



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103369579 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 23

(21) 申请号 201310314727. 2

(22) 申请日 2013. 07. 20

(71) 申请人 西安电子科技大学

地址 710071 陕西省西安市太白南路 2 号

(72) 发明人 盛敏 任生凯 张琰 楚建祥

王玺均 李建东

(51) Int. Cl.

H04W 24/04 (2009. 01)

H04W 84/18 (2009. 01)

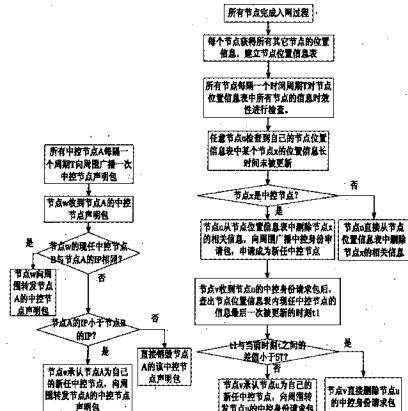
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种空中自组织网络拓扑感知与维护方法

(57) 摘要

本发明公开了一种空中自组织网络拓扑感知与维护方法，主要解决空中自组织网络拓扑控制方法中网络健壮性差、中控节点故障后网络易陷入混乱、拓扑在分割与合并过程中出现多个中控节点的问题。其实现过程为：所有节点完成入网并获得其它节点的位置信息；任意节点退网后，其它节点都会及时将其信息删除；网络正常运行时只有一个中控节点，该中控节点退网后，先检测到该消息的节点开始竞争新任中控节点的身份，所有参与竞争的节点中 IP 最小的节点最终会成为新任中控节点；在网络拓扑发生分割或者合并的过程中，每一个独立的网络都维持一个中控节点。本发明改善了空中自组织网络的拓扑控制功能，可用于空中自组织网络的网络拓扑感知与维护。



1. 一种空中自组织网络拓扑感知与维护方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 网络中的所有节点通过多跳转发的方式将入网请求包发给网络的初始中控节点 0,初始中控节点 0 每收到一个其它节点发来的入网请求包后,就按原路返回的方式回发一个入网批准包,每个收到初始中控节点 0 发来的入网批准包的节点完成入网过程;

(2) 所有已经入网的节点先建立一个空的节点位置信息表,然后每隔一个周期 T 向周围广播一次包含本节点的 IP、地理位置信息以及包序号的 hello 包;

(3) 所有已经入网的节点收到来自其它节点 q 的 hello 包后,先根据该 hello 包中携带的关于节点 q 的位置信息更新自己的节点位置信息表,再转发该 hello 包;

(4) 所有节点均每隔一个时间周期 T 便对自己的节点位置信息表中所有节点的信息的有效性进行检查,任意节点 u 检查到自己的节点位置信息表中某个节点 x 的位置信息最后一次被更新的时刻与当前时刻之间的差值大于 6T,则判断节点 x 是否是中控节点,若是,节点 u 先从自己的节点位置信息表中删除节点 x 的相关信息,然后向周围一跳范围内的所有节点广播中控身份申请包,申请成为新任中控节点,否则,节点 u 直接从自己的节点位置信息表中删除节点 x 的相关信息;

(5) 节点 u 周围一跳范围内的所有节点 v 收到节点 u 的中控身份请求包后,立刻查看节点 v 的节点位置信息表内现任中控节点的信息最后一次被更新的时刻 t_1 ,如果 t_1 与当前时刻 t 之间的差值小于 5T,则说明是节点 u 的误判,节点 v 直接删除节点 u 的中控身份请求包,否则,节点 v 删除现任中控节点的所有信息,并承认节点 u 为自己的新任中控节点,将节点 u 的位置信息加入自己的节点位置信息表,并将更新时间记录为当前时刻,然后节点 v 向周围节点转发节点 u 的中控身份请求包;

(6) 所有中控节点 A 每隔一个时间周期 T 向周围广播一次中控节点声明包,声明自己当前是一个中控节点,中控节点 A 周围的邻居节点 w 收到节点 A 的中控节点声明包后,判断节点 A 与节点 w 的节点位置信息表中记录的现任中控节点 B 的 IP 是否相同,若是,说明它们是同一个节点,节点 w 直接向周围转发节点 A 的中控节点声明包,否则,节点 w 判断节点 A 的 IP 是否小于节点 B 的 IP,若是,执行步骤 (7),否则,直接销毁节点 A 的该中控节点声明包;

