



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114338852 A

(43) 申请公布日 2022.04.12

(21) 申请号 202111666977.3

(22) 申请日 2021.12.31

(71) 申请人 乐鑫信息科技(上海)股份有限公司

地址 201203 上海市浦东新区自由贸易试
验区碧波路690号2号楼204室

(72) 发明人 陈曙 姜江建

(74) 专利代理机构 北京市路盛律师事务所

11326

代理人 李海 金钦华

(51) Int. Cl.

H04L 69/22 (2022.01)

H04L 67/01 (2022.01)

H04W 28/06 (2009.01)

权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

一种封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法

(57) 摘要

本发明提供一种封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法,该方法由基于Thread协议的Wi-Fi设备执行以组成Thread网状网络。该方法包括:步骤1:获取基于Thread协议的数据包;步骤2:根据IEEE 802.11协议的预设定义,对基于Thread协议的数据包进行第一封装,以得到IEEE 802.11 MAC帧;步骤3:根据IEEE 802.11协议的预设定义,对IEEE 802.11 MAC帧进行第二封装,以得到物理帧,其中第二封装包括:将IEEE 802.11 MAC帧的全部字段作为物理帧的业务数据单元(PSDU),并添加IEEE 802.11物理帧帧头和帧尾。本发明还提供一种基于Thread协议的组网方法,用于将多个基于Thread协议的Wi-Fi设备组成Thread网状网络。

步骤1: 获取基于Thread协议的数据包

步骤2: 根据IEEE 802.11协议的预设定义,对基于Thread协议的数据包进行第一封装,以得到IEEE 802.11 MAC帧

步骤3: 根据IEEE 802.11协议的预设定义,对IEEE 802.11 MAC帧进行第二封装,以得到物理帧

1. 一种封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法,其由基于Thread协议的Wi-Fi设备执行以组成Thread网状网络,其特征在于,包括:

步骤1:获取基于Thread协议的数据包;

步骤2:根据IEEE 802.11协议的预设定义,对所述基于Thread协议的数据包进行第一封装,以得到IEEE 802.11MAC帧;

步骤3:根据IEEE 802.11协议的预设定义,对所述IEEE 802.11MAC帧进行第二封装,以得到物理帧,其中所述第二封装包括:将所述IEEE802.11MAC帧的全部字段作为所述物理帧的业务数据单元(PSDU),并添加IEEE 802.11物理帧帧头和帧尾。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于Thread协议的数据包是来自Thread协议IPv6网络层的数据包或者是来自Thread协议6LoWPAN适配层的数据包经过封装而获得的IEEE 802.15.4MAC帧,其中,所述封装包括添加MAC帧头和帧尾。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述第一封装包括:将单个IEEE 802.15.4MAC帧的全部字段作为所述IEEE 802.11MAC帧中的业务数据单元(MSDU),并添加IEEE 802.11MAC帧帧头和帧尾。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述第一封装包括:合并多个IEEE 802.15.4MAC帧的载荷字段(Payload)以作为所述IEEE 802.11MAC帧中的业务数据单元(MSDU),并添加IEEE 802.11MAC帧帧头和帧尾。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于Thread协议的数据包是来自Thread协议IPv6网络层的数据包,或者是来自Thread协议6LoWPAN适配层的数据包。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述第一封装包括:将基于Thread协议的数据包的全部字段作为所述IEEE 802.11MAC帧中的业务数据单元(MSDU),并添加IEEE 802.11MAC帧帧头和帧尾。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述物理帧通过IEEE802.11通信链路发送至Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述物理帧采用全广播的方式发送至Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备。

9. 根据权利要求7或8所述的方法,其特征在于,所述Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备在接收到所述物理帧后,解析所述物理帧以得到所述基于Thread协议的数据包的目的地,并判断所述目的地是否匹配当前所述Wi-Fi设备的地址,如果是,则继续处理所述物理帧;如果否,则丢弃所述物理帧。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述IEEE 802.11MAC帧采用IEEE 802.11协议中的特定供应商子类型帧(vendor-specific action frame)的帧格式,其中第一封装包括将所述基于Thread协议的数据包的全部字段插入到适配MAC帧中的特定供应商内容域(vendor specific content field)。

11. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述Thread网状网络中的多个Wi-Fi设备基于Thread协议组成Thread网状网络。

12. 一种基于Thread协议的组网方法,用于将多个基于Thread协议的Wi-Fi设备组成Thread网状网络,其特征在于,所述组网方法包括:

为所述多个基于Thread协议的Wi-Fi设备中的每一个Wi-Fi设备配置网络参数;

所述多个基于Thread协议的Wi-Fi设备中的一个Wi-Fi设备根据Thread协议创建Thread网状网络,作为Thread网状网络的Leader节点;

所述Thread网络中的Wi-Fi设备与所述多个Wi-Fi设备中未加入所述Thread网络的一个或多个Wi-Fi设备进行第一通信,以将其加入所述Thread网络;以及

所述Thread网络中的Wi-Fi设备之间进行第二通信,以基于Thread协议交换信息;

其中,所述第一通信和所述第二通信是通过IEEE 802.11物理帧进行的,其中所述IEEE 802.11物理帧由所述多个Thread网状网络中的每个Wi-Fi设备根据权利要求1至11中的任一项通过对所述Wi-Fi设备所产生的基于Thread协议的数据包进行封装而获得。

13. 根据权利要求12所述的组网方法,其特征在于,所述配置网络参数包括采用手动配置、通过手机配置或者自动生成中的任意一种。

14. 一种通信装置,其特征在于,所述通信装置包括:存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现如权利要求1至11中任一项所述的封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法的步骤。

15. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质上存储有信息传递的实现程序,所述程序被处理器执行时实现如权利要求1至11中任一项所述的封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法的步骤。

一种封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及网状网络,更具体地,涉及一种基于Thread协议进行无线网络通信的方法,以及一种基于Thread协议的组网方法。

背景技术

[0002] Wi-Fi是一个已经广泛应用的、高速率、高性能的网络协议。目前基于Wi-Fi的网状网络组网(Mesh组网)主要有两个标准,即IEEE 802.11s和Easy Mesh协议,其中:

[0003] (1) IEEE 802.11s由IEEE于2006年开始推出,该标准仅定义了MAC层的网状网络组网协议,需要搭配上层协议才能产品化。由于IEEE 802.11s的底层比较复杂而实现困难,且上层缺乏支持,因此并没有发展起来,市场应用很少;

[0004] (2) Easy Mesh是目前被广泛使用的一个Wi-Fi网状网络组网协议,其是基于Wi-Fi的AP和Station模式。Wi-Fi网络中的Wi-Fi节点同时支持AP和Station两种模式,通过传统的AP和Station方式建立点对点的链接,再形成树形网络,主要目的是为了解决Wi-Fi覆盖的问题。

[0005] 由于Easy Mesh是基于Wi-Fi的AP和Station模式建立链接后形成的Wi-Fi网状网络,并不是真正的纯网状结构,其实际的网络拓扑类似于树状结构,这种模式带来的缺点包括:

[0006] (1) 网络中的某一个节点掉线后,以它为AP的后续节点也会全部掉线;

[0007] (2) 两个节点间的数据路由必须一层一层向上,再一层一层向下,即使两个节点的实际物理距离很近,也需要多跳路由才能完成一次数据传输;

[0008] (3) 每两个建立了链接的节点之间需要额外的数据通信来维持链接,当一个节点建立的链接越多,其用于维持链接的消耗也更多。

[0009] 综上所述,目前缺乏能够在Wi-Fi链路(即IEEE 802.11)上实现真正的网状网络的组网方案。

附图说明

[0010] 图1是根据Thread协议的协议栈示意图;

[0011] 图2是根据本发明一个实施例的封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法的示意图;

[0012] 图3是根据本发明一个实施例的IEEE 802.11协议中的特定供应商子类型帧(vendor-specific action frame)的帧格式的示意图;

[0013] 图4是根据本发明一个实施例的示例的封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法的示意图;

[0014] 图5是根据本发明一个实施例的另一示例的封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法的示意图;

[0015] 图6是根据本发明一个实施例的再一示例的封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法的示意图;

[0016] 图7是根据本发明另一个实施例的建立父子链接的示意图;

[0017] 图8是根据本发明另一个实施例的在路由节点之间建立路由链路(Route Links)的示意图;

[0018] 图9是根据本发明另一个实施例的成为路由节点的示意图;

[0019] 图10是根据本发明另一个实施例的Router节点也可以降级为REED节点的示意图;

[0020] 图11是根据本发明再一个实施例的通过桥接设备将Thread网络和Wi-Fi网络混合组网的示意图。

发明内容

[0021] 针对上述现有的无法在Wi-Fi链路上实现真正的网状网络的组网的问题,本发明的目的在于提供一种封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE802.11物理帧的方法。

[0022] 在本发明的一方面,提供一种封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法,该方法由基于Thread协议的Wi-Fi设备执行以组成Thread网状网络。该方法包括:步骤1:获取基于Thread协议的数据包;步骤2:根据IEEE 802.11协议的预设定义,对基于Thread协议的数据包进行第一封装,以得到IEEE 802.11MAC帧;步骤3:根据IEEE 802.11协议的预设定义,对IEEE 802.11MAC帧进行第二封装,以得到物理帧,其中第二封装包括:将IEEE 802.11MAC帧的全部字段作为物理帧的业务数据单元(PSDU),并添加IEEE 802.11物理帧帧头和帧尾。

[0023] 优选地,基于Thread协议的数据包是来自Thread协议IPv6网络层的数据包或者是来自Thread协议6LoWPAN适配层的数据包经过封装而获得的IEEE 802.15.4MAC帧,其中,封装包括添加MAC帧头和帧尾。

[0024] 进一步优选地,第一封装包括:将单个IEEE 802.15.4MAC帧的全部字段作为IEEE 802.11MAC帧中的业务数据单元(MSDU),并添加IEEE802.11MAC帧帧头和帧尾。

[0025] 进一步可选地,第一封装包括:合并多个IEEE 802.15.4MAC帧的载荷字段(Payload)以作为IEEE 802.11MAC帧中的业务数据单元(MSDU),并添加IEEE 802.11MAC帧帧头和帧尾。

[0026] 优选地,基于Thread协议的数据包是来自Thread协议IPv6网络层的数据包,或者是来自Thread协议6LoWPAN适配层的数据包。

[0027] 进一步优选地,第一封装包括:将基于Thread协议的数据包的全部字段作为IEEE 802.11MAC帧中的业务数据单元(MSDU),并添加IEEE802.11MAC帧帧头和帧尾。

[0028] 优选地,物理帧通过IEEE 802.11通信链路发送至Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备。

[0029] 优选地,物理帧采用全广播的方式发送至Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备。

[0030] 进一步优选地,Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备在接收到物理帧后,解析物理帧以得到基于Thread协议的数据包的地址,并判断目的地址是否匹配当前Wi-Fi设备的地址,如果是,则继续处理物理帧;如果不是,则丢弃物理帧。

[0031] 优选地,IEEE 802.11MAC帧采用IEEE 802.11协议中的特定供应商子类型帧

(vendor-specific action frame)的帧格式,其中第一封装包括将基于Thread协议的数据包的全部字段插入到适配MAC帧中的特定供应商内容域(vendor specific content field)。

[0032] 优选地,Thread网状网络中的多个Wi-Fi设备基于Thread协议组成Thread网状网络。

[0033] 在本发明的另一方面,提供一种基于Thread协议的组网方法,用于将多个基于Thread协议的Wi-Fi设备组成Thread网状网络。该组网方法包括:为多个基于Thread协议的Wi-Fi设备中的每一个Wi-Fi设备配置网络参数;多个基于Thread协议的Wi-Fi设备中的一个Wi-Fi设备根据Thread协议创建Thread网状网络,作为Thread网状网络的Leader节点;Thread网络中的Wi-Fi设备与多个Wi-Fi设备中未加入Thread网络的一个或多个Wi-Fi设备进行第一通信,以将其加入Thread网络;以及Thread网络中的Wi-Fi设备之间进行第二通信,以基于Thread协议交换信息。其中,第一通信和第二通信是通过IEEE 802.11物理帧进行的,其中IEEE 802.11物理帧由多个Thread网状网络中的每个Wi-Fi设备根据上述方案、通过对所述Wi-Fi设备所产生的基于Thread协议的数据包进行封装而获得。

