



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1875572 B

(45) 授权公告日 2011.06.08

(21) 申请号 200480031699.2

(22) 申请日 2004.10.26

(30) 优先权数据

60/515,596 2003.10.30 US

10/964,943 2004.10.14 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.04.27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/035761 2004.10.26

(87) PCT申请的公布数据

W02005/046137 EN 2005.05.19

(73) 专利权人 摩托罗拉公司 (在特拉华州注册的公司)

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 乔治·卡尔切夫

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219

代理人 陆锦华 穆德骏

(51) Int. Cl.

H04L 12/28 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6304556 B1, 2001.10.16, 第7栏.

US 6275470 B1, 2001.08.14, 全文.

审查员 秦声

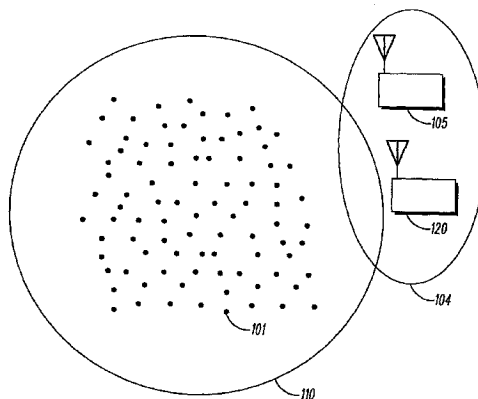
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 7 页

(54) 发明名称

用于通信系统中的路由发现的方法和装置

(57) 摘要

在 ad-hoc 通信网络中的路由发现过程中,外层收发信机 (104) 确定位于源和目的地节点之间的多个“种子”节点。向种子节点通知对发现源和目的地节点之间的路由的需要。一旦被通知,种子节点立即广播路由发现消息。内层通信系统 (110) 中的全部节点 (101) 周期性地收听路由发现消息。如果内层通信 (系统 110) 中的任何节点接收到具有相同路由标识的路由发现消息,则这两个种子之间的路由信息将被提供给外层收发信机 (104),向外层通信系统给出种子之间的“路径”。一旦外层收发信机 (104) 接收到全部种子之间的路由信息,则其确定源和目的地设备之间的适当的路由,并且将该信息广播给源和目的地设备。



1. 一种操作外层通信系统的方法,所述方法包括以下步骤:

由所述外层通信系统接收来自内层通信系统中的第一节点的路由需求消息,其中所述路由需求消息向所述外层通信系统通知需要所述内层通信系统中的所述第一和第二节点之间的路由;

由所述外层通信系统确定所述内层通信系统中的多个种子节点,其中所述多个种子节点位于所述第一节点和所述第二节点之间;

由所述外层通信系统将消息发射到所述多个种子节点,使所述种子节点开始广播路由发现消息;

接收来自所述内层通信系统的节点的多个路由分段;

基于所述路由分段确定路由;以及

将所述路由发射到所述第一节点。

2. 权利要求 1 的方法,其中向所述种子节点发射所述消息的所述步骤包括以下步骤:向所述种子节点发射标识待发现的特定路由的路由标识符。

3. 权利要求 1 的方法,其中接收所述路由需求消息的所述步骤包括以下步骤:接收包括所述第一节点和所述第二节点的标识的消息。

4. 权利要求 1 的方法,其中接收所述多个路由分段的所述步骤包括以下步骤:接收多个路由分段,其中每个路由分段包括两个种子之间的路由。

5. 权利要求 1 的方法,其中确定关于所述内层通信系统中的种子节点的位置的所述步骤包括以下步骤:确定距离连接源节点和目的地节点的线最近的节点。

6. 权利要求 1 的方法,所述方法进一步包括以下步骤:

由所述内层通信系统的节点接收第一路由发现消息;

由所述内层通信系统的节点从所述第一路由发现消息确定始发所述第一路由发现消息的第一种子节点的标识;

由所述内层通信系统的节点从所述第一路由发现消息确定第一路由标识符;

由所述内层通信系统的节点确定是否自包含相同路由标识符的不同种子节点接收到先前接收的路由发现消息;以及

由所述内层通信系统的节点基于确定自包含相同路由标识符的不同种子节点接收到先前接收的路由发现消息,将自所述两个路由发现消息获得的路由信息发射到外层通信系统。

7. 权利要求 6 的方法,其中发射路由信息的所述步骤包括以下步骤:发射两个种子节点之间的路由。

8. 一种存在于外层通信系统中的装置,所述装置包括:

接收机,其接收来自内层通信系统中的多个节点的多个路由分段;

逻辑电路,其确定所述内层通信系统中的多个节点,其中所述多个节点位于所述内层通信系统中的第一节点和第二节点之间,所述逻辑电路还确定所述第一和所述第二节点之间的路由,其中自所述多个路由分段确定所述路由;以及

发射机,其将所述路由发射到所述内层通信系统中的所述第一节点。

9. 一种包括权利要求 8 的外层通信系统装置的通信系统,该系统进一步包括存在于内层通信系统中的装置,所述内层通信系统的所述装置包括:

接收机,其接收来自第一和第二节点的第一和第二路由发现消息;

逻辑电路,其从所述第一和第二路由发现消息确定第一和第二路由标识符,并且还确定所述第一和所述第二路由标识符是否相同;以及

发射电路,其在所述第一和所述第二路由标识符不同时向所述外层通信系统发射获得自所述第一和所述第二路由发现消息的路由信息。

10. 权利要求 9 的装置,其中所述路由信息包括:所述第一和所述第二节点之间的路由。

用于通信系统中的路由发现的方法和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求在 2003 年 10 月 30 日提交的题为“METHOD AND APPARATUS FOR ROUTE DISCOVERY WITHIN A COMMUNICATION SYSTEM”的临时申请 serial no. 60/515,596 的优先权,其由本申请人共有,并且其整体内容在此处并入作为参考。

