

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 4 月 25 日 (25.04.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/082804 A1

(51) 国际专利分类号:
H04W 52/02 (2009.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/114277

(22) 国际申请日: 2023 年 8 月 22 日 (22.08.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202211270160.9 2022年10月18日 (18.10.2022) CN

(71) 申请人: 苏州元脑智能科技有限公司 (SUZHOU METABRAIN INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市吴中区吴中经济开发区郭巷街道官浦路1号9幢, Jiangsu 215000 (CN)。

(72) 发明人: 沈冠宇 (SHEN, Guanyu); 中国江苏省苏州市吴中区吴中经济开发区郭巷街道官浦路1号9幢, Jiangsu 215000 (CN)。 纪柏雄 (CHI, Bo Hsiung); 中国江苏省苏州市吴中区吴中经济开发区郭巷街道官浦路1号9幢, Jiangsu 215000 (CN)。 卢彦呈 (LU, Yen Cheng); 中国江苏省苏州市吴中区吴中经济开发区郭巷街道官浦路1号9幢, Jiangsu 215000 (CN)。

(74) 代理人: 北京润泽恒知识产权代理有限公司 (BEIJING RUN ZEHENG INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区中关村南大街甲18号北京国际C座6层606, Beijing 100081 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) Title: NODE MODE SETTING METHOD AND APPARATUS FOR WIRELESS LOW-POWER-CONSUMPTION LOSSY NETWORK

(54) 发明名称: 一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法及其装置

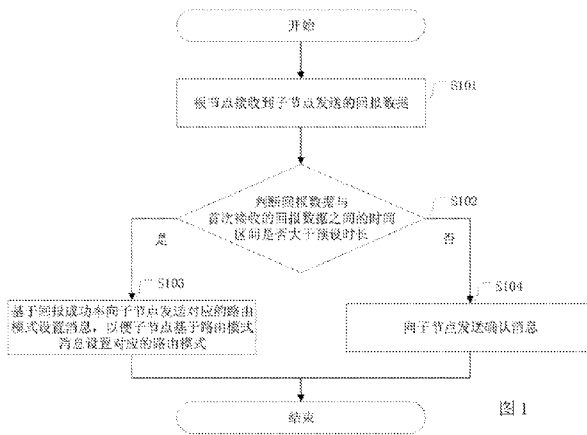


图 1

- S101 A root node receives return data sent by a sub-node
S102 Determine whether a time interval between the return data and return data received for the first time is greater than a preset duration or not
S103 Send a corresponding routing mode setting message to the sub-node on the basis of a return success rate, so that the sub-node sets a corresponding routing mode on the basis of the routing mode message
S104 Send an acknowledge message to the sub-node
AA Start
BB Yes
CC No
DD End

(57) Abstract: Disclosed in the present application is a node mode setting method for a wireless low-power-consumption lossy network, comprising: a root node receiving return data sent by a sub-node; determining whether a time interval between the return data and return data received for the first time is greater than a preset duration or not; if the time interval between the return data and the return data received for the first time is greater than the preset duration, sending a corresponding routing mode setting message to the sub-node on the basis of a return success rate, so that the sub-node sets a corresponding routing mode on the basis of the routing mode message;

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

and if the time interval between the return data and the return data received for the first time is less than or equal to the preset duration, sending an acknowledge message to the sub-node. When the return time is too long, a corresponding routing mode setting message needs to be sent so as to set the routing mode of the sub-node, so that different routing modes are changed to improve the network stability, and the network reliability is improved. Also disclosed in the present application are a node mode setting apparatus for a wireless low-power-consumption lossy network, a terminal device, and a non-volatile readable storage medium, which have the above beneficial effects.

(57) 摘要: 本申请公开了一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法, 包括: 根节点接收到子节点发送的回报数据; 判断回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间是否大于预设时长; 若回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间大于预设时长, 则基于回报成功率向子节点发送对应的路由模式设置消息, 以便子节点基于路由模式消息设置对应的路由模式; 若回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间小于等于预设时长, 则向子节点发送确认消息。当回报时间过长, 需要发送对应的路由模式设置消息以便将该子节点的路由模式进行设置, 以改变不同的路由模式提高网络的稳定性, 提高网络的可靠性。本申请还公开了一种无线低功耗有损网络的节点模式设置装置、终端设备以及非易失性可读存储介质, 具有以上有益效果。

一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法及其装置

相关申请的交叉引用

本申请要求于 2022 年 10 月 18 日提交中国专利局，申请号为 202211270160.9，申请名称为“一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法及其装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及计算机技术领域，特别涉及一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法、节点模式设置装置、终端设备以及非易失性可读存储介质。

背景技术

随着信息技术的不断发展，为了降低通信网络的能耗，提高能源利用率，出现了低功耗有损网络。

相关技术中，现有的无线低功耗有损网络大部分都是由功率、储存空间和处理能力受到限制的嵌入式装备组成，其节点之前的传输不可靠，所以当在一个 DODAG（Destination-Oriented DAG，面向目标的有向无环图）的网络规模过大和阶层数过高时，末端节点的资料回报成功率会变得很低。由于节点选择父节点和 DODAG 的方式是取决于 ETX（封包传送成功率）和 Rank（网络层级），所以当节点传送成功率过低时，节点会因为不断的切换父节点和 DODAG 而造成封包传送延迟，网络拓扑变更时也会因广播封包产生而造成 DODAG 内的节点传输上的不稳定。

发明内容

本申请的目的是提供一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法、节点模式设置装置、终端设备以及非易失性可读存储介质，以避免网络的不稳定问题，提高网络的可靠性。

为解决上述技术问题，本申请提供一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法，包括：

根节点接收到子节点发送的回报数据；

判断回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间是否大于预设时长；

若回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间大于预设时长，则基于回报成功率向子节点发送对应的路由模式设置消息，以便子节点基于路由模式消息设置对应的路由模式；