[0034] 优选地,配置网络参数包括采用手动配置、通过手机配置或者自动生成中的任意一种。

[0035] 在本发明的又一方面,提供了一种通信装置,该通信装置包括:存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现如上所述的封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法的步骤。

[0036] 在本发明的再一方面,提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质上存储有信息传递的实现程序,程序被处理器执行时实现如上所述的封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法的步骤。

[0037] 本发明通过将Thread协议应用于Wi-Fi链路,实现了一种新的在Wi-Fi链路实现网状网络的组网方案,避免了传统Wi-Fi网状网络的问题。同时将Wi-Fi协议和Thread协议在链路层打通,使得Wi-Fi设备和Thread设备可以组成一个统一的网络,解锁了更多智能家居应用场景。

[0038] 应理解的是,上述对背景技术以及发明内容概要的描述仅仅是示意性的而非限制性的。

具体实施方式

[0039] 在下文中将参考附图更全面地描述本发明,附图构成本发明公开的一部分并通过图示的方式示出示例性的实施例。应理解,附图所示以及下文所述的实施例仅仅是说明性的,而不作为对本发明的限制。

[0040] Thread是一个新兴的基于IP的低功耗Mesh网络协议(<https://www.threadgroup.org/>),其底层通信基于IEEE 802.15.4标准的物理层(PHY层)和MAC层,定义了一套完整的适配、组网、认证安全等协议。Thread协议近年来备受关注,其在低功耗智能家居产品应用也越来越多。Thread协议的协议栈示意图如图1所示,其在底层通信采用IEEE 802.15.4协议的物理层和MAC层,而在上层如网络层以及应用层等则采用Thread协议定义的适配、组网、认证安全等协议。

[0041] 本发明通过封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧,能够将Thread协议运行于Wi-Fi链路上,以实现一种新的Wi-Fi网状网络组网方案,避免了上述传统Wi-Fi Mesh网络的问题。本发明同时将Wi-Fi和Thread在链路层打通,使得Wi-Fi和Thread设备可以组成一个统一的网络,解锁了更多智能家居应用场景。本发明一方面实现了在Wi-Fi链路上的真正的网状网络组网,同时继承了Thread网状网络的优势,如纯网状拓扑,无单点失败,低延时,高效路由等;另一方面,本发明从链路层实现Wi-Fi网络和Thread网络混合组网,实现互联互通。

[0042] 根据本发明的一个实施例,提供了一种封装基于Thread协议的数据包以获得IEEE 802.11物理帧的方法,该方法由基于Thread协议的Wi-Fi设备执行以组成Thread网状网络。图2示意性地示出了该方法的主要步骤,包括:

[0043] 步骤1:获取基于Thread协议的数据包;

[0044] 步骤2:根据IEEE 802.11协议的预设定义,对基于Thread协议的数据包进行第一封装,以得到IEEE 802.11MAC帧;

[0045] 步骤3:根据IEEE 802.11协议的预设定义,对IEEE 802.11MAC帧进行第二封装,以得到物理帧;

[0046] 其中第二封装包括:将IEEE 802.11MAC帧的全部字段作为物理帧的业务数据单元(PSDU),并添加IEEE 802.11物理帧帧头和帧尾。

[0047] 进一步地,物理帧通过IEEE 802.11通信链路发送至Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备。此外可选地,物理帧还可以采用全广播的方式发送至Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备。

[0048] 进一步地,Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备在接收到物理帧后,解析物理帧以得到基于Thread协议的数据包的目的地址,并判断目的地址是否匹配当前Wi-Fi设备的地址,如果是,则继续处理物理帧;如果不是,则丢弃物理帧。

[0049] 进一步地,Thread网状网络中的多个Wi-Fi设备基于Thread协议组成Thread网状网络。

[0050] 应理解,在本申请的上下文中,“Wi-Fi设备”是指相互之间能够通过IEEE 802.11通信协议进行通信的设备,其示例包括但不限于在家庭、工厂、商场、运动场馆、户外等各种场景中使用的具有Wi-Fi通信功能设备,诸如手机、台式计算机、膝上型计算机、平板式计算机、智能家电、智能办公用品、智能灯、智能开关、智能音箱、机顶盒、路由器等等。在本发明的实施例中,Wi-Fi设备可以是配备有Wi-Fi通信功能芯片的各种设备,例如配备有乐鑫ESP32芯片的各种形态的嵌入式设备。

[0051] 应理解,根据本发明的原理,本发明的实施例可以应用于各种版本的IEEE 802.11通信协议,包括但不限于IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax/be以及未来版本的IEEE 802.11通信协议。

[0052] 作为示例而非限制,IEEE 802.11MAC帧可以选用任意的Wi-Fi MAC帧类型来发送,如管理帧、数据帧等。例如,IEEE 802.11MAC帧采用IEEE 802.11协议中的特定供应商子类型帧(vendor-specific action frame)的帧格式(如图3所示),其中第一封装包括将基于Thread协议的数据包的全部字段插入到适配MAC帧中的特定供应商内容域(vendor specific content field)。

[0053] 示例1

[0054] 具体地,具体的封装方法如图4所示。首先,获取基于Thread协议的数据包,其中基于Thread协议的数据包是来自Thread协议IPv6网络层的数据包或者是来自Thread协议6LoWPAN适配层的数据包经过封装而获得的IEEE 802.15.4MAC帧,其中,封装包括添加MAC帧头和帧尾。换言之,IEEE 802.15.4MAC帧的载荷字段(Payload)为来自Thread协议IPv6网络层的数据包或者是来自Thread协议6LoWPAN适配层的数据包。其次,根据IEEE 802.11协议的预设定义,对基于Thread协议的数据包进行第一封装,以得到IEEE 802.11MAC帧。其中,第一封装包括:将单个IEEE802.15.4MAC帧的全部字段作为IEEE 802.11MAC帧中的业务数据单元(MSDU),并添加IEEE 802.11MAC帧帧头和帧尾。作为示例而非限制,IEEE 802.11MAC帧的帧头设置为全广播地址。根据IEEE 802.11协议的预设定义,对IEEE 802.11MAC帧进行第二封装,以得到物理帧,其中第二封装包括:将IEEE 802.11MAC帧的全部字段作为物理帧的业务数据单元(PSDU),并添加IEEE 802.11物理帧帧头和帧尾。

