



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104684041 B

(45)授权公告日 2018.01.12

(21)申请号 201510063789.X

(22)申请日 2015.02.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104684041 A

(43)申请公布日 2015.06.03

(73)专利权人 中国科学院上海微系统与信息技术研究所

地址 200050 上海市长宁区长宁路865号5号楼505室

(72)发明人 何为 杨旭光 罗炬锋 张帅
单联海 赵康 谷宇章 高丹
张质懿 张军

(74)专利代理机构 上海泰能知识产权代理事务所 31233

代理人 宋纓 孙健

(51)Int.Cl.

H04W 40/10(2009.01)

H04W 40/16(2009.01)

H04W 84/18(2009.01)

(56)对比文件

CN 101489275 A,2009.07.22,

CN 102572996 A,2012.07.11,

CN 103916939 A,2014.07.09,

CN 101094189 A,2007.12.26,

US 2006/0215692 A1,2006.09.28,

CN 101170486 A,2008.04.30,

CN 101426294 A,2009.05.06,

朱康.无线传感器网络分布式多跳分层路由协议研究与设计.《中国优秀硕士学位论文全文数据库(电子期刊)信息科技辑》.2014,第2章.

审查员 房黎黎

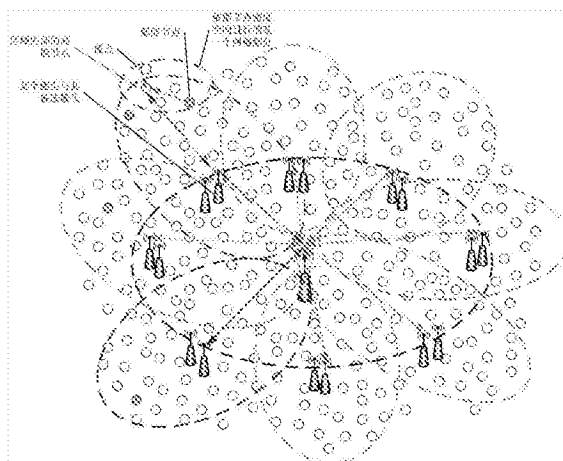
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法

(57)摘要

本发明涉及一种支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,采用核心簇头路由机制与平面路由机制结合的方式构建网络,使得路由频率决定与具体的节点无关;节点间采用协同处理策略与能量均衡策略;所述网络根据节点所处的空间密度划分网格,并采取了减少孤点优化措施。本发明减少网络之间分簇路由的信号干扰,避免了由于路由节点失效导致的网络灾难问题,能最大限度的降低网络簇的重建频率,降低簇的维护开销,提高了整个网络的响应实时性。



1. 一种支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,其特征在于,采用核心簇头路由机制与平面路由机制结合的方式构建网络,使得路由由频率决定与具体的节点无关;在实现网络的节点间采用协同处理策略与能量均衡策略;所述网络根据节点所处的空间密度划分网格,并采取了减少孤点优化措施;所述构建的网络中如果侦听到能量低于规定能量门限的节点时,网络会根据节点分布的空间密度,将底层的低能量节点挂载到高能量的节点上形成一个网格,所有在同一个网格底层节点的分区拥有相同的优先级以及权值,网格内能够实现网络区域数据压缩与数据融合,划分之后的网格使用与上层互不干扰的频率通信,以实现网格区域能量均衡。

2. 根据权利要求1所述的支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,其特征在于,核心簇头路由机制是指根据的网络规模和数据流向特点将网络的上层路由节点限定在基站、簇头的节点、备选簇头节点内部选择;平面路由机制是指网络的底层一定区域内的节点地位相同,使用平面路由机制通信。

3. 根据权利要求1所述的支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,其特征在于,采用核心簇头路由机制与平面路由机制结合的方式构建网络具体包括:按照节点在网络中的地位划分为一个三层的网络,并按照跳数划分整个网络,使得整个网络的跳数最多为三跳。

4. 根据权利要求1所述的支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,其特征在于,所述构建的网络中的底层节点与上层节点之间有多个路由,各个路由采用不同的频率。

