间。例如,当检测到交通事故时,能够对相对应区的节点 10 进行控制以立即切换至全功率。

[0031] 在图 1B 中,示出了根据本发明的设备 100。设备 100 可以与无线多跳网状网络的节点 10、数据收集方节点 50 或控制中心 60 相关联。设备 100 包括控制单元 200。此外,节点 10、数据收集方节点 50 或控制中心 60 分别或者设备 100 包括用于经由无线通信路径 40(例如,经由 RF 传输)传送或接收数据分组的收发单元 300。由于 RF 传输并不需要高的传输功率并且易于实施和部署,所以使用该设备设置并运营网络的成本会降低。这对于例如用于照明系统的 RF 远端管理网络的大型 RF 网络而言是特别重要的。然而,数据分组传输可以可替换地使用红外通信、自由空间可见光通信或电力线路通信。

[0032] 如图 2 所示,从发送方 A 到多个网络节点 10 中的若干具体接收方 B 的数据分组传输可以作为组播(箭头)执行。发送方 A 或至少一个接收方 B 也可以被称作数据收集方节点

50 或控制中心 60。然而,优选地,从数据收集方节点 50 到相应照明器节点 10 的数据分组传输通过洪泛来执行,其中所有数据分组被网络中的所有照明器节点 10 所转发。该数据分组至少包含与发送方 A 以及一个或多个目的地节点 10 或接收方 B 相关的信息。该数据分组随后由至少一个目的地节点 10 进行解码。对于从照明器节点 10 到数据收集方节点 50 的数据分组传输而言,基于路由的解决方案是优选的。优选地,使用前摄式路由结构,这是因为定期使用到数据收集器节点 50 的路线。在前摄式路由结构中,路由表存储在每个节点 10 中,其指示哪个相邻节点 10 能够作为指向数据收集方节点 50 的连接。因此,数据分组可以以非常有效且快捷的方式被发送至最接近的数据收集方节点 50。有利地,每个节点 10 保留与作为可替换路线的多个下行链路相邻节点 10 相关的信息以便提高可靠性。如果一个相邻节点 10 由于强烈干扰或完全故障而无法到达,则路由协议具有将数据分组路由至数据收集方节点 50 的另外选择。

[0033] 因此,在无线网络中,通过广播或组播传输数据分组能够有效实现相同数据分组到多个节点 10 (群组或者甚至所有节点 10) 的传输(见图 2)。如果需要传递保证以便确认成功传输,则以确认模式执行广播或组播传输,即已经接收到数据分组的接收方 B 通过向发送方 A 传送确认(ACK)来确证成功传输。然而,确认模式的一大缺陷在于确认数据分组几乎不包含有效载荷,但是仍然需要完整的网络层和 MAC 层报头,因此造成网络过载。这意味着确认数据分组的开销与其它数据分组相比非常高,并且确认传输因此在许多情况下占据了大量的可用有效载荷。因此,根据图 3 所示的本发明的一个实施例,多个独立确认能够被整合为一个应答批次。

[0034] 在图 3A 中,针对确认对应于从相同发送方 A 所接收的数据分组的情形示出了用于整合若干确认的实施例。当接收方 B 从发送方 A 接收数据分组时(S300),无论是否接收到更多数据分组,接收方 B 都等待预定时间(S301)。这使得整合更可能发生。因此,接收方 B 延缓对在该预定时间内所接收的数据分组的确认,并且存储相应确认(S302)。在预定时间过去之后,接收方 B 确定是否已经从相同发送方 A 接收到了若干数据分组。在该预定时间间隙内从相同发送方 A 接收了若干数据分组的情况下(S303),在 S304 将针对这些数据分组的确认聚集为一个应答批次或确认批次(ACK 批次)。该 ACK 批次随后被传送或单播传输至该一个发送方 A (S305)。

[0035] 在图 3B 中,针对从不同发送方 A 接收到若干数据分组的情况图示出类似过程。在已经接收到数据分组之后(S300),无论是否接收到更多数据分组,接收方 B 都等待预定时间间隙(S301),延缓并存储该时间期间所接收的确认(S302)。当确定了在预定时间间隙内从不同发送方 A 接收到若干数据分组时(S313),接收方 B 能够确定一个或多个适当的发送方群组(S314)。这可以基于所接收的数据分组、基于所要传送的应答、基于发送方 A 在网络内的位置、基于发送方 A 到接收方 B 的跳距或者基于发送方 A 的网络地址。然而,例如在发送方 A 的群组被预先确定并存储在接收方 B 中时,确定适当群组的步骤(S314)也可以被省略。最后,针对一个适当群组的发送方 A 的所接收数据分组的确认被整合为一个应答批次或 ACK 批次(S315),并且该 ACK 批次随后被传送或组播传输至该群组的所有发送方 A (S316)。因此,接收方 B 对所接收数据分组的发送方 A 进行分组或归类。这在控制中心 60 或数据收集方节点 50 必须对从多个节点 10 所发送的多个数据分组进行确认时是特别有用的。因此,根据基础的通信协议,可能将这样的应答批次映射至具有网络效率的组播群组。