[0055] 进一步地,物理帧通过IEEE 802.11通信链路发送至Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备。此外可选地,物理帧还可以采用全广播的方式发送至Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备。

[0056] 进一步地,Thread网状网络中的其他Wi-Fi设备在接收到物理帧后,解析物理帧以得到基于Thread协议的数据包的地址,并判断目的地址是否匹配当前Wi-Fi设备的地址,如果是,则继续处理物理帧;如果否,则丢弃物理帧。

[0057] 作为示例而非限制,在本示例中,解析目的地址是通过包头处理的,本发明中默认对所有收到的IEEE 802.11MAC帧均加以解析,并通过解析后获得的基于Thread协议的数据包的包头确定其目的地址。同理,对于所有收到的IEEE 802.11MAC帧也可以不用进行安全验证,而是对解析后获得的基于Thread协议的数据包地址通过软件进行安全验证。因此,目的地址的解析和安全验证均通过软件进行。

[0058] 进一步地,Thread网状网络中的多个Wi-Fi设备基于Thread协议组成Thread网状网络。

[0059] 根据示例1的方法,可以将原本Thread协议中原本在802.15.4链路上发送的MAC层数据包适配到Wi-Fi(即IEEE 802.11)链路上发送,这种适配方式较为简单,不需要改变Thread协议在MAC层以上的部分,即可以沿用Thread协议中有关加密、完整性校验、组网、认证等的方法,从而在Wi-Fi链路上实现基于Thread协议的网状网络组网。此外,在Wi-Fi链路的MAC层采用全广播方式发送经过封装的数据包,其中数据包的地址解析、安全验证等都遵循原先Thread协议中采用的IEEE 802.15.4的MAC层的要求,通过软件来进行处理。作为示例而非限制,原先Thread协议中采用的IEEE 802.15.4的物理层解析物理帧以获得MAC帧的过程也可以由硬件处理。

[0060] 示例2

[0061] 具体地,具体的封装方法如图5所示。首先,获取基于Thread协议的数据包,其中基于Thread协议的数据包是来自Thread协议IPv6网络层的数据包或者是来自Thread协议6LoWPAN适配层的数据包经过封装而获得的IEEE 802.15.4MAC帧,其中,封装包括添加MAC帧头和帧尾。其次,根据IEEE 802.11协议的预设定义,对基于Thread协议的数据包进行第一封装,以得到IEEE 802.11MAC帧。其中,第一封装包括:合并多个IEEE802.15.4MAC帧的载

荷字段 (Payload) 以作为 IEEE 802.11MAC 帧中的业务数据单元 (MSDU), 并添加 IEEE 802.11MAC 帧帧头和帧尾。作为示例而非限制, 在第一封装时, 将 IEEE 802.15.4MAC 帧帧头中的地址信息映射到 IEEE 802.11MAC 帧帧头中, 该映射通过不同地址格式间的转换而实现, IEEE 802.11MAC 帧的地址格式为 MAC48, IEEE 802.15.4MAC 帧的地址格式为 EUI64。根据 IEEE 802.11 协议的预设定义, 对 IEEE 802.11MAC 帧进行第二封装, 以得到物理帧, 其中第二封装包括: 将 IEEE 802.11MAC 帧的全部字段作为物理帧的业务数据单元 (PSDU), 并添加 IEEE 802.11 物理帧帧头和帧尾。

[0062] 进一步地, 物理帧通过 IEEE 802.11 通信链路发送至 Thread 网状网络中的其他 Wi-Fi 设备。此外可选地, 物理帧还可以采用全广播的方式发送至 Thread 网状网络中的其他 Wi-Fi 设备。另外还可选地, 可以使用 IEEE802.11 中的单播或广播来分别发送基于 Thread 协议的单播或广播 IEEE802.15.4MAC 帧。

[0063] 进一步地, Thread 网状网络中的其他 Wi-Fi 设备在接收到物理帧后, 解析物理帧以得到基于 Thread 协议的数据包的目的地址, 并判断目的地址是否匹配当前 Wi-Fi 设备的地址, 如果是, 则继续处理物理帧; 如果否, 则丢弃物理帧。

[0064] 进一步地, Thread 网状网络中的多个 Wi-Fi 设备基于 Thread 协议组成 Thread 网状网络。

[0065] 示例 2 的方法可以充分利用 Wi-Fi 的高性能、高吞吐的优势, 将多个 IEEE 802.15.4MAC 数据包合并到一个 Wi-Fi (IEEE 802.11) 数据包中, 同时去掉 IEEE 802.15.4MAC 数据包的帧头 (MHR) 和帧尾 (MFR), 利用 Wi-Fi 协议的 MAC 层的地址过滤、完整性校验等机制来传送 IEEE 802.15.4 的 MAC 数据包。该适配方法需要将 Thread 协议的 MAC 层数据重新组包发送。

[0066] 作为示例而非限制, 对于原先 Thread 协议中采用的 IEEE 802.15.4 的 MAC 层中定义的 CSMA/CA 等机制, 可以沿用 Wi-Fi 协议中类似的机制以提高收发数据包的效率。

[0067] 作为示例而非限制, 根据示例 2 的方案可以基于 Wi-Fi 协议中的 MAC 层加密机制, Thread 协议将密钥下发给硬件来实现 Wi-Fi MAC 层的硬件加解密。

[0068] 示例 3

[0069] 具体地, 具体的封装方法如图 6 所示。首先, 获取基于 Thread 协议的数据包, 其中基于 Thread 协议的数据包是来自 Thread 协议 IPv6 网络层的数据包, 或者是来自 Thread 协议 6LoWPAN 适配层的数据包。其次, 根据 IEEE802.11 协议的预设定义, 对基于 Thread 协议的数据包进行第一封装, 以得到 IEEE 802.11MAC 帧。其中, 第一封装包括: 将基于 Thread 协议的数据包的全部字段作为 IEEE 802.11MAC 帧中的业务数据单元 (MSDU), 并添加 IEEE 802.11MAC 帧帧头和帧尾。根据 IEEE 802.11 协议的预设定义, 对 IEEE 802.11MAC 帧进行第二封装, 以得到物理帧, 其中第二封装包括: 将 IEEE 802.11MAC 帧的全部字段作为物理帧的业务数据单元 (PSDU), 并添加 IEEE 802.11 物理帧帧头和帧尾。

