



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111356201 B

(45) 授权公告日 2022.04.15

(21) 申请号 201811565895.8

(22) 申请日 2018.12.20

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111356201 A

(43) 申请公布日 2020.06.30

(73) 专利权人 大唐移动通信设备有限公司  
地址 100085 北京市海淀区上地东路5号院  
1号楼1层

(72) 发明人 李忠孝 刘刚 王金乐 方婧华

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243  
代理人 许静 安利霞

(51) Int. Cl.  
H04W 40/22 (2009.01)  
H04W 84/18 (2009.01)  
G01S 11/06 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 108566658 A, 2018.09.21

CN 107786960 A, 2018.03.09

CN 104994020 A, 2015.10.21

CN 106879041 A, 2017.06.20

CN 106028416 A, 2016.10.12

CN 107995667 A, 2018.05.04

CN 107371188 A, 2017.11.21

CN 105050095 A, 2015.11.11

CN 107995667 A, 2018.05.04

CN 101854666 A, 2010.10.06

马明辉. 无线自组织网络路由协议研究.《中国博士学位论文全文数据库(电子期刊)信息科技辑》.2007,

黄河清. 一种基于多权值优化的无线传感网分簇算法的研究.《电子与信息学报》.2008, (第30卷第6期),

黄河清. 一种基于多权值优化的无线传感网分簇算法的研究.《电子与信息学报》.2008, (第30卷第6期),

审查员 于艳琼

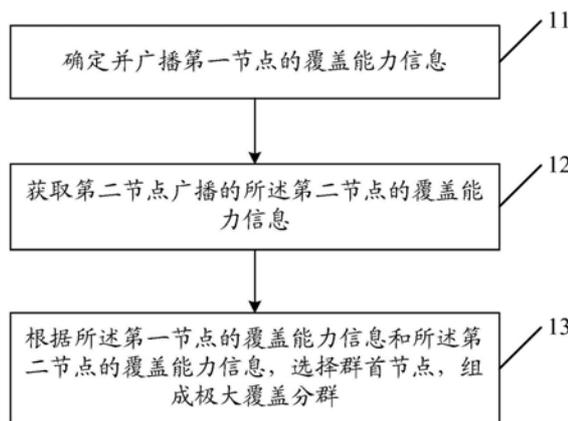
权利要求书6页 说明书19页 附图4页

(54) 发明名称

一种极大覆盖分群方法、装置及网络节点

(57) 摘要

本发明提供一种极大覆盖分群方法、装置及网络节点,该方法包括:确定并广播第一节点的覆盖能力信息;获取第二节点广播的所述第二节点的覆盖能力信息;根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择群首节点,组成极大覆盖分群;本发明实施例通过节点的覆盖状态信息交换和覆盖能力信息计算,优选出最大覆盖的群首节点,进而组成最少跳极大覆盖的无线骨干网,从而实现无线异构网络中的高通信能力节点的有效利用,实现无线异构网络的最佳分群。



1. 一种极大覆盖分群方法,应用于自组网的第一节点,其特征在于,包括:
  - 确定并广播第一节点的覆盖能力信息;
  - 获取第二节点广播的所述第二节点的覆盖能力信息;
  - 根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择群首节点,组成极大覆盖分群;
  - 所述根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择群首节点,包括:
    - 根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点;
    - 广播第一节点选择的备选群首节点,并采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发备选指示信息直到所述备选指示信息到达备选群首节点,所述备选指示信息用于指示第一节点选择所述备选群首节点作为备选群首;P为大于或者等于1的整数;
    - 接收第二节点广播的所述第二节点选择的备选群首节点;
    - 确定被选择为备选群首节点次数最多的节点为群首节点;
    - 所述确定并广播第一节点的覆盖能力信息之前,所述方法还包括:
      - 周期性或基于事件触发机制广播测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;
      - 获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示;
      - 确定第一节点的覆盖能力信息,包括:
        - 根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,确定第一节点的覆盖能力信息;
        - 所述根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,确定第一节点的覆盖能力信息,包括:
          - 根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;
          - 根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力信息。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值,包括:
  - 根据第二节点的覆盖状态信息以及第一公式,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;其中,
    - 第一公式为:
 
$$CW_{uv} = w_1 * DRC_{uv} + w_2 * \lg(LQI_{uv});$$
    - 其中, $CW_{uv}$ 为第二节点相对于第一节点的覆盖权值; $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $LQI_{uv}$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $w_1$ 、 $w_2$ 为覆盖权值的影响因子。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述覆盖能力信息包括:覆盖能力值;
  - 所述根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力信息,包括:
    - 根据最大邻接覆盖准则,确定最大的覆盖权值为所述第一节点的覆盖能力值;
    - 或者,

根据最大连通覆盖准则,整合覆盖权值,确定整合得到的综合值为所述第一节点的覆盖能力值。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述确定第一节点的覆盖能力信息,包括:根据所述第一节点对于第二节点的覆盖状态信息、第一节点的节点剩余能量指示、第一节点的节点意愿,确定第一节点的覆盖能力信息。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,包括:

接收第二节点采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发的覆盖状态信息;

其中,P为大于或者等于1的整数。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:

转发到达所述第一节点,终止广播;

存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,若第一节点被选择为群首节点,所述方法还包括:

向选择所述第一节点为群首节点的节点分别发送群首确认消息;其中,第一节点以及选择所述第一节点为群首节点的节点组成一个极大覆盖分群。

8. 一种极大覆盖分群方法,应用于自组网的第二节点,其特征在于,包括:

接收第一节点广播的测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;

根据所述测距信息,确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息;

所述覆盖状态信息用于使所述第一节点确定第一节点的覆盖能力信息,并根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点,所述备选群首节点选择完毕后,所述第一节点向周围的节点广播自身选择的备选群首节点,并采用P跳广播机制进行群首备选信息的广播,直到达到备选群首节点;在P跳范围内,获得最多举荐的备选群首节点为群首节点;

其中,所述使第一节点确定第一节点的覆盖能力信息,包括:

根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;

根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述根据所述测距信息,确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,包括:

根据所述测距信息以及第二公式,确定第二节点与第一节点的节点相对距离;

其中,第二公式为:

$$DRC_{uv} = \text{Dist}(u, v) / D_0;$$

$DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $\text{Dist}(u, v)$ 为第二节点和第一节点之间的绝对距离; $D_0$ 为标准覆盖距离,用于对绝对距离进行归一化操作;

根据所述测距信息测量接收信号的强度指示RSSI,并采用滑动滤波器对RSSI进行滤波,计算第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

其中,滑动滤波器的滤波计算公式为:

$$LQI_{uv}(n) = -\frac{1}{k} \sum_i RSSI_i; \quad i \in \{n, (n-1), \dots, (n-k+1)\};$$

$LQI_{uv}(n)$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $k$ 为滑动滤波器的阶数; $n$ 为离散时间点; $i$ 为滑动滤波器的采样时间点。

10.根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,包括:

采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发所述覆盖状态信息;其中,P为大于或者等于1的整数;