(7) 节点 w 将自己的节点位置信息表中的现任中控节点 B 更新为新任中控节点 A,然后向周围节点转发新任中控节点 A 的中控节点声明包。

2. 根据权利要求 1 所述的一种空中自组织网络拓扑感知与维护方法,其特征在于,其中步骤 (1) 所述的网络中的所有节点通过多跳转发的方式将入网请求包发给网络的初始中控节点 0,初始中控节点 0 每收到一个其它节点发来的入网请求包后,就按原路返回的方式回发一个入网批准包,按如下步骤进行:

(1a) 初始中控节点 0 的 1 跳范围内的所有节点 n_1 直接将自己的入网请求包发给初始中控节点 0;

(1b) 初始中控节点 0 收到 1 跳范围内的所有节点 n_1 发来的入网请求包后,立刻向节点 n_1 回发一个入网批准包,使节点 n_1 完成入网;

(1c) 节点 0 的 1 跳范围内的所有节点 n_1 完成入网后,节点 0 的 2 跳范围内的所有节点 n_2 先将自己的入网请求包发给节点 0 的 1 跳范围内的节点 n_1 ,由节点 n_1 帮忙转发给节点 0,节点 0 收到后按原路返回的方式先将入网批准包发给节点 n_1 ,再由节点 n_1 转发给节点 n_2 ,

使节点 n_2 完成入网；

(1d) 按照与 (1a)、(1b)、(1c) 相同的方式，节点 0 的 i 跳范围内的节点 n_i 先将自己的入网请求包转发给节点 0 的 $i-1$ 跳节点 n_{i-1} ，节点 n_{i-1} 再转发给节点 n_{i-2} ，依次类推，直至转发到节点 0，然后节点 0 再按原路返回的方式将入网批准包转发给节点 n_i ，最终使全网的所有节点完成入网。

3. 根据权利要求 1 所述的一种空中自组织网络拓扑感知与维护方法，其特征在于，其中步骤 (3) 所述的所有已经入网的节点收到来自其它节点 q 的 hello 包后，先根据该 hello 包中携带的关于节点 q 的位置信息更新自己的节点位置信息表，按如下步骤进行：

(3a) 所有已经入网的节点收到来自其它节点 q 的 hello 包后，从该 hello 包中获得节点 q 的位置信息，然后执行步骤 (3b)；

(3b) 所有已经入网的节点查看自己的节点位置信息表中是否已经包含节点 q 的位置信息，若是，执行步骤 (3c)，否则，执行步骤 (3d)；

(3c) 所有已经入网的节点更新节点 q 的位置信息，并将更新时间记录为当前时刻；

(3d) 所有已经入网的节点向节点位置信息表中加入节点 q 的位置信息，并将更新时间记录为当前时刻。

4. 根据权利要求 1 所述的一种空中自组织网络拓扑感知与维护方法，其特征在于，其中步骤 (7) 所述的节点 w 将自己的节点位置信息表中的现任中控节点 B 更新为新任中控节点 A，按如下步骤进行：

(7a) 节点 w 将节点位置信息表中的现任中控节点信息复制到普通节点信息区域；

(7b) 节点 w 将自己的节点位置信息表的中控节点信息区域中记录的现任中控节点 B 的信息删除；

(7c) 节点 w 承认节点 A 为自己的新任中控节点，并将新任中控节点 A 的信息填入自己的节点位置信息表的中控节点信息区域。

一种空中自组织网络拓扑感知与维护方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信技术领域,具体的说是一种空中自组织网络拓扑感知与维护方法,可用于空中自组织网络。

背景技术

[0002] 在空中无线自组织网络中,要解决网络拓扑感知与维护的问题,通常有集中式和分布式两种策略,其中分布式网络拓扑感知与维护策略虽然操作简单,但对网络全局拓扑的感知往往不够全面,而且由于缺乏专门的中心控制节点来负责对新入网的节点进行认证,其安全性方面存在较大问题。与分布式策略相对,集中式网络拓扑感知与维护策略能更好的管理网络拓扑,在对新入网节点的入网认证方面也具有更高的安全性,因而被广泛使用。

[0003] 随着卫星定位技术的发展,节点要想获得自己或网内其它节点的地理位置信息已经越来越容易,但在某些特殊应用领域,对通信的安全性要求很高,在这种情况下,提供定位功能的卫星一旦被干扰或者破坏,其代价往往是无法承受的。而网络中的节点通过周期性发送 hello 包进行信息交互的方式,收集并维护网络中所有节点的地理位置信息,虽然与卫星定位方式相比要耗费更多的网络资源,但这种方式无疑具有更高的抗毁性,在某些特殊应用领域,有重要的实用意义。

[0004] 要完成对网络拓扑的感知与维护,全网除了要及时感知到新入网的节点之外,更重要的是必须及时检测出那些由于能量耗尽或者发生故障等原因而退出网络的节点,以便将这些退出网络的节点从网络的拓扑中删除,维护实时、有效的网络拓扑。由于网络中正常运行的节点每隔一段时间便会广播自己的 hello 包,故如果在一段较长的时间内网络中的节点一直没有收到某个节点的 hello 包,便可以初步判定该节点已经退出了网络。