可能地,并非所接收数据分组的所有发送方 A 都能够被分配至发送方的一个适当群组。在这种情况下,它们的确认可以被分开发送。此外,所接收数据分组的发送方 A 可能无法全部都被分配至相同的适当的发送方群组。因此,可以传送若干 ACK 批次,每个发送方群组一个 ACK 批次。

[0036] 在以上所描述实施例的修改形式中,进一步确定所接收的数据分组是否涉及时间关键应答。在应答数据分组是非时间关键的情况下,可以选择大得多的等待周期,从而增大应答整合的可能性。因此,预定等待时间可以基于所要求的响应时间进行调节。在对多个所接收分组确定了不同应答间隙的情况下,可以选择最短的应答间隙。通过这些手段,能够甚至更为有效地节省网络资源。

[0037] 以上所描述并且在图 3A 和 3B 中图示的实施例并不局限于确认的整合。当通过将若干应答数据分组整合为一个应答批次传送其它数据分组时也可以节省报头。所指出的是,应答批次以及确认批次分别包括多个独立应答或确认。以这种方式,节省了网络资源并减少了数据业务。

[0038] 在确认模式中的组播传输或广播传输的情况下所出现的进一步的问题在于可能在发送方 A 处出现的所谓的确认风暴,其导致数据冲突和丢失。因此,根据本发明的另一个实施例,如图 4 所示,由每个接收方 B 对数据确认另外进行随机调度。

[0039] 在图 4 中,针对确认传输而示例性图示了根据本发明另一个实施例的优化的数据传输。在接收方 B 已经从发送方 A 接收到组播或广播数据分组(S40)之后,每个接收方 B 确定一个应答间隙(S41)。在确定了应答间隙(S41)之后,接收方 B 在该应答间隙内随机选择时隙(S42)并且在所选择的时隙中向发送方 A 传送确认数据分组(S43),其确证所接收数据分组的成功接收。

[0040] 该应答间隙可以基于被发送了组播或广播数据分组的接收方 B 的数量来确定。例如,如果数据分组被发送至大量接收方 B,则该应答间隙可以被确定为比将数据分组仅发送至数个接收方 B 的应答时间更长。接收方 B 的数量可以针对某种类型的数据分组预先确定。例如,在使用群组地址来组播传输数据分组时,该群组地址可以指具有预定数量的节点 10 的接收方 B 的预定群组。特别地,当由数据收集方节点 50 或控制中心 60 组播或广播传输数据请求消息时,每个接收方节点 10 可以获知将对所接收数据请求进行响应的接收方 B 的数量。还可以基于所接收数据分组中包括的信息来确定应答间隙。因此,发送方 A 可以获知或估计群组中接收方 B 的数量并且将该信息添加至组播或广播数据分组。除此之外或可替换地,发送方 A 可以估计或确定当前或预期的网络负载。可能地,应答间隙被确定为对于每个接收方 B 是类似的。然而,由于每个接收方 B 随机从应答间隙挑出时隙并且在所选择时隙中传送其应答数据分组,所以较不可能在发送方节点 10 处出现数据冲突。当然,应答间隙越长或者接收方节点 B 的数量越低,就越不可能出现数据冲突。因此,减少了数据丢失并且能够避免重传。此外,步骤 S301 的预定时间可以被定义为使得其处于指定截止期限内或者处于如 S41 中所确定的应答间隙内。可能地,S301 中预先确定的等待时间在该应答间隙内随机进行选择。

[0041] 在另外的实施例中,发送方 A 随数据分组一起传送最迟何时必须传送例如确认的应答数据分组的截止期限。随后,应答间隙将被确定为从接收数据分组的时间到预定截止期限的时间间隔。每个接收方 B 在该应答间隙内,即截止期限之前,随机选择时隙并且随后

在所选择的时隙内传送其应答数据分组。可替换地,所接收的数据分组包括时间标签,例如指示由发送方 A 完成数据分组或传送数据分组的时间,每个接收方 B 随后使用它作为基准以便确定应答间隙。例如,例如可以根据所接收数据分组的类型而在每个节点 10 中存储预定时间间隙,以使得每个接收方 B 能够利用时间标签和预定时间间隙来容易地确定必须在其之前发送针对所接收数据分组的应答数据分组的截止期限。因此,通过在数据分组中包括截止期限或时间标签而使得能够确定截止期限并因此确定应答间隙,发送方 A 能够对数据业务进行整形。可能地,发送方 A 在设置截止期限时考虑当前或期望的网络负载。通过指定截止期限,发送方 A 能够另外对重传计时器的调节进行优化,因为其自己决定最后的应答数据分组预计最迟必须为何时。