若回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间小于等于预设时长，则向子节点发送确认消息。

可选的，回报成功率的计算方式，包括：

每次接收到回报数据时，基于回报数据的接收状态数据进行成功率计算，得到回报成功率。

可选的，基于回报数据的接收状态数据进行成功率计算，得到回报成功率，包括：

确定回报率时间区间；

基于回报数据的接收状态数据在回报率时间区间内进行成功率计算，得到回报成功率。

可选的，基于回报成功率向子节点发送对应的路由模式设置消息，包括：

若回报成功率大于预设成功率，将根节点模式的设置信息作为确认消息，并向子节点发送确认消息。

可选的，基于回报成功率向子节点发送对应的路由模式设置消息，包括：

若回报成功率小于等于预设成功率，将叶子节点模式的设置信息和目标父节点作为确认消息，并向子节点发送确认消息。

可选的，还包括：

根节点记录子节点上报数据采用的父节点。

可选的，目标父节点的确定方式，包括：

根节点确定子节点对应的每个父节点的采用次数；

将采用次数最大的父节点作为目标父节点。

可选的，还包括：

根节点记录子节点发送回报数据的时间。

可选的，还包括：

子节点对路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息；

基于路由模式设置信息进行路由模式设置。

可选的，基于路由模式设置信息进行路由模式设置，包括：

若路由模式设置信息为叶子节点模式时，子节点设置为禁止添加新节点状态。

可选的，基于路由模式设置信息进行路由模式设置，包括：

若路由模式设置信息为根节点模式时，子节点判断路由模式设置信息中是否包含父节点信息；

若子节点判断路由模式设置信息中包含父节点信息，则基于父节点信息设置发送目标对象指令到对应的目标父节点；

若子节点判断路由模式设置信息中不包含父节点信息，则接收新的回报数据。

可选的，子节点对路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息，包括：

子节点对路由模式设置消息进行检查；

当检查通过时，对路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息。

本申请还提供一种无线低功耗有损网络的节点模式设置装置，包括：

回报数据接收模块，用于接收到子节点发送的回报数据；

回报数据判断模块，用于判断回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间是否大于预设时长；

模式消息发送模块，用于当回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间大于预设时长，基于回报成功率向子节点发送对应的路由模式设置消息，以便子节点基于路由模式消息设置对应的路由模式；

成功消息发送模块，用于当回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间小于等于预设时长，向子节点发送确认消息。

本申请还提供一种终端设备，包括：

存储器，用于存储计算机程序；

处理器，用于执行计算机程序时实现如上的节点模式设置方法的步骤。

本申请还提供一种非易失性可读存储介质，非易失性可读存储介质上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现如上的节点模式设置方法的步骤。

本申请所提供的一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法，包括：根节点接收到子节点发送的回报数据；判断回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间是否大于预设时长；若回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间大于预设时长，则基于回报成功率向子节点发送对应的路由模式设置消息，以便子节点基于路由模式消息设置对应的路由模式；若回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间小于等于预设时长，则向子节点发送确认消息。

通过接收到子节点的回报数据，然后判断该回报数据的时间区间是否大于预设时长，若该回报数据的时间区间大于预设时长，则说明回报时间过长，需要发送对应的路由模式设置消息以便将该子节点的路由模式进行设置，以改变不同的路由模式提高网络的稳定性，提高网络的可靠性。

本申请还提供一种无线低功耗有损网络的节点模式设置装置、终端设备以及非易失性可读存储介质，具有以上有益效果，在此不作赘述。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

图 1 为本申请实施例所提供的一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法的流程图；

图 2 为本申请实施例所提供的一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法的网络架构示意图；

图 3 为本申请实施例所提供的另一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法的流程图；

图 4 为本申请实施例所提供的一种无线低功耗有损网络的节点模式设置装置的结构示意图；

图 5 为本申请所提供的一种终端设备的结构示意图。

具体实施方式

本申请的核心是提供一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法、节点模式设置装置、终端设备以及非易失性可读存储介质，以避免网络的不稳定问题，提高网络的可靠性。

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技

术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范畴。

相关技术中，现有的无线低功耗有损网络大部分都是由功率、储存空间和处理能力受到限制的嵌入式装备组成，其节点之前的传输不可靠，所以当在一个DODAG的网络规模过大和阶层数过高时，末端节点的资料回报成功率会变得很低。由于节点选择父节点和DODAG的方式是取决于ETX和Rank，所以当节点传送成功率过低时，节点会因为不断的切换父节点和DODAG而造成封包传送延迟，网络拓扑变更时也会因广播封包产生而造成DODAG内的节点传输上的不稳定。

因此，本申请提供一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法，通过接收到子节点的回报数据，然后判断该回报数据的时间区间是否大于预设时长，若该回报数据的时间区间大于预设时长，则说明回报时间过长，需要发送对应的路由模式设置消息以便将该子节点的路由模式进行设置，以改变不同的路由模式提高网络的稳定性，提高网络的可靠性。

以下通过一个实施例，对本申请提供的一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法进行说明。

请参考图1，图1为本申请实施例所提供的一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法的流程图。

本实施例中，该方法可以包括：

S101，根节点接收到子节点发送的回报数据；

可见，本步骤旨在根节点接收到子节点发送的回报数据。

其中，回报数据是在无线低功耗有损网络中子节点向根节点发送的回复数据，以便该根节点接收到各个子节点的状态信息。进一步的，该根节点的作用就是收集同一个网络拓扑图下的所有节点回报的数据。在一般情况根节点获取到对应的回报数据后，向对应的子节点发送确认消息，即回复ACK（Acknowledge character，确认字符）即是确认字符，在数据通信中，接收站发给发送站的一种传输类控制字符。表示发来的数据已确认接收无误。

但是，在本实施例中基于子节点回复的回报数据，对子节点的运行模式进行设置，避免子节点在网络中出现运行状态不可靠的问题。

其中，回报数据的内容可以采用现有技术提供的任何一种设置方式，在此不做具体限定。进一步的，子节点发送回报数据以及根节点接收回报数据的方式均可以采用现有技术中提供的任何一种回报数据的发送方式和接收方式。