[0005] 如果网络中的普通节点退出网络,对全网不会有太大影响,但是如果网络中的中控节点退出网络,便会对全网产生较大影响,因为中控节点往往担负着新入网节点的认证、网络信息收集、密钥分发等重要功能,故一旦网络中的中控节点退出网络,全网必须在一定时间内及时检测出这一信息,并根据一定的规则从普通节点中选出一个新任中控节点来继承前任中控节点的职能。

[0006] 前任中控节点退出后,网络会暂时陷入混乱。由于信息的不对称性,可能会出现网络中的多个普通节点同时申请成为新任中控节点的状况,这会导致原来一个整体的网络被分割成若干个小的子网,每个子网内有一个被认同的新任中控节点。这显然不利于网络统一管理,因此还必须另外确定一套规则,以确定这些小子网的新任中控节点中,哪个节点可以最终成为全网的新任中控节点,以使全网重新收敛成一个统一的整体。

发明内容

[0007] 本发明的目的是针对传统空中自组织网络拓扑控制方法的不足,提出了一种空中自组织网络拓扑感知与维护方法,以完成对新入网节点的认证,从网络拓扑中剔除已经退

网的节点,解决中控节点故障退网、多个中控节点收敛到统一的中控节点、网络拓扑割裂与合并等诸多网络异常状况,始终保持全网的有效运行和网络拓扑的完整性,从而更好地适应空中自组织网络的拓扑控制需求。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明的技术方案是:一种空中自组织网络拓扑感知与维护方法,包括如下步骤:

[0009] (1) 网络中的所有节点通过多跳转发的方式将入网请求包发给网络的初始中控节点0,初始中控节点0每收到一个其它节点发来的入网请求包后,就按原路返回的方式回发一个入网批准包,每个收到初始中控节点0发来的入网批准包的节点完成入网过程;

[0010] (2) 所有已经入网的节点先建立一个空的节点位置信息表,然后每隔一个周期T向周围广播一次包含本节点的IP、地理位置信息以及包序号的hello包;

[0011] (3) 所有已经入网的节点收到来自其它节点q的hello包后,先根据该hello包中携带的关于节点q的位置信息更新自己的节点位置信息表,再转发该hello包;

[0012] (4) 所有节点均每隔一个时间周期T便对自己的节点位置信息表中所有节点的信息的时效性进行检查,任意节点u检查到自己的节点位置信息表中某个节点x的位置信息最后一次被更新的时刻与当前时刻之间的差值大于6T,则判断节点x是否是中控节点,若是,节点u先从自己的节点位置信息表中删除节点x的相关信息,然后向周围一跳范围内的所有节点广播中控身份申请包,申请成为新任中控节点,否则,节点u直接从自己的节点位置信息表中删除节点x的相关信息;

[0013] (5) 节点u周围一跳范围内的所有节点v收到节点u的中控身份请求包后,立刻查看节点v的节点位置信息表内现任中控节点的信息最后一次被更新的时刻t₁,如果t₁与当前时刻t之间的差值小于5T,则说明是节点u的误判,节点v直接删除节点u的中控身份请求包,否则,节点v删除现任中控节点的所有信息,并承认节点u为自己的新任中控节点,将节点u的位置信息加入自己的节点位置信息表,并将更新时间记录为当前时刻,然后节点v向周围节点转发节点u的中控身份请求包;

[0014] (6) 所有中控节点A每隔一个时间周期T向周围广播一次中控节点声明包,声明自己当前是一个中控节点,中控节点A周围的邻居节点w收到节点A的中控节点声明包后,判断节点A与节点w的节点位置信息表中记录的现任中控节点B的IP是否相同,若是,说明它们是同一个节点,节点w直接向周围转发节点A的中控节点声明包,否则,节点w判断节点A的IP是否小于节点B的IP,若是,执行步骤(7),否则,直接销毁节点A的该中控节点声明包;

[0015] (7) 节点w将自己的节点位置信息表中的现任中控节点B更新为新任中控节点A,然后向周围节点转发新任中控节点A的中控节点声明包。

[0016] 优选的,其中步骤(1)所述的网络中的所有节点通过多跳转发的方式将入网请求包发给网络的初始中控节点0,初始中控节点0每收到一个其它节点发来的入网请求包后,就按原路返回的方式回发一个入网批准包,按如下步骤进行:

[0017] (1a) 初始中控节点0的1跳范围内的所有节点n₁直接将自己的入网请求包发给初始中控节点0;