[0042] 当然,图 4 所示的处理并不局限于数据确认。与之相比,该处理能够适用于对针对组播或广播分组的任意响应进行调度,例如针对组播数据请求消息的应答。通过这些手段,以 ad-hoc 的方式在每个接收方 B 本地创建了针对所接收组播数据分组的应答的随机化的调度,因此使得网络中例如发送方 A 处数据冲突的概率最小化。

[0043] 在本发明另外的实施例中,在另外考虑到网络拓扑的情况下对数据分组特别是非时间关键数据分组的传输进行调度,以便使得数据冲突以及随后的数据分组丢失最小化。该传输调度可以被应用于 N:1 或 1:N 通信模式,例如应用于从数据收集方节点 50 到多个节点 10 或者从多个节点 10 到数据收集方节点 50 的通信链路。然而,即使从节点 10 到数据收集方节点 50 或者到控制中心 60 的通信在相反方向中更具效率,仍然存在改进的空间和必要,因为要在 RF 远端管理系统中进行传输的最大信息块将是来自节点 10 的统计数据或状态报告信息。因此,该实施例优选地应用于从节点 10 到数据收集方节点 50 或控制中心 60 的 N:1 通信,并且因此将使用该示例进行解释。该传输调度可以基于发送方 A 在网络内的位置、发送方 A 到数据收集方节点 50 的跳距以及发送方 A 的网络地址中的至少一个。

[0044] 当传输调度基于发送方 A 在网络内的位置时,可以定义不同区以使得来自不同区域的节点 10 的通信链路 40 并不互相干扰。这避免了网络中某些瓶颈区特别是数据收集方节点 50 附近的过载。发送方节点 10 可以通过咨询其网络或 MAC 地址而查明其位置。传输调度可以由控制中心 60 或数据收集方节点 50 所建立并分布,并且指示期望不同网络区的节点 10 何时向控制中心 60 或数据收集方节点 50 报告其数据。可替换地,控制中心 60 或数据收集方节点 50 可以基于节点 10 在网络中的位置对它们进行轮询。

[0045] 在图 5A 中,示出了街道照明系统,其具有沿街道分布的照明器节点 10。因此,当照明器节点 10 向数据收集方节点 50 报告其例如电力状态、调光状态、环境亮度等的统计数据时,可以基于空间或地理划分对数据传输进行调度。可替换地,基于道路网络对照明器节点 10 进行分组可能是有利的,即处于相同街道的照明器节点 10 同时报告它们的数据。优选地,距数据收集方节点 50 更远的照明器节点 10 在时间上比接近于数据收集方节点 50 的照明器节点 10 更晚传送其数据分组。

[0046] 在以上所描述实施例的修改形式中,传输调度基于从照明器节点 10 到数据收集方节点 50 的跳距。如图 5B 所示,无线网状网络中使用多跳传输的照明器节点 10 可以通过其到数据收集方节点 50 的跳距进行分类。跳距涉及从发送方节点 10 向数据收集方节点 50 传送数据分组所必须的跳数。例如,半径 502 和半径 501 之间的照明器节点 10 将利用两跳传送其数据分组,而处于半径 501 以内的照明器节点 10 能够利用一跳传送其数据分组。跳

距或跳数信息可以在照明器节点 10 的网络层获取。在一个示例性实施例中,数据分组以渐进方式从其到数据收集方节点 50 的跳距所定义的区域进行传送。优选地,低跳距区域(例如,处于半径 501 以内)被调度为首先报告或者简单地首先被数据收集方节点 50 所轮询。通过这些手段,确保了一旦低跳距区域的照明器节点 10 已经报告了其数据分组,它们就仅作为转发来自较高跳距区中的照明器节点 10 的数据分组的路由器。通过这些手段,在正常情况下将非常可能由于网络拓扑而过载的低跳距区域中的照明器节点 10 可以得以解脱。

[0047] 可能地,基于发送方 A 在网络内的位置、发送方 A 到数据收集方节点 50(或网络控制器 60)的跳距以及发送方 A 的网络地址中至少一个的数据分组传输的空间调度与通过在应答间隙内随机选择时隙或者通过将应答整合为一个应答批次所进行的时间调度相结合。通过这些手段,在时间以及不同网络区域上对网络负载进行了平衡。

[0048] 在以上所描述实施例进一步的修改形式中,传输调度基于照明器节点 10 的网络地址。因此,在已经接收到例如控制中心 60 或数据收集方节点 50 所广播或组播传输的报告请求消息之后,照明器节点 10 可以在不同时刻传送其应答数据分组。该广播或组播消息可以包含用作所有进行报告的照明器节点的共用基准的时间标签。基于该基准时间以及特定于节点或特定于网络地址的延迟,每个照明器节点 10 能够确定其个体传输时间。这进一步使得冲突的风险最小化,同时来自所有照明器节点 10 的数据分组都在相对短的时间段内被接收。这在照明器节点以 N:1 通信模式向数据收集方节点 50 或控制中心 60 报告状态数据等时是特别有利的。在以动态方式分布网络地址的情况下,可以在每个照明器节点 10 中存储具有特定于每个网络地址的延迟的调度表,并且可以基于当前要求向照明器节点 10 动态分配网络地址,因此确定个体传输时间。

