



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113365294 B

(45) 授权公告日 2024.11.12

(21) 申请号 202110751775.2

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(22) 申请日 2016.08.29

专利代理人 袁策

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113365294 A

(51) Int.CI.

H04W 24/02 (2009.01)

(43) 申请公布日 2021.09.07

H04W 84/18 (2009.01)

(30) 优先权数据

H04L 61/50 (2022.01)

62/211,512 2015.08.28 US

(62) 分案原申请数据

201680047318.2 2016.08.29

(56) 对比文件

US 2012117208 A1, 2012.05.10

(73) 专利权人 德克萨斯仪器股份有限公司

审查员 寇利敏

地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 R·维丹萨姆 K·维亚雅撒克尔

A·K·瑞格胡 A·E·哈发

权利要求书2页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

用于有向无环图网络配置的节点和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于有向无环图网络配置的节点和方法。本发明为基于阶层式Do-Dag的RPL(H-DOC)网络配置的改进，其中每一节点的网络地址对应于其在阶层式网络内的位置。网络地址被分阶层地初始化(600)。候选父节点信号可用性(602)。候选子节点选择候选父节点(603)并且以临时地址进行响应(604)。所选择的候选父节点确认选择，并在传输中将子节点的阶层式地址传送到临时地址(605)。子节点将其地址改变成来自父节点的阶层式地址(606)。



1.一种节点,其包括:

收发器,其与网络中的一个或多个其他节点通信;

节点控制器,其耦合到所述收发器;以及

存储器,其耦合到所述节点控制器以存储网络地址和用于控制程序的指令,其中所述控制程序在由所述节点控制器执行时被配置为使所述节点控制器:

响应于从所述网络中的另一节点接收到临时地址和指示所述另一节点期望成为所述节点的子节点的第一信号,其中所述临时地址是所述另一节点的先前地址,并且所述另一节点的旧父节点已对所述临时地址解除分配:

为所述另一节点选择阶层式地址,所述阶层式地址包括:第一层级地址子集、选择为对所述另一节点为唯一的第二层级地址子集、以及包括预定空位的至少一个额外层级地址子集;以及

使所述收发器向所述临时地址传输第二信号,所述第二信号包括对所选择的阶层式地址的指示。

2.根据权利要求1所述的节点,其中所述网络是面向目标的有向无环图网络即DODAG网络。

3.根据权利要求2所述的节点,其中所述第一信号是目标广告对象信号即DAO信号。

4.根据权利要求3所述的节点,其中所述第二信号是DAO确认信号即DAO_ACK信号。

5.根据权利要求2所述的节点,其中所述第二信号是MAC确认信号即MAC_ACK信号。

6.根据权利要求2所述的节点,其中所述控制程序在由所述节点控制器执行时被配置为使所述节点控制器:响应于所述第二信号的所述传输,将子状态分配给所述另一节点。

7.根据权利要求6所述的节点,其中所述控制程序在由所述节点控制器执行时被配置为使所述节点控制器:响应于在所述第二信号的所述传输之后从所述另一节点接收到第三信号,对所述另一节点的所述子状态解除分配。

8.一种节点,其包括:

收发器,其与网络中的一个或多个其他节点通信;

节点控制器,其耦合到所述收发器;以及

存储器,其耦合到所述节点控制器以存储网络地址和用于控制程序的指令,其中所述控制程序在由所述节点控制器执行时被配置为使所述节点控制器:

响应于通过所述收发器接收到通信,将所述通信的目标地址与所述网络地址进行比较;

当对应于所述节点的阶层式层级的所述目标地址的子集与对应于所述节点的所述阶层式层级的所述网络地址的子集不匹配时,使所述通信被路由到比所述节点的所述阶层式层级高的阶层式层级处的第二节点;

当对应于所述节点的所述阶层式层级的所述目标地址的所述子集与对应于所述节点的所述阶层式层级的所述网络地址的子集匹配,并且包含预定空位且对应于比所述节点的所述阶层式层级低的阶层式层级的所述目标地址的所有子集与包含预定空位且对应于比所述节点的所述阶层式层级低的阶层式层级的所述网络地址的所有子集匹配时,使所述通信由所述节点服务;以及

当对应于所述节点的所述阶层式层级的所述目标地址的所述子集与对应于所述节点

的所述阶层式层级的所述网络地址的子集匹配，并且包含预定空位且对应于比所述节点的所述阶层式层级低的阶层式层级的所述目标地址的所有子集与包含预定空位且对应于比所述节点的所述阶层式层级低的阶层式层级的所述网络地址的所有子集不匹配时，使所述通信被路由到比节点的所述阶层式层级低的阶层式层级处的第三节点。

9. 根据权利要求8所述的节点，其中所述网络是面向目标的有向无环图网络即DODAG网络。

10. 根据权利要求9所述的节点，其中所述节点是所述第二节点的子节点。

11. 根据权利要求9所述的节点，其中所述节点是所述第三节点的父节点。

12. 一种用于网络中的网络地址初始化的方法，所述方法包括：

在所述网络的第一节点设备处接收包括第一信号和临时地址的通信，所述第一信号指示第二节点设备希望与所述第一节点设备建立子关系，并且所述临时地址对应于所述第二节点设备，其中所述临时地址是所述第二节点的先前地址，并且所述第二节点的旧父节点已对所述临时地址解除分配；

为所述第二节点选择阶层式地址，所述阶层式地址包括：第一层级地址子集、第二层级地址子集、以及包括预定空位的至少一个额外层级地址子集，其中所述第二层级地址子集被选择为唯一地识别所述第二节点设备；以及

向所述临时地址传输第二信号，所述第二信号指示所选择的阶层式地址。

13. 根据权利要求12所述的方法，其中所述网络是面向目标的有向无环图网络即DODAG网络。

14. 根据权利要求13所述的方法，其中所述第一信号是目标广告对象信号即DAO信号。

15. 根据权利要求14所述的方法，其中所述第二信号是DAO确认信号即DAO_ACK信号。

用于有向无环图网络配置的节点和方法

[0001] 本申请是于2016年8月29日提交的名称为“基于阶层式的RPL网络的网络地址指配和回收”的中国专利申请201680047318.2的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及包含具有可变地址的节点的网络通信。