技术领域

[0003] 本发明通常涉及通信系统,并且特别地,涉及一种用于该通信系统中的路由发现的方法和装置。

背景技术

[0004] 通信系统中的路由发现是公知的。特别地,出现了消息扩散过程,其通常是按需路由发现和网络初始化的基础。消息扩散基本上被定义为覆盖整个网络的广播过程。其如下操作:当网络中的节点或远程单元希望发现通向网络中的另一节点的路由时,向它的全部近邻广播指定了目的地地址的消息。在接收到该消息之后,这些全部的近邻节点将向它们的近邻重新广播该消息。当节点再次接收到相同的消息时,其将该消息丢弃。该过程自身重复,直至到达网络中的全部节点,或者关于该消息的生存时间期满。如所讨论的,路由算法中使网络扩散的目的基本上是为了找到向目的地发送数据的路径。消息内容通常是路由发现请求。

[0005] 尽管消息扩散是用于在网络中找到路由的可靠的方法,但是扩散被证实生成了过量的系统业务和干扰。特别地,由于搜索区域中的每个主机必须重新广播路由发现分组,因此引起了信令消息的指数增长,这导致了严重的冗余、争用和冲突。因此,需要一种用于通信系统中的路由发现的方法和装置,其使由消息扩散引起的系统干扰最小。

发明内容

[0006] 根据本发明一个方面,提供一种操作外层通信系统的方法,所述方法包括以下步骤:由所述外层通信系统接收来自内层通信系统中的第一节点的路由需求消息,其中所述路由需求消息向所述外层通信系统通知需要所述内层通信系统中的所述第一和第二节点之间的路由;由所述外层通信系统确定所述内层通信系统中的多个种子节点,其中所述多个种子节点位于所述第一节点和所述第二节点之间;由所述外层通信系统将消息发射到所述多个种子节点,使所述种子节点开始广播路由发现消息;接收来自所述内层通信系统的节点的多个路由分段;基于所述路由分段确定路由;以及将所述路由发射到所述第一节点。

[0007] 所述方法进一步包括以下步骤:由所述内层通信系统的节点接收第一路由发现消息;由所述内层通信系统的节点从所述第一路由发现消息确定始发所述第一路由发现消息的第一种子节点的标识;由所述内层通信系统的节点从所述第一路由发现消息确定第一路由标识符;由所述内层通信系统的节点确定是否自包含相同路由标识符的不同种子节点接

收到先前接收的路由发现消息；以及由所述内层通信系统的节点基于确定自包含相同路由标识符的不同种子节点接收到先前接收的路由发现消息，将自所述两个路由发现消息获得的路由信息发射到外层通信系统。

[0008] 根据本发明另一方面，提供一种存在于外层通信系统中的装置，所述装置包括：接收机，其接收来自内层通信系统中的多个节点的多个路由分段；逻辑电路，其确定所述内层通信系统中的多个节点，其中所述多个节点位于所述内层通信系统中的第一节点和第二节点之间，所述逻辑电路还确定所述第一和所述第二节点之间的路由，其中自所述多个路由分段确定所述路由；以及发射机，其将所述路由发射到所述内层通信系统中的所述第一节点。

[0009] 此外，提供一种上述的外层通信系统装置的通信系统，该系统进一步包括存在于内层通信系统中的装置，所述内层通信系统的所述装置包括：接收机，其接收来自第一和第二节点的第一和第二路由发现消息；逻辑电路，其从所述第一和第二路由发现消息确定第一和第二路由标识符，并且还确定所述第一和所述第二路由标识符是否相同；以及发射电路，其在所述第一和所述第二路由标识符不同时向所述外层通信系统发射获得自所述第一和所述第二路由发现消息的路由信息。

附图说明

[0010] 图 1 是通信系统的框图。

[0011] 图 2 是发现时间减少相对于源 - 目的地距离的曲线图。

[0012] 图 3 ~ 图 5 示出了关于图 1 的通信系统的多种消息流图。

[0013] 图 6 ~ 图 8 说明了关于图 1 的通信系统的消息扩散。

[0014] 图 9 是收发信机的框图。

[0015] 图 10 ~ 图 13 示出了详细说明图 1 的通信系统的操作的流程图。

具体实施方式

[0016] 为了致力于对通信系统中的路由发现的需要，此处提供了一种用于扩散的方法和装置。在 ad-hoc（自组织）通信网络的路由发现过程中，外层收发信机确定位于源和目的地节点之间的多个“种子”节点。向这些种子节点通知对发现源和目的地节点之间的路由的需要。一旦被通知，种子节点立即广播路由发现消息。如果内层通信系统中的任何节点接收到具有相同路由标识的路由发现消息，则两个种子之间的路由信息将被提供给外层收发信机，向外层通信系统给出种子之间的“路径”。一旦外层收发信机接收到全部种子之间的路由信息，其然后确定源和目的地设备之间的适当的路由，并且将该信息广播给源和目的地设备。由于消息扩散同时发生自内层通信系统 110 中的全部种子，因此极大地减少了消息扩散。

[0017] 本发明包括一种操作外层通信系统的方法。该方法包括以下步骤：接收来自内层通信系统中的第一节点的路由需求消息，其中所述路由需求消息向所述外层通信系统通知需要所述内层通信系统中的所述第一和第二节点之间的路由。确定关于所述内层通信系统中的种子节点的位置，并且将消息发射到所述种子节点，使所述种子节点开始广播路由发现消息。下一步，接收来自所述内层通信系统的节点的多个路由分段，并且基于所述路由分

段确定路由。最后,将所述路由发射到所述内层通信系统中的至少所述第一节点。

[0018] 此外,本发明还包括一种用于操作 ad-hoc 通信系统中的节点的方法。该方法包括以下步骤:接收第一路由发现消息,从所述第一路由发现消息确定始发所述第一路由发现消息的第一种子节点的标识,从所述第一路由发现消息确定第一路由标识符,和确定是否自包含相似路由标识符的不同种子节点接收到先前接收的路由发现消息。基于确定自包含相似路由标识符的不同种子节点接收到先前接收的路由发现消息,将自所述两个路由发现消息获得的路由信息发射到外层通信系统。

[0019] 此外,本发明还包括一种存在于外层通信系统中的装置。该装置包括:接收机,其接收来自内层通信系统中的多个节点的多个路由分段;逻辑电路,其确定所述内层通信系统中的第一和第二节点之间的路由,其中自所述多个路由分段确定所述路由;和发射机,其将所述路由发射到所述内层通信系统中的所述第一节点。