[0049] 在与传输调度实施例相类似的本发明另外的实施例中,由 MAC 层或网络层引入了用于数据分组重传的回退延迟。回退延迟是指后续传输尝试之间的延迟。例如,在传输失败后,发送方节点 A 可以通过回退延迟而延后数据分组的重传,从而另一节点可以完成其传输,因此较少了冲突的可能。因此,回退延迟可以包括介质访问尝试的回退时间。这里,介质访问尝试涉及在介质可被自由访问时数据分组的载波侦听和随后的传送或重传的处理。因此,介质访问尝试的回退时间表示后续介质访问尝试之间的时间间隙。该回退延迟基于节点 10 在网络内的位置、节点 10 和数据收集方节点 50 之间的跳距以及节点 10 的网络地址中的至少一个进行设置。优选地,在 MAC 层和网络层中的至少一个中,回退延迟取决于节点 10 和数据收集方节点 50 之间的距离。特别地,MAC 层回退延迟和网络层回退延迟中的至少一个对于越来越远的节点 10 变得更大。在这种情况下,可以迫使距离数据收集方节点 50 更远的节点 10 比接近数据收集方节点 50 的节点 10 更多地传播其数据分组。通过这些手段,远程节点并不会在更接近数据收集方节点 50 的节点 10 处导致过载。因此,网络节点 10 的数据业务生成得以被整形从而避免了数据收集方节点 50 附近的拥塞。有利地,该实施例连同任意一个以上所描述的实施例一起使用。

[0050] 优选地,以上所描述的涉及数据分组传送延迟的实施例被应用于非时间关键数据和 / 或对跨网络的通信延迟一致性(homogeneity)没有严格要求的数据传输。例如,这样的非时间关键数据可以是指网络节点以规律的时间间隙所报告的统计数据或状态信息,诸如所消耗能量、点亮小时数、运行状态、当前或平均调光模式、所感应的环境亮度等。与之相

比,时间关键信息可以是指针对在紧急状况期间向网络节点 10 发送的控制消息的确认。

[0051] 显然,以上所描述的实施例能够以各种方式进行结合。利用以上所描述的将应答整合为应答批次,能够降低局部和全局网络负载并且能够避免数据分组冲突以及后续的数据丢失。因此,对无线网状网络提供了允许高效且可靠的数据传输的路由手段,提供了高度可扩展性以及快速且容易的配置并且能够进行自行配置和自行修复。