5. 根据权利要求1所述的支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,其特征在于,所述构建的网络拥有备选冗余路由,并且备选冗余路由与工作路由之间有协同处理策略与能量均衡策略;具体实现方法是在网络中设置备选基站和备选簇头,网络底层节点根据密度区域划分实现网格化处理之后,孤点与低能节点能够可靠依附;其中,底层节点在整个过程之中处于侦听状态,根据侦听信息知道自身所处的密度空间,所有的节点根据能量判断自身是否是低能的节点、或者是孤点,是否需要挂载在密度空间内部的高能节点上。

6. 根据权利要求1所述的支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,其特征在于,所述减少孤点优化措施包括孤点依附、孤点与正常节点区域划分、孤点与该孤点能侦听的正常节点的能量均衡;具体为:底层节点侦听同一簇头分区下邻居节点的信息,知道节点在子网的优先级与权值,从而使得孤点知道自身的空间密度;空间密度内的节点在接收上层簇头指定后,拥有相同的地位,他们之间形成一个平面的路由,然后根据能量优先原则,孤点将自身挂载于空间密度的某一个不是孤点的节点上,并绑定只能被双方所识别的频率。

7. 根据权利要求1所述的支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,其特征在于,所述构建的网络使用时分、时间片绑定同步、或无线唤醒机制来实现网络的组织与获取数据。

一种支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器网络技术领域,特别是涉及一种支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法。

背景技术

[0002] 在实现大规模的无线传感网络的过程中,需要面对接入多种类型的传感器,多种传感器能量耗费不一致,在多种传感器混杂的大规模网络中如何实现节能、优化网络的生命周期是传感器网络急需解决的问题;大规模的传感网络中,如何提供最优路由,包括最小能耗、最短路径、最少跳数、最大最小剩余能量也是需要解决的问题;如何能保证满足区域覆盖的前提下,节省系统开销,在网络覆盖范围内减少网络孤点数量,为节点提供可靠接入也是必须面对的问题之一;传感器网络应用的关键问题还包括:如何在节点能量分布不均匀的网络之中,延长网络中节点的生命周期,针对路由节点需要进行大量数据吞吐,如何减少路由节点的压力,提高路由节点能量利用率,同时如何使个别路由节点失效的情况下,不会对网络造成毁灭性的影响,延长网络的生命周期。

发明内容

[0003] 本发明提供一种支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,以解决多种传感器混杂的大规模传感网络中节能、网络生命周期优化的问题。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:提供一种支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,采用核心簇头路由机制与平面路由机制结合的方式构建网络,使得路由由频率决定与具体的节点无关;在实现网络的节点间采用协同处理策略与能量均衡策略;所述网络根据节点所处的空间密度划分网格,并采取了减少孤点优化措施。

[0005] 核心簇头路由机制是指根据的网络规模和数据流向特点将网络的上层路由节点限定在基站、簇头的节点、备选簇头节点内部选择;平面路由机制是指网络的底层一定区域内的节点地位相同,使用平面路由机制通信。

[0006] 采用核心簇头路由机制与平面路由机制结合的方式构建网络具体包括:按照节点在网络中的地位划分为一个三层的网络,并按照跳数划分整个网络,使得整个网络的跳数最多为三跳。

[0007] 所述构建的网络中的底层节点与上层节点之间有多个路由,各个路由采用不同的频率。

[0008] 所述构建的网络拥有备选冗余路由,并且备选冗余路由与工作路由之间有协同处理策略与能量均衡策略;具体实现方法是在网络中设置备选基站和备选簇头,网络底层节点根据密度区域划分实现网格化处理之后,孤点与低能节点能够可靠依附。

[0009] 所述构建的网络中如果网络侦听到能量低于规定能量门限的节点时,网络根据节点分布的空间密度,将底层的低能量节点挂载到高能量的节点上形成一个网格,所有在同一个网格底层节点的分区拥有相同的优先级以及权值,网格内能够实现网络区域数据压缩

与数据融合,划分之后的网格使用与上层互不干扰的频率通信,以此实现了网格区域能量均衡。

[0010] 所述减少孤点优化措施包括孤点依附、孤点与正常节点区域划分、孤点与该孤点能侦听的正常节点的能量均衡。

[0011] 所述构建的网络使用时分、时间片绑定同步、或无线唤醒机制来实现网络的组织与获取数据。

[0012] 有益效果

[0013] 由于采用了上述的技术方案,本发明与现有技术相比,具有以下优点和积极效果:本发明采用核心簇头路由机制与平面路由机制结合的方式、频率与路由绑定机制、不同的簇分区使用不同的频率等机制,实现了路由节点与某一个节点无关只与网络中使用的频率有关,减少网络之间分簇路由的信号干扰,避免了由于路由节点失效导致的网络灾难问题,能最大限度的降低网络簇的重建频率,降低簇的维护开销,提高了整个网络的响应实时性。