[0070] 进一步地, 物理帧通过 IEEE 802.11 通信链路发送至 Thread 网状网络中的其他 Wi-Fi 设备。此外可选地, 物理帧还可以采用全广播的方式发送至 Thread 网状网络中的其他 Wi-Fi 设备。

[0071] 进一步地, Thread 网状网络中的其他 Wi-Fi 设备在接收到物理帧后, 解析物理帧以得到基于 Thread 协议的数据包的目的地址, 并判断目的地址是否匹配当前 Wi-Fi 设备的地址。

址,如果是,则继续处理物理帧;如果否,则丢弃物理帧。

[0072] 进一步地,Thread网状网络中的多个Wi-Fi设备基于Thread协议组成Thread网状网络。

[0073] Thread协议的IP数据包的长度为1280字节(Bytes),IEEE 802.15.4的MAC帧的长度为127字节(Bytes),而部分IEEE 802.11的MAC帧的长度大于等于1280字节(Bytes),因此大多数IEEE 802.11的MAC帧能够承受Thread协议的IP包。6LoWPAN适配层在Thread协议中的作用在于适配IP层与MAC层,其主要目的将IP数据包进行分片及压缩。示例3更进一步地将Thread协议中的6LoWPAN层去掉,直接将基于Thread协议的IP数据包通过Wi-Fi链路发送,从而充分利用Wi-Fi链路的高性能和高吞吐的优势。

[0074] 根据本发明的方案,在基于Thread协议完成Wi-Fi链路上Mesh组网的同时,还可以同时兼容Wi-Fi标准的AP/Station模式,接入IP网络。由于本方案中采用了基于IEEE 802.11的物理层以及MAC层,因此可以同时支持Thread协议以及Wi-Fi协议的网络层。

[0075] 以上实施例以示例的方式给出了具体操作过程和步骤,但应理解,本发明的保护范围不限于此。

[0076] 在本发明的另一方面,提供一种基于Thread协议的组网方法,用于将多个基于Thread协议的Wi-Fi设备组成Thread网状网络。该组网方法包括:

[0077] 为多个基于Thread协议的Wi-Fi设备中的每一个Wi-Fi设备配置网络参数;

[0078] 多个基于Thread协议的Wi-Fi设备中的一个Wi-Fi设备根据Thread协议创建Thread网状网络,作为Thread网状网络的Leader节点;

[0079] Thread网络中的Wi-Fi设备与多个Wi-Fi设备中未加入Thread网络的一个或多个Wi-Fi设备进行第一通信,以将其加入Thread网络;

[0080] 以及Thread网络中的Wi-Fi设备之间进行第二通信,以基于Thread协议交换信息;

[0081] 其中,第一通信和第二通信是通过IEEE 802.11物理帧进行的,其中IEEE 802.11物理帧由多个Thread网状网络中的每个Wi-Fi设备根据上述方案、通过对所述Wi-Fi设备所产生的基于Thread协议的数据包进行封装而获得。

[0082] 示例4

[0083] 作为示例而非限制,基于Thread协议的组网方法包括以下步骤:

[0084] 步骤1:Wi-Fi设备通过手动配置、手机配置或者自动生成,以获得网络参数。该网络参数包括:Channel、PanID(每个Thread网络均有一个PanID,其是针对IEEE 15.4的)、Key、网络名称Network Name(针对Thread协议的)等;

[0085] 步骤2:Wi-Fi设备发送父节点请求(parent request);

[0086] 如果没有收到回复,则认为当前Wi-Fi设备是该Thread网络的第一个节点;

[0087] 如果收到回复(parent response),则进一步执行步骤3;

[0088] 步骤3:发送子节点请求(Child ID request);

[0089] 步骤4:接收子节点回复(Child ID response);

[0090] 步骤5:根据Thread协议中的路由协议进行通信。

[0091] 作为示例而非限制,配置网络参数包括采用手动配置、通过手机配置或者自动生成中的任意一种。

[0092] 示例5

[0093] 示例5分别从建立父子链接 (Child-Parent Link)、建立路由链路 (Route Links)、成为路由节点 (Becoming a Router) 以及成为REED节点 (Becoming a REED) 等方面介绍基于Thread协议的组网方法。

[0094] 第一方面,如果设备选择加入到现有的网络,则会通过Thread Commissioning将其Channel、PAN ID、XPAN ID和Network Name配置为与目标网络相同,然后进行MLE Attach过程以作为子节点 (End Device) 进行加入。此过程用于建立“父子链路 (Child-Parent link)”。图7示出了建立父子链接的示意图,其中圆点表示子节点,五边形表示父节点 (Router节点或REED节点),实线连接的圆点表示已加入网络的子节点,虚线连接的圆点表示待加入网络的子节点,具体包括以下步骤:

[0095] 步骤1:子节点向目标网络中的所有相邻的Router节点和REED节点发送多播父节点请求 (Parent Request);

[0096] 步骤2:所有相邻的Router节点和REED节点都应发送父节点回复 (Parent Response) 以将其自身的信息告诉给子节点;

[0097] 步骤3:子节点选择一个父节点,并向其发送子节点ID请求 (Child ID Request);

[0098] 步骤4:父节点发送子节点ID回复 (Child ID Response) 以确认链路建立。

[0099] 第二方面,图8示出了在路由节点 (如图中五边形所示) 之间建立路由链路 (Route Links),通过3条消息 (Link Request、Link Accept and Request、Link Accept) 建立双向链路,具体包括以下步骤:

[0100] 步骤1:发送链路请求 (Link Request),如果节点首次成为Router节点,则使用多播方式;否则,则采用单播方式将链路请求发送给通过MLE Advertisements发现的其他Router节点;

[0101] 步骤2:接收方的Router节点通过单播方式回复链路接受 (Link Accept)

[0102] 步骤3:使用Link Accept and Request消息进行响应,以建立路由链路。

[0103] 第三方面,在Thread协议中,REED节点可以升级为Router节点,图9示出了成为路由节点的示意图。Thread网络中的所有路由节点形成一个连接支配集 (Connected Dominating Set, CDS),亦即在任何两个Router节点之间都有一个Router-only的路径。Thread网络中的每个节点都直接连接到一个Router节点或者自身为Router节点。