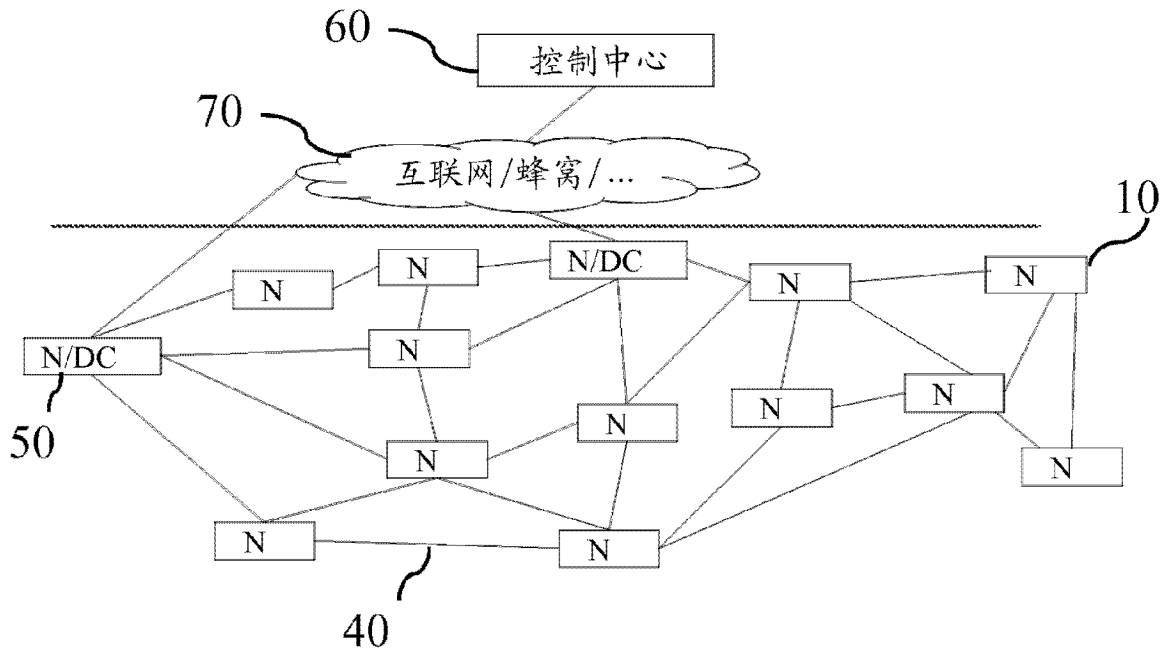


图 1A

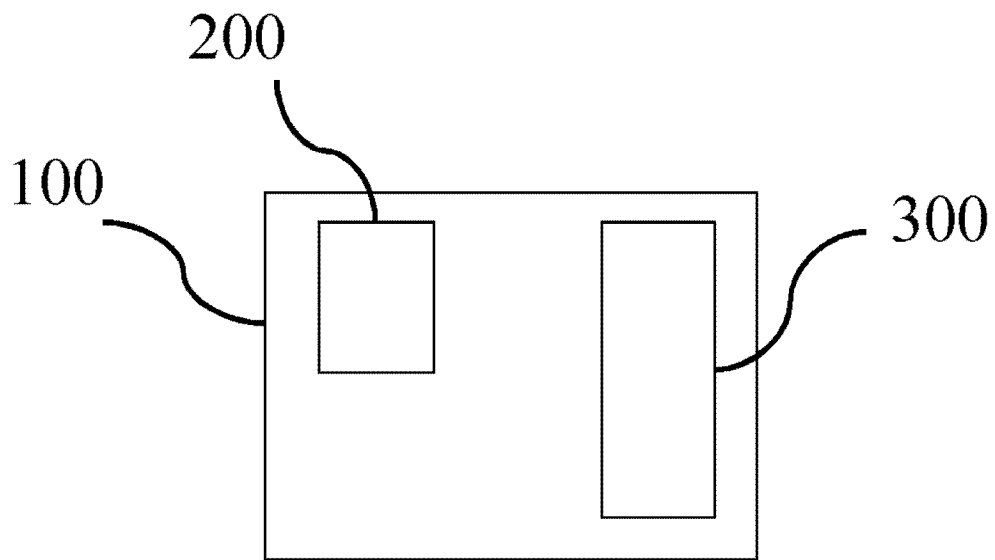


图 1B