[0018] (1b) 初始中控节点0收到1跳范围内的所有节点n₁发来的入网请求包后,立刻向节点n₁回发一个入网批准包,使节点n₁完成入网;

[0019] (1c) 节点 0 的 1 跳范围内的所有节点 n_1 完成入网后, 节点 0 的 2 跳范围内的所有节点 n_2 先将自己的入网请求包发给节点 0 的 1 跳范围内的节点 n_1 , 由节点 n_1 帮忙转发给节点 0, 节点 0 收到后按原路返回的方式先将入网批准包发给节点 n_1 , 再由节点 n_1 转发给节点 n_2 , 使节点 n_2 完成入网;

[0020] (1d) 按照与 (1a)、(1b)、(1c) 相同的方式, 节点 0 的 i 跳范围内的节点 n_i 先将自己的入网请求包转发给节点 0 的 $i-1$ 跳节点 n_{i-1} , 节点 n_{i-1} 再转发给节点 n_{i-2} , 依次类推, 直至转发到节点 0, 然后节点 0 再按原路返回的方式将入网批准包转发给节点 n_i , 最终使全网的所有节点完成入网。

[0021] 优选的, 其中步骤 (3) 所述的所有已经入网的节点收到来自其它节点 q 的 hello 包后, 先根据该 hello 包中携带的关于节点 q 的位置信息更新自己的节点位置信息表, 按如下步骤进行:

[0022] (3a) 所有已经入网的节点收到来自其它节点 q 的 hello 包后, 从该 hello 包中获得节点 q 的位置信息, 然后执行步骤 (3b);

[0023] (3b) 所有已经入网的节点查看自己的节点位置信息表中是否已经包含节点 q 的位置信息, 若是, 执行步骤 (3c), 否则, 执行步骤 (3d);

[0024] (3c) 所有已经入网的节点更新节点 q 的位置信息, 并将更新时间记录为当前时刻;

[0025] (3d) 所有已经入网的节点向节点位置信息表中加入节点 q 的位置信息, 并将更新时间记录为当前时刻。

[0026] 优选的, 其中步骤 (7) 所述的节点 w 将自己的节点位置信息表中的现任中控节点 B 更新为新任中控节点 A , 按如下步骤进行:

[0027] (7a) 节点 w 将节点位置信息表中的现任中控节点信息复制到普通节点信息区域;

[0028] (7b) 节点 w 将自己的节点位置信息表的中控节点信息区域中记录的现任中控节点 B 的信息删除;

[0029] (7c) 节点 w 承认节点 A 为自己的新任中控节点, 并将新任中控节点 A 的信息填入自己的节点位置信息表的中控节点信息区域。

[0030] 采用了上述技术方案, 本发明的有益效果为:

[0031] 1) 网内节点通过周期性收发 hello 包获取地理位置信息, 不依赖定位卫星, 抗毁性强, 从而提高了网络的安全性。

[0032] 2) 本发明采用集中式网络拓扑感知与维护策略, 对网络全局拓扑的管理更方便, 而且由于有专门的中心控制节点来负责对新入网的节点进行认证, 因而具有更高的安全性。

[0033] 3) 本发明通过采用定期检查节点信息时效性的机制, 可以及时发现网络中由于能量耗尽或故障等原因而退出网络的节点, 从而保持网络拓扑信息的准确性, 避免已经退出网络的节点继续占用网络的管理开销。

[0034] 4) 本发明引入的新任中控节点选择机制, 使得在前任中控节点因故障退出网络后, 网络中会及时选出合适的新任中控节点来接替前任中控节点的职能, 从而保证了网络不会因中控节点发生故障而陷入瘫痪, 大大提高了网络的抗毁性和安全性。

[0035] 5) 本发明引入的新任中控节点选择机制, 使得当网络在空中出现拓扑割裂时, 割

裂出的每一个单独的小子网都会选出一个新任中控节点,而当这些割裂的小子网在空中发生汇合之后,又会从这些小子网的中控节点中选出节点 IP 最小的那个作为融合后的网络的中控节点,从而保证了网络在发生拓扑分割和合并的过程中都能够正常运行。

附图说明

- [0036] 图 1 是本发明的整体流程图 ;
- [0037] 图 2 是本发明中所有节点入网的子流程图 ;
- [0038] 图 3 是本发明中节点 v 收到节点 u 的中控身份请求包后所采取的措施的子流程图 ;
- [0039] 图 4 是本发明中节点 w 收到中控节点 A 的中控节点声明包后所采取的措施的子流程图。