所述P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:

转发到达所述第一节点,终止广播;

存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。

11.一种网络节点,所述网络节点为自组网的第一节点,所述网络节点包括:收发机、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程序;其特征在于,所述处理器用于确定第一节点的覆盖能力信息;

所述收发机用于广播第一节点的覆盖能力信息;获取第二节点广播的所述第二节点的覆盖能力信息;

所述处理器还用于:根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择群首节点,组成极大覆盖分群;

所述处理器还用于:

根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点;

广播第一节点选择的备选群首节点,并采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发备选指示信息直到所述备选指示信息到达备选群首节点,所述备选指示信息用于指示第一节点选择所述备选群首节点作为备选群首;P为大于或者等于1的整数;

接收第二节点广播的所述第二节点选择的备选群首节点;

确定被选择为备选群首节点次数最多的节点为群首节点;

所述收发机还用于:

周期性或基于事件触发机制广播测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;

获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

所述处理器还用于:

根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,确定第一节点的覆盖能力信息;

所述处理器还用于:

根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;

根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力信息。

12. 根据权利要求11所述的网络节点,其特征在于,所述处理器还用于:

根据第二节点的覆盖状态信息以及第一公式,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;其中,

第一公式为:

$$CW_{uv} = w_1 * DRC_{uv} + w_2 * \lg(LQI_{uv});$$

其中, $CW_{uv}$ 为第二节点相对于第一节点的覆盖权值; $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $LQI_{uv}$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $w_1$ 、 $w_2$ 为覆盖权值的影响因子。

13. 根据权利要求11所述的网络节点,其特征在于,所述覆盖能力信息包括:覆盖能力值;

所述处理器还用于:

根据最大邻接覆盖准则,确定最大的覆盖权值为所述第一节点的覆盖能力值;

或者,

根据最大连通覆盖准则,整合覆盖权值,确定整合得到的综合值为所述第一节点的覆盖能力值。

14. 根据权利要求11所述的网络节点,其特征在于,所述处理器还用于:

根据所述第一节点对于第二节点的覆盖状态信息、第一节点的节点剩余能量指示、第一节点的节点意愿,确定第一节点的覆盖能力信息。

15. 根据权利要求11所述的网络节点,其特征在于,所述收发机还用于:

接收第二节点采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发的覆盖状态信息;

其中,P为大于或者等于1的整数。

16. 根据权利要求15所述的网络节点,其特征在于,P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:

转发到达所述第一节点,终止广播;

存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。

17. 根据权利要求11所述的网络节点,其特征在于,若第一节点被选择为群首节点,所述处理器还用于:

向选择所述第一节点为群首节点的节点分别发送群首确认消息;其中,第一节点以及选择所述第一节点为群首节点的节点组成一个极大覆盖分群。

18. 一种极大覆盖分群装置,应用于自组网的第一节点,其特征在于,包括:

第一广播模块,用于确定并广播第一节点的覆盖能力信息;

第二信息获取模块,用于获取第二节点广播的所述第二节点的覆盖能力信息;

分群模块,用于根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择群首节点,组成极大覆盖分群;

所述分群模块包括:

第三子模块,用于根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信

息,选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点;

第四子模块,用于广播第一节点选择的备选群首节点,并采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发备选指示信息直到所述备选指示信息到达备选群首节点,所述备选指示信息用于指示第一节点选择所述备选群首节点作为备选群首;P为大于或者等于1的整数;

第五子模块,用于接收第二节点广播的所述第二节点选择的备选群首节点;

第六子模块,用于确定被选择为备选群首节点次数最多的节点为群首节点;

所述装置还包括:

第三广播模块,用于周期性或基于事件触发机制广播测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;

第一信息获取模块,用于获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

所述第一广播模块包括:

第一子模块,用于根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,确定第一节点的覆盖能力信息;

所述第一子模块包括:

第一单元,用于根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;

第二单元,用于根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力信息。

19.一种网络节点,所述网络节点为自组网的第二节点,所述网络节点包括:收发机、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程序;其特征在于,所述收发机用于接收第一节点广播的测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;

所述处理器用于读取存储器中的程序,执行下列过程:根据所述测距信息,确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

所述收发机还用于:广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息;

所述覆盖状态信息用于使所述第一节点确定第一节点的覆盖能力信息,并根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点,所述备选群首节点选择完毕后,所述第一节点向周围的节点广播自身选择的备选群首节点,并采用P跳广播机制进行群首备选信息的广播,直到达到备选群首节点;在P跳范围内,获得最多举荐的备选群首节点为群首节点;

其中,所述使第一节点确定第一节点的覆盖能力信息,包括:

根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;

根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力。

20.根据权利要求19所述的网络节点,其特征在于,所述处理器还用于:

根据所述测距信息以及第二公式,确定第二节点与第一节点的节点相对距离;

其中,第二公式为:

$$DRC_{uv} = \text{Dist}(u, v) / D_0;$$

$DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $\text{Dist}(u, v)$ 为第二节点和第一节点之间的绝对距离; $D_0$ 为标准覆盖距离,用于对绝对距离进行归一化操作;

根据所述测距信息测量接收信号的强度指示RSSI,并采用滑动滤波器对RSSI进行滤波,计算第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

其中,滑动滤波器的滤波计算公式为:

$$LQI_{uv}(n) = -\frac{1}{k} \sum_i RSSI_i; \quad i \in \{n, (n-1), \dots, (n-k+1)\};$$

$LQI_{uv}(n)$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $k$ 为滑动滤波器的阶数; $n$ 为离散时间点; $i$ 为滑动滤波器的采样时间点。

21. 根据权利要求19所述的网络节点,其特征在于,所述收发机还用于:

采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发所述覆盖状态信息;其中,P为大于或者等于1的整数;

所述P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:

转发到达所述第一节点,终止广播;

存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。

22. 一种极大覆盖分群装置,应用于自组网的第二节点,其特征在于,包括:

第一接收模块,用于接收第一节点广播的测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;

第二确定模块,用于根据所述测距信息,确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

第二广播模块,用于广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息;

所述覆盖状态信息用于使所述第一节点确定第一节点的覆盖能力信息,并根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点,所述备选群首节点选择完毕后,所述第一节点向周围的节点广播自身选择的备选群首节点,并采用P跳广播机制进行群首备选信息的广播,直到达到备选群首节点;在P跳范围内,获得最多举荐的备选群首节点为群首节点;

其中,所述使第一节点确定第一节点的覆盖能力信息,包括:

根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;

根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力。

23. 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7中任一项所述的极大覆盖分群方法的步骤;或者,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求8至10中任一项所述的极大覆盖分群方法的步骤。

## 一种极大覆盖分群方法、装置及网络节点

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,尤其是一种极大覆盖分群方法、装置及网络节点。

### 背景技术

[0002] 无线自组网(即Ad hoc网络)综合了移动无线通信和计算机网络等技术,无须依赖预设的通信基础设施就可以快速自动组网,具有自组织、自愈合、无中心、多跳路由和高抗毁性等特点,适合于突发、临时性的应急通信场合。利用Ad hoc网络的多跳转发和自组织特性可以提高网络组织的维护灵活性和健壮性。