[0020] 此外,本发明还包括一种存在于内层通信系统中的装置。该装置包括:接收机,其接收来自第一和第二节点的第一和第二路由发现消息;逻辑电路,其从所述第一和第二路由发现消息确定第一和第二路由标识符,并且还确定所述第一和所述第二路由标识符是否相似;和发射电路,其在所述第一和所述第二路由标识符不同时发射获得自所述第一和所述第二路由发现消息的路由信息。

[0021] 现在转到附图,其中相似的数字表示相似的部件,图 1 是通信系统 100 的框图。通信系统 100 包括 ad-hoc 内层通信系统 110,其优选地是 neuRfon™ 通信系统,可获得自 Motorola, Inc (摩托罗拉公司) (www.motolara.com),其被修改以执行下文叙述的功能。然而,在本发明的可替换的实施例中,内层通信系统 110 可以包括任何 ad-hoc 网络,诸如,但不限于,典型地利用 IEEE 802.11b ad-hoc 网络协议的 WLAN 网络或者由 Nokia, Inc. (诺基亚公司) 制造的 RoofTop™ WirelessRouting 网状网络。此外,通信系统 100 还包括:外层通信系统 120,诸如蜂窝码分多址 (CDMA) 通信系统。

[0022] 如所示出的,通信系统 110 包括多个节点 101。多个节点 101 形成了内层通信网络,且每个节点 101 仅能够同近邻节点短程通信。外层通信系统 120 包括多个收发信机 104 ~ 105,且能够同内层通信系统 110 的每个节点 101 通信。在本发明的优选实施例中,收发信机 104 ~ 105 优选地是蜂窝基站,然而,在可替换的实施例中,收发信机 104 ~ 105 可以包括其他的发射/接收设备,诸如信标。

[0023] 如本领域的普通技术人员将认识到的,内层通信系统 110 中的两个节点之间的传输通常通过插入节点进行,通过插入节点接收源传输,并且“重复”源传输直至源传输到达其目的地节点。因此,希望向第二节点发射信息的第一节点必须首先确定第一和第二节点之间的路由(即,那些插入节点)。在现有技术的系统中,这是经由消息扩散实现的。

[0024] 如上文所讨论的,消息扩散是用于找到通信系统 100 中的路径的可靠的方法,但是扩散生成了过量的系统干扰。为了致力于该问题,在本发明的优选实施例中,外层通信系统 120 协助内层通信系统确定路由。特别地,当通信系统 110 中的第一节点需要确定通向第二节点的路由信息时,第一节点向通信系统 120 中的收发信机(例如,收发信机 104) 发射路由需求 (RT_NEED)。路由需求消息向外层通信系统 120 通知关于确定从第一节点到第二节点的路由的需要。在本发明的优选实施例中,RT_NEED 消息包括第一节点的身份和第二节点的身份。

[0025] 一旦外层收发信机 104 接收到路由需求消息,收发信机 104 针对内层通信系统 110 中的全部节点执行粗略位置估计。粗略位置经由多种定位技术获得,其包括,但不限于, Angle of Arrival(到达角度)(AOA)技术、Time-Difference of Arrival(到达时间差)(TDOA)、三角测量,...等。一旦确定了关于通信系统 110 中的全部节点的粗略位置,则外层收发信机 104 确定位于源和目的地节点之间的多个“种子”节点(包括源和目的地节点)。(经由 SEED_NOTIF)消息向种子节点通知关于发现源和目的地节点之间路由的需要。SEED_NOTIF 消息包括:关于每个种子节点的唯一种子标识符,其连同路由发现标识号码一起,唯一地识别尝试待发现的路由。一旦种子接收到 SEED_NOTIF 消息,则种子立即广播路由发现(RT_DISC)消息。在 RT_DISC 消息中,种子节点包括路由标识和种子节点标识。因此,任何节点向外层收发信机 104 通知对于路由发现的需求的结果是,多个种子节点开始广播路由发现消息。

[0026] 内层通信系统 110 中的全部节点 101 周期性地收听 RT_DISC 消息。一旦节点接收到 RT_DISC 消息,则该节点检查该消息以确定始发“种子”和路由发现标识号码。如果内层通信系统 110 中的任何节点接收到 RT_DISC 消息,则该节点将存储 RT_DISC 消息中包括的信息。然后,确定是否自具有相同路由标识的其他节点接收到任何其他的 RT_DISC 消息。如果是这样,则两个种子之间的路由信息将被提供给外层收发信机 104,经由 RT_INFO 消息向外层通信系统给出种子之间的“路径”。作为响应,外层通信系统可以指令这两个种子的地理区域中的节点停止发射 RT_DISC 消息。

[0027] 一旦外层收发信机 104 接收到种子之间的路由信息,则外层收发信机 104 广播消息(FLOOD_STOP),该消息指令内层通信系统 110 中的全部节点停止消息扩散,由此限制了系统中的信令和干扰。然后外层收发信机 104 确定第一和第二(源和目的地)设备之间的适当的路由,并且经由针对第一节点的 RT_INFO 消息将该信息广播给源和目的地设备,由此在第一和第二节点之间可以进行通信。

[0028] 由于消息扩散同时发生自内层通信系统 110 中的全部种子,因此极大地减少了消息扩散。事实上,模拟已经显示出,搜索步骤数目的改善平均值 5.025 倍,标准偏差是 1.61 倍,而扩散节点的数目降低是 8.27 倍,std 是 14.71 倍。在图 2 中示出了系统改善,图 2 是发现时间减少相对于源-目的地距离(以跳为单位)的曲线图。

[0029] 图 3 是示出了根据本发明的优选实施例的路由发现的消息流图。特别地,图 3 示出了在希望发现通向第二节点的路由的第一节点和外层通信网络中的收发信机之间的消息传递。如所示出的,当节点希望发现路由时,该节点将路由需求(RT_NEED)消息发射到收发信机 104。作为响应,收发信机 104 发射 SEED_NOTIF 消息,该消息指令通信系统 110 中的种子节点开始正常的路由发现过程。特别地,全部种子节点将发起 RT_DISC 消息。接收到不是先前(RT_DISC)消息的复本的路由发现消息(RT_DISC)的每个节点将重新广播路由发现消息(RT_DISC),直至出现关于所广播消息的生存时间。如上文所讨论的,发生了正常的调度和扩散消息传递,不同之处在于,在本发明的优选实施例中,当第三节点接收到来自具有相同路由标识符的两个种子节点的(RT_DISC)扩散消息时,将路由信息提供给收发信机 104,使收发信机 104 向两个种子的地理区域中的全部节点广播扩散停止(FLOOD_STOP)消息。当收发信机 104 获得了全部种子之间的路由信息时,经由路由信息(RT_INFO)消息将路由信息提供给第一节点。在本发明的优选实施例中,路由信息消息包括这样的信息,诸如