具体实施方式

- [0040] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。
- [0041] 本发明主要的技术构思是这样的 :
 - [0042] 所有节点通过向中控节点发送入网请求包并接收中控节点发回的入网批准包的方式完成入网认证过程 ; 通过周期性收发 hello 包获得其它节点的位置信息 ; 通过定期检查某节点的位置信息是否长时间未被更新来判断该节点是否已经退网 ; 通过中控节点退网后的新任中控节点选取规则选出一个新任中控节点, 解决中控节点故障退网、多个中控节点收敛到统一的中控节点、网络拓扑割裂与合并等诸多网络异常状况, 从而更好地适应空中自组织网络的拓扑控制需求。
 - [0043] 参照图 1, 本发明的具体实现步骤如下 :
 - [0044] 步骤 1, 网络中的所有节点通过多跳转发的方式将入网请求包发给网络的初始中控节点 0, 初始中控节点 0 每收到一个其它节点发来的入网请求包后, 就按原路返回的方式回发一个入网批准包, 每个收到初始中控节点 0 发来的入网批准包的节点完成入网过程。
 - [0045] 参照图 2, 本步骤的具体实现如下 :
 - [0046] (1a) 初始中控节点 0 的 1 跳范围内的所有节点 n1 直接将自己的入网请求包发给初始中控节点 0 ;
 - [0047] (1b) 初始中控节点 0 收到 1 跳范围内的所有节点 n1 发来的入网请求包后, 立刻向节点 n1 回发一个入网批准包, 使节点 n1 完成入网 ;
 - [0048] (1c) 节点 0 的 1 跳范围内的所有节点 n1 完成入网后, 节点 0 的 2 跳范围内的所有节点 n2 先将自己的入网请求包发给节点 0 的 1 跳范围内的节点 n1, 由节点 n1 帮忙转发给节点 0, 节点 0 收到后按原路返回的方式先将入网批准包发给节点 n1, 再由节点 n1 转发给节点 n2, 使节点 n2 完成入网 ;
 - [0049] (1d) 按照与 (1a)、(1b)、(1c) 相同的方式, 节点 0 的 i 跳范围内的节点 ni 先将自己的入网请求包转发给节点 0 的 i-1 跳节点 ni-1, 节点 ni-1 再转发给节点 ni-2, 依次类推, 直至转发到节点 0, 然后节点 0 再按原路返回的方式将入网批准包转发给节点 ni, 最终使全网的所有节点完成入网。
 - [0050] 步骤 2, 所有已经入网的节点先建立一个空的节点位置信息表, 然后每隔一个周期

T 向周围广播一次包含本节点的 IP、地理位置信息以及包序号的 hello 包。

[0051] 步骤 3, 所有已经入网的节点收到来自其它节点 q 的 hello 包后, 先根据该 hello 包中携带的关于节点 q 的位置信息更新自己的节点位置信息表, 再转发该 hello 包。

[0052] 参照图 3, 本步骤的具体实现如下 :

[0053] (3a) 所有已经入网的节点收到来自其它节点 q 的 hello 包后, 从该 hello 包中获得节点 q 的位置信息, 然后执行步骤 (3b) ;

[0054] (3b) 所有已经入网的节点查看自己的节点位置信息表中是否已经包含节点 q 的位置信息, 若是, 执行步骤 (3c), 否则, 执行步骤 (3d) ;

[0055] (3c) 所有已经入网的节点更新节点 q 的位置信息, 并将更新时间记录为当前时刻, 然后转发该 hello 包 ;

[0056] (3d) 所有已经入网的节点向节点位置信息表中加入节点 q 的位置信息, 并将更新时间记录为当前时刻, 然后转发该 hello 包。

[0057] 步骤 4, 周期性对节点位置信息表中所有节点的信息的时效性进行检查, 对查出的过期信息进行处理。

[0058] 所有节点均每隔一个时间周期 T 便对自己的节点位置信息表中所有节点的信息的时效性进行检查。任意节点 u 检查到自己的节点位置信息表中某个节点 x 的位置信息最后一次被更新的时刻与当前时刻之间的差值大于 6T, 则判断节点 x 是否是中控节点, 若是, 节点 u 先从自己的节点位置信息表中删除节点 x 的相关信息, 然后向周围一跳范围内的所有节点广播中控身份申请包, 申请成为新任中控节点, 否则, 节点 u 直接从自己的节点位置信息表中删除节点 x 的相关信息。

[0059] 步骤 5, 节点收到其它节点发来的中控身份请求包后的处理过程。

[0060] 节点 u 周围一跳范围内的所有节点 v 收到节点 u 的中控身份请求包后, 立刻查看节点 v 的节点位置信息表内现任中控节点的信息最后一次被更新的时刻 t1, 如果 t1 与当前时刻 t 之间的差值小于 5T, 则说明节点 u 发生了误判, 节点 v 直接删除节点 u 的中控身份请求包, 否则, 节点 v 删除现任中控节点的所有信息, 并承认节点 u 为自己的新任中控节点, 将节点 u 的位置信息加入自己的节点位置信息表, 并将更新时间记录为当前时刻, 然后节点 v 向周围节点转发节点 u 的中控身份请求包。