[0003] 但是平面Ad hoc网络的可扩展性差,解决自组网可扩展性问题的一个有效方法是通过分群构建层次化的网络拓扑结构,分群的基本思想是按照地理邻近关系将网络节点分为若干个群组,给网络提供规模较小的逻辑组织,使网络易于管理。分群内的节点集可以共享信道资源,分群间则便于实现时隙和扩频码的空间复用,从而提高信道吞吐量。形成网络分群结构的重要节点是群首(Cluster-Head),它们负责建立分群和维护网络拓扑。群首的集合称为支配集(Dominating Set,DS),它们之间通过直视(LOS)链路或网关(Gateway)转发实现群间通信,互相连通的支配节点集又称为连通支配集(Connected Dominated Set,CDS)。

[0004] 最小连通支配集问题是一个非确定性(NP-hard)问题,自组网分群生成都采用启发式算法进行分群划分。根据群首选择原则的不同,可分为最小ID优先、最大连接度优先、最大权值优先算法等。最小ID优先算法中,ID较小的节点称为群首的可能性远高于其他节点,算法缺乏公平性。最大连接度优先算法以连接度作为启发选择群首节点,负载均衡都较差,不能综合考虑网络在稳定性、扩展性等方面的需求。基于权重的分群算法综合考虑系统的节点度、移动性等多种增强群结构稳定性因素,可以保证网络具有更可靠的性能,权重的选取具有极大主观性,降低了算法的实用性。

[0005] 现有的分群技术通常假定网络中的各节点具有相同的通信覆盖范围,无法区分节点的通信能力,生成的分群结构只能覆盖有限的通信距离,不能适用于多类型节点形成的无线异构网络。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种极大覆盖分群方法、装置及网络节点,以解决现有技术中多类型节点形成的无线异构网络的分群问题。

[0007] 为了解决上述问题,本发明实施例提供一种极大覆盖分群方法,应用于自组网的第一节点,包括:

[0008] 确定并广播第一节点的覆盖能力信息;

[0009] 获取第二节点广播的所述第二节点的覆盖能力信息;

[0010] 根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择群首节点,组成极大覆盖分群。

- [0011] 其中,所述确定并广播第一节点的覆盖能力信息之前,所述方法还包括:
- [0012] 周期性或基于事件触发机制广播测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;
- [0013] 获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示。
- [0014] 其中,确定第一节点的覆盖能力信息,包括;
- [0015] 根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,确定第一节点的覆盖能力信息。
- [0016] 其中,所述根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,确定第一节点的覆盖能力信息,包括:
- [0017] 根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;
- [0018] 根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力信息。
- [0019] 其中,根据所述覆盖状态信息,确定第二节点分别相对于第一节点的覆盖权值,包括:
- [0020] 根据第二节点的覆盖状态信息以及第一公式,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;其中,
- [0021] 第一公式为:
- [0022]  $CW_{uv} = w_1 * DRC_{uv} + w_2 * \lg(LQI_{uv})$ ;
- [0023] 其中, $CW_{uv}$ 为第二节点相对于第一节点的覆盖权值; $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $LQI_{uv}$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $w_1$ 、 $w_2$ 为覆盖权值的影响因子。
- [0024] 其中,所述覆盖能力信息包括:覆盖能力值;
- [0025] 所述根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力信息,包括:
- [0026] 根据最大邻接覆盖准则,确定最大的覆盖权值为所述第一节点的覆盖能力值;
- [0027] 或者,
- [0028] 根据最大连通覆盖准则,整合覆盖权值,确定整合得到的综合值为所述第一节点的覆盖能力值。
- [0029] 其中,所述确定第一节点的覆盖能力信息,包括:
- [0030] 根据所述第一节点对于第二节点的覆盖状态信息、第一节点的节点剩余能量指示、第一节点的节点意愿,确定第一节点的覆盖能力信息。
- [0031] 其中,所述获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,包括:
- [0032] 接收第二节点采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发的覆盖状态信息;
- [0033] 其中,P为大于或者等于1的整数。
- [0034] 其中,P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:
- [0035] 转发到达所述第一节点,终止广播;
- [0036] 存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。
- [0037] 其中,所述根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,

选择群首节点,包括:

[0038] 根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点;

[0039] 广播第一节点选择的备选群首节点,并采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发备选指示信息直到所述备选指示信息到达备选群首节点,所述备选指示信息用于指示第一节点选择所述备选群首节点作为备选群首;P为大于或者等于1的整数;

[0040] 接收第二节点广播的所述第二节点选择的备选群首节点;

[0041] 确定被选择为备选群首节点次数最多的节点为群首节点。

[0042] 其中,若第一节点被选择为群首节点,所述方法还包括:

[0043] 向选择所述第一节点为群首节点的节点分别发送群首确认消息;其中,第一节点以及选择所述第一节点为群首节点的节点组成一个极大覆盖分群。

[0044] 本发明实施例还提供一种极大覆盖分群方法,应用于自组网的第二节点,包括:

[0045] 接收第一节点广播的测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;

[0046] 根据所述测距信息,确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

[0047] 广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息。

[0048] 其中,所述根据所述测距信息,确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,包括:

[0049] 根据所述测距信息以及第二公式,确定第二节点与第一节点的节点相对距离;

[0050] 其中,第二公式为:

[0051]  $DRC_{uv} = \text{Dist}(u, v) / D_0$ ;

[0052]  $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $\text{Dist}(u, v)$ 为第二节点和第一节点之间的绝对距离; $D_0$ 为标准覆盖距离,用于对绝对距离进行归一化操作;

[0053] 根据所述测距信息测量接收信号的强度指示RSSI,并采用滑动滤波器对RSSI进行滤波,计算第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

[0054] 其中,滑动滤波器的滤波计算公式为:

[0055] 
$$LQI_{uv}(n) = -\frac{1}{k} \sum_i RSSI_i ; i \in \{n, (n-1), \dots, (n-k+1)\};$$

[0056]  $LQI_{uv}(n)$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示;k为滑动滤波器的阶数;n为离散时间点;i为滑动滤波器的采样时间点。

[0057] 其中,所述广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,包括:

[0058] 采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发所述覆盖状态信息;其中,P为大于或者等于1的整数;

[0059] 所述P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:

[0060] 转发到达所述第一节点,终止广播;

[0061] 存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。

[0062] 本发明实施例还提供了一种网络节点,所述网络节点为自组网的第一节点,所述

网络节点包括：收发机、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程序，所述处理器用于确定第一节点的覆盖能力信息；

[0063] 所述收发机用于广播第一节点的覆盖能力信息；获取第二节点广播的所述第二节点的覆盖能力信息；

[0064] 所述处理器还用于：根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息，选择群首节点，组成极大覆盖分群。