对应于从第一节点到第二节点的每个节点的插入 IP 地址的序列。

[0030] 图 4 是示出了在收发信机 104 和种子节点之间流动的消息的消息流程图。如上文所讨论的,第一节点希望发现通向第二节点的路由,并且向收发信机 104 发起路由需求消息 (RT_NEED)。首先,经由自收发信机 104 广播的路由发现察觉 (SEED_NOTIF) 消息,使种子节点了解对通信的需要。作为响应,种子节点使用 (RT_DISC) 消息发起正常的路由发现过程,使通信系统 110 扩散。如上文所讨论的,RT_DISC 消息包含特定的路由标识符以及始发该消息的特定种子节点的标识。当第三节点接收到来自两个种子节点的 (RT_DISC) 扩散消息时,其将路由信息 (RT_INFO) 消息发射到收发信机 104,以将扩散停止 (FLOOD_STOP) 消息发送到其地理区域中的全部节点。

[0031] 图 5 是示出了在收发信机 104 和第三节点之间流动的消息传递的消息流程图。如上文所讨论的,第一节点希望发现通向第二节点的路由,并且向收发信机 104 发起路由需求 (RT_NEED) 消息,其使种子节点开始扩散 RT_DISC 消息。第三节点,在对 RT_DISC 消息的周期性监视过程中,接收来自两个不同的种子的两个 RT_DISC 消息,每个种子具有相同的路由标识符。作为响应,第三节点经由路由信息 (RT_INFO) 消息通知收发信机 104,以将扩散停止 (FLOOD_STOP) 消息发送到第三节点的地理区域中的全部节点。

[0032] 在图 6 ~ 图 8 中说明了上文描述的过程。参考图 6,节点 601 希望发现通向节点 603 的路由。通过向外层收发信机 104 通知该事实,收发信机 104 确定关于内层通信系统中的全部节点的地理位置,并且确定哪些节点将变为种子节点。在确定哪些节点将变为种子节点时,收发信机 104 可以使用这样的标准,诸如节点密度、节点离开连接源和目的地的直线的距离、传播数据、节点活动性、业务模式、节点电池电平、节点移动性 (例如对于固定中继站优于移动节点) 等。基于移动性、电池电平或业务负载的适当的种子选择,改善了系统的整体通过量以及路由可靠性和可用性。在本发明的优选实施例中,种子被选择为距离连接源节点 (节点 601) 和目的地节点 (节点 603) 的直线最近的单元。更具体地,进行这样的种子选择,即如果不存在关于源和目标之间的传播条件的额外信息,则种子接近源和目标之间的直线。种子的数目同源和目标之间的距离成比例。

[0033] 继续,并且参考图 7,节点 701 ~ 705,连同节点 601 和 603 (源和目的地节点总是种子节点) 被标识为种子节点。在得到关于其种子节点状态的通知时,种子节点 601 ~ 603 和 701 ~ 705 立即开始广播路由发现消息。如上文所讨论的,当 ad-hoc 网络中的任意节点接收到来自包含相同路由标识符的两个种子的消息时,其向外层网络发送消息,该消息包含位于这两个种子之间的被发现的节点的 ID 列表。被发现的节点列表组成了路由分段。当标识了源和目标之间的全部路由分段时,外层收发信机 104 停止搜索。这在图 8 中说明。

[0034] 在可替换的实施例中,外层系统可以基于某些链路历史,决定获得关于不可靠的分段的备份路由分段。此外,关于搜索分组的生存时间 (TTL) 应被设置为总预期值的 $1/N$,其中 N 是算法中的种子的数目。如果 ad-hoc 密度是不均匀的,则外层网络可以如下设置关于源和目标的不同的 TTL:对于由较低的 ad-hoc 密度包围的节点,TTL 应是较大的,而对于由较高的节点密度包围的节点,TTL 应是较小的。它们的和仍应等于源和目标之间的路由的预期长度。

[0035] 搜索时间可能潜在地减少 $1/N$ 。潜在的时间增加,尽管通过增加中间节点周围的信令 (信道请求) 的数目,使其减小一点。因此,当目标和目的地之间的跳数是中等的或高

的时候,该方法更具吸引力。当离开目标的距离仅为 2~3 个节点(即 TTL 非常小)时,搜索应是单向的,始于由较低节点密度所包围的目标或源。在正常的业务过程中,如果路由中断,则外层网络将发起被损坏分段的重新发现。该发现将从定义各个分段的种子发起。如果这两个分段种子中的一个或两者是不可用的,则外层网络(代理)将自相邻的分段选择新的种子。

[0036] 图 9 是根据本发明的优选实施例的收发信机 900 的框图。在本发明的优选实施例中,全部的节点 101 和收发信机 104~105 均包含收发信机 900 中示出的元件。如所示出的,收发信机 900 包括:逻辑电路 901、接收电路 902、发射电路 903 和存储器 904。逻辑电路 901 优选地包括微处理器控制器,诸如,但不限于, Motorola PowerPC 微处理器。逻辑电路 901 用于控制收发信机 900 的装置、用于分析消息内容以确定任何所需动作的装置、和用于确定给出了多个路由分段的节点之间的路由信息的装置。此外,接收和发射电路 902~903 是本领域中已知的普通电路,用于利用公知的通信协议进行通信,并且用于发射和接收消息的装置。例如,对于节点 101~103,接收机 902 和发射机 903 是公知的 neuRFon™ 元件,其利用 neuRFon™ 通信系统协议。其他的可行的发射机和接收机包括,但不限于,利用 Bluetooth、IEEE 802.11 或 HyperLAN 协议的收发信机。相似地,对于收发信机 104 和 105,接收机 902 和发射机 903 是利用外层通信系统协议(例如,CDMA、TDMA、GSM、WCDMA,... 等)的公知的元件。

[0037] 收发信机 900 可以用作:

- [0038] • 希望发现通向另一节点的路由的节点,
- [0039] • 协助两个不同节点之间的路由发现的种子节点,
- [0040] • 协助两个不同节点之间的路由发现的非种子节点,和
- [0041] • 参与路由发现的外层通信系统中的收发信机。

[0042] 在图 10~图 13 中示出了详细描述关于这四种情况的收发信机 900 的操作的流程图。

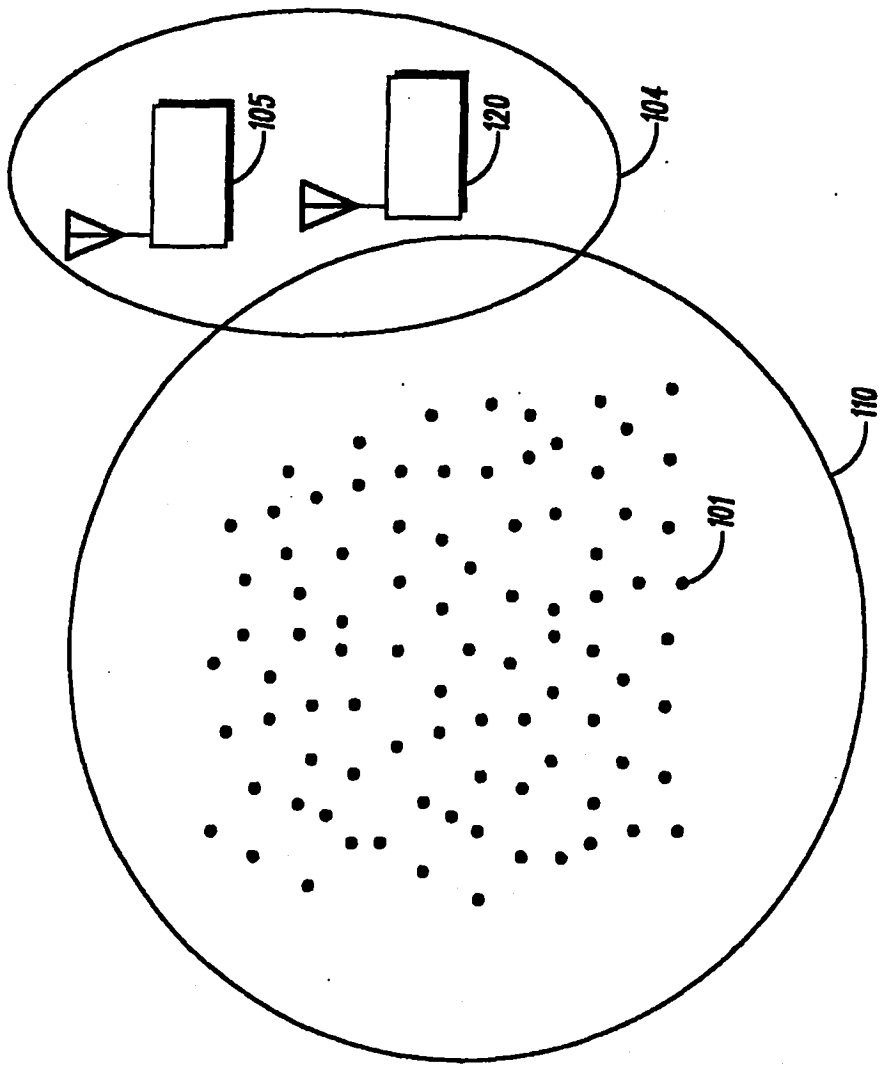
[0043] 图 10 是示出了用作希望发现通向第二节点的路由的第一节点的节点 900 的操作的流程图。该逻辑流程开始于步骤 1001,其中第一节点利用发射机 901,向外层通信系统发射 RT_NEED 消息,向外层通信系统通知关于发现第一和第二节点之间路由的需求。在步骤 1003 处,接收机 902 接收 SEED_NOTIF 消息。如上所讨论的,SEED_NOTIF 消息向第一节点指配唯一的种子节点标识符以及关于被发现的特定路由的路由标识符。在接收到 SEED_NOTIF 消息时,逻辑电路 901 指令发射机 903 开始发射扩散消息(步骤 1005)。如上文所讨论的,当任何节点接收到来自具有相同路由标识符的不同种子的两个扩散消息时,将路由信息传递到外层通信系统,并且对于该地理区域,停止扩散。因此,在步骤 1007 处,接收机 902 接收 FLOOD_STOP 消息,并且在步骤 1009 处,接收机 902 接收来自外层通信系统的路由信息。

[0044] 图 11 是示出了用作种子节点的节点 900 的操作的流程图。该逻辑流程开始于步骤 1101,其中接收机 902 接收 SEED_NOTIF 消息。在接收到 SEED_NOTIF 消息时,逻辑电路 901 指令发射机 903 开始发射扩散消息(步骤 1103)。如上文所讨论的,当任何节点接收到来自具有相同路由标识符的不同种子的两个扩散消息时,将路由信息传递到外层通信系统,并且对于该地理区域,停止扩散。因此,在步骤 1105 处,接收机 902 接收 FLOOD_STOP 消息。

[0045] 图 12 是示出了用作通信系统 100 中的第三节点的节点 900 的操作的流程图。特别地,第一节点希望发现通向第二节点的路由。第三节点通过以下方式协助路由发现:即当接收到来自具有相同路由标识符的不同种子的两个扩散消息时,将路由信息发射到外层通信系统。该逻辑流程开始于步骤 1201,其中接收机 902 自第一种子节点接收第一路由发现消息(扩散消息)。逻辑电路 901 分析该消息以确定种子节点标识符、路由标识符和路由信息(步骤 1203)。在步骤 1205 处,该信息存储在存储器 904 中。在步骤 1207 处,逻辑电路 901 分析存储器 904,以确定是否接收到具有不同的种子节点标识符和相似的路由标识符的先前的扩散消息。如果这是真的,则逻辑流程继续到步骤 1209,其中获得自两个扩散消息的路由(即,两个种子节点之间的路由)被传递到覆盖外层通信系统,并且在步骤 1211 处接收 FLOOD_STOP 消息。如果在步骤 1207 处,逻辑电路 901 确定第一和第二种子标识符没有区别,或者第一和第二路由标识符不同,则逻辑流程继续到步骤 1213,其中将该消息作为标准扩散的一部分而重新广播,并且逻辑流程返回到步骤 1201。