[0061] 步骤 6, 所有中控节点周期性广播中控节点声明包, 以及所有节点收到中控节点声明包后的处理过程。

[0062] 所有中控节点 A 每隔一个时间周期 T 向周围广播一次中控节点声明包, 声明自己当前是一个中控节点, 中控节点 A 周围的邻居节点 w 收到节点 A 的中控节点声明包后, 判断节点 A 与节点 w 的节点位置信息表中记录的现任中控节点 B 的 IP 是否相同, 若是, 说明它们是同一个节点, 节点 w 直接向周围转发节点 A 的中控节点声明包, 否则, 节点 w 判断节点 A 的 IP 是否小于节点 B 的 IP, 若是, 执行步骤 (7), 否则, 直接销毁节点 A 的该中控节点声明包。

[0063] 步骤 7, 节点 w 将自己的节点位置信息表中的现任中控节点 B 更新为新任中控节点 A, 然后向周围节点转发新任中控节点 A 的中控节点声明包。

[0064] 参照图 4, 本步骤的具体实现如下 :

[0065] (7a) 节点 w 将节点位置信息表中的现任中控节点信息复制到普通节点信息区域 ;

[0066] (7b) 节点 w 将自己的节点位置信息表的中控节点信息区域中记录的现任中控节点 B 的信息删除；

[0067] (7c) 节点 w 承认节点 A 为自己的新任中控节点，并将新任中控节点 A 的信息填入自己的节点位置信息表的中控节点信息区域，然后向周围节点转发新任中控节点 A 的中控节点声明包。

[0068] 以上描述仅是本发明的一个具体实例，显然对于本领域的专业人员来说，在了解了本发明内容和原理后，都可能在不背离本发明原理、结构的情况下，进行形式和细节上的各种修正和改变，但是这些基于本发明思想的修正和改变仍在本发明的权利要求保护范围之内。