[0065] 其中，所述收发机还用于：

[0066] 周期性或基于事件触发机制广播测距信息，所述测距信息至少包括：测距信号；

[0067] 获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息，所述覆盖状态信息至少包括：第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示。

[0068] 其中，所述处理器还用于：

[0069] 根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息，确定第一节点的覆盖能力信息。

[0070] 其中，所述处理器还用于：

[0071] 根据所述覆盖状态信息，确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值；

[0072] 根据所述覆盖权值，确定第一节点的覆盖能力信息。

[0073] 其中，所述处理器还用于：

[0074] 根据第二节点的覆盖状态信息以及第一公式，确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值；其中，

[0075] 第一公式为：

[0076]  $CW_{uv} = w_1 * DRC_{uv} + w_2 * \lg(LQI_{uv})$ ；

[0077] 其中， $CW_{uv}$ 为第二节点相对于第一节点的覆盖权值； $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离； $LQI_{uv}$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示； $w_1$ 、 $w_2$ 为覆盖权值的影响因子。

[0078] 其中，所述覆盖能力信息包括：覆盖能力值；

[0079] 所述处理器还用于：

[0080] 根据最大邻接覆盖准则，确定最大的覆盖权值为所述第一节点的覆盖能力值；

[0081] 或者，

[0082] 根据最大连通覆盖准则，整合覆盖权值，确定整合得到的综合值为所述第一节点的覆盖能力值。

[0083] 其中，所述处理器还用于：

[0084] 根据所述第一节点对于第二节点的覆盖状态信息、第一节点的节点剩余能量指示、第一节点的节点意愿，确定第一节点的覆盖能力信息。

[0085] 其中，所述收发机还用于：

[0086] 接收第二节点采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发的覆盖状态信息；

[0087] 其中，P为大于或者等于1的整数。

[0088] 其中，P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个：

[0089] 转发到达所述第一节点，终止广播；

[0090] 存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。

[0091] 其中,所述处理器还用于:

[0092] 根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点;

[0093] 广播第一节点选择的备选群首节点,并采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发备选指示信息直到所述备选指示信息到达备选群首节点,所述备选指示信息用于指示第一节点选择所述备选群首节点作为备选群首;P为大于或者等于1的整数;

[0094] 接收第二节点广播的所述第二节点选择的备选群首节点;

[0095] 确定被选择为备选群首节点次数最多的节点为群首节点。

[0096] 其中,若第一节点被选择为群首节点,所述处理器还用于:

[0097] 向选择所述第一节点为群首节点的节点分别发送群首确认消息;其中,第一节点以及选择所述第一节点为群首节点的节点组成一个极大覆盖分群。

[0098] 本发明实施例还提供一种极大覆盖分群装置,应用于自组网的第一节点,包括:

[0099] 第一广播模块,用于确定并广播第一节点的覆盖能力信息;

[0100] 第二信息获取模块,用于获取第二节点广播的所述第二节点的覆盖能力信息;

[0101] 分群模块,用于根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择群首节点,组成极大覆盖分群。

[0102] 本发明实施例还提供一种网络节点,所述网络节点为自组网的第二节点,所述网络节点包括:收发机、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程序,所述收发机用于接收第一节点广播的测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;

[0103] 所述处理器用于读取存储器中的程序,执行下列过程:根据所述测距信息,确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

[0104] 所述收发机还用于:广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息。

[0105] 其中,所述处理器还用于:

[0106] 根据所述测距信息以及第二公式,确定第二节点与第一节点的节点相对距离;

[0107] 其中,第二公式为:

[0108]  $DRC_{uv} = \text{Dist}(u, v) / D_0$ ;

[0109]  $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离;Dist(u, v)为第二节点和第一节点之间的绝对距离; $D_0$ 为标准覆盖距离,用于对绝对距离进行归一化操作;

[0110] 根据所述测距信息测量接收信号的强度指示RSSI,并采用滑动滤波器对RSSI进行滤波,计算第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

[0111] 其中,滑动滤波器的滤波计算公式为:

[0112] 
$$LQI_{uv}(n) = -\frac{1}{k} \sum_i RSSI_i, i \in \{n, (n-1), \dots, (n-k+1)\};$$

[0113]  $LQI_{uv}(n)$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示;k为滑动滤波器的阶数;n为离散时间点;i为滑动滤波器的采样时间点。

[0114] 其中,所述收发机还用于:

- [0115] 采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发所述覆盖状态信息;其中,P为大于或者等于1的整数;
- [0116] 所述P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:
- [0117] 转发到达所述第一节点,终止广播;
- [0118] 存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。
- [0119] 本发明实施例还提供一种极大覆盖分群装置,应用于自组网的第二节点,包括:
- [0120] 第一接收模块,用于接收第一节点广播的测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;
- [0121] 第二确定模块,用于根据所述测距信息,确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示;
- [0122] 第二广播模块,用于广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息。
- [0123] 本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上所述的极大覆盖分群方法的步骤。
- [0124] 本发明的上述技术方案至少具有如下有益效果:
- [0125] 本发明实施例的极大覆盖分群方法、装置及网络节点中,通过节点的覆盖状态信息交换和覆盖能力信息计算,优选出最大覆盖的群首节点,进而组成最少跳极大覆盖的无线骨干网,从而实现无线异构网络中的高通信能力节点的有效利用,实现无线异构网络的最佳分群。

## 附图说明

- [0126] 图1表示本发明实施例提供的极大覆盖分群方法的步骤流程示意图之一;
- [0127] 图2表示本发明实施例提供的极大覆盖分群方法的步骤流程示意图之二;
- [0128] 图3表示本发明实施例提供的极大覆盖分群方法的具体示例的步骤流程图;
- [0129] 图4表示本发明实施例提供的网络节点的结构示意图;
- [0130] 图5表示本发明实施例提供的极大覆盖分群装置的结构示意图之一;
- [0131] 图6表示本发明实施例提供的极大覆盖分群装置的结构示意图之二。

## 具体实施方式

- [0132] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图及具体实施例进行详细描述。
- [0133] 如图1所示,本发明实施例提供一种极大覆盖分群方法,应用于自组网的第一节点,包括:
- [0134] 步骤11,确定并广播第一节点的覆盖能力信息;
- [0135] 步骤12,获取第二节点广播的所述第二节点的覆盖能力信息;需要说明的是,第二节点确定其覆盖能力信息的方式与第一节点相同,下面均以第一节点为例进行描述,不再赘述第二节点确定覆盖能力信息的方式。
- [0136] 步骤13,根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选

择群首节点,组成极大覆盖分群。

[0137] 本发明实施例中,第一节点为自组网中的任意一个在网节点,第二节点为第一节点的邻节点,第一节点具有至少一个邻节点,即第二节点具体为至少一个节点,第一节点与第二节点之间通过广播通信。

[0138] 本发明实施例提供的极大覆盖分群方法具体为基于覆盖优先的分群方法,可以解决异构互连网络的连通支配集生成问题。优选的,本发明实施例涉及的自组网为包括多种类型节点的自组网;其中,例如多种类型节点可以为:地面车载节点、地面步行节点、升空节点等。