[0104] Thread使用分布式算法维护CDS,从而确保最低程度的冗余。每个设备最初都作为子节点连接到网络。随着Thread网络状态的更改,算法会增添或移除Router节点以维护CDS。当有明确需求需要支持子节点时,当前的非Router子节点可以升级为Router节点。

[0105] 第四方面,在Thread协议中,Router节点也可以降级为REED节点。当Router降级成REED时,其路由链路断开,并且节点开始MLE Attach过程以建立父子链路,如图10所示。

[0106] 作为本发明的一个具体实施例,本发明同时也使得Thread网络和Wi-Fi网络可以混合组网,借助于一种桥接设备形成一个独立的Mesh网络。因为其组成的是一个独立的Mesh网络,比传统的基于Thread Border Router连接多个独立网络的方式更为高效。如图11所示,桥接设备是将两个节点合在一起的设备,收到某一标准 (Thread协议或者Wi-Fi协议) 的数据包后解析数据包至MAC层,再打包成另一标准 (Wi-Fi协议或者Thread协议) 的数据包。与传统的Thread Border Router相比,本发明中的桥接设备在数据链路层 (MAC层) 连接Wi-Fi和IEEE 802.15.4两个网络,而前者是在路由层进行转发。本发明的桥接设备的转

发逻辑可根据应用层需求设计,如转发所有数据包,或只转发广播数据等。

[0107] 综上所述,本发明的方案在Wi-Fi无连接链路上适配并收发IEEE802.15.4的MAC数据帧,可以将Thread网状网络组网路由协议运行在Wi-Fi设备上;此外还可以通过桥接设备将Thread和Wi-Fi设备混合组网,在链路层实现互联,形成一个独立的网状网络。

[0108] 根据本发明的实施例实现的基于Thread协议实现的Wi-Fi网状网络是一个真正的网状结构,所有一跳范围内的节点都可以形成对等的链接,因此可以获得以下益处中的一种或多种:

[0109] (1) 不存在单点失败的问题,即使网络中一个节点掉线,也不会影响网络整体的连接性,因为所有节点和其周围节点都维持着链接;

[0110] (2) 实现Thread协议中的动态高效的路由机制,不需要特定的节点作为根节点转发,而是会实时得根据网络拓扑和链路质量,来选择一个最佳路由;

[0111] (3) Thread协议中的链路维持是基于广播,一个广播即可更新所有已经链接的邻居节点,大大降低了维持网状网络的开销;及

[0112] (4) Thread协议针对低功耗的设计,也将使得基于Thread的Wi-Fi网状网络的节点功耗明显降低。

[0113] 根据本发明的实施例实现的通过桥接设备将Wi-Fi和Thread在链路层互联,也有如下优势:

[0114] (1) 可以使其组成一个独立的Mesh网络,路由效率会更高;

[0115] (2) 同一环境下多个Thread设备不能相互连接时,可以通过本发明中的Wi-Fi Mesh网络连通,实现统一组网。

[0116] 虽然出于本公开的目的已经描述了本发明各方面的各种实施例,但是不应理解为将本公开的教导限制于这些实施例。在一个具体实施例中公开的特征并不限于该实施例,而是可以和不同实施例中公开的特征进行组合。此外,应理解,上文所述方法步骤可以顺序执行、并行执行、合并为更少步骤、拆分为更多步骤,以不同于所述方式组合和/或省略。本领域技术人员应理解,还存在可能的更多可选实施方式和变型,可以对上述部件和构造进行各种改变和修改,而不脱离由本发明权利要求所限定的范围。

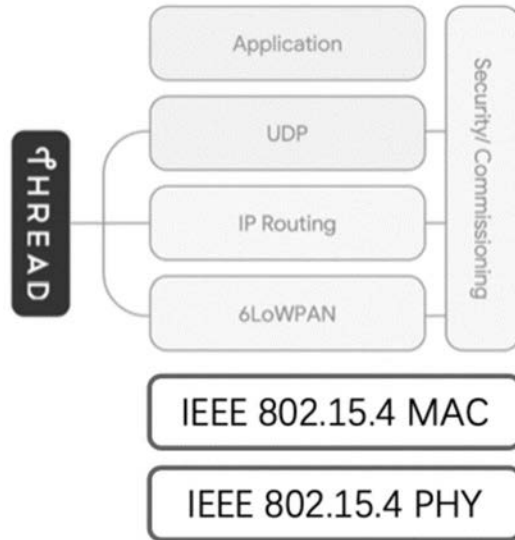


图1

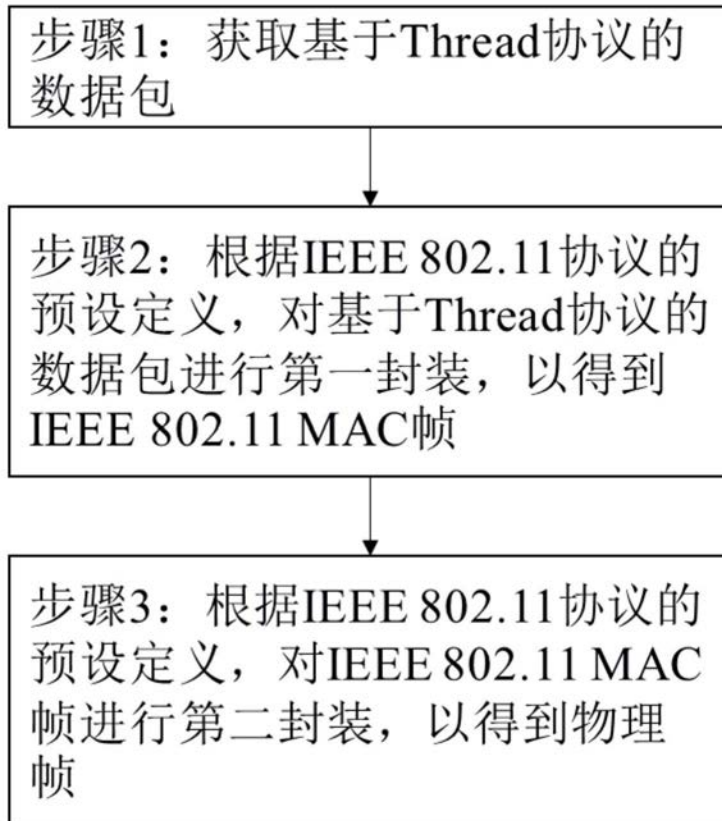


图2

MAC 帧头	Category Code	Organization Identifier	Random Values	Vendor Specific Content	FCS
24 bytes	1 byte	3 bytes	4 bytes	7~255 bytes	4 bytes