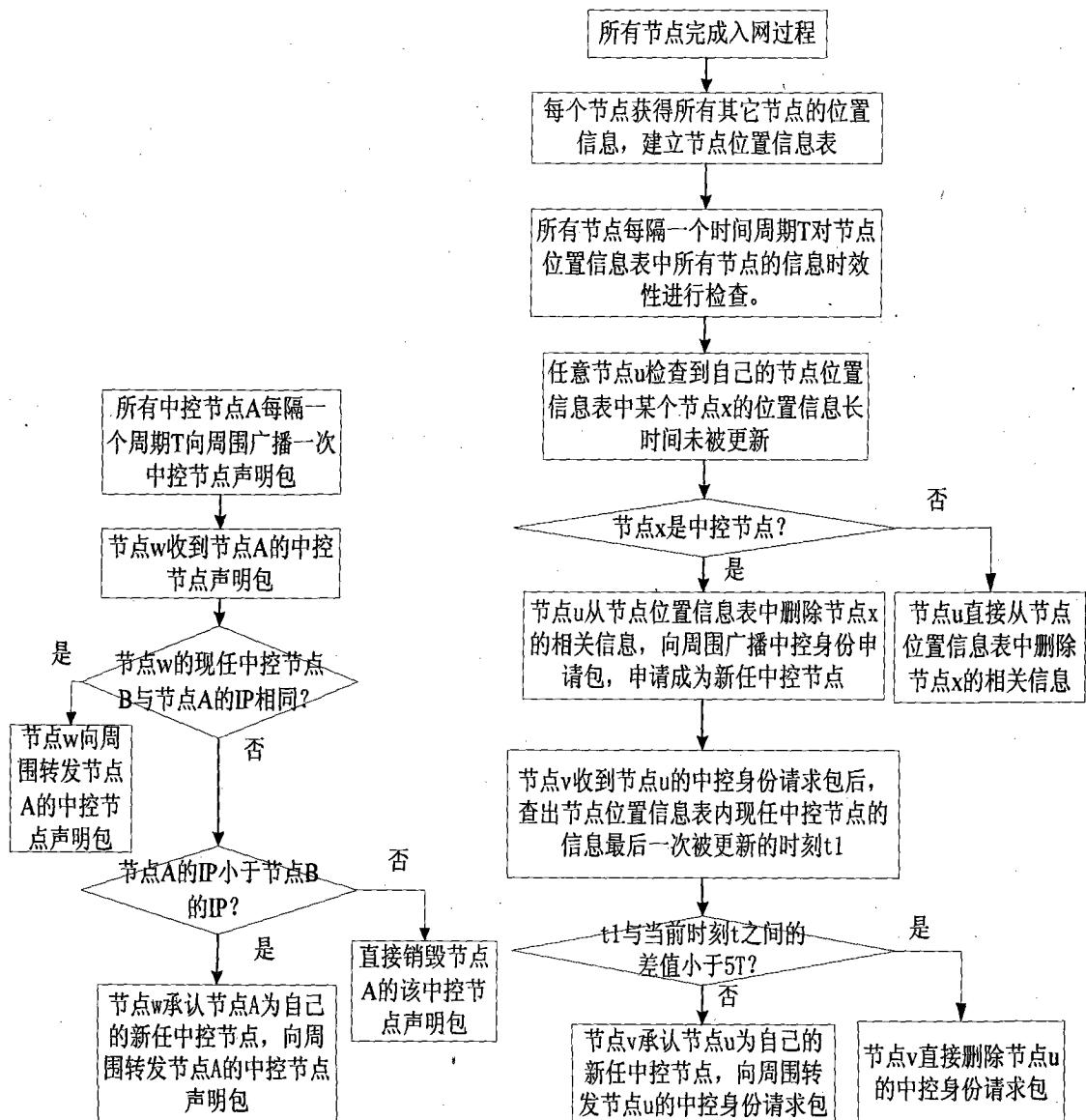


图 1

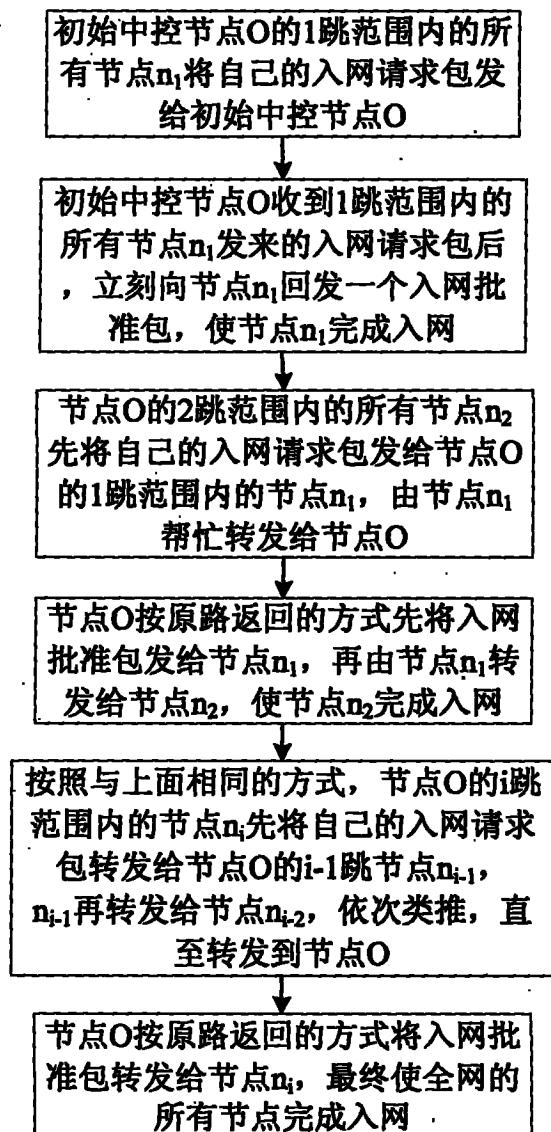


图 2