S102，判断回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间是否大于预设时长；

在S101的基础上，本步骤旨在判断回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间是否大于预设时长。可见，本步骤旨在判断本次接收到回报数据和首次接收回报数据之间的时间间隔，即时间区间是否大于预设时长。若大于预设时长则说明接收回报数据的时间较长，该子节点返回回报数据的路径或方式存在网络问题，需要对子节点的路由模式进行设置，以便后续的网络问题。若小于或等于预设时长则说明返回回报数据的时间延迟较短，该子节点返回数据的方式或路径较为稳定，不需要对路由模式进行设置。

其中，预设时长可以基于网络中的状态进行设置，也可以基于技术人员的经验进行设置，还可以基于网络的运行热度进行设置。其中，基于网络的状态进行设置的过程可以包括：当网络为高可靠性状态时，将预设时长设置为较低的值，以保持网络的可靠性。当网络为低可靠性状态时，将预设时长设置为较高的值，在保持可靠性的同时降低功耗提高性能。其中，当基于网络的运行热度进行设置时，可以包括：当网络的运行热度较高时，将预设时长设置为较低的值，在高热度影响的情况下提高网络的可靠性。当网络的运行热度较低时，将预设时长设置为较高的值，以便在不影响功耗的情况下提高网络的可靠性。

进一步的，本实施例中还可以包括：

根节点记录子节点发送回报数据的时间。

可见，本可选方案中主要是说明如何确定回报数据的时间区间。本可选方案中，可以在根节点接收到该回报数据时，记录子节点发送回报数据的时间。可见，基于对回报数据进行时间的记录，可以准确确定回报数据之间的时间区间进而判断时间延迟是否大于阈值，及大于预设时长。

S103，若回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间大于预设时长，则基于回报成功率向子节点发送对应的路由模式设置消息，以便子节点基于路由模式消息设置对应的路由模式；

在S102的基础上，本步骤旨在当时间区间大于预设时长，基于回报成功率向子节点发送对应的路由模式设置消息，以便子节点基于路由模式消息设置对应的路由模式。

其中，由于子节点的路由模式包括多种路由模式。因此，需要基于不同的情况对子节点设置不同的路由模式。本实施例中主要是基于回报成功率对子节点发送不同路由模式的路由模式设置消息。其中，回报成功率是指回报数据发送并接收的成功率。不同的成功率大小可以说明该子节点在网络中进行数据传输的成功率，也即代表该子节点所确定的链路的状态。当成功率大于阈值时说明该子节点所连接的链路的可靠性状态较好，可以基于在该链路连接其他子节点。当成功率小于阈值时说明该子节点所连接的链路或连接的父节点的可靠性状态较差，需要停止在该链路或父节点后连接其他新的子节点。可见，在不同的回报成功率对子节点可以进行不同的路由模式的设置，以便进一步的提高网络的可靠性以及子节点运行的效果。

进一步的，本步骤中的回报成功率的计算方式，可以包括：

每次接收到回报数据时，基于回报数据的接收状态数据进行成功率计算，得到回报成功率。

可见，本可选方案中主要是说明如何计算得到回报成功率。本可选方案中，每次接收到回报数据时，基于回报数据的接收状态数据进行成功率计算，得到回报成功率。也就是说，在本实施例中可以在系统运行的后台对回报数据的成功率进行计算，从而得到对应的回报成功率。

进一步的，上一可选方案中计算成功率的方式，可以包括：

步骤1，确定回报率时间区间；

步骤2，基于回报数据的接收状态数据在回报率时间区间内进行成功率计算，得到回

报成功率。

可见，本可选方案中主要是说明如何提高回报成功率的准确性。本可选方案中，在确定的回报率时间区间内计算回报成功率，避免由于网络波动造成的不准确的问题，提高计算回报成功率的准确性。

进一步的，本步骤可以包括：

若回报成功率大于预设成功率，将根节点模式的设置信息作为确认消息，并向子节点发送确认消息。

若回报成功率小于等于预设成功率，将叶子节点模式的设置信息和目标父节点作为确认消息，并向子节点发送确认消息。

可见，本可选方案中主要是说明如何在不同的成功率下发送对应的路由模式设置消息。其中，无论是什么情况该路由模式设置消息均以确认消息的方式进行发送，也就无需改动原有的发送消息的流程，仅仅需要改变确认消息中的内容即可，避免对网络的性能进行影响，提高发送的效果。

进一步的，本步骤还包括：

根节点记录子节点上报数据采用的父节点。

其中，对子节点进行设置的过程中还可以设置对应的父节点。因此，为了准确设置合适的父节点，本实施例中还可以对子节点每次返回回报数据的父节点进行历史记录，以便从历史的记录中确定到最合适的父节点。

在上一可选方案的基础上，该目标父节点的确定方式，可以包括：

步骤1，根节点确定子节点对应的每个父节点的采用次数；

步骤2，将采用次数最大的父节点作为目标父节点。

可见，本可选方案中主要是说明如何确定目标父节点。本可选方案中，根节点确定子节点对应的每个父节点的采用次数，将采用次数最大的父节点作为目标父节点。也就是，采用使用次数最多的父节点进行连接，提高网络的可靠性。

其中，在RPL（Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks，低功耗有损网络路由协议）网络中的根节点的最前端的节点可以称为父节点。

S104，若回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间小于等于预设时长，则向子节点发送确认消息。

在S102的基础上，本步骤旨在当时间区间小于等于预设时长，向子节点发送确认消息。

进一步的，本实施例还可以包括：

步骤1，子节点对路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息；

步骤2，基于路由模式设置信息进行路由模式设置。

可见，本可选方案中主要是说明子节点如何操作。本可选方案中，子节点对路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息，基于路由模式设置信息进行路由模式设置。