附图说明

[0014] 图1是本发明的网络部署示意图。

具体实施方式

[0015] 下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0016] 本发明的实施方式涉及一种支持大规模节点应用的实时无线传感网路由方法,采用核心簇头路由机制与平面路由机制结合的方式构建网络,使得路由由频率决定而与具体的节点无关;在实现网络的节点间采用协同处理策略与能量均衡策略;所述网络根据节点所处的空间密度划分网格,并采取了减少孤点优化措施。所述网络是一个可扩展、可配置,能根据应用与网络规模实现自适应、自动组网、网络参数自动配置的网络,其最大支持的网络节点规模是65536个。具体协议描述如下:

[0017] 采用核心簇头路由机制与平面路由机制结合的方式;依据网络路由构建的网络划分为三层是指网络中节点分为基站、簇头、底层节点;按照跳数划分整个网络最多三跳是指网络中可能存在基站到簇头1跳,簇头到节点1跳,节点到孤点或者是高能节点到低能节点1跳的网络。

[0018] 协议中频率与路由绑定、不同的簇头组建的子网分区使用不同的频率,实现了路由节点与某一个节点无关只与网络中使用的频率有关;依据网络协议构建的网络,各个由簇头组建的子网采用不同的频率,基站通过跳频机制与各个簇头的通信,路由只与频率相关而与具体的簇头无关,当某一个簇头出现异常无法使用时,基站可以指定备选簇头,继承失效簇头作为该子网的簇头,因为簇头只与频率有关所以新指定簇头不会造成该子网底层网络变动,减少了网络之间分簇路由的信号干扰,避免了由于路由节点失效导致的网络灾难问题,能最大限度的降低网络簇的重建频率,降低簇的维护开销,提高了整个网络的响应

实时性。

[0019] 底层节点可以侦听到同一个簇头分区下的邻居节点的信息,同时可以知道节点在该子网的优先级与权值,节点在网络中的优先级、权值根据网络应用与不同的业务应用类型来确定,那么所有节点就可知道自身节点的空间密度;作为无法侦听到所有簇头信息的孤点,通过上述步骤孤点也就知道了自身空间密度,空间密度内的节点可以在接收上层簇头指定之后,拥有相同的地位,他们之间形成一个平面的路由。然后根据能量优先原则,孤点将自身挂载于空间密度的某一个不是孤点的节点上,并绑定只能被双方所识别的频率。在使用的过程中如果不是孤点的节点能量低于规定的门限时,将如同孤点一样根据能量优先原则挂载在自己能量密度空间的高能量节点上。

[0020] 协议在设计的时候拥有冗余路由,具体实现方法是在网络中使基站拥有备选的基站,簇头拥有备选的簇头,网络底层节点根据密度区域划分实现网格化处理之后,孤点与低能节点可以可靠依附。这样同时优化了由于网络中由各个节点于接入多种不同的传感器导致耗能不均导致部分节点过早失效的问题。

[0021] 本发明可以支持多种的业务类型混合,具体实现的方法是将网络流程周期化,周期内的流程按照阶段划分,同时网络周期与实时时间绑定,网络内的周期按照时间节拍,最终也与实时时间绑定,底层节点的网格化划分处理,具体表现为将网络中的节点根据接入的传感器、需要实现的业务类型,赋予节点优先级与权值,最终使用时分、频分跳频、广播、多播、轮询、时间片绑定同步、无线唤醒机制等来实现网络的组织与获取数据,协议中使用了握手策略、有基于节点ID的时间退避CSMA/CA算法、基于RSSI的网络路由侦测与能量均衡、基于RSSI的网络数据传输速度控制、基于时间片的时间同步策略来提高数据传输的成功率。

[0022] 本发明上层使用了分簇的路由,下层节点的根据空间密度的网格化划分,数据发生的时间可以精确定位等技术,实现了网络中节点数据的融合、压缩、网络节点协同等功能。