背景技术

[0003] 自组无线通信网络在节点进入现有网络资源的范围内时动态地形成。这些网络可用于许多应用中以在该网络上的下层(lower level)装置(诸如传感器)和与这些传感器通信的上层(upper tier)装置之间提供通信。传感器通常以有限的处理和内存操作,且通常受各种技术限制约束。此类限制可包含与功耗、小形状因数以及用于形成相应的网络的通信挑战(低速、高误差率等等)相关的问题。由于问题间可能存在相互依赖,因此挑战被进一步复杂化。例如,网络内的通信水平影响网络装置中的功耗。

[0004] 本公开涉及用于此类自组通信网络的地址生成。网络包含采用路由协议以跨网络进行通信的至少两个节点。路由协议可以为例如低功率路由(RPL)网络协议。节点中的一个是一个父节点,且其它节点是父节点的子节点。在一些情况下,父节点可在阶层式(hierarchical)网络的顶部处的根节点。在其它情况下,父节点还可为中间节点,该中间节点在根节点下游还可以具有与其通信的其它子节点,该其它子节点有时被称为叶节点。

发明内容

[0005] 地址生成器通过将多个位的地址值附加到父节点的父地址以创建子节点的唯一网络地址从而对每个节点指配唯一的网络地址。以此方式,当经由本文中公开的各种指配协议创建唯一的网络地址时,网络中的每一节点可以部分地从其相应的父节点假设其身份。地址指配协议允许每一节点知道哪一个节点是自组网络中用于消息路由的下一跳(hop),因为每一节点可以基于其推导出的父地址指配来确定是向上游还是向下游路由消息。这减少对常规系统所需的路由表的需要,并且由此节约系统的相应节点中的内存。此外,网络中的握手减少,因为遇到新子节点的每一中间节点不必将额外的地址通知传送到网络,因为即将到来的节点已经为父节点地址的一部分。减少握手通信减少系统中消耗的功率。

附图说明

- [0006] 图1(现有技术)为示例节点的框图。
- [0007] 图2(现有技术)图示说明节点的阶层式网络。
- [0008] 图3(现有技术)为阶层式网络地址技术中的地址段的视图。
- [0009] 图4为图示说明在采用图3的阶层式网络地址技术时的消息路由的流程图。
- [0010] 图5为图示说明根据本发明的在网络地址初始化中的可能的父节点的动作的流程

图。

- [0011] 图6为图示说明根据本发明的在网络地址初始化中的可能的子节点的动作的流程图。
- [0012] 图7为图示说明根据本发明的在网络地址初始化中的所选父节点的动作的流程图。
- [0013] 图8为图示说明根据本发明的在改变父节点时的子节点的动作的流程图。
- [0014] 图9为图示说明根据本发明的在改变父节点时的旧父节点的动作的流程图。
- [0015] 图10为图示说明根据本发明的在改变父节点时的新父节点的动作的流程图。

具体实施方式

[0016] 图1(现有技术)为示例节点100的流程图。节点100为通常采用的多个节点中的一个。节点100包含通信收发器101。通信收发器101实现与其它节点的双向通信。根据已知技术,每一节点设置有通信地址。节点100仅响应于具有消息标头(header)的通信,该消息标头将节点100识别为目标节点。此识别通常通过目标节点的通信地址进行。下文更完全地描述节点通信地址。图1中图示说明的节点100并不限于特定通信媒介。通常经由低功率射频信号在节点间提供无线通信。

[0017] 节点100包含节点控制器102。节点控制器102通常包含可编程微处理器。节点控制器102的该微处理器提供节点100的操作特征。节点控制器102可以经由到通信收发器101的双向连接来与其它节点交换消息。如所属领域中已知,节点控制器102的微处理器通过存储在存储器103中的指令被编程。存储器103通常包含非易失性存储器以及易失性存储器两者,非易失性存储器的内容不依赖于连续的电功率,诸如只读存储器(ROM)或闪速存储器,易失性存储器通常被称为随机存取存储器(RAM),易失性存储器的内容在电功率的中断时丢失。通常,程序指令存储在非易失性存储器中,并且更加临时的数据存储在易失性存储器中。节点控制器102与传感器105和致动器106(下文描述)通信,并且经由通信收发器101与其它节点通信。如图1中所图示说明,存储器103包含专用于存储指配给节点100的网络地址的至少一部分104。如下文将描述,节点100仅响应于具有与存储在存储器103中的网络地址104匹配的目标地址的消息。

[0018] 节点100可选地包含一个或多个传感器105或致动器106。通常复数个节点(诸如节点100)用在一起。传感器105检测环境条件以供节点的网络使用。这些环境条件可为环境温度、风速、压力及类似条件。致动器106可以用于根据从节点的网络接收到的命令来控制环境。致动器可以包含电气开关、流体阀或节点100的运动部分(motive parts)的控件。节点的任何特定示例可以包含一个或多个传感器以及一个或多个致动器,仅一个传感器或仅一个致动器。

[0019] 节点100包含电源107。在典型的应用中,节点100经设计以采用极小的电功率。电源107可以为小型电池。在其它应用中,电源107经设计以从环境获取功率。此电源可为具有备用电容器的太阳能电池或用于黑暗间隔(dark intervals)的其它功率存储装置。替代地,此电源可以为某种运动捕捉装置,该运动捕捉装置从环境运动生成电功率。示例为从波浪运动生成电功率的气象浮标。