进一步的，本实施例中该步骤2可以包括：

步骤1，若路由模式设置信息为叶子节点模式时，子节点设置为禁止添加新节点状

态；

步骤2，若路由模式设置信息为根节点模式时，子节点判断路由模式设置信息中是否包含父节点信息；

步骤3，若路由模式设置信息中包含父节点信息，则基于父节点信息设置发送目标对象指令到对应的目标父节点；

步骤4，若路由模式设置信息中不包含父节点信息，则接收新的回报数据。

可见，本可选方案中主要是说明如何进行路由模式设置。本可选方案中，若路由模式设置信息为叶子节点模式时，子节点设置为禁止添加新节点状态；若路由模式设置信息为根节点模式时，子节点判断路由模式设置信息中是否包含父节点信息；若路由模式设置信息中包含父节点信息，则基于父节点信息设置发送目标对象指令到对应的目标父节点；若路由模式设置信息中不包含父节点信息，则接收新的回报数据。可见，该子节点基于接收到的消息可以对路由模式进行设置，以便在不同的路由模式下进行数据传输，提高网络的可靠性。

进一步的，上一可选方案中的子节点对路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息，可以包括：

步骤1，子节点对路由模式设置消息进行检查；

步骤2，当检查通过时，对路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息。

可见，本可选方案中主要是说明子节点如何进行正确性的检查。本可选方案中，对路由模式设置消息进行检查；当检查通过时，对路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息。

可见，本实施例通过接收到子节点的回报数据，然后判断该回报数据的时间区间是否大于预设时长，若该回报数据的时间区间大于预设时长，则说明回报时间过长，需要发送对应的路由模式设置消息以便将该子节点的路由模式进行设置，以改变不同的路由模式提高网络的稳定性，提高网络的可靠性。

以下通过另一具体的实施例，对本申请提供的一种节点模式设置方法做进一步说明。

本实施例中，RPL（Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks，低功耗有损网络路由协议），构建并维护一个面向目的地的有向无环图（DODAG，Destination-Oriented DAG（Directed Acyclic Graph，有向无环图），面向目标的有向无环图）拓扑，该拓扑源自指定的RPL根节点，该根节点通常也用作Internet（互联网）的边界路由器。路由信息通过广播信标使用涓流定时器不定期地传播。拓扑是通过目标函数按照一定的目标构建的。

其中，无线低功耗有损网络一般没有预先规定好某个发送节点的目标，网络内的节点必须自己去发现其它的节点并按RPL规则建立通信。RPL路由把网络拓扑内所有节点向外的通道汇集到指定的根节点。外部的信息也从根节点进入并分发给网络里面的节点。由此形成了RPL中的DODAG。

进一步的，RPL中的每个节点有一个属性DODAG Version（版本），当DODAG重构时DODAG Version会跟着增加，比如节点发生移动、信号强度互相有变化时DODAG会重构

拓扑图，从而引发DODAG Version增加。

进一步的，RPL Instance（实例）是一个或多个DODAG共享RPL Instance ID（Identity document，身份证标识号）的组合。一个RPL节点最多属于一个RPL Instance中的DODAG。每个RPL Instance的运行皆独立于其他RPL Instance。在同一个RPL Instance内的DODAG都使用同一种OF（Objective Function，目标函数）。

进一步的，请参考图2，图2为本申请实施例所提供的一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法的网络架构示意图。

该网络架构示意图中的RPL根节点，主要用于收集同个DODAG下所有节点回报的数据；收到回报数据后，可以对送数据的节点回送ACK；广播DIO（DODAG Information Object，DODAG信息对象）。

其中，RPL子节点主要用于主动对根节点回报数据；节点模式可以设定为RPL router（RPL根节点）模式和leaf（叶子节点）模式；根据收到的DIO决定父节点；对父节点发送DAO（Destination Advertisement Object，目的广告对象）并转发到根节点。

进一步的，请参考图3，图3为本申请实施例所提供的另一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法的流程图。

可见，本实施例中可以分为根节点流程和子节点流程，可以稳定以及优化网络阶层和拓扑结构。其中，子节点的回报数据的类型、回报成功率P以及计算区间T等相关参数会根据场域以及应用场景而有不同，在此不做具体限定。

参考图3，首先子节点会根据预设的回报区间返回回报数据，根节点收到数据后会先记录此次回报是子节点是通过哪个父节点回报（此父节点单指子节点的上一个节点）和纪录此次回报数据的时间点，接着判断此次回报数据的时间点跟首次的回报数据的时间点是否已经大于区间T，如果没有大于此区间，根节点直接回传ACK。如果回报间隔已经大于区间T且回报成功率小于设定的成功率P，对回复的ACK封包中加入RPL模式为Leaf和父节点（区间内采用次数最多的父节点）的设定数据。

进一步的，子节点收到父节点回报的ACK封包并解析其内容，如果ACK要求子节点设定为Leaf模式，子节点必须将自身的rank（节点等级值）设定为最高65535（rank的最高值）并且抑制DIO的广播或者单播，收到其他节点的DIS（DODAG Information Solicitation，DODAG信息征集）也不能做出回应。如果ACK内的父节点设定数据不为空，子节点必须立刻发送DAO到指定的父节点并之后都通过此父节点回复回报数据，除了指定的父节点跟根节点DIO外，收到其他的DIO都直接进行过滤。接着就等待下一次的回报时间并回报数据。

将所有回报成功率过低的子节点设定为Leaf模式可以保证其他节点不会再接到此节点的下方，可以保持此节点为终端节点。将子节点的父节点固定，也能保证子节点在有多个父节点可以选择时不会一直切换父节点，而导致DODAGversion不断增加，而造成根节点为了维护DODAGversion而不断进行网络修复而造成网络的负担。

可见，通过动态改变节点RPL模式以及锁定父节点的方式稳定网络拓扑，改善了原先在多节点场域下，网络拓扑容易因为通讯不良而改变的问题，本实施例只透过RPL本身的机制以及特性去维护网络拓扑，除了定期回报数据外，不通过额外的广播或单播封包增

加无线低功耗有损网络的负担。

可见，本实施例通过接收到子节点的回报数据，然后判断该回报数据的时间区间是否大于预设时长，若该回报数据的时间区间大于预设时长，则说明回报时间过长，需要发送对应的路由模式设置消息以便将该子节点的路由模式进行设置，以改变不同的路由模式提高网络的稳定性，提高网络的可靠性。