[0023] 本发明采取了积极的能量管理技术,包括控制报文开销、降低拓扑结构变动的频率、减少网络通信开销等、同级节点的能量均衡以减少节点的的能量开销,数据压缩,数据融合,时间窗口侦听、无线唤醒机制等,网络时间同步与周期步骤与时间片绑定,节点主动上报,冗余路由与正常路由的协同处理、同级节点能量均衡策略,时间片绑定睡眠等。

[0024] 本发明实现依据面向对象的设计思想,实现模块化封装,能方便的移植到各类无线传感网节点中。整个协议实现需要的代码量小,在开发时只需要根据接口进行移植,依据该协议实现的传感网络开发成本低,实现简单、使用可靠。本发明综合现阶段各类无线传感器网络路由协议的优缺点,结合无线传感网络的主要业务类型,在协议中涉及了对数据实时性、网络能量和数据延迟、网络规模、网络生命周期等问题;协议最大支持的网络规模是65536,依据该协议实现的传感网络可扩展、可配置,网络能根据应用与网络规模实现自适应、自动组网。

[0025] 整个网络组建的过程可以解释为在规定的时间内,让网络中所有的节点选择自己的信令路由,同时根据需要决定是否将自身的信息上报到簇头形成TOP表的过程。本发明的路由协议实现的网络在节点布设好之后,整个协议实施方式如下所述:

[0026] 本协议网络是单基站型网络,组建的过程是上层控制下层的,由基站发起组网

流程,首先基站根据划分的周期内的时间片分配一定的时间 T ,在 T 内使用公共的信道广播,用作簇头、备选簇头的节点会在收到广播后的一段时间使用CSMA/CA竞争回复基站,由于无线通信的全向性,节点的物理位置对网络效能的巨大影响,因此为了提高整个网络的能量利用率,一般将基站布设与网络的中心,基站根据能量、位置、到基站的距离、计算能力和移动性等,选择备选基站、各个信道的簇头、备选簇头,完成之后簇头、备选簇头根据基站配置切换到相应信道,实现频率信息与各个簇头、备选簇头所形成的路由绑定。然后基站根据跳频、轮询、广播多播机制,分别对Maxchannel个信道的网络簇头节点发送指令,并为具体的指令分配时间片,控制整个网络的动作,簇头根据基站的指令进行动作,节点根据侦听到的簇头广播选择加入各个子网,同时根据需要决定是否需要竞争上报自身信息,底层节点在整个过程之中处于侦听状态,可根据侦听信息知道自身所处的密度空间。所有的节点根据能量判断自身是否是低能的节点、或者是孤点,是否需要挂载在密度空间内部的高能节点上;此时簇头可以根据获得的TOP信息中包含的传感器的类型与根据空间密度概念划分的小区赋予优先级以及权值。

[0027] 如果节点在入网过程之中需要上报自身信息,能侦听到簇头的信息,但是多次加入网络不成功超过了簇头的最大时间,那么节点只能等待网络维护时再加入网络。同时如果节点会侦听网络广播,根据网络的步骤进行相应动作以节能;如果无法收到任何簇头的信息,那么将会给出状态提示,同时设置自身进入长时间的深度睡眠,醒来之后再此重复组建网络的步骤。

[0028] 由于网络之中需要接入多种不同的传感器,满足多不同的业务需求,为此,簇头会根据获得的TOP信息,为底层节点分配不同的优先级与权值。同时由于网络中多种传感器类型,数据格式长度不一,协议根据分段设计、分段校验、使用位等概念而设计的帧格式对网络的信令进行封装。帧的一般格式为一个标题和一个数据有效荷载区,帧的大小是可变的。

[0029] 本协议中网络的的维护过程与组建的过程是一样的,在整个过程中解决了已经在网的节点确定在网、节点掉网、节点移动,基站,簇头重启等特殊情况对网络造成的影响最小化等问题。