[0020] 图2图示说明在此类节点的网络中在节点间的现有技术优选通信。在优选实施例

中,节点安置在阶层式网络中。网络200图示说明单个层级 (level) 0 节点N1,也被称为根节点。层级0节点N1直接地与层级1节点N2和N3通信。层级1节点N2直接地与层级2节点N4和N5通信。层级1节点N3直接地与层级2节点N6和N7通信。层级N节点N16至N63直接地与层级N-1节点(未示出)通信。顶层级节点N1因此直接地仅与子节点N2和N3通信。层级1节点N2与父节点N1以及子节点N4和N5通信。层级1节点N3直接地与父节点N1以及与子节点N6和N7通信。在底层级(层级N)处,每一节点N16至N64直接地与其相应的父节点(未示出)通信。

[0021] 如上文所提及,根据本发明的节点的网络通常采用经由低功率射频信号的节点间无线通信。因此父节点不硬接线(hardwired)到其子节点。所有无线通信可以共享一个或仅少量射频。此环境需要用于节点的某一方式来确定通信是否打算用于该节点。此类网络通常采用网络地址来区分通信。网络中的每一节点指配有网络地址。网络中的每一通信包含对目标节点的网络地址的参照。此目标节点网络地址通常在消息标头中指定。在接收到通信后,每一节点从消息提取目标节点网络地址。节点将此目标节点网络地址与其自身的网络地址进行比较。如果目标节点网络地址与其自身的网络地址匹配,则节点对消息进行响应。如果目标节点网络地址与其自身的网络地址不匹配,则节点忽略此通信。节点还可以将消息路由到其父节点或路由到其子节点中的一个以试图到达目标节点。节点通常仅处置(处理(service)或路由)来自其父节点或来自其子节点中的一个的消息。

[0022] 目标节点的网络地址的提供识别期望的节点。目标网络地址不自动地提供关于路由的信息。在将低功率射频信号用于通信的优选实施例中,并非所有节点都将在所有其它节点的范围中。在优选实施例中,仅父节点和其(多个)子节点被保证进行通信。因此,指向另一节点的通信必须沿着阶层向上发送到父节点或沿着阶层向下发送到适合的子节点。

[0023] 父节点与子节点之间的通信根据网络路由协议进行。路由协议可以为例如低功率路由网络(RPL)协议。父节点可以为根节点或中间节点,并且子节点可以为以面向目标的有向无环图(DODAG)配置的根节点或中间节点的叶节点。DODAG包括至少一个根节点和至少一个叶节点。

[0024] 为恰当地路由指向另一节点的通信,每一节点必须访问目标节点的路由信息。RPL路由协议具有两种操作模式。第一模式为存储模式。第二模式为非存储模式。在RPL协议存储模式中,每一节点将用于路由到所有其它节点的信息存储在存储器103中。在接收通信后,节点控制器102提取目标节点地址。如果此地址与节点地址匹配,那么节点对通信进行响应。如果此目标节点地址与节点地址不匹配,那么节点必须将通信路由到另一节点。节点控制器102查询所存储的路由信息以确定通信的路由。路由表仅需要指示通信是沿着阶层式网络向上路由还是沿着阶层式网络向下路由到节点的子节点中的一个。此技术是不利的,因为此技术需要将路由表存储在每一节点处。这是硬件上的负担,因为这样需要在每一节点处的存储器和功率来存储路由表。路由表大小与该节点的子节点的数目加上父节点的一个额外的条目成线性比例。这对于低成本、低功率节点是不利的。在RPL协议非存储模式中,仅根节点存储用于路由的信息。任何节点对(pair of nodes)之间的所有通信必须首先向上路由到根节点。根节点基于其路由表来将通信路由到适合的子节点和孙节点。此技术消除将路由表存储在每一节点处的需要。然而,此技术增加通信量,因为所有通信必须经过根节点。

[0025] 图2中图示说明的网络配置被称为有向无环图(DODAG)配置。如图2中示出,DODAG

由至少一个根节点和至少一个叶节点组成。候选父节点传输DODAG信息对象请求(DIO)信号,该信号指示该候选父节点作为父节点的可用性。响应于DIO,候选子节点以目标广告对象(DAO)信号对其优选的父节点进行响应。

[0026] 图3图示说明有利地与图2中图示说明的阶层式网络一起使用的基于现有技术阶层式Do_Dag的RPL网络(H-DOC)编址技术的特征。对于每一节点,网络地址300包含前缀位301、层级1位302、层级2位303……层级N位309。前缀位301包含网络中的所有节点共用的位和与根节点相关联的位。阶层式网络内的所有节点包含前缀位301中的位。对于网络的根节点,所有其它位字段(302、303…309)具有预定的空值,诸如全0。在层级1处的每一节点包含具有与根节点相同的值的前缀位301,以及在层级1位302内与所有其它层级1节点不同的唯一值。对于层级1节点,所有其它位字段(303…309)具有预定空值。在层级2处的每一节点包含具有与根节点相同的值的前缀位301、具有与其父节点相同的值的层级1位302以及在层级2位302内与具有相同的父层级1节点的所有其它层级2节点不同的唯一值。对于层级2节点,所有其它位字段(…309)具有预定空值。指配给每一层级字段的地址位的数目为依赖于期望的父-子扇出(fan out)的设计选择。注意,网络地址内的层级字段的次序为任意的。也就是说,层级字段可为任何次序,而非仅图3中图示说明的高位至低位次序。仅需要网络内的所有节点采用相同层级字段次序。

[0027] 此阶层式网络地址技术的一个特征为每一节点的网络地址对应于其在阶层式网络内的位置。每一节点具有依赖于其父节点和沿着阶层向上至根节点的所有中间节点的网络地址。这简化在每一节点处做出的路由决策。

[0028] 图4图示说明在采用阶层式地址时用于处置消息路由的过程400的流程图。在优选实施例中,在每一节点处的存储器103存储使得节点控制器102执行此过程的指令。存在三种路由可能性。消息可以需要沿着阶层向上路由到当前节点的父节点。消息可以打算用于当前节点。消息可能需要沿着阶层向下路由到当前节点的子节点。从当前节点的父节点接收到的消息可被引导至当前节点或需要被路由至向下的阶层节点。来自子节点的消息可能需要沿着阶层向上路由到父节点,可以被引导至当前节点或需要被路由至向下的阶层至另一子节点。