图3

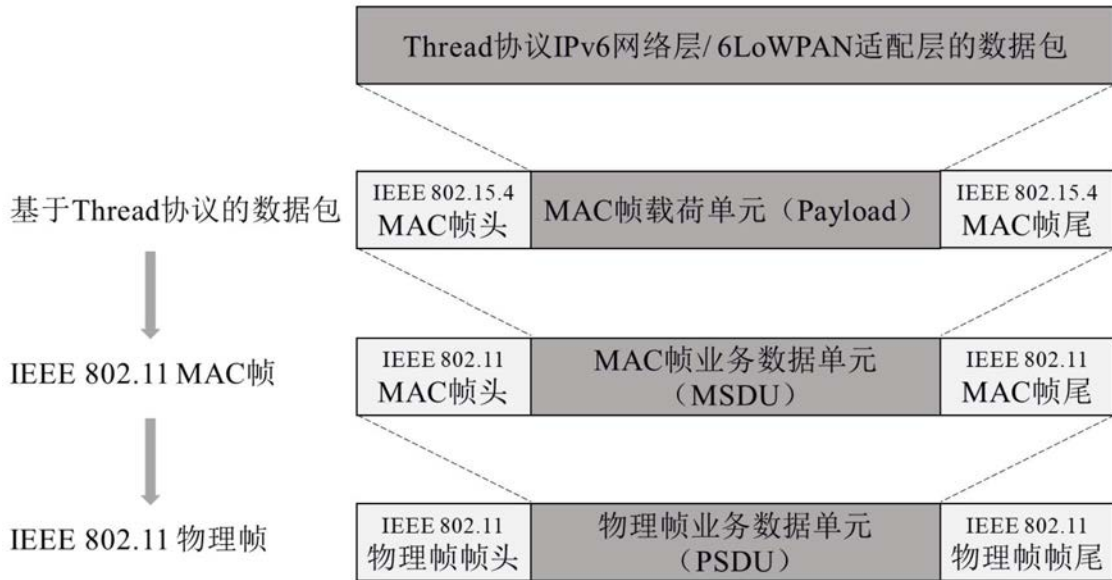


图4

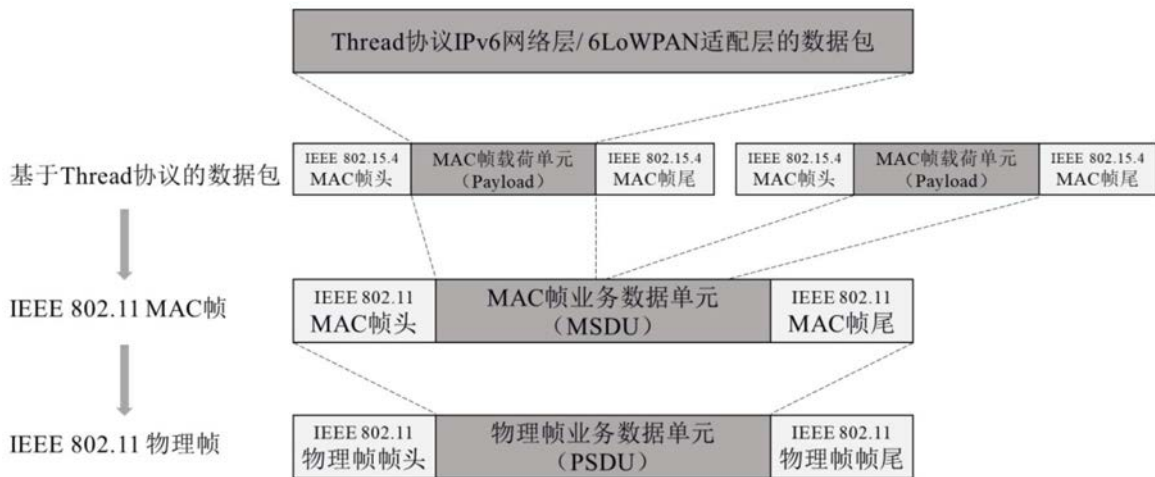


图5

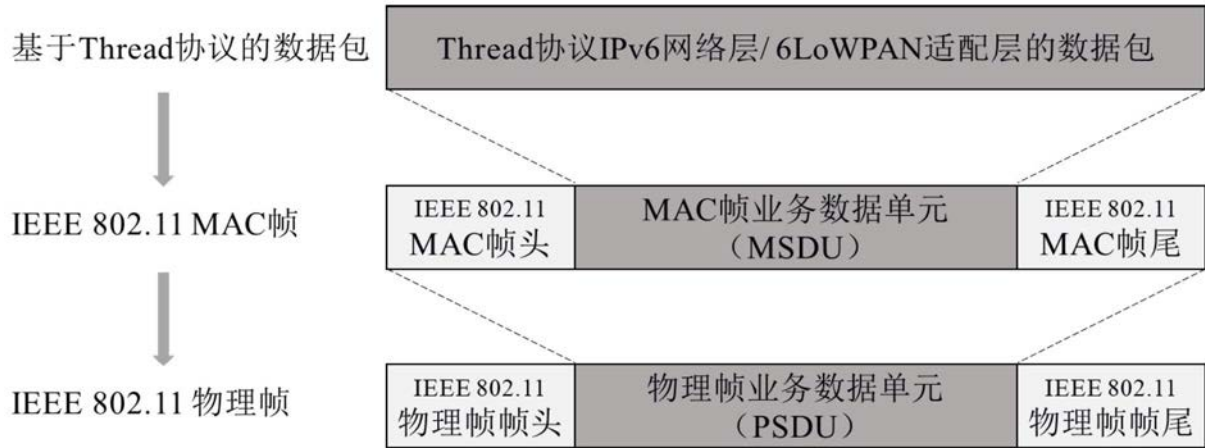


图6

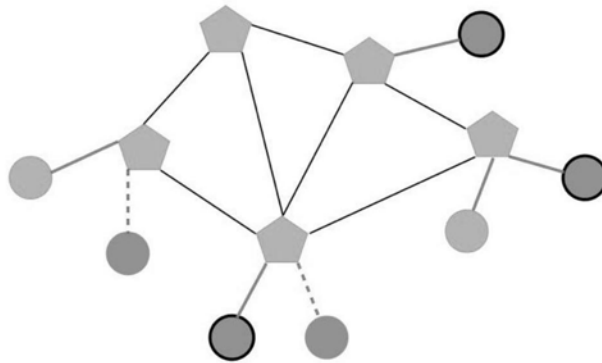