[0139] 本发明实施例中通过优选极大覆盖能力节点担任群首和骨干网节点,形成的无线骨干网,能够以尽量少的跳数提供极大范围的通信覆盖;同时,极大覆盖群首能够提供群内的多跳覆盖,有效增加群内的节点容量。

[0140] 作为一个可选实施例,步骤11之前,本发明实施例提供的方法还包括:

[0141] 周期性或基于事件触发机制广播测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;测距信息还可以包括:第一节点的节点ID号及其他扩展信息。

[0142] 获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示。覆盖状态信息还可以包括:第二节点的节点ID号。

[0143] 上述步骤构成了第一节点的邻居发现过程,经过一段时间的邻居发现,节点维护的邻居状态信息表趋于稳定。不完全地,邻居状态信息表包括:多个第二节点广播的覆盖状态信息。例如,如表1所示为邻居状态信息表。

[0144] 表1

节点ID号1	节点相对距离	链路状态指示
节点ID号2	节点相对距离	链路状态指示
.....	.....	.....
节点ID号n	节点相对距离	链路状态指示

[0146] 自组网的在网节点采用周期性或事件触发机制广播覆盖状态信息,供其他节点进行邻区发现和邻区状态信息维护。其中,自组网的每个在网节点均可以基于其他节点的测距信息测量得到覆盖状态信息。事件触发机制包括下述任一种:节点激活、节点钝化、链路激活、链路中断。

[0147] 覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离(Distance of Relative Coverage,DRC)、第二节点与第一节点之间的链路状态指示(Link Quality Indicator,LQI)。覆盖状态信息还可以包括:第二节点的节点ID号。

[0148] 承接上例,本发明的上述实施例中步骤11包括:

[0149] 根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,确定第一节点的覆盖能力信息。

[0150] 为了完成第一节点(也可称为发送节点)的覆盖能力估算,第二节点(也可称为接收节点)需将节点相对距离及链路状态指示反馈给第一节点,但覆盖能力弱的第二节点可能无法采用视距通信手段直接实现反馈信息传送。为此,本发明的上述实施例中,所述获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,包括:

[0151] 接收第二节点采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发的覆盖状态信息；

[0152] 其中,P为大于或者等于1的整数。

[0153] 需要说明的是,对于覆盖能力强的节点,则直接采用视距通信手段直接向第一节点反馈覆盖状态信息,在此不展开说明。

[0154] 本发明实施例中的P跳广播机制采用限制洪泛原则,采用目的节点ID号(Dest ID,即第一节点的ID号)和TTL两个参数作为P跳广播终止条件,即P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:

[0155] 转发到达所述第一节点(例如,转发到达的节点ID等于第一节点的ID),终止广播;

[0156] 存活时间TTL(Time To Live)根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。

[0157] 上述P跳广播机制采用限制洪泛原则,可以防止大范围的多跳广播所造成的广播暴问题,同时也能在多跳转发过程中,记录接收节点到发送节点的最佳多跳路径,从而简化群内节点多跳路由的建立过程。

[0158] 作为一个优选实施例,所述根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,确定第一节点的覆盖能力信息,包括:

[0159] 根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;

[0160] 根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力信息。

[0161] 本发明实施例中,基于多个第二节点的覆盖状态信息,第一节点可以计算各第二节点相对第一节点的覆盖权值(Coverage Weight,CW)。计算方法如下:根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值,包括:

[0162] 根据第二节点的覆盖状态信息以及第一公式,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;其中,

[0163] 第一公式为:

[0164]  $CW_{uv} = w_1 * DRC_{uv} + w_2 * \lg(LQI_{uv})$ ;

[0165] 其中, $CW_{uv}$ 为第二节点相对于第一节点的覆盖权值; $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $LQI_{uv}$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $w_1$ 、 $w_2$ 为覆盖权值的影响因子。其中, $v \in N(u)$ 指示节点v(即第二节点)为节点u(即第一节点)的任一邻节点; $\lg(LQI_{uv})$ 为第二节点的覆盖质量。

[0166] 在一定的估算准则下,可以通过第二节点覆盖权值集合 $\{CW_{uv}\}$ 进行第一节点的覆盖能力(Coverage Capability,CCu)估算,用于有效表征第一节点的覆盖能力。本发明实施例提供两种覆盖能力估算准则:最大邻接覆盖准则和最大连通覆盖准则。

[0167] 优选的,所述覆盖能力信息包括:覆盖能力值;所述根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力信息,包括:

[0168] 根据最大邻接覆盖准则,确定最大的覆盖权值(第二节点覆盖权值集合 $\{CW_{uv}\}$ 中最大的覆盖权值)为所述第一节点的覆盖能力值;即 $CC_u = \text{Max}\{CW_{uv}\}, v \in N(u)$ ;其中, $\{CW_{uv}\}$ 为第二节点的覆盖权值集合, $v \in N(u)$ 指示节点v(即第二节点)为节点u(即第一节点)的任一邻节点。

[0169] 或者,

[0170] 根据最大连通覆盖准则,整合覆盖权值(整合第二节点覆盖权值集合 $\{CW_{uv}\}$ ),确定

整合得到的综合值为所述第一节点的覆盖能力值；即 $CC_u = \sum_v CW_{uv}$ ,  $v \in N(u)$ ；其中， $CW_{uv}$ 为第二节点相对于第一节点的覆盖权值； $v \in N(u)$ 指示节点 $v$ （即第二节点）为节点 $u$ （即第一节点）的任一邻节点。

[0171] 作为另一个可选实施例，步骤11中确定第一节点的覆盖能力信息，包括：

[0172] 根据所述第一节点对于第二节点的覆盖状态信息、第一节点的节点剩余能量指示、第一节点的节点意愿，确定第一节点的覆盖能力信息。

[0173] 本发明的上述实施例中，节点的覆盖能力估算中还可以考虑节点剩余能量指示 (Residual Energy Indicator, REI) 和节点意愿 (Willingness) 等因素，采用线性加权的方式进行综合估算，从而能够更全面评估节点适合担任群首角色的能力。其中，剩余能量指示 (REI) 可以采用绝对值或百分比的方式用于指示能量的剩余。

[0174] 作为一个优选实施例，步骤13包括：

[0175] 根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息，选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点；

[0176] 广播第一节点选择的备选群首节点，并采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发备选指示信息直到所述备选指示信息到达备选群首节点，所述备选指示信息用于指示第一节点选择所述备选群首节点作为备选群首；P为大于或者等于1的整数；

[0177] 接收第二节点广播的所述第二节点选择的备选群首节点；

[0178] 确定被选择为备选群首节点次数最多的节点为群首节点。

[0179] 自组网的在网节点完成自身的覆盖能力估算后，节点向外广播自己的覆盖能力值，各节点采用分布式算法进行群首节点选择。

[0180] 首先，各节点选择邻节点集合（即多个第二节点）和本节点中覆盖能力最大的节点作为备选群首，即 $CH_{can}(u) = \text{Max}(CC_v \cup CC_u)$ ,  $v \in N(u)$ ；其中， $CH_{can}(u)$ 为备选群首， $CC_u$ 为第一节点的覆盖能力， $CC_v$ 为第二节点的覆盖能力； $v \in N(u)$ 指示节点 $v$ （即第二节点）为节点 $u$ （即第一节点）的任一邻节点。