下面对本申请实施例提供的无线低功耗有损网络的节点模式设置装置进行介绍，下文描述的无线低功耗有损网络的节点模式设置装置与上文描述的无线低功耗有损网络的节点模式设置方法可相互对应参照。

请参考图4，图4为本申请实施例所提供的一种无线低功耗有损网络的节点模式设置装置的结构示意图。

本实施例中，该装置可以包括：

回报数据接收模块100，用于接收到子节点发送的回报数据；

回报数据判断模块200，用于判断回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间是否大于预设时长；

模式消息发送模块300，用于当回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间大于预设时长，基于回报成功率向子节点发送对应的路由模式设置消息，以便子节点基于路由模式消息设置对应的路由模式；

成功消息发送模块400，用于当回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间小于等于预设时长，向子节点发送确认消息。

进一步的，该装置还可以包括：

成功率计算模块，用于每次接收到回报数据时，基于回报数据的接收状态数据进行成功率计算，得到回报成功率。

进一步的，该成功率计算模块，具体用于确定回报率时间区间；基于回报数据的接收状态数据在回报率时间区间内进行成功率计算，得到回报成功率。

进一步的，该模式消息发送模块300，具体用于若回报成功率大于预设成功率，将根节点模式的设置信息作为确认消息，并向子节点发送确认消息。

进一步的，该模式消息发送模块300，具体用于若回报成功率小于等于预设成功率，将叶子节点模式的设置信息和目标父节点作为确认消息，并向子节点发送确认消息。

进一步的，该装置还可以包括：

父节点记录模块，用于记录子节点上报数据采用的父节点。

进一步的，该装置还可以包括：

目标父节点确定模块，用于确定子节点对应的每个父节点的采用次数；将采用次数最大的父节点作为目标父节点。

进一步的，该装置还可以包括：

回报时间记录模块，用于记录子节点发送回报数据的时间。

进一步的，该装置还可以包括：

位于子节点中的路由模式设置模块，用于对路由模式设置消息进行解析，得到路由

模式设置信息；基于路由模式设置信息进行路由模式设置。

进一步的，该路由模式设置模块中基于路由模式设置信息进行路由模式设置，包括：

若路由模式设置信息为叶子节点模式时，子节点设置为禁止添加新节点状态。

进一步的，该路由模式设置模块中基于路由模式设置信息进行路由模式设置，包括：

若路由模式设置信息为根节点模式时，子节点判断路由模式设置信息中是否包含父节点信息；若路由模式设置信息中包含父节点信息，则基于父节点信息设置发送目标对象指令到对应的目标父节点；若路由模式设置信息中不包含父节点信息，则接收新的回报数据。

进一步的，该路由模式设置模块中子节点对路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息，包括：

子节点对路由模式设置消息进行检查；当检查通过时，对路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息。

本申请还提供了一种终端设备，请参考图5，图5为本申请所提供的一种终端设备的结构示意图，该终端设备可包括：

存储器，用于存储计算机程序；

处理器，用于执行计算机程序时可实现如上述任意一种节点模式设置方法的步骤。

如图5所示，为终端设备的组成结构示意图，终端设备可以包括：处理器10、存储器11、通信接口12和通信总线13。处理器10、存储器11、通信接口12均通过通信总线13完成相互间的通信。

在本申请实施例中，处理器10可以为中央处理器（Central Processing Unit，CPU）、特定应用集成电路、数字信号处理器、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件等。

处理器10可以调用存储器11中存储的程序，具体的，处理器10可以执行异常IP识别方法的实施例中的操作。

存储器11中用于存放一个或者一个以上程序，程序可以包括程序代码，程序代码包括计算机操作指令，在本申请实施例中，存储器11中至少存储有用于实现以下功能的程序：

根节点接收到子节点发送的回报数据；

判断回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间是否大于预设时长；

若回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间大于预设时长，则基于回报成功率向子节点发送对应的路由模式设置消息，以便子节点基于路由模式消息设置对应的路由模式；

若回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间小于等于预设时长，则向子节点发送确认消息。

在一种可能的实现方式中，存储器11可包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统，以及至少一个功能所需的应用程序等；存储数据区可存储使用过程中所创建的数据。

此外，存储器11可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至

少一个磁盘存储器件或其他易失性固态存储器件。

通信接口12可以为通信模块的接口，用于与其他设备或者系统连接。

当然，需要说明的是，图5所示的结构并不构成对本申请实施例中终端设备的限定，在实际应用中终端设备可以包括比图5所示的更多或更少的部件，或者组合某些部件。

本申请还提供了一种非易失性可读存储介质，该非易失性可读存储介质上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时可实现如上述任意一种异常IP识别方法的步骤。

该非易失性可读存储介质可以包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

对于本申请提供的非易失性可读存储介质的介绍请参照上述方法实施例，本申请在此不做赘述。

说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言，由于其与实施例公开的方法相对应，所以描述的比较简单，相关之处参见方法部分说明即可。

专业人员还可以进一步意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现，为了清楚地说明硬件和软件的可互换性，在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块，或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器（RAM）、内存、只读存储器（ROM）、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

以上对本申请所提供的一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法、节点模式设置装置、终端设备以及非易失性可读存储介质进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以对本申请进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本申请权利要求要求的保护范围内。

权 利 要 求 书

1、一种无线低功耗有损网络的节点模式设置方法，其特征在于，包括：

根节点接收到子节点发送的回报数据；

判断所述回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间是否大于预设时长；

若所述回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间大于预设时长，则基于回报成功率向所述子节点发送对应的路由模式设置消息，以便所述子节点基于所述路由模式消息设置对应的路由模式；