[0029] 过程400在从另一节点接收到消息(框401)后开始。节点从消息标头提取目标地址(框402)。消息的路由依赖于目标地址与当前节点的节点地址的关系。

[0030] 测试框403确定目标地址是否与当前节点地址的更高级地址槽匹配并且与当前节点地址的当前层级地址不匹配。如果是如此(在测试框403处为是),那么消息应沿着阶层向上路由。框404将消息路由到当前节点的父节点。在框404中的消息的此路由之后,过程400在结束框405处结束。如果并非如此(在框403处为否),那么流程转到测试框406。

[0031] 测试框406确定目标地址是否与包含在当前节点级以下的层级字段的预定空值的当前节点的地址匹配。如果目标地址与包含在当前节点层级以下的层级字段的预定空值的当前节点的地址匹配(在测试框406处为是),那么当前节点为预期目标。因此,框407处理消息。处理消息的确切方式依赖于网络的预期用途。消息可以为针对来自当前节点处的传感器104的数据的请求。消息可以为针对经由当前节点处的致动器105采取某一动作的命令。处理此消息的确切性质超出本发明的范围。在框407中的消息的处理之后,过程400在结束框408处结束。

[0032] 如果目标地址与包含在当前节点层级以下的层级字段的预定空值的当前节点的地址不匹配(在测试框406处为否),那么当前节点不是既定目标。测试框409确定目标节点地址是否与当前节点地址的字段匹配并另外包含明显更低的层级地址字段。如果此为真(在测试框409处为是),那么消息被路由到当前节点的子节点。框410沿着阶层向下将消息路由到适合的子节点。适合的子节点通过比当前节点的层级低一层级的层级地址字段确定。在框410中的消息的此路由之后,过程400在结束框411处结束。

[0033] 如果这些条件都未被满足(在测试框403处为否,在测试框406处为否且在测试框409处为否),那么在目标地址中存在错误。错误处置框412处置此错误。这超出本发明的范围。

[0034] 在H-DOC技术的实际实施方式中存在严格的限制。没有明确的方法来在网络中指配节点地址。没有重新指配节点地址的规定。对于节点而言,改变其父节点是复杂或不可能的。如果节点为可移动的,则可能需要此改变。本发明解决用于网状网络的地址指配和重新指配的H-DOC技术的限制。本发明略微修改在采用H-DOC技术的RPL网络中使用的两个消息。在现有技术中,节点将DODAG信息对象请求(DIO)消息发送到其可能的子节点。期望连接到该节点的子节点以目标广告对象(DAO)消息进行响应。一般来说,每一节点在尝试与子节点连接之前与其父节点连接。本发明提供阶层式网络中的网络地址的更好指配。

[0035] 图5至7共同图示说明根据本发明的阶层式地址初始化。图5图示说明在候选父节点上发生的过程500。图6图示说明在候选子节点上发生的过程600。图7图示说明在所选的父节点上发生的过程700。

[0036] 图5图示说明在候选父节点上的过程500,以开始框501开始。在优选实施例中,在每一节点处的存储器103存储使得节点控制器102执行此过程的指令。在框502处候选父节点播送DIO信号。DIO信号类似于现有技术。DIO信号通知传输节点作为父节点的可用性和其网络地址。DIO信号通常被播送到传输节点的所有候选子节点。此广播在使用无线通信的典型的网络中是可能的。初始化过程优选地以根节点开始并沿着阶层向下继续。假定根节点知道其为根节点并开始初始化。节点不能传输DIO信号以连接到子节点,直到该子节点已被附接到父节点。DIO信号的传输指示当前节点可以接受至少一个节点作为子节点。因此这保证当前节点具有小于被指派的子节点的最大数目的数目,该最大数目如通过图3中的下一层级字段的大小所限制。过程500以结束框503结束。

[0037] 图6图示说明候选子节点的过程600。在优选实施例中,在每一节点处的存储器103存储使得节点控制器102执行此过程的指令。过程600在开始框601处开始。在框602处,候选子节点从候选父节点接收至少一个DIO信号。候选子节点从接收到的DIO信号中选择父节点。此选择的方式对于本发明不重要。此选择包含从接收到的DIO信号识别出所选择的父节点的网络地址。在框604中,节点将DAO信号传输到所选择的父节点。此DAO信号经由与从DIO信号提取的所选择的父节点的网络地址匹配的目标网络地址而被引导至所选择的父节点。根据本发明,此DAO信号包含关于传输节点将对其进行响应的临时网络地址的信息。此临时节点地址可以为从出于此目的而留出(set aside)的节点地址的集合中选择的地址。

[0038] 图7图示说明通过所选择的父节点进行的过程700。在优选实施例中,在每一节点处的存储器103存储使得节点控制器102执行此过程的指令。过程700以开始框701开始。所选择的父节点在框702中接收DAO信号。如上文所提及,此DAO信号通过目标地址引导至当前

节点，并包含子节点的临时地址的指示。在框703中，过程700选择可用网络地址以指配给请求节点。如上文所提及，此节点传输指示作为父节点的可用性的DIO信号（框502）。这保证当前节点可接受另一子节点。此节点存储当前指配的子节点的网络地址的指示。过程700随后将DAO_ACK信号传输回到请求节点（框704）。此DAO_ACK信号被传输到接收到的DAO信号的临时地址（框702）。此DAO_ACK信号包含指示在框703中指配给此子节点的网络地址的有效载荷。如结合图3所指示，根据阶层式地址技术，此指配的地址包含下至与父节点的网络地址相同的父节点的层级的高层级字段。比父节点的层级低一层级的字段被设定为来自当前指配的子节点中的未使用地址（如果存在）。过程700以结束框705结束。