[0030] 协议中使用了节点网络均衡策略的保证网络节点的公平性,实现网络组建、维护、上报数据等较快收敛。在组网时底层节点根据侦听到的簇头的情况自动选择侦听到簇头的最少节点数目的子网加入。而簇头会根据自己子网的数目控制节点的加入情况,同时做调整。例如在某个簇头的子网的规模已经达到设计的最大值,但是仍然有节点竞争加入到该网络,那么簇头会根据该节点的信息,判断该节点是否能加入到其他簇头,如果节点能加入到其他簇头,同时该簇头存储的信息现实另外一个簇头没有加满,那么将回复该节点加入到其他的簇头;否则该簇头将会在自己的数据库内查找一个能侦听到多个簇头的节点并删除该节点,让新节点加入。

[0031] 网络通过配置基站为实时时间,然后网络周期与基站的实时时间绑定,进而将获取数据时刻与与网络周期绑定;将网络周期根据MCU频率决定的时间基准划分时间片,同时将时间片序号加入到网络使用的信令中传输,这样的话在网络中节点只要能收到信令就可以实现网络的同步,整个同步以极小的代价就可以在一段时间误差范围内实现网络的同步,这种同步方式时间同步方式实现简单、误差小、能有效的减少节点的程序的复杂性、节约成本、增加协议的通用性,最终增加网络的生命周期。同时可以将时间同步标志加入到任

何的信令中,在一个网络的周期之内就可以实现多次同步,进而可以解决由于节点特殊原因导致的重启、未入网的节点节能等问题。

[0032] 网络在使用的过程中网络的组建/维护、获取数据的一个完整的时间段称之为网络的网络周期,网络中使用的时分机制有实时时间的的时间片、网络周期内的时间片。实时时间的的时间片是指在网络的使用过程中以网络周期为单位,那么可以将每天的实时时间都与网络的周期对应起来,形成一个网络周期与实时时间对应的的时间片序列。网络周期内部的时间片是指在一个网络周期内,根据节点MCU能实现自身的时间基准划分作为时间片单位,然后将整个网络周期划分为时间片序列。时间片划分之后,整个网络将会严格按照网络的时间片序列工作,整个网络将会形成与网络周期的时间片为机制的初步时间同步。根据网络所使用的机制,将整个网络的周期,根据时间片划分为不同的阶段,每个阶段进行不同的网络动作与网络的功能。实时时间的的时间片划分、网络周期的时间片划分、网络周期节奏划分时间,为多种业务类型的兼容提供了接口。该协议为网络中多种业务类型的并存提供了网络支撑。网络实现时间同步之后,就可以为每一次的数据加上数据的时间邮戳。实时时间与网路周期绑定,网络周期阶段划分,网络周期内的时间片与网络过程的对应关系如图1所示。

[0033] 数据与结果具有空间与时间的相关性,网络实现了网络同步,网络底层节点根据网络中节点的空间密度划分,与核心簇头路由,为数据的压缩与数据融合创造了条件。网络中节点根据空间密度、传感器类型实现分格,网格内能量均衡并给每一个网格分配优先级与加权,可以实现多种传感器共存。网络实现网格化的划分、分配优先级、加权之后,在实现网络同步的情况下,为了较少簇头的能量开销,网格化内部的底层节点能实现的自动发送。

[0034] 为了较少簇头的能量开销,网络拓扑生成过程中的控制报文开销以及降低拓扑结构变动的频率,减少网络通信开销等一些策略。簇头与备选簇头的协同工作,例如基于能量均衡的轮流工作睡眠、基于侦听的信息交互等,实现每一个簇头能量利用最优,整个网络生命周期最大化。

[0035] 同时由于数据的汇聚造成路由节点的传输压力增大,本发明在分层分区的基础上面,采用了加速机制,保证数据的有效传输,进而有较快的网络组建速度与网络收敛速度,提高网络的能量利用率,整个加速机制介绍如下:当网络数据较多的情况下,首先完成一次握手成功之后,在下一次握手邀请中,就可以根据RSSI,将下次使用的的无线传输的速率加入进去,同时发起者改变自身的状态到要求的速率,等待目的节点的应答,如果成功了就按照该速率重复,直到数据传输为止,如果没有成功那么就恢复自身的的信息并计数,重复上述过程一定次数。