若所述回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间小于等于预设时长，则向子节点发送确认消息。

2、根据权利要求 1 所述的节点模式设置方法，其特征在于，所述回报成功率的计算方式，包括：

每次接收到回报数据时，基于所述回报数据的接收状态数据进行成功率计算，得到所述回报成功率。

3、根据权利要求 2 所述的节点模式设置方法，其特征在于，基于所述回报数据的接收状态数据进行成功率计算，得到所述回报成功率，包括：

确定回报率时间区间；

基于所述回报数据的接收状态数据在所述回报率时间区间内进行成功率计算，得到所述回报成功率。

4、根据权利要求 1 所述的节点模式设置方法，其特征在于，基于回报成功率向所述子节点发送对应的路由模式设置消息，包括：

若所述回报成功率大于预设成功率，将根节点模式的设置信息作为确认消息，并向所述子节点发送所述确认消息。

5、根据权利要求 1 所述的节点模式设置方法，其特征在于，基于回报成功率向所述子节点发送对应的路由模式设置消息，包括：

若所述回报成功率小于等于预设成功率，将叶子节点模式的设置信息和目标父节点作为确认消息，并向所述子节点发送所述确认消息。

6、根据权利要求 1 所述的节点模式设置方法，其特征在于，还包括：

所述根节点记录所述子节点上报数据采用的父节点。

7、根据权利要求 5 所述的节点模式设置方法，其特征在于，所述目标父节点的确定方式，包括：

所述根节点确定所述子节点对应的每个父节点的采用次数；

将采用次数最大的父节点作为所述目标父节点。

8、根据权利要求 1 所述的节点模式设置方法，其特征在于，还包括：

所述根节点记录所述子节点发送所述回报数据的时间。

9、根据权利要求 1 所述的节点模式设置方法，其特征在于，还包括：

所述子节点对所述路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息；

基于所述路由模式设置信息进行路由模式设置。

10、根据权利要求 9 所述的节点模式设置方法，其特征在于，基于所述路由模式设置信息进行路由模式设置，包括：

若所述路由模式设置信息为叶子节点模式时，所述子节点设置为禁止添加新节点状态。

11、根据权利要求 9 所述的节点模式设置方法，其特征在于，基于所述路由模式设置信息进行路由模式设置，包括：

若所述路由模式设置信息为根节点模式时，所述子节点判断所述路由模式设置信息中是否包含父节点信息；

若所述路由模式设置信息中包含父节点信息，则基于所述父节点信息设置发送目标对象指令到对应的目标父节点；

若所述路由模式设置信息中不包含父节点信息，则接收新的回报数据。

12、根据权利要求 9 所述的节点模式设置方法，其特征在于，所述子节点对所述路由模式设置消息进行解析，得到路由模式设置信息，包括：

所述子节点对所述路由模式设置消息进行检查；

当所述检查通过时，对所述路由模式设置消息进行解析，得到所述路由模式设置信息。

13、根据权利要求 1 所述的节点模式设置方法，其特征在于，包括：

在对所述子节点进行设置的过程中设置对应的父节点。

14、根据权利要求 13 所述的节点模式设置方法，其特征在于，所述对所述子节点进行设置的过程中设置对应的父节点，包括：

对所述子节点每次返回回报数据的所述父节点进行历史记录。

15、根据权利要求 1 所述的节点模式设置方法，其特征在于，所述预设时长基于以下任一项进行设置：

网络中的状态、技术人员的经验、网络的运行热度。

16、根据权利要求 6 所述的节点模式设置方法，其特征在于，所述父节点的确定方式，包括：

将低功耗有损网络路由协议网络中的根节点的最前端的节点作为所述父节点。

17、根据权利要求 2 所述的节点模式设置方法，其特征在于，所述基于所述回报数据的接收状态数据进行成功率计算，得到所述回报成功率，包括：

在系统运行的后台对回报数据的成功率进行计算，得到对应的所述回报成功率。

18、一种无线低功耗有损网络的节点模式设置装置，其特征在于，包括：

回报数据接收模块，用于接收到子节点发送的回报数据；

回报数据判断模块，用于判断所述回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间是否大于预设时长；

模式消息发送模块，用于当所述回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间大于预设时长，基于回报成功率向所述子节点发送对应的路由模式设置消息，以便所述子节点基于所述路由模式消息设置对应的路由模式；

成功消息发送模块，用于当所述回报数据与首次接收的回报数据之间的时间区间小于等于预设时长，向子节点发送确认消息。

19、一种终端设备，其特征在于，包括：

存储器，用于存储计算机程序；

处理器，用于执行所述计算机程序时实现如权利要求 1 至 17 任一项所述的节点模式设置方法的步骤。

20、一种非易失性可读存储介质，其特征在于，所述非易失性可读存储介质上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1 至 17 任一项所述的节点模式设置方法的步骤。