[0039] 过程600（图6）在框604处继续。节点从所选择的父节点接收DIA_ACK信号（框605）。如上文所提及，此DAO_ACK信号包含通过所选择的父节点指配的子网络地址。子节点随后将其网络地址改变为包含于DAO_ACK传输的有效载荷中的所指配地址（框606）。当前节点随后以上文描述的方式响应于此新指配的子地址。过程600以结束框607结束。如先前所描述，在网络地址的此指配后，此子节点可以传输DIO信号到其它节点，该DIO信号指示该子节点可以为父节点。

[0040] 现有技术阶层式地址技术不提供在初始化后重新布置网络的方式。如果网络包含可移动节点，那么节点可以移动到其当前父节点更易访问的位置。由于地址的阶层式性质，这需要子节点的地址的重新指配。图8至10图示说明此过程。图8图示说明在移动的子节点上发生的过程800。图9图示说明在旧父节点上发生的过程900。图10图示说明在新父节点上发生的过程1000。

[0041] 图8图示说明在移动的子节点上发生的过程800。在优选实施例中，在每一节点处的存储器103存储使得节点控制器102执行此过程的指令。过程800在开始框801处开始。假设子节点已确定改变父节点，并且子节点已选定新父节点的身份（并且因此选定其网络地址）。过程800将新信号DAO_NO_PATH传输到旧父节点。子节点将此传输引导至旧父节点的网络地址。此DAO_NO_PATH信号还优选地通过旧网络地址识别传输节点。

[0042] 图9图示说明在旧父节点上发生的过程900。在优选实施例中，在每一节点处的存储器103存储使得节点控制器102执行此过程的指令。过程900以开始框901开始。在框902处，旧父节点接收DAO_NO_PATH信号。响应于DAO_NO_PATH信号，旧父节点对指配给传输节点的地址解除分配（框903）。因此，旧父节点不再是传输节点的父节点。过程900在结束框904处结束。

[0043] 返回到图8，在DAO_NO_PATH信号的传输之后，移动的子节点将DAO信号传输到所选择的新父节点（框803）。此过程与上文描述的框604类似。DAO信号包含指示所选择的新父节点的目标节点。DAO信号还包含用于回复的临时节点地址。此临时节点地址可以为先前的地址。注意，旧父节点已对此节点地址解除分配，并且将不尝试经由此地址与移动的子节点通信。此临时节点地址可以为从出于此目的而留出的节点地址的集合中选择的地址。

[0044] 图10图示说明在新父节点上发生的过程1000。在优选实施例中，在每一节点处的存储器103存储使得节点控制器102执行此过程的指令。过程1000以开始框1001开始。在框1002处，新父节点接收DAO信号，该DAO信号包含子节点的临时地址的指示。在测试框1003中，过程1000确定网络地址是否可用于新子节点。这略微不同于图7中图示说明的过程700。在过程700中，节点已传输指示可用性的DIO信号以接受新子节点。在过程1000中，所选择的

父节点可以不具有可用于分配给另一子节点的网络地址。如果新父节点具有用于分配给新子节点的可用网络(在测试框1003处为是),那么过程1000在框1004中选择用于分配给请求节点的可用网络地址。过程1000随后将DAO_ACK信号传输回到请求节点(框1006)。此DAO_ACK信号被传输到接收到的DAO信号的临时地址(框1002)。此DAO_ACK信号包含指示在框1004中选择的用于此子节点的网络地址的有效载荷。过程1000以结束框1006结束。

[0045] 如果新父节点不具有用于分配给新子节点的可用网络(在测试框1003处为否),那么过程1000在框1007中开始错误处置。此错误处置可能不能对DAO信号进行响应。这依赖于请求子节点来认识到缺少响应(经由例如超时)并且选择另一新父节点。这可以通过将非确认(NAK)信号发送到请求节点来进行。请求节点通过选择另一新父节点并传输新DAO信号来对NAK信号进行响应。在错误处置后,过程1000以结束框1006结束。

[0046] 返回到图8,在DAO信号的传输(框804)后,过程800在框804处通过从新父节点接收DIA_ACK信号而继续。如上文所提及,此DAO_ACK信号包含通过新父节点指配的网络地址。子节点随后将其网络地址改变为包含于DAO_ACK传输中的所指配地址(框807)。当前节点随后以上文描述的方式响应于此新指配的子地址。过程800以结束框806结束。

[0047] 本发明可以采用MAC_ACK信号而非DAO_ACK信号实践。此MAC_ACK信号类似地被引导至请求子节点的临时地址,并且包含新指配的网络地址以作为有效载荷的一部分。

[0048] 本发明具有以下在网络地址指配和回收中的优点。本发明为用于网络地址指配、回收以及重新指配的简单且优良的解决方案。本发明将相同的基本原理用于地址管理的全部三个方面。本发明通过使用有效载荷网络地址信息来完全符合现有的标准。本发明不引起任何额外的实施开销。本发明确保基于阶层式Do_Dag的RPL网络(H-DOC)以大小为1的路由表(对应于节点网络地址)操作。