[0181] 备选群首节点选择完毕后，节点向周围的节点广播自身选择的备选群首节点，并采用P跳广播机制进行群首备选信息的广播，直到达到备选群首节点。在P跳范围内，获得最多举荐的备选群首节点称为群首节点。

[0182] 进一步的，若第一节点被选择为群首节点，所述方法还包括：

[0183] 向选择所述第一节点为群首节点的节点分别发送群首确认消息；其中，第一节点以及选择所述第一节点为群首节点的节点组成一个极大覆盖分群。

[0184] 本发明实施例中，某一节点被选为群首节点后，群首节点通过单跳广播机制对自己的群首身份进行确认。同时，处于其覆盖区域内的其他节点确认成为其分群内的普通节点。例如，节点 $u$ 的邻居节点 $v$ 选择了节点 $u$ 为群首，那么节点 $v$ 会将选择节点 $u$ 这个消息广播到网络中，节点 $u$ 收到这条消息后，就知道了节点 $v$ 选择了自己为群首，那么节点 $u$ 就会单播给节点 $v$ 群首确认的消息。

[0185] 进一步的，形成极大覆盖分群之后，与其他分群算法类似，处在多个极大覆盖分群交集的节点声明自己的网关角色。此时，多个极大覆盖分群的群首及网关之间的拓扑连接形成了骨干网。

[0186] 由于极大覆盖分群的群首可以覆盖超越普通节点的多跳距离，上述无线骨干网能

够以尽量少的跳数实现极大范围的通信覆盖。

[0187] 综上,本发明的上述实施例通过节点的覆盖状态信息交换和覆盖能力信息计算,优选出最大覆盖的群首节点,进而组成最少跳极大覆盖的无线骨干网,从而实现无线异构网络中的高通信能力节点的有效利用,实现无线异构网络的最佳分群。

[0188] 如图2所示,本发明实施例还提供一种极大覆盖分群方法,应用于自组网的第二节点,包括:

[0189] 步骤21,接收第一节点广播的测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;测距信息还可以包括:第一节点的节点ID号及其他扩展信息。

[0190] 步骤22,根据所述测距信息,确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示;覆盖状态信息还可以包括:第二节点的节点ID号。

[0191] 步骤23,广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息。

[0192] 例如,如表2所示为测距信息的格式示例。

[0193] 表2

[0194]

测距信号	节点ID号	扩展信息
------	-------	------

[0195] 本发明实施例提供的极大覆盖分群方法具体为基于覆盖优先的分群方法,可以解决异构互连网络的连通支配集生成问题。优选的,本发明实施例涉及的自组网为包括多种类型节点的自组网;其中,例如多种类型节点可以为:地面车载节点、地面步行节点、升空节点等。

[0196] 本发明实施例中,第二节点为自组网中的任意一个在网节点,第一节点为第一节点的邻节点,第一节点与第二节点之间通过广播通信。

[0197] 自组网的在网节点广播其测量得到覆盖状态信息,供其他节点进行邻区发现和邻区状态信息维护。其中,自组网的每个在网节点均可以基于其他节点的测距信息测量得到覆盖状态信息。

[0198] 作为一个实施例,步骤22包括:

[0199] 根据所述测距信息以及第二公式,确定第二节点与第一节点的节点相对距离;

[0200] 其中,第二公式为:

[0201]  $DRC_{uv} = \text{Dist}(u, v) / D_0$ ;

[0202]  $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $\text{Dist}(u, v)$ 为第二节点和第一节点之间的绝对距离; $D_0$ 为标准覆盖距离,用于对绝对距离进行归一化操作; $D_0$ 可以根据设计指标进行取值(如1km),对绝对距离进行归一化操作。

[0203] 根据所述测距信息测量接收信号的强度指示RSSI,并采用滑动滤波器对RSSI进行滤波,计算第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

[0204] 其中,滑动滤波器的滤波计算公式为:

[0205] 
$$LQI_{uv}(n) = -\frac{1}{k} \sum_i RSSI_i \quad ; \quad i \in \{n, (n-1), \dots, (n-k+1)\};$$

[0206]  $LQI_{uv}(n)$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $k$ 为滑动滤波器的阶数; $n$ 为离散时间点; $i$ 为滑动滤波器的采样时间点。

[0207] 需要说明的是,上述 $DRC_{uv}$ 和 $LQI_{uv}(n)$ 的计算不限定其前后顺序,例如接收到相邻节点覆盖状态信息广播的节点首先测量接收信号的质量(RSSI),并采用滑动滤波方法进行链路质量计算(LQI);然后采用某种与测距信号适配的单向测距技术(如DOR)进行节点间距离测定,进而解析节点状态信息的其它字段,包括节点ID号和其它扩展信息。

[0208] 链路状态指示(LQI)用于表征一段时间内的链路质量,可以采用滑动平均、中值滤波等算法对接收信号的强度指示RSSI进行滤波,从而形成对链路状态的稳定性预测。

[0209] 为了完成第一节点(也可称为发送节点)的覆盖能力估算,第二节点(也可称为接收节点)需将节点相对距离及链路状态指示反馈给第一节点,但覆盖能力弱的第二节点可能无法采用视距通信手段直接实现反馈信息传送。为此,本发明的上述实施例中,步骤23包括:

[0210] 采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发所述覆盖状态信息;其中,P为大于或者等于1的整数;

[0211] 本发明实施例中的P跳广播机制采用限制洪泛原则,采用目的节点ID号(Dest ID,即第一节点的ID号)和TTL两个参数作为P跳广播终止条件,即P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:

[0212] 转发到达所述第一节点(例如,转发到达的节点ID等于第一节点的ID),终止广播;

[0213] 存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。

[0214] 需要说明的是,对于覆盖能力强的节点,则直接采用视距通信手段直接向第一节点反馈覆盖状态信息,在此不展开说明。

[0215] 上述P跳广播机制采用限制洪泛原则,可以防止大范围的多跳广播所造成的广播暴问题,同时也能在多跳转发过程中,记录接收节点到发送节点的最佳多跳路径,从而简化群内节点多跳路由的建立过程。

[0216] 综上,本发明的上述实施例通过节点的覆盖状态信息交换以辅助其他节点完成覆盖能力的估算,从而实现无线异构网络中的高通信能力节点的有效利用,实现无线异构网络的最佳分群。

[0217] 不失一般性,本发明实施例提供的极大覆盖分群方法的一种具体实施例如下所述:

[0218] 一种典型的自组网场景由若干个地面车载节点、地面步行节点、升空节点组成,这3种类型节点的通信覆盖能力、计算能力和能量供应能力各有不同,形成一种无线异构网络。受能量供应能力影响,地面车载节点的通信覆盖能力强于地面步行节点;受信道衰落条件影响,升空节点的通信覆盖能力强于上述两类地面节点。

[0219] 为了优选出覆盖能力更强的节点担任群首,并用尽量少的节点形成最大覆盖的无线骨干网,如图3所示,本发明实施例提供的极大覆盖分群方法采用如下步骤进行分群计算:

[0220] 步骤31,自组网中的所有在网节点,包括地面车载节点、地面步行节点、升空节点在内,周期性地向外单跳广播自身的ID和测距信号,如带有时间标签的射频RF信号(基于TDOA测距原理),该测距信号用于各接收节点与发送节点之间的单向距离测算。

[0221] 为了保证测距信号与通信信号具有同样的覆盖范围,要求测距信号与通信信号同

频,具有同样的发射功率和同样的接收灵敏度。

[0222] 步骤32,接收到测距信号后,各接收节点基于TDOA测距原理进行单向距离测算如下: $\text{Dist}(u,v) = t_d * c$ ;

[0223] 其中, $\text{Dist}(u,v)$ 表示节点u与节点v之间的绝对距离, $t_d$ 为测距信号发送和接收的时间差; $c$ 为电磁波传播速度,通常取为光速。

[0224] 步骤33,取 $D_0 = 10\text{km}$ ,对绝对距离进行归一化,节点u与节点v之间的相对距离计算如下: $\text{DRC}_{uv} = \text{Dist}(u,v) / D_0$ ;

[0225] 其中, $\text{DRC}_{uv}$ 为节点u与节点v的节点相对距离; $\text{Dist}(u,v)$ 为第二节点和第一节点之间的绝对距离; $D_0$ 为标准覆盖距离。

[0226] 步骤34,选取接收信号的强度指示(RSSI)来表征节点之间的链路质量(LQI),为了抑制信号强度不稳定带来的估计误差,选取k阶滑动滤波器对k步内的RSSI进行滤波。

[0227] 取 $k=3$ ,节点u与节点v之间的链路质量指示(LQI)计算如下:

$$[0228] \quad LQI_{uv}(n) = -\frac{1}{3} * (RSSI_n + RSSI_{n-1} + RSSI_{n-2});$$

[0229] 其中, $RSSI_n$ 、 $RSSI_{n-1}$ 、 $RSSI_{n-2}$ 分别为接收信号强度指示当前值和前两次测量值的缓存。

[0230] 步骤35,在完成节点u与节点v之间的相对距离 $\text{DRC}_{uv}$ 和链路质量 $LQI_{uv}(n)$ 测算后,各接收节点v将上述两项覆盖状态信息反馈给发送节点u,用于发送节点u的覆盖能力估算。

[0231] 考虑到地面节点的覆盖能力有限,接收节点v的状态信息反馈并不是总能直接传递到升空节点。此时,可以考虑采用本申请所述“P跳广播机制”,通过限制洪泛方法将状态信息以中继方式反馈给升空节点。

[0232] 取 $P=3$ ,P跳广播机制指的是状态反馈信息最大能传递到3跳之内的范围。设定状态反馈信息的TTL值为3,每转发1次,TTL值以1为步长进行递减。反馈信息若抵达目的节点,则终止传递;若未抵达目的节点,且 $TTL < 1$ ,则终止继续传递,避免全网洪泛带来广播暴问题。

[0233] 上述步骤31~35以周期方式或事件响应的方式持续地进行,用于节点间的邻居发现和邻节点状态信息维护。

[0234] 步骤36,基于上述邻节点状态信息,可以计算各邻节点相对本节点的覆盖权值(Coverage Weight,CW),计算方法如下:

$$[0235] \quad CW_{uv} = w_1 * \text{DRC}_{uv} + w_2 * \lg(LQI_{uv});$$

[0236] 其中, $CW_{uv}$ 为第二节点相对于第一节点的覆盖权值; $\text{DRC}_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $LQI_{uv}$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $w_1$ 、 $w_2$ 为覆盖权值的影响因子。其中, $v \in N(u)$ 指示节点v(即第二节点)为节点u(即第一节点)的任一邻节点; $\lg(LQI_{uv})$ 为第二节点的覆盖质量。

[0237] 步骤37,选取最大邻接覆盖原则,通过优选覆盖权值集合 $\{CW_{uv}\}$ 的最大值,来表征本节点u的覆盖能力,计算方法如下:

$$[0238] \quad CC_u = \text{Max}\{CW_{uv}\}, v \in N(u);$$

[0239] 典型地,地面步行节点、地面车载节点、升空节点的覆盖距离分别为10km、30km、150km。取 $w_1 = 0.8$ , $w_2 = 0.2$ , $LQI_{uv} = 100$ ,则典型的地面步行节点、地面车载节点、升空节点

的覆盖能力估算值分别为2.8、4.4、14。

[0240] 上述节点覆盖能力的差异,可以用于优选最佳群首,实现极大覆盖。

[0241] 步骤38,在完成覆盖能力估算后,节点向外广播自己的覆盖能力值,各节点采用分布式算法进行群首选择。节点选择邻节点集合中覆盖能力最大的节点作为备选群首,即  $CH_{can}(u) = \text{Max}(CC_v \cup CC_u)$ ,  $v \in N(u)$ ;

[0242] 备选群首选择完毕后,节点向周围的节点广播自身的群首选择,并采用k跳广播机制进行群首备选信息的广播,直到到达备选群首。在k跳范围内,获得最多举荐的备选群首成为群首节点。

[0243] 步骤39,被选为群首后,群首节点通过单跳广播机制对自己的群首身份进行确认。同时,处于其覆盖区域内的其他节点确认成为其分群内的普通节点。

[0244] 步骤40,与其他分群算法类似,处在多个极大覆盖分群交集的节点声明自己的网关角色。此时,多个极大覆盖分群的群首及网关之间的拓扑连接形成了骨干网。

[0245] 由于极大覆盖分群的群首可以覆盖超越普通节点的多跳距离,上述无线骨干网能够以尽量少的跳数实现极大范围的通信覆盖。

[0246] 综上,本发明的上述实施例提供的极大覆盖分群方法能够解决无线异构网中的多跳分群问题,提供高覆盖能力的无线骨干网拓扑结构,适用于存在多种类型节点的组网场景;该极大覆盖分群方法通过优选极大覆盖能力节点担任群首和骨干网节点,形成的无线骨干网,能够以尽量少的跳数提供极大范围的通信覆盖;同时,极大覆盖群首能够提供群内的多跳覆盖,有效增加群内的节点容量;进一步的,该极大覆盖分群方法,通过限制范围的多跳广播方法进行覆盖状态反馈,能够在分群计算的过程中,计算群内多跳路由,节省了群内多跳路由发现和维持的开销;且该极大覆盖分群方法具备兼容性,在不考虑链路质量因素,且节点的覆盖距离相同时,则本方法的分群效果等同于最大连通度(MaxDegree)分群算法,适用于普通的无线自组网分群场景。