[0036] 不难发现,本发明解决了多种传感器混杂的大规模传感网络中实现节能、优化网络的生命周期的问题;能根据网络的能耗情况为网络提供最优路由;能保证满足区域覆盖的前提下,节省系统开销,在网络需要实现的覆盖范围内减少网络孤点数量,为节点提供可靠接入;对网络的路由节点进行优化处理,提高路由节点能量利用率;网络中事件发生的时刻、数据产生时刻可以精确定位;网络是一个可扩展、可配置,能根据应用与网络规模实现自适应、自动组网、网络参数自动配置的网络,其最大支持的网络节点规模是65536个。

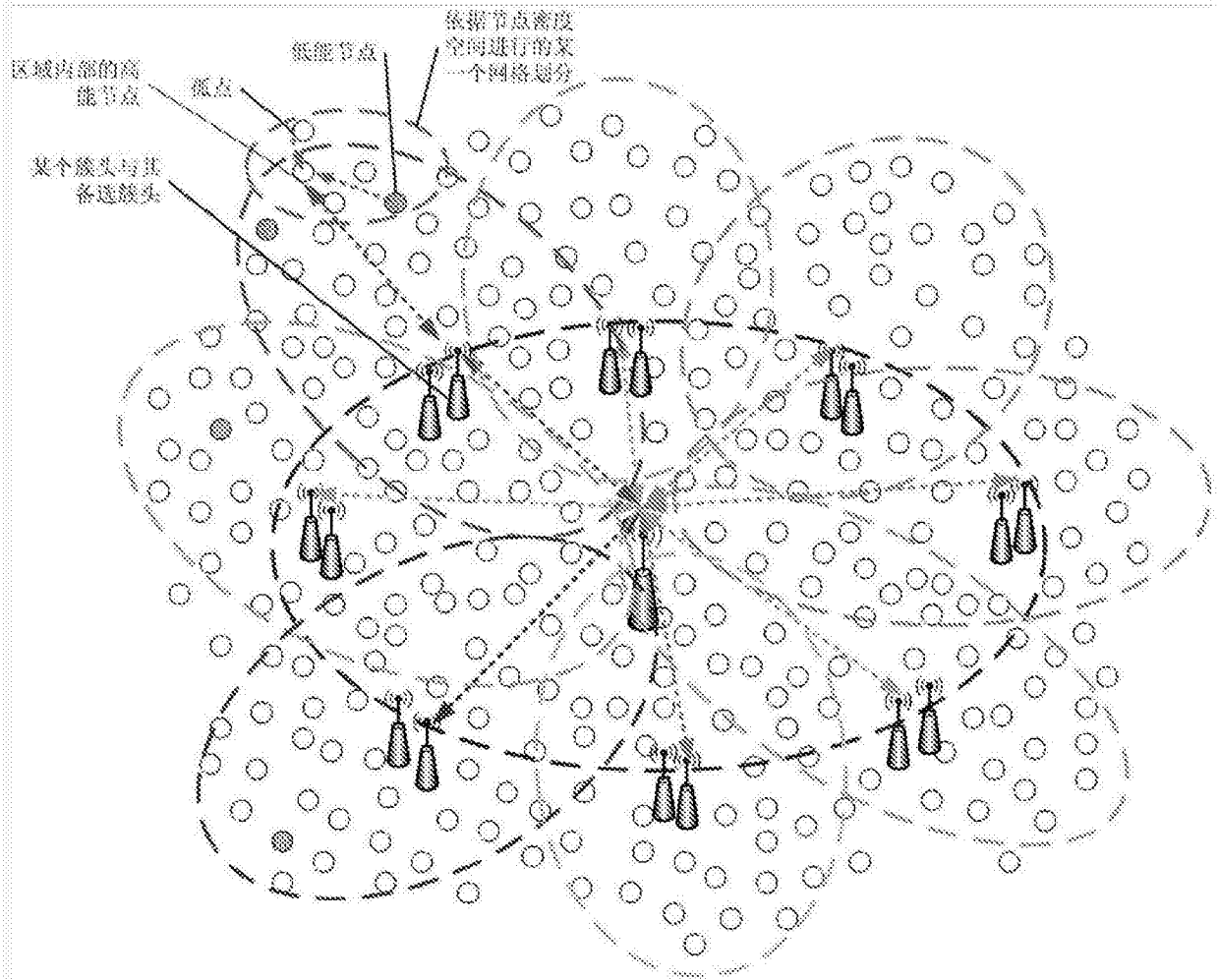


图1