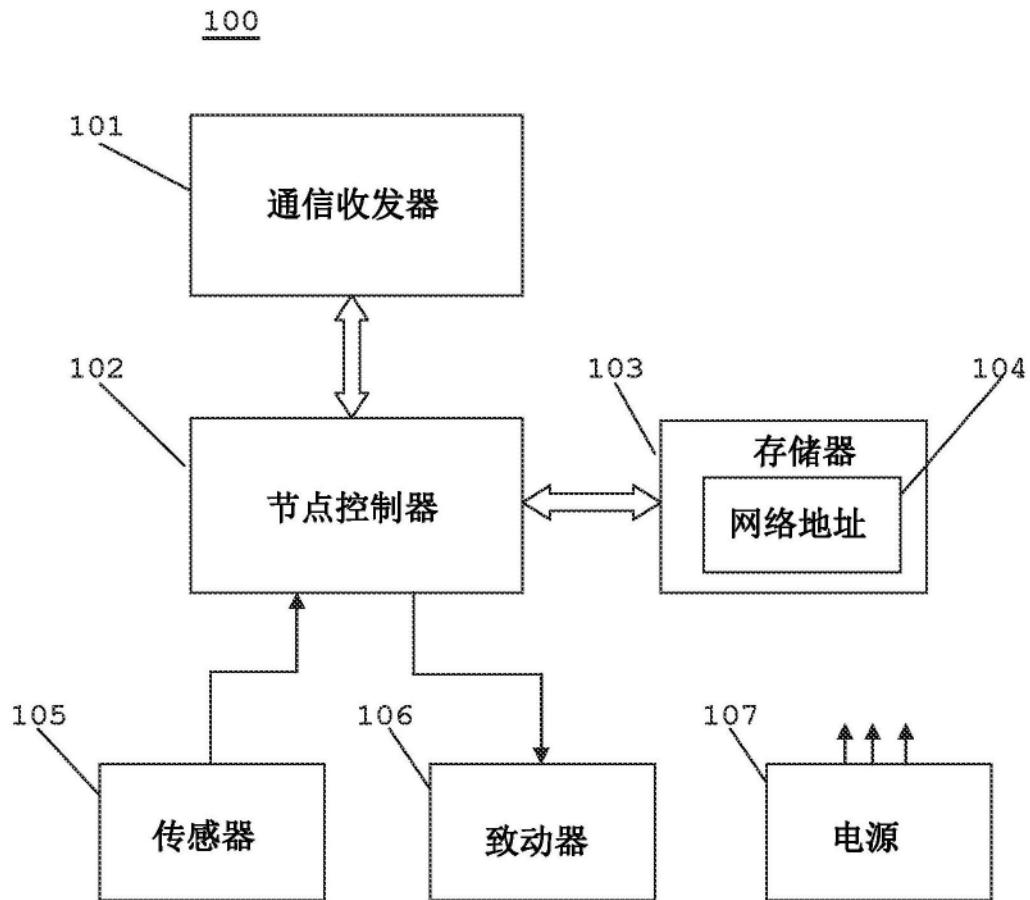


图1(现有技术)

200

层级0



N1

层级1



N2



N3

层级2



• • • • •

层级N



图2(现有技术)

300

图3(现有技术)