图7

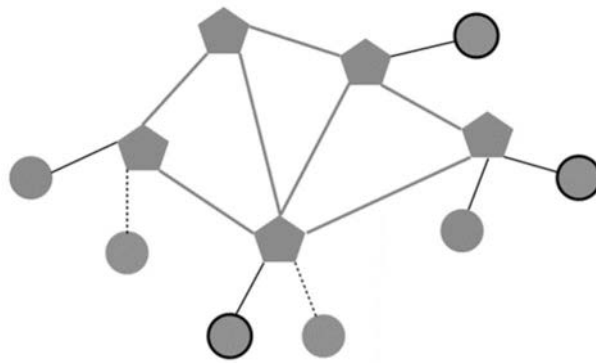


图8

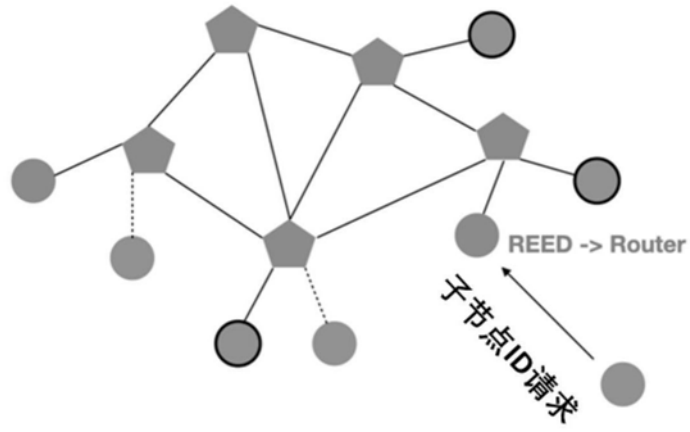


图9

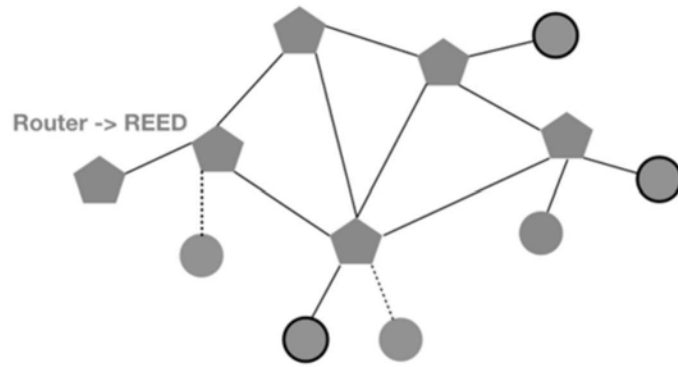


图10

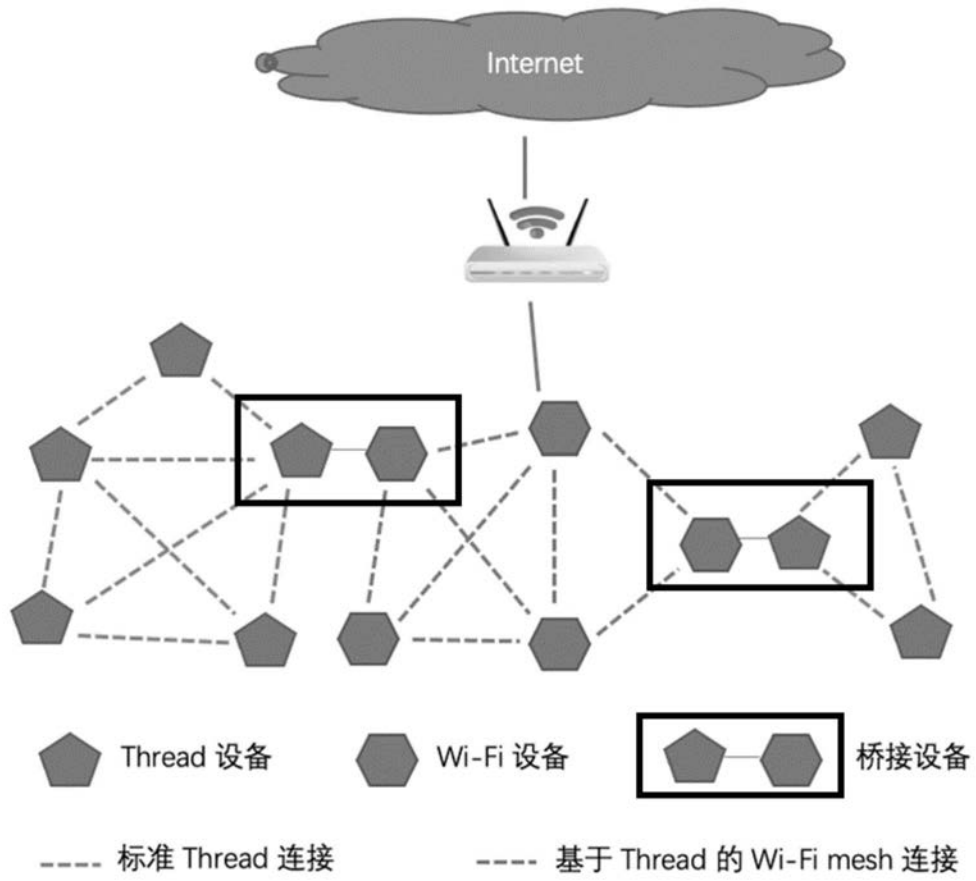


图11