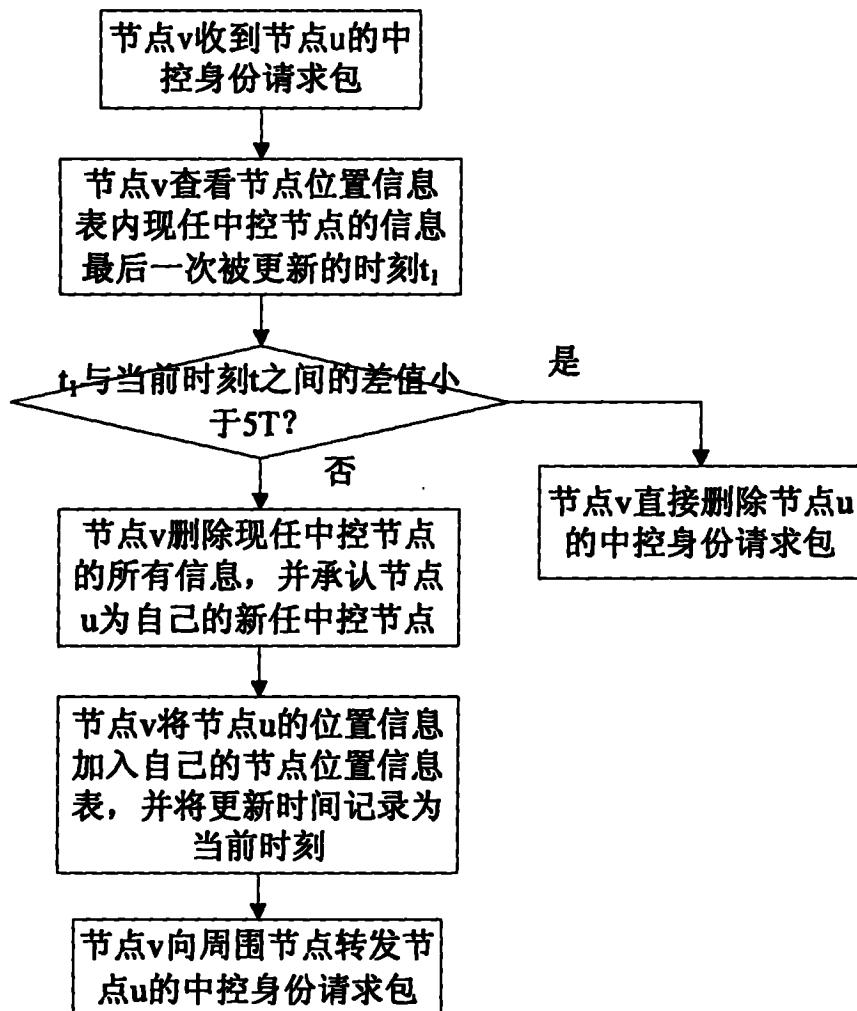


图 3

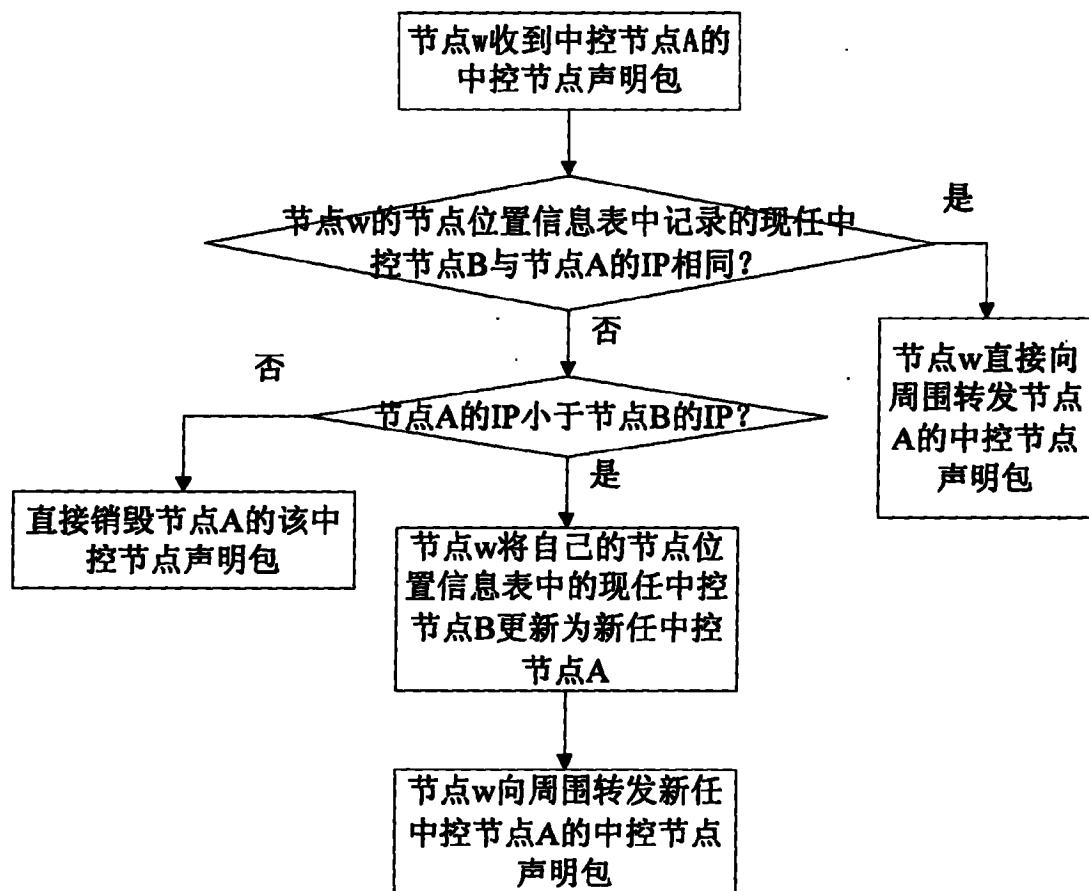


图 4