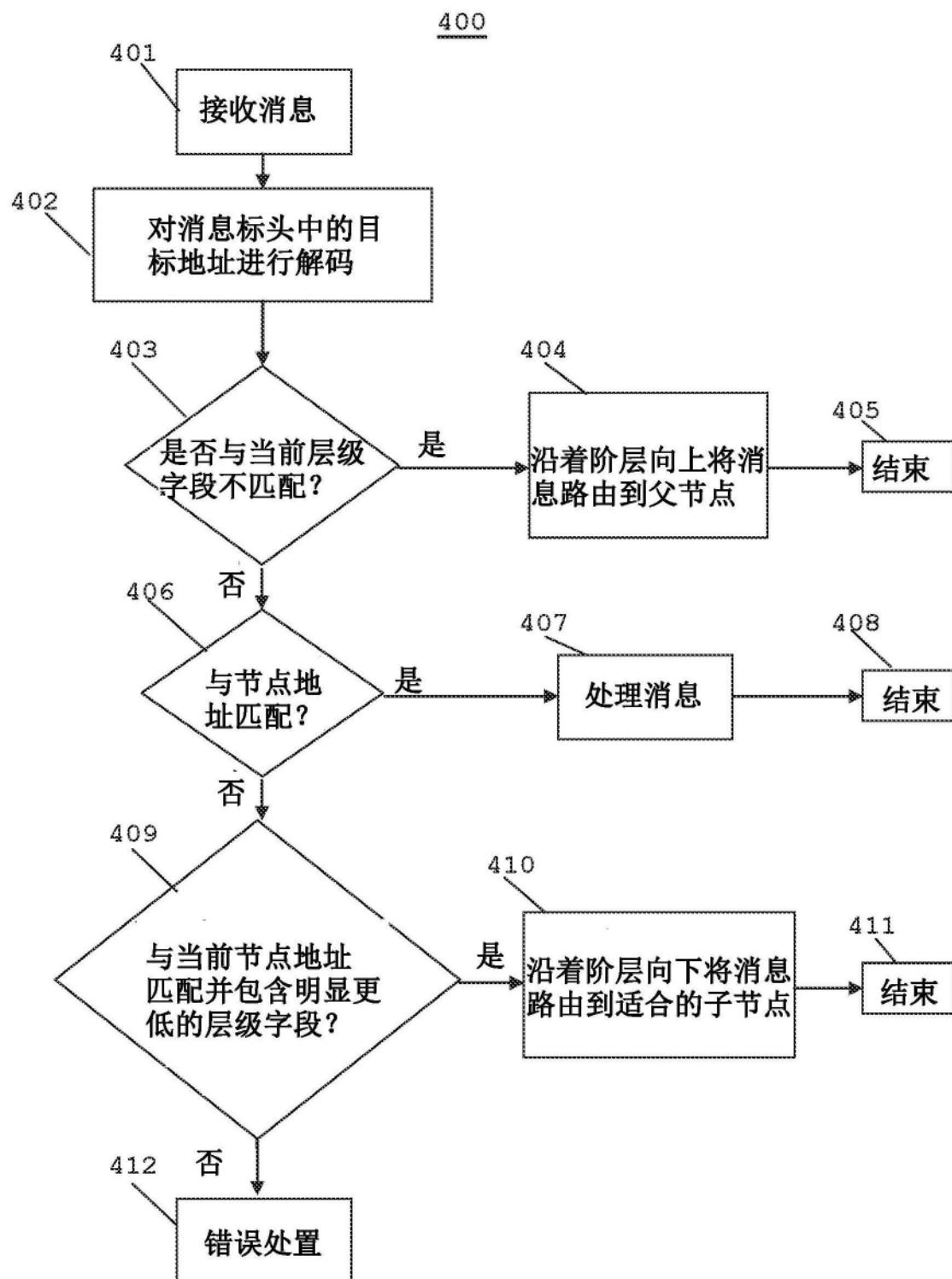


图4

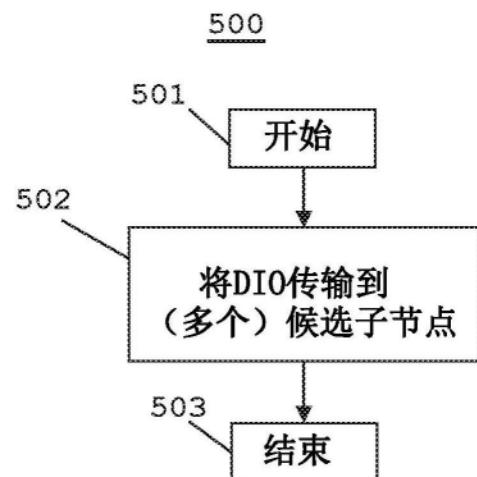


图5

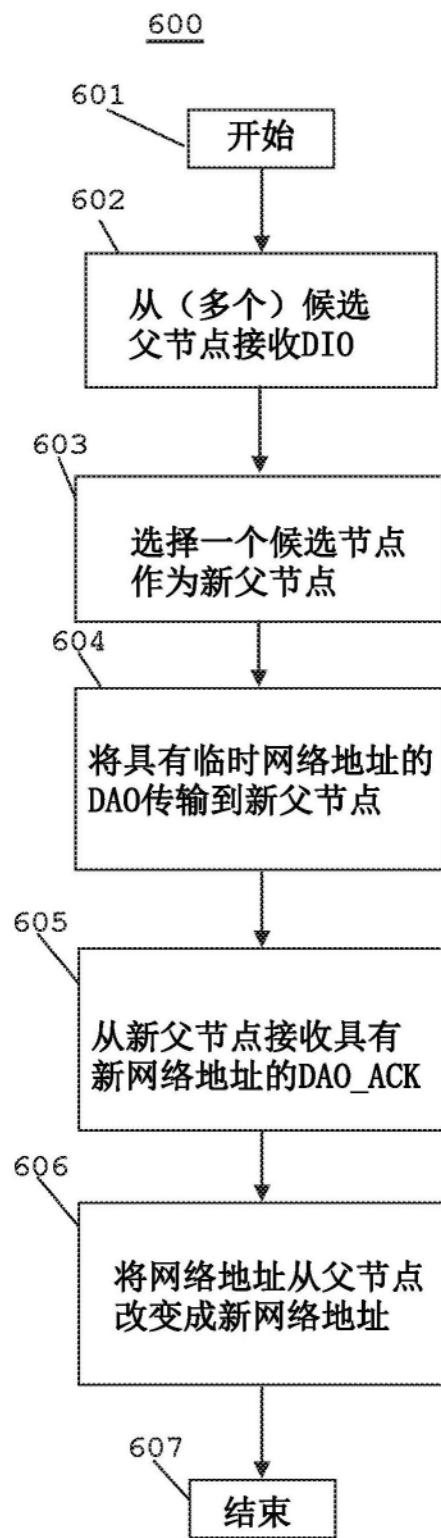


图6

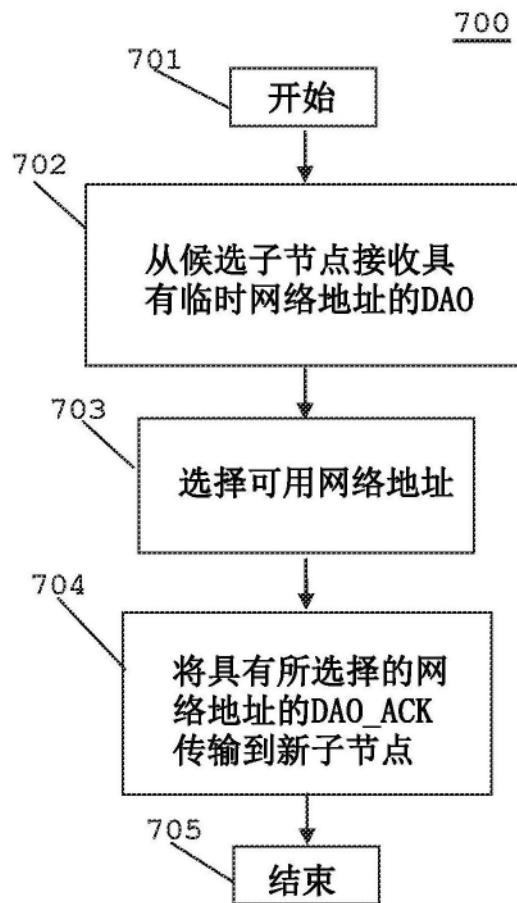