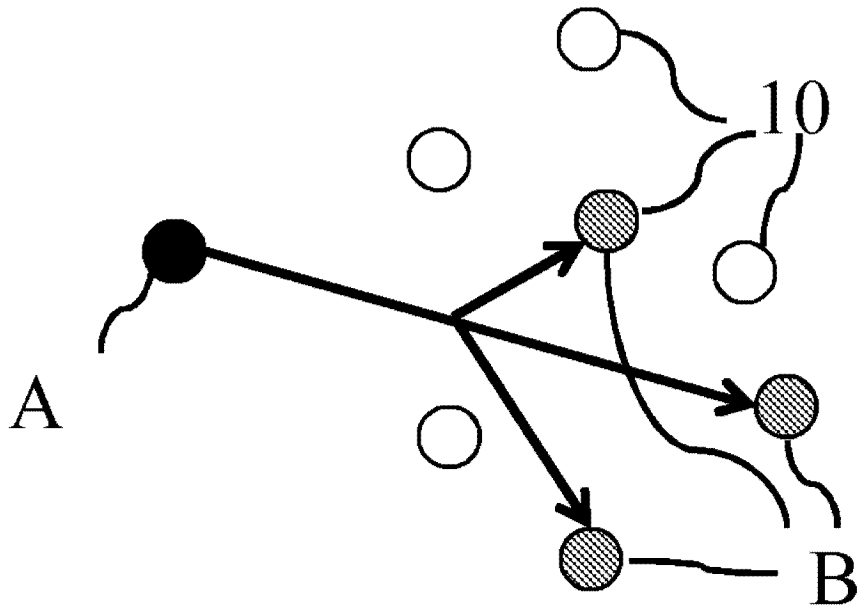


图 2

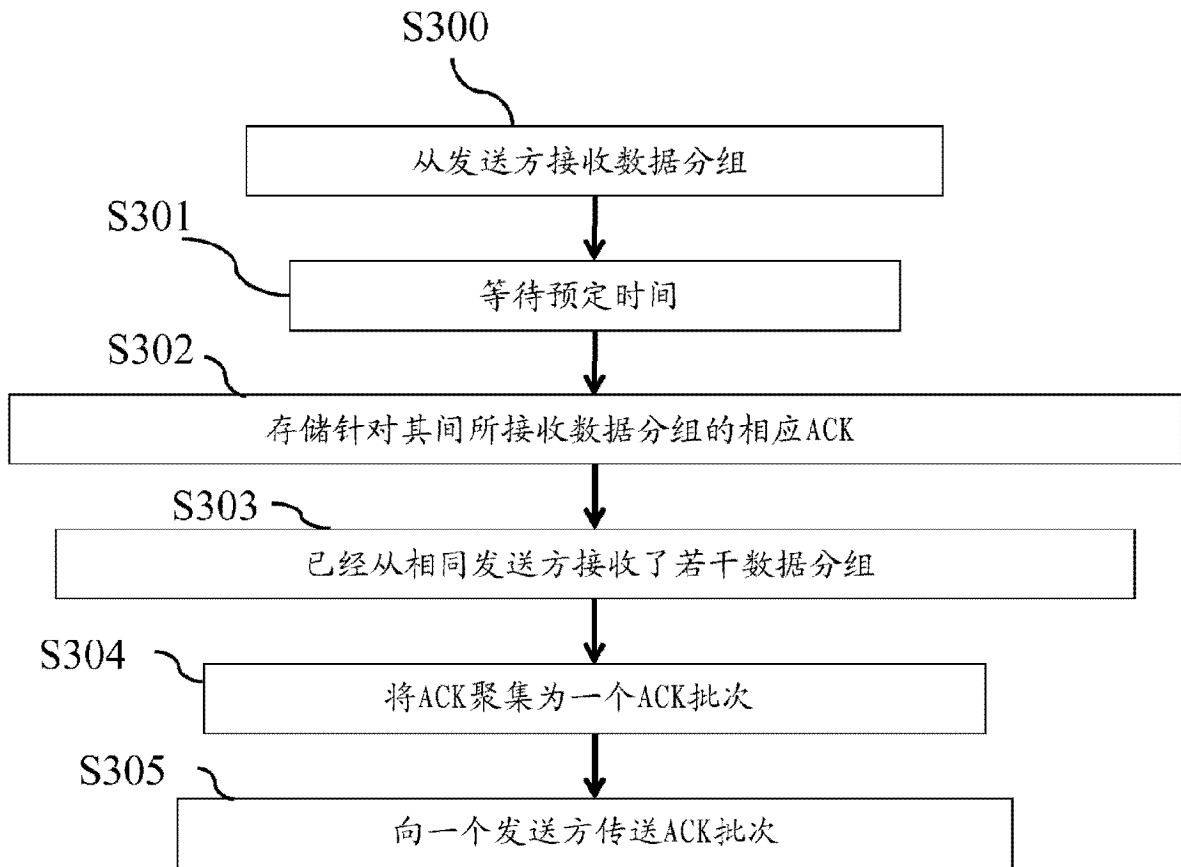


图 3A