1/3

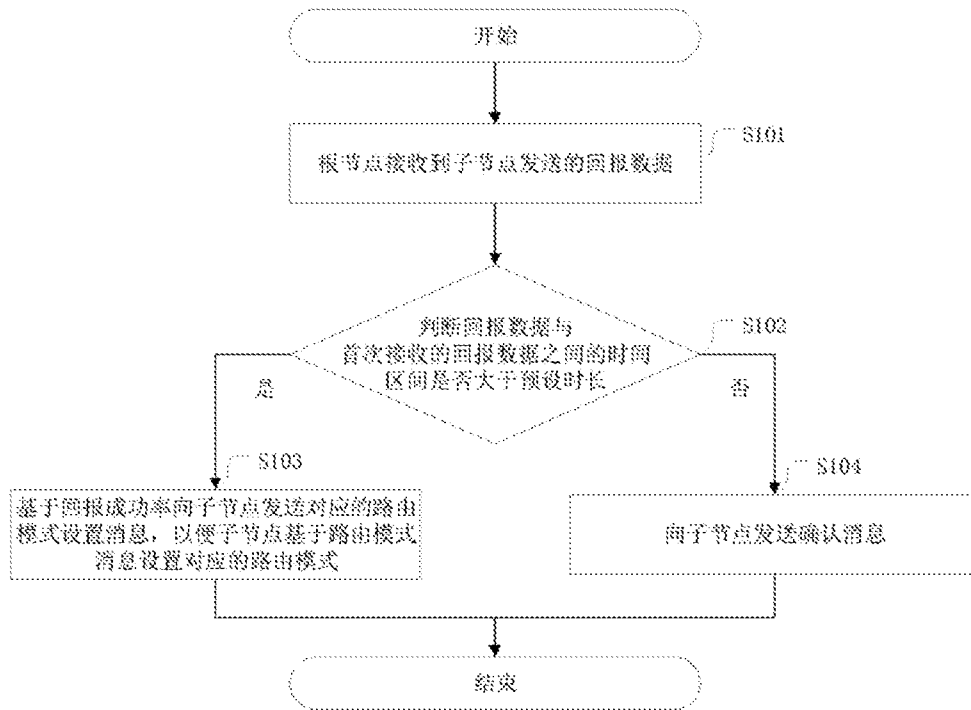


图 1

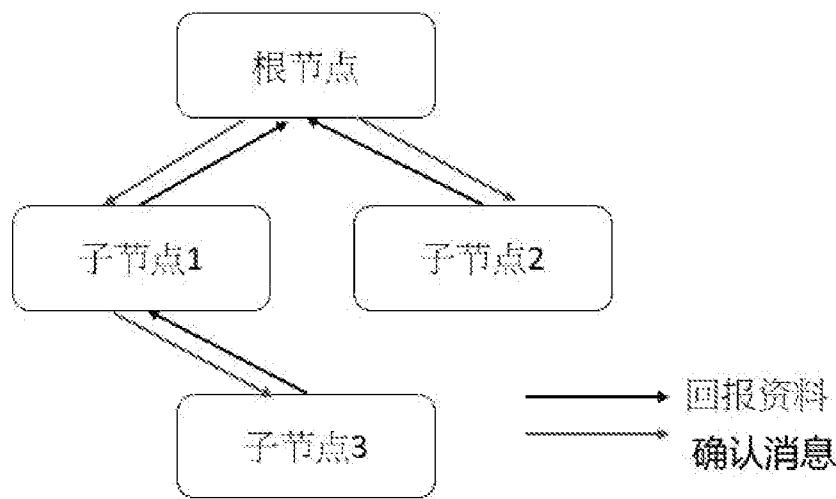


图 2

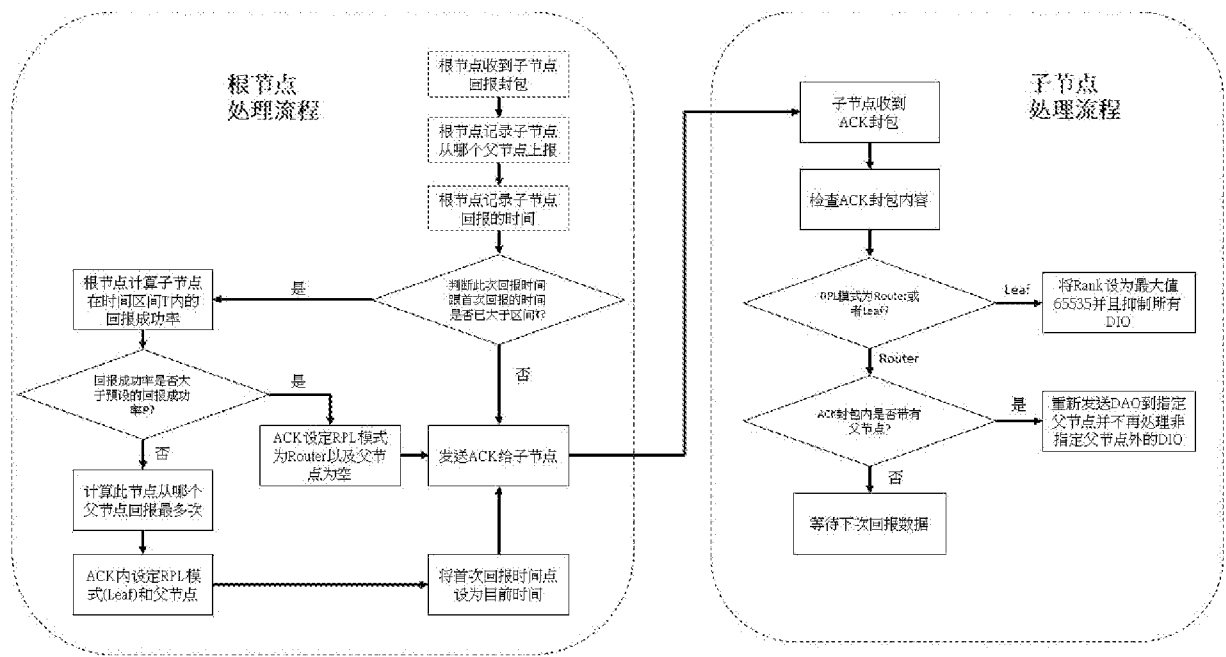


图 3

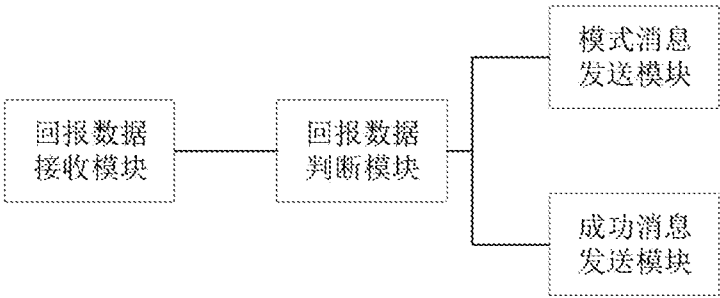


图 4

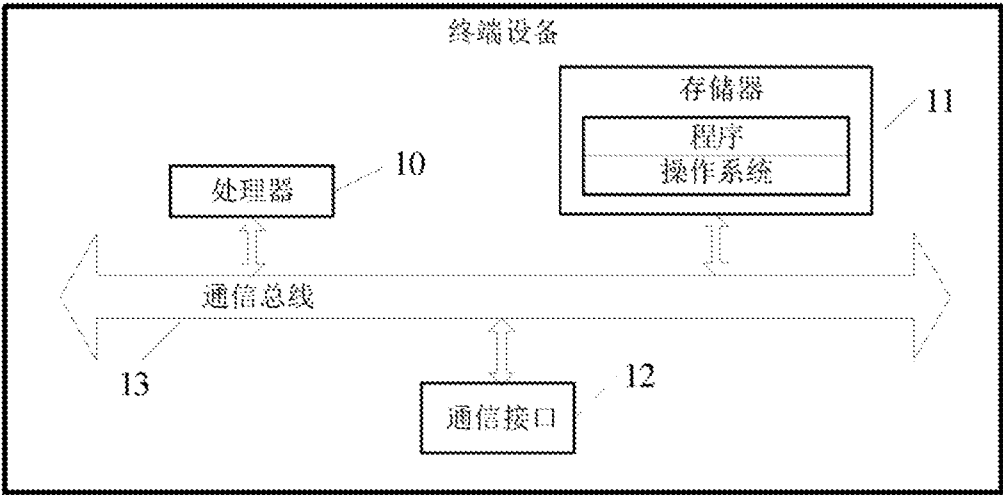


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/114277

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 52/02(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H04W H04L H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT; CNKI; VEN; ENTXTC; 3GPP: 面向目标的有向无环图, 低功耗有损网络路由协议, 回报, 回复, 反馈, 延迟, 延时, 时延, 间隔, 路由, Destination-Oriented Directed Acyclic Graph, DODAG, Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks, RPL, Destination Advertisement Object, DAO, feedback, delay, route

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115348652 A (SUZHOU INSPUR INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 November 2022 (2022-11-15) claims 1-15, and description, paragraphs, 32-100	1-20
A	US 2019288939 A1 (FUTUREWEI TECHNOLOGIES, INC.) 19 September 2019 (2019-09-19) description, paragraphs 35-102	1-20
A	CN 110233709 A (CHINA SOUTH POWER GRID INTERNATIONAL CO., LTD. et al.) 13 September 2019 (2019-09-13) entire document	1-20
A	US 2012117208 A1 (SHAFFER SHMUEL et al.) 10 May 2012 (2012-05-10) entire document	1-20
A	US 2022053405 A1 (CHONGQING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 17 February 2022 (2022-02-17) entire document	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 November 2023

Date of mailing of the international search report

15 November 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/114277

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	张宏新等 (ZHANG, Hongxin et al.). "无线传感器网络中RPL路由协议性能研究 (Research on Experimental Evaluation of RPL Protocol of WSN)" 无线互联科技 (Wireless Internet Technology), No. 21, 10 November 2015 (2015-11-10), entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/114277

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	115348652	A	15 November 2022	CN 115348652 B	24 March 2023
US	2019288939	A1	19 September 2019	US 10530685 B2	07 January 2020
CN	110233709	A	13 September 2019	CN 110233709 B	02 August 2022
US	2012117208	A1	10 May 2012	EP 2638670 A2	18 September 2013
				EP 2638670 B1	13 September 2017
				US 8631101 B2	14 January 2014