[0046] 图 13 是示出了外层通信系统的操作的流程图。该逻辑流程开始于步骤 1301,其中外层通信系统中的接收机接收来自内层通信系统中的第一节点的消息(RT_NEED)。如上文所讨论的,RT_NEED 消息是针对外层通信系统的指征,其指出了内层通信系统中的形成第一节点到第二节点的路由信息是需要的,并且包含标识第一和第二节点此两者的标识信息。作为响应,逻辑电路 901 确定内层通信系统中的种子节点的位置(步骤 1303),并且向种子节点广播消息(SEED_NOTIF),以使种子节点开始广播路由发现消息(步骤 1305)。在步骤 1307 处,自内层通信系统中的多种节点接收多个路由分段。如上文所讨论的,该路由分段包含两个种子之间的信息。逻辑电路自该路由分段确定内层通信系统中的第一和第二节点之间的路由(步骤 1309)。最后,在步骤 1311 处,将路由发射到内层通信系统中的第一节点。

[0047] 尽管通过参考具体的实施例具体示出和描述了本发明,但是本领域的技术人员应当理解,在不偏离本发明的精神和范围的前提下,可以进行多种形式和细节上的修改。例如,外层网络 120 可以执行这样的步骤,其中在接收到第一 ROUTE_INFO 消息之后,控制器 901 设置定时器等待,以查看在广播 FLOOD_STOP 消息之前是否接收到额外的 ROUTE_INFO 消息。这将使得能够发现可替换的路由,用于冗余。如果在定时器期满时识别了额外的路由,则外层网络控制器将路由列表发送到第一节点。目的在于使该修改涵盖于所附权利要求的范围内。