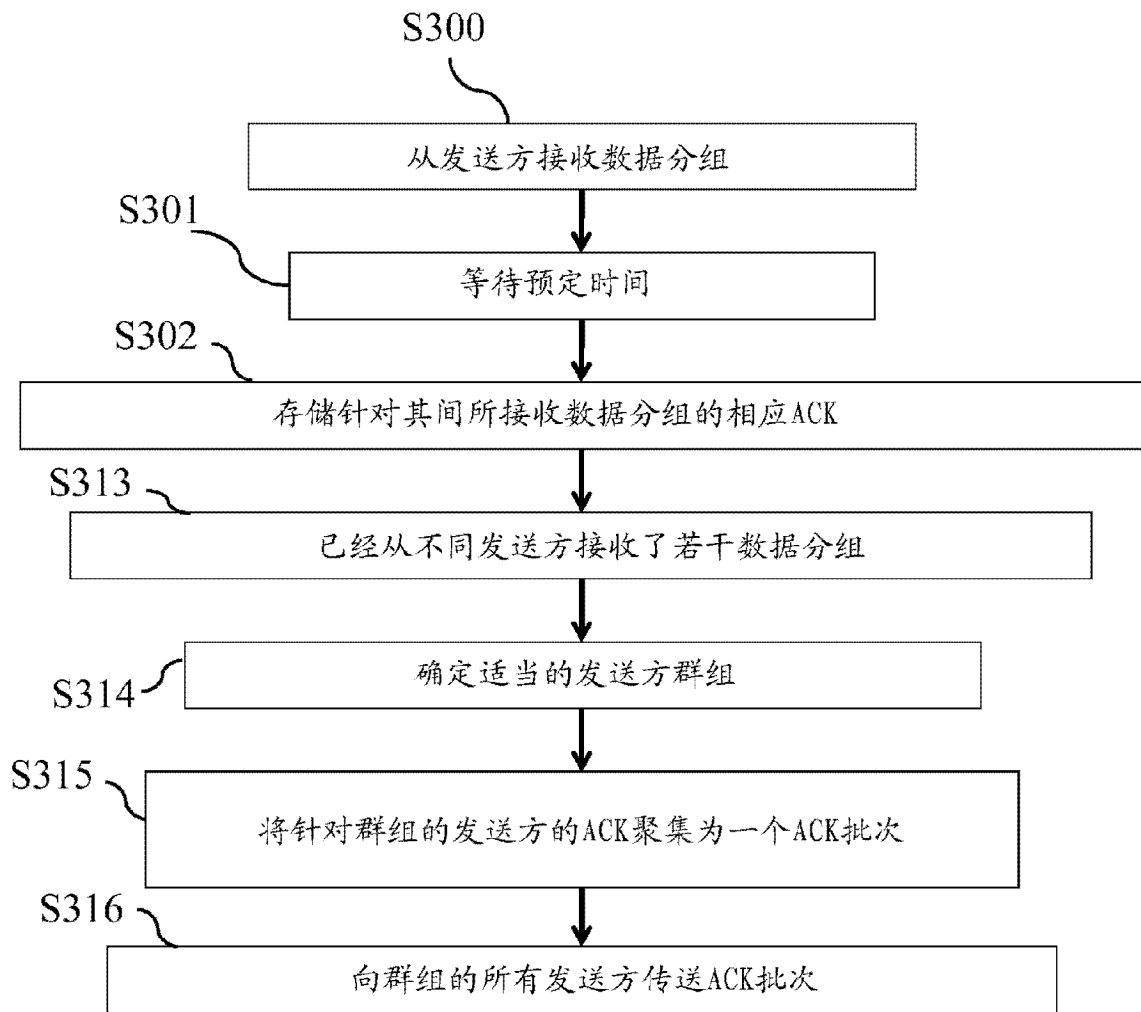


图 3B

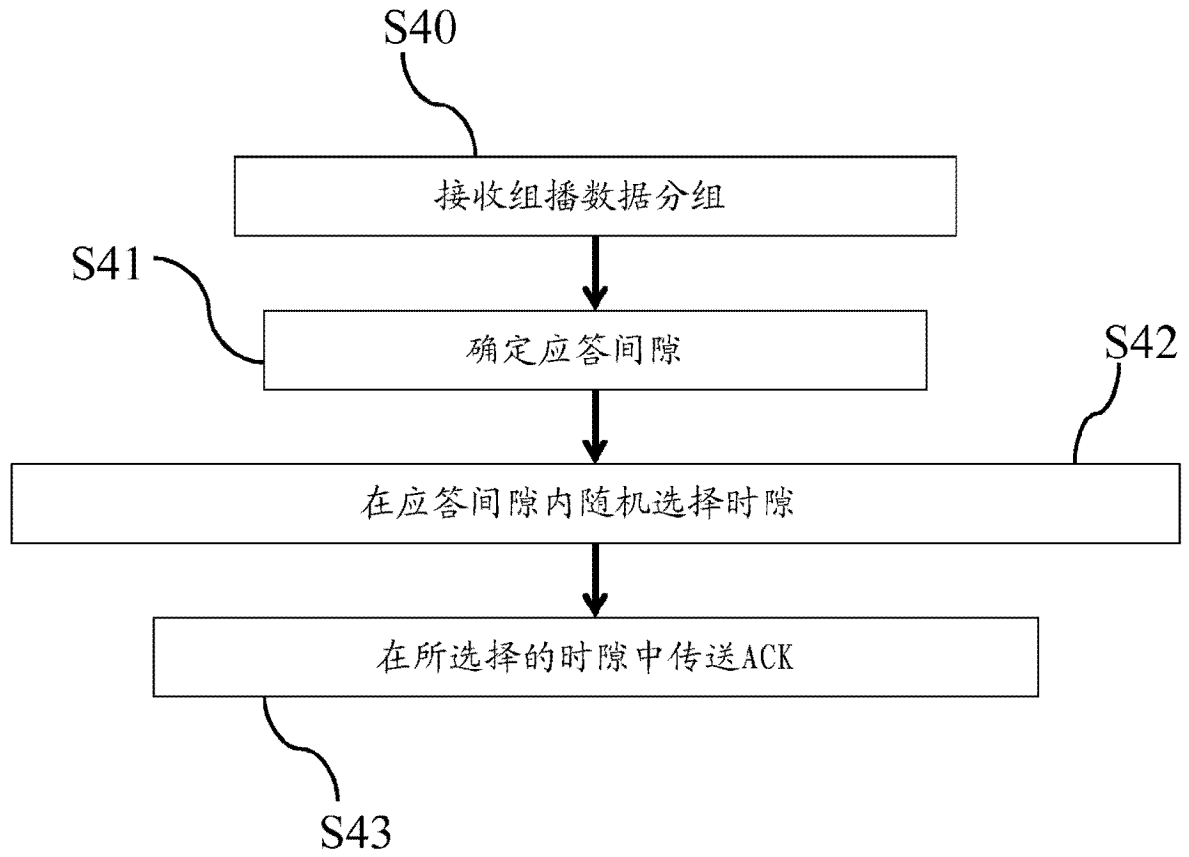


图 4