图7

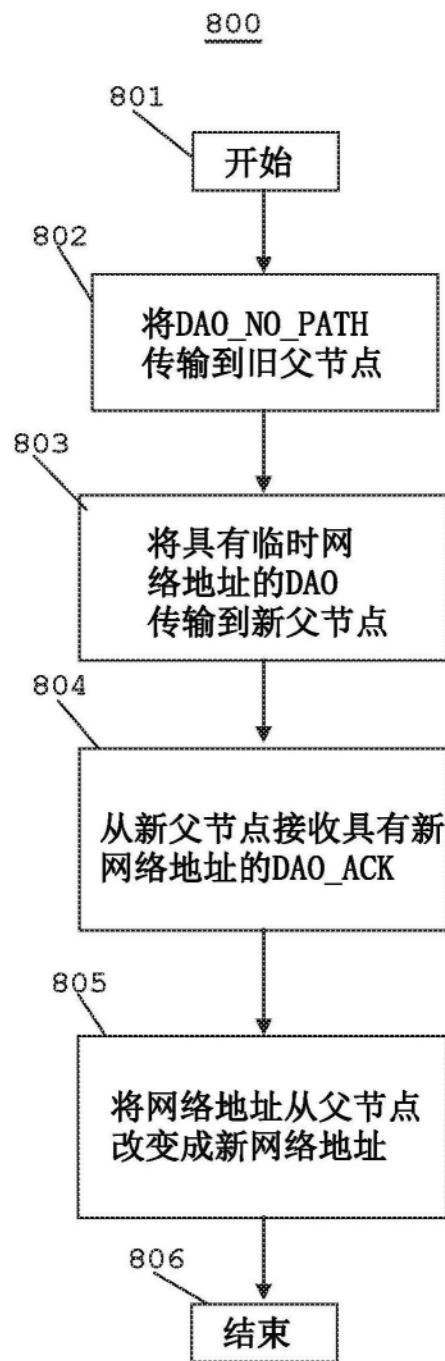


图8

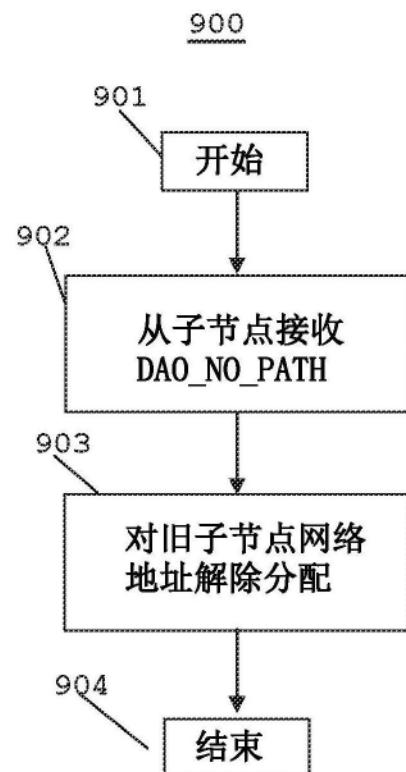


图9

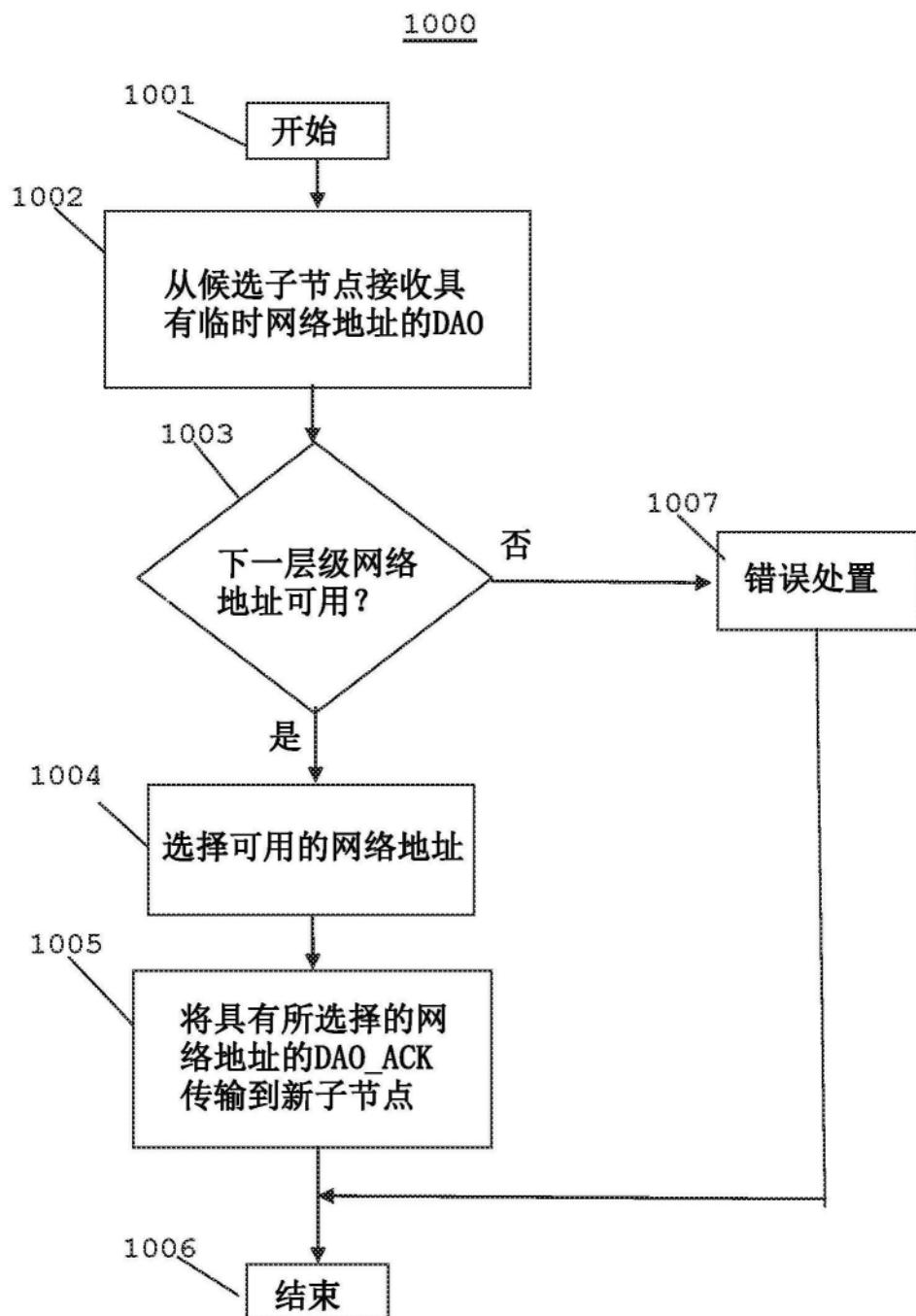


图10