100 图 1

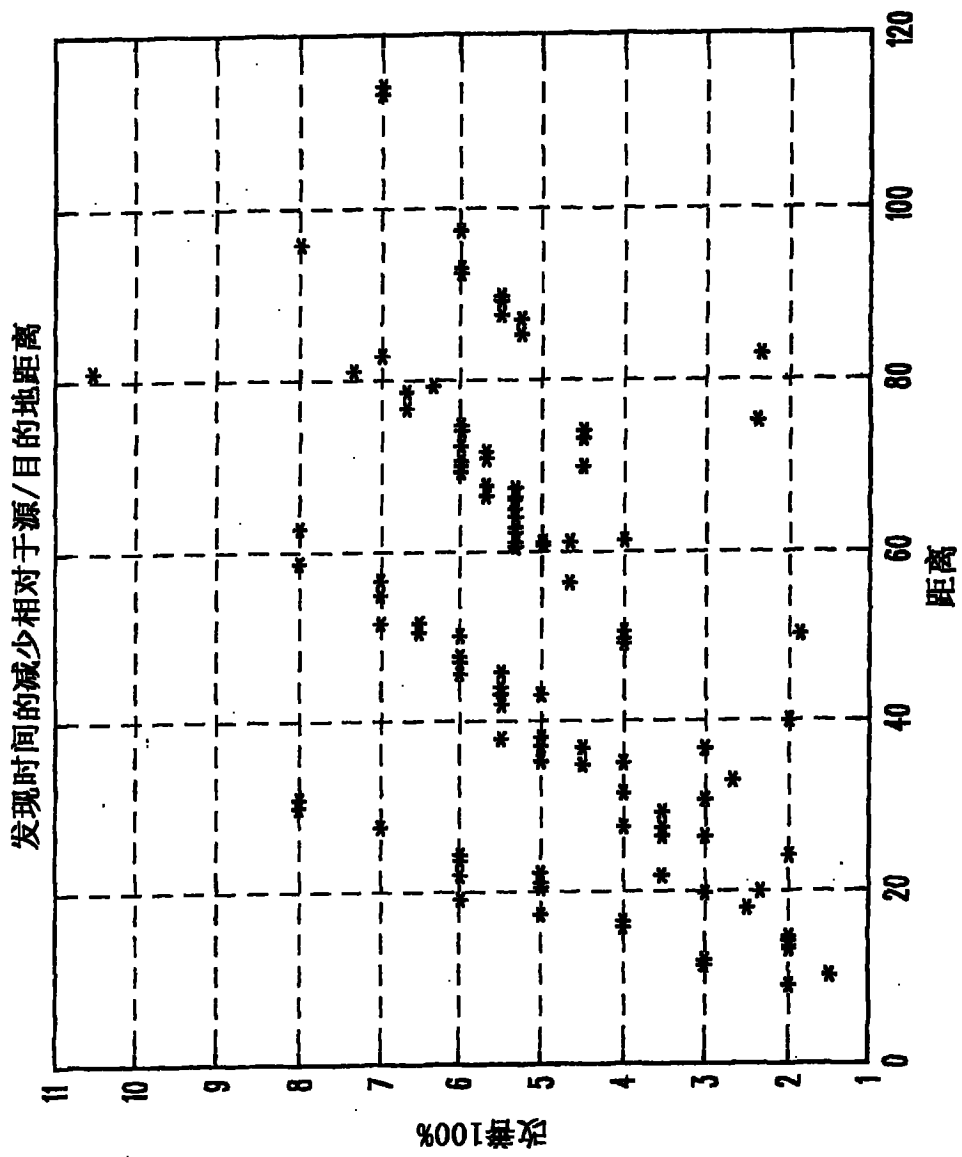


图2

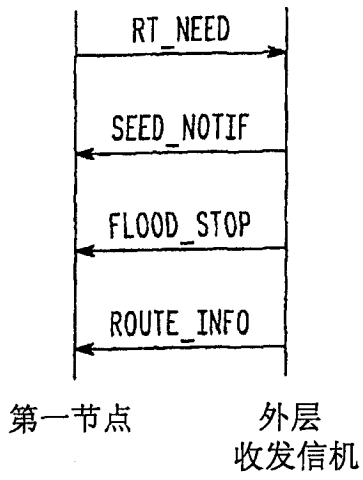


图 3

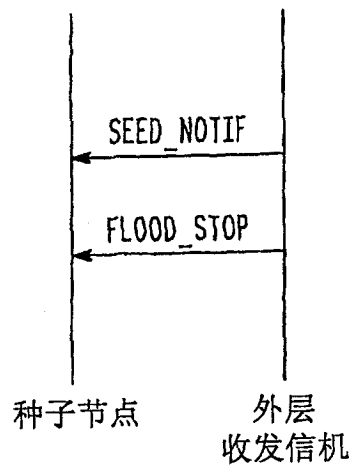


图 4

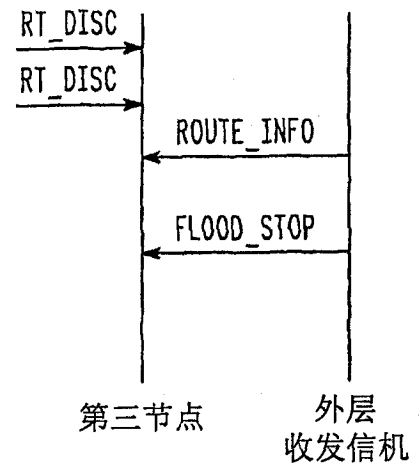


图 5

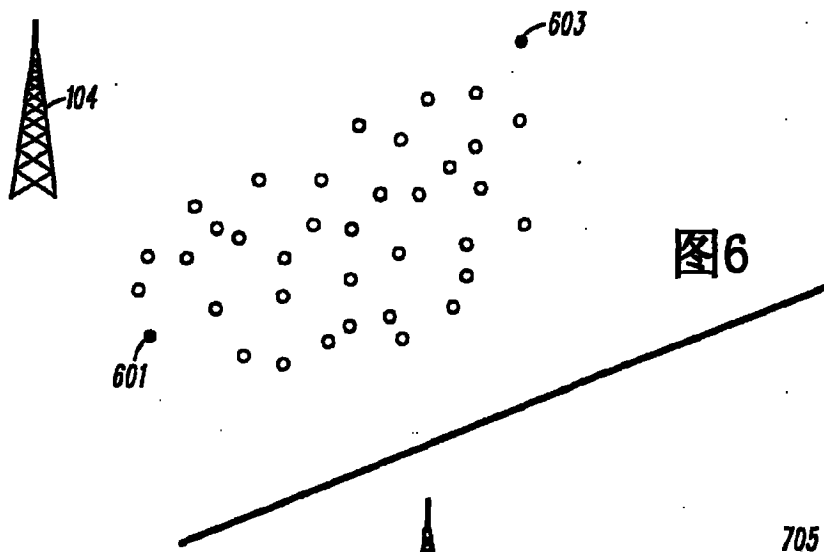


图6

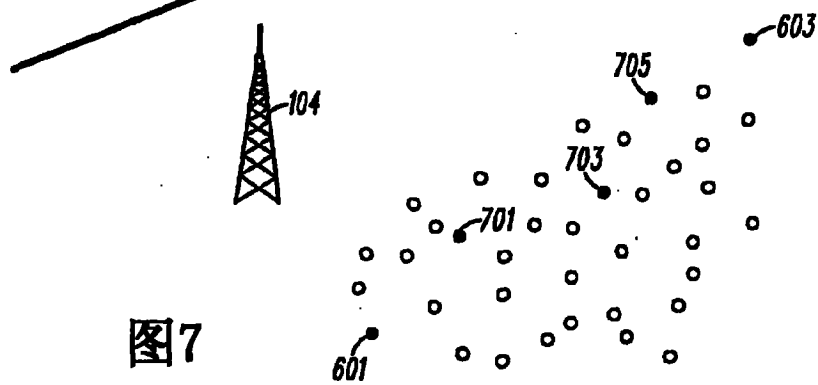