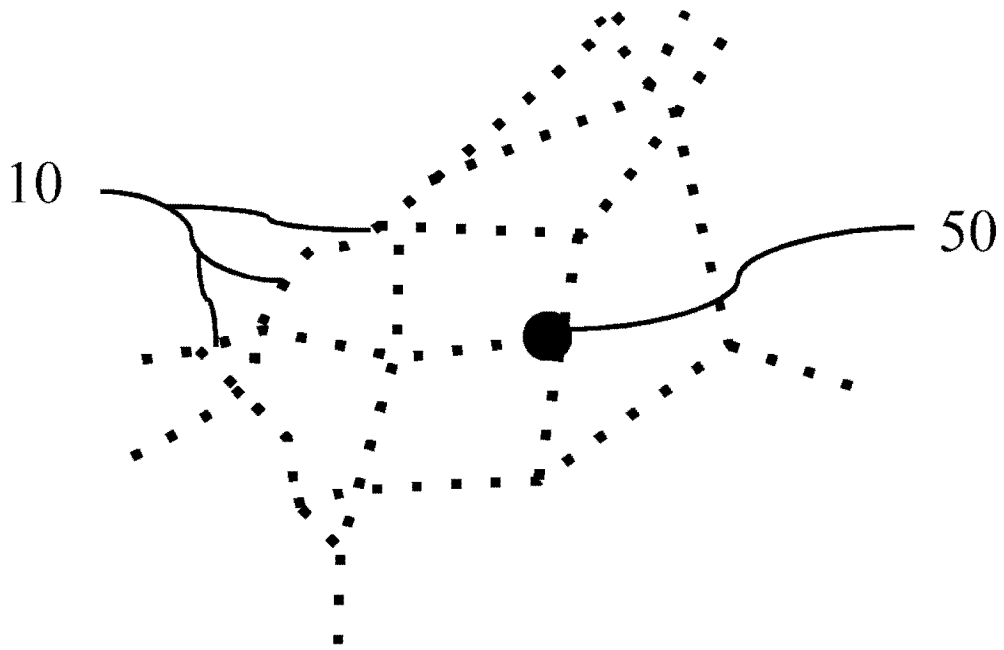


图 5A

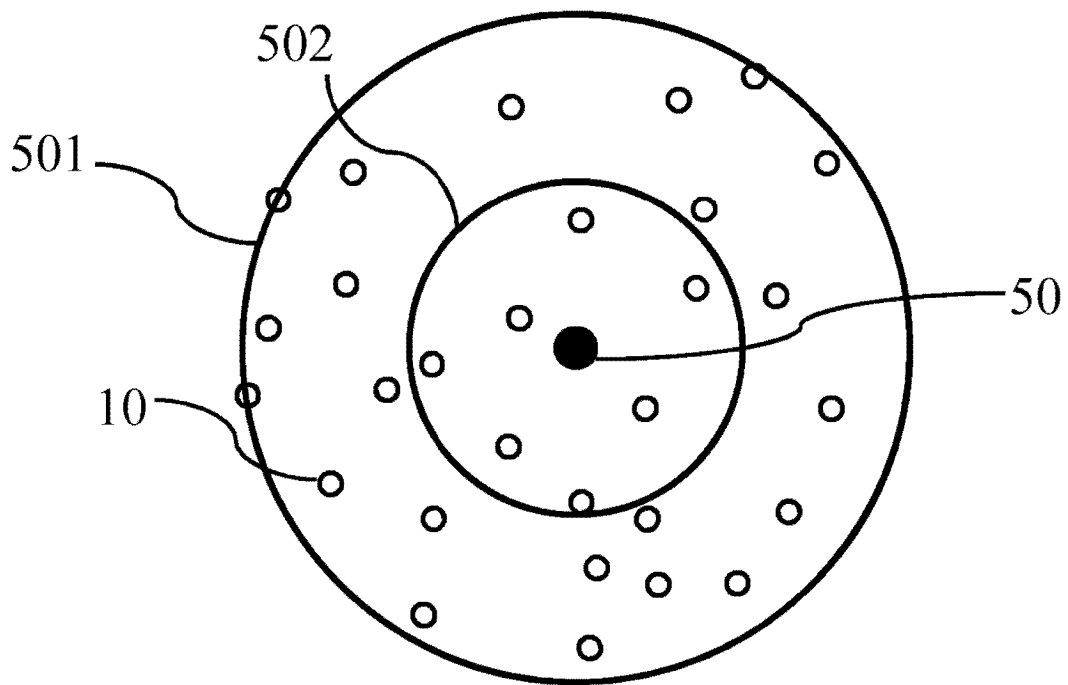


图 5B