				WO 2012064795 A2	18 May 2012
				WO 2012064795 A3	08 November 2012
				US 2014122673 A1	01 May 2014
				US 9166880 B2	20 October 2015
US	2022053405	A1	17 February 2022	JP 2022510342 A	26 January 2022
				JP 7185962 B2	08 December 2022
				WO 2020114111 A1	11 June 2020
				EP 3893553 A1	13 October 2021
				EP 3893553 A4	17 August 2022
				US 11706687 B2	18 July 2023

A. 主题的分类 H04W 52/02(2009.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) IPC: H04W H04L H04B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNTXT;CNKI;VEN;ENTXTC;3GPP: 面向目标的有向无环图, 低功耗有损网络路由协议, 回报, 回复, 反馈, 延迟, 延时, 时延, 间隔, 路由, Destination-Oriented Directed Acyclic Graph, DODAG, Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks, RPL, Destination Advertisement Object, DAO, feedback, delay, route		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 115348652 A (苏州浪潮智能科技有限公司) 2022年11月15日 (2022 - 11 - 15) 权利要求1-15, 说明书第32-100段	1-20
A	US 2019288939 A1 (FUTUREWEI TECHNOLOGIES INC) 2019年9月19日 (2019 - 09 - 19) 说明书第35-102段	1-20
A	CN 110233709 A (南方电网科学研究院有限责任公司等) 2019年9月13日 (2019 - 09 - 13) 全文	1-20
A	US 2012117208 A1 (SHAFFER SHMUEL等) 2012年5月10日 (2012 - 05 - 10) 全文	1-20
A	US 2022053405 A1 (UNIV CHONGQING POSTS & TELECOM) 2022年2月17日 (2022 - 02 - 17) 全文	1-20
A	张宏新等. "无线传感器网络中RPL路由协议性能研究" 无线互联科技, 第21期, 2015年11月10日 (2015 - 11 - 10), 全文	1-20
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
★ 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2023年11月10日		国际检索报告邮寄日期 2023年11月15日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		授权官员 蔡国利 电话号码 (+86) 010-62411422

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/114277

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	115348652	A	2022年11月15日	CN	115348652	B	2023年3月24日
US	2019288939	A1	2019年9月19日	US	10530685	B2	2020年1月7日
CN	110233709	A	2019年9月13日	CN	110233709	B	2022年8月2日
US	2012117208	A1	2012年5月10日	EP	2638670	A2	2013年9月18日
				EP	2638670	B1	2017年9月13日
				US	8631101	B2	2014年1月14日
				WO	2012064795	A2	2012年5月18日
				WO	2012064795	A3	2012年11月8日
				US	2014122673	A1	2014年5月1日
				US	9166880	B2	2015年10月20日
US	2022053405	A1	2022年2月17日	JP	2022510342	A	2022年1月26日
				JP	7185962	B2	2022年12月8日
				WO	2020114111	A1	2020年6月11日
				EP	3893553	A1	2021年10月13日
				EP	3893553	A4	2022年8月17日
				US	11706687	B2	2023年7月18日