图7

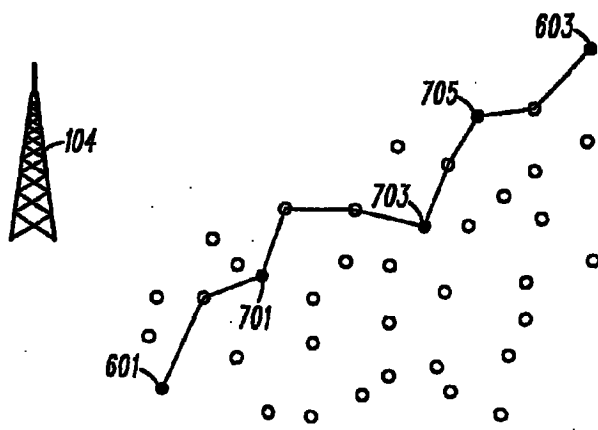


图8

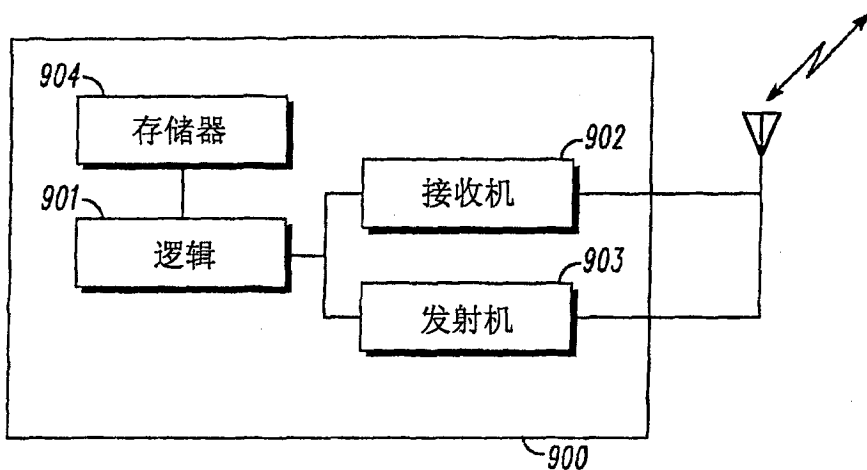


图 9

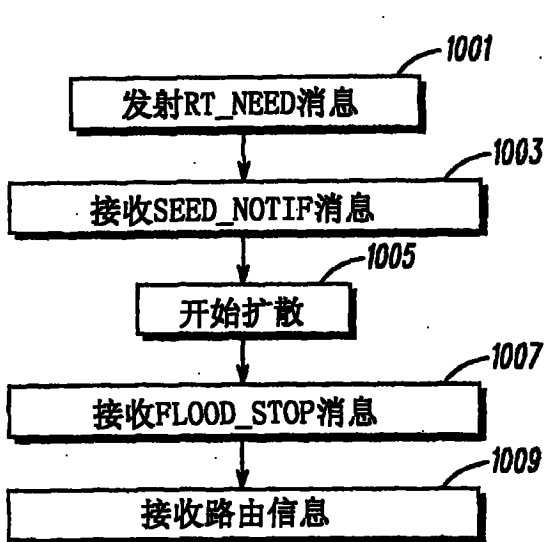


图 10

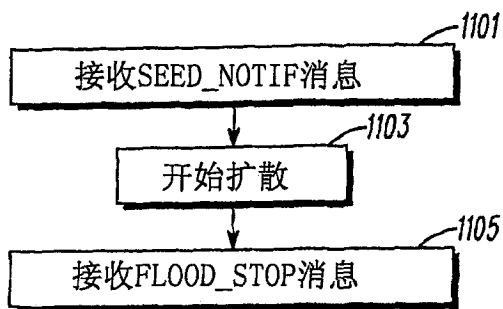


图 11

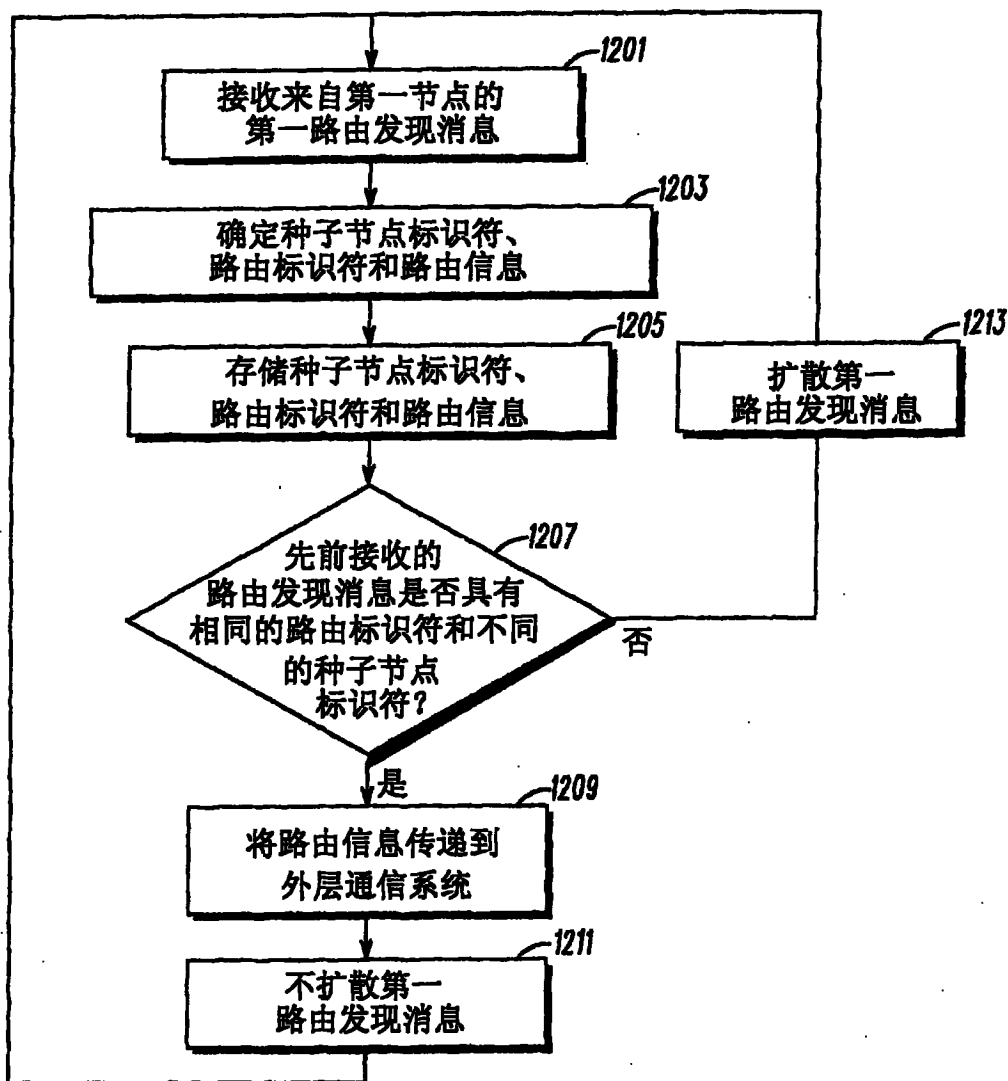


图 12

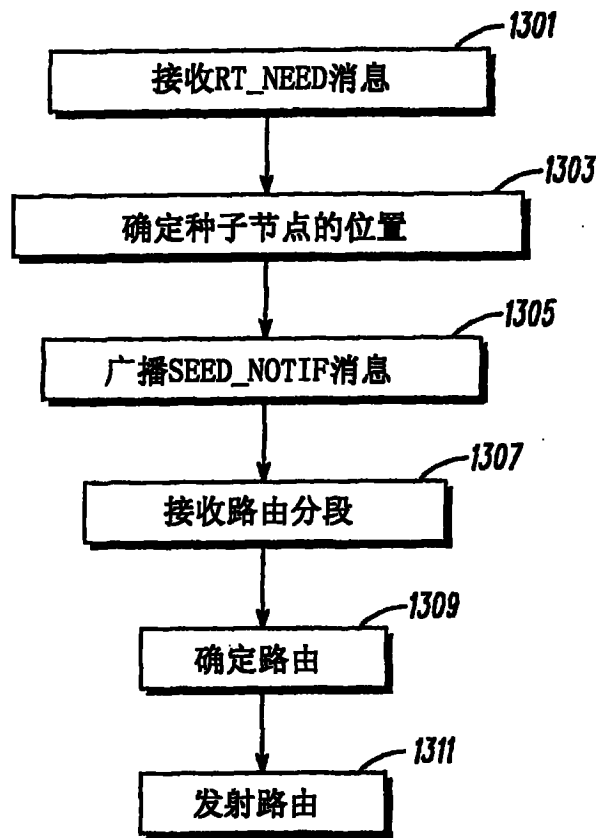


图 13