[0247] 如图4所示,本发明实施例还提供一种网络节点,所述网络节点为自组网的第一节点,所述网络节点包括:收发机400、存储器410、处理器400及存储在所述存储器410上并可在所述处理器400上运行的程序,所述处理器400用于确定第一节点的覆盖能力信息;

[0248] 所述收发机420用于广播第一节点的覆盖能力信息;获取第二节点广播的所述第二节点的覆盖能力信息;

[0249] 所述处理器400还用于:根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择群首节点,组成极大覆盖分群。

[0250] 可选的,本发明的上述实施例中,所述收发机420还用于:

[0251] 周期性或基于事件触发机制广播测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;

[0252] 获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示。

[0253] 可选的,本发明的上述实施例中,所述处理器400还用于:

[0254] 根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,确定第一节点的覆盖能力信息。

[0255] 可选的,本发明的上述实施例中,所述处理器400还用于:

- [0256] 根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;
- [0257] 根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力信息。
- [0258] 可选的,本发明的上述实施例中,所述处理器400还用于:
- [0259] 根据第二节点的覆盖状态信息以及第一公式,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;其中,
- [0260] 第一公式为:
- [0261]  $CW_{uv} = w_1 * DRC_{uv} + w_2 * \lg(LQI_{uv})$ ;
- [0262] 其中, $CW_{uv}$ 为第二节点相对于第一节点的覆盖权值; $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $LQI_{uv}$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $w_1$ 、 $w_2$ 为覆盖权值的影响因子。
- [0263] 可选的,本发明的上述实施例中,所述覆盖能力信息包括:覆盖能力值;
- [0264] 所述处理器400还用于:
- [0265] 根据最大邻接覆盖准则,确定最大的覆盖权值为所述第一节点的覆盖能力值;
- [0266] 或者,
- [0267] 根据最大连通覆盖准则,整合覆盖权值,确定整合得到的综合值为所述第一节点的覆盖能力值。
- [0268] 可选的,本发明的上述实施例中,所述处理器400还用于:
- [0269] 根据所述第一节点对于第二节点的覆盖状态信息、第一节点的节点剩余能量指示、第一节点的节点意愿,确定第一节点的覆盖能力信息。
- [0270] 可选的,本发明的上述实施例中,所述收发机420还用于:
- [0271] 接收第二节点采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发的覆盖状态信息;
- [0272] 其中,P为大于或者等于1的整数。
- [0273] 可选的,本发明的上述实施例中,P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:
- [0274] 转发到达所述第一节点,终止广播;
- [0275] 存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。
- [0276] 可选的,本发明的上述实施例中,所述处理器400还用于:
- [0277] 根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点;
- [0278] 广播第一节点选择的备选群首节点,并采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发备选指示信息直到所述备选指示信息到达备选群首节点,所述备选指示信息用于指示第一节点选择所述备选群首节点作为备选群首;P为大于或者等于1的整数;
- [0279] 接收第二节点广播的所述第二节点选择的备选群首节点;
- [0280] 确定被选择为备选群首节点次数最多的节点为群首节点。
- [0281] 可选的,本发明的上述实施例中,若第一节点被选择为群首节点,所述处理器400还用于:
- [0282] 向选择所述第一节点为群首节点的节点分别发送群首确认消息;其中,第一节点以及选择所述第一节点为群首节点的节点组成一个极大覆盖分群。
- [0283] 综上,本发明的上述实施例通过节点的覆盖状态信息交换和覆盖能力信息计算,

优选出最大覆盖的群首节点,进而组成最少跳极大覆盖的无线骨干网,从而实现无线异构网络中的高通信能力节点的有效利用,实现无线异构网络的最佳分群。

[0284] 需要说明的是,本发明实施例提供的网络节点是能够执行上述极大覆盖分群方法的网络节点,则上述极大覆盖分群方法的所有实施例均适用于该网络节点,且均能达到相同或相似的有益效果。

[0285] 如图5所示,本发明实施例还提供一种极大覆盖分群装置,应用于自组网的第一节点,包括:

[0286] 第一广播模块51,用于确定并广播第一节点的覆盖能力信息;

[0287] 第二信息获取模块52,用于获取第二节点广播的所述第二节点的覆盖能力信息;

[0288] 分群模块53,用于根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择群首节点,组成极大覆盖分群。

[0289] 可选的,本发明的上述实施例中,所述装置还包括:

[0290] 第三广播模块,用于周期性或基于事件触发机制广播测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;

[0291] 第一信息获取模块,用于获取第二节点基于所述测距信息广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示。

[0292] 可选的,本发明的上述实施例中,第一广播模块包括:

[0293] 第一子模块,用于根据第二节点广播的第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,确定第一节点的覆盖能力信息。

[0294] 可选的,本发明的上述实施例中,所述第一子模块包括:

[0295] 第一单元,用于根据所述覆盖状态信息,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;

[0296] 第二单元,用于根据所述覆盖权值,确定第一节点的覆盖能力信息。

[0297] 可选的,本发明的上述实施例中,所述第一单元进一步用于:

[0298] 根据第二节点的覆盖状态信息以及第一公式,确定第二节点相对于第一节点的覆盖权值;其中,

[0299] 第一公式为:

[0300]  $CW_{uv} = w_1 * DRC_{uv} + w_2 * \lg(LQI_{uv})$ ;

[0301] 其中, $CW_{uv}$ 为第二节点相对于第一节点的覆盖权值; $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $LQI_{uv}$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $w_1$ 、 $w_2$ 为覆盖权值的影响因子。

[0302] 可选的,本发明的上述实施例中,所述覆盖能力信息包括:覆盖能力值;

[0303] 所述第二单元进一步用于:

[0304] 根据最大邻接覆盖准则,确定最大的覆盖权值为所述第一节点的覆盖能力值;

[0305] 或者,

[0306] 根据最大连通覆盖准则,整合覆盖权值,确定整合得到的综合值为所述第一节点的覆盖能力值。

[0307] 可选的,本发明的上述实施例中,所述第一广播模块包括:

[0308] 第二子模块,用于根据所述第一节点对于第二节点的覆盖状态信息、第一节点的节点剩余能量指示、第一节点的节点意愿,确定第一节点的覆盖能力信息。

[0309] 可选的,本发明的上述实施例中,所述第一子模块包括:

[0310] 第三单元,用于接收第二节点采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发的覆盖状态信息;

[0311] 其中,P为大于或者等于1的整数。

[0312] 可选的,本发明的上述实施例中,P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:

[0313] 转发到达所述第一节点,终止广播;

[0314] 存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。

[0315] 可选的,本发明的上述实施例中,所述分群模块包括:

[0316] 第三子模块,用于根据所述第一节点的覆盖能力信息和所述第二节点的覆盖能力信息,选择覆盖能力最大的节点为备选群首节点;

[0317] 第四子模块,用于广播第一节点选择的备选群首节点,并采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发备选指示信息直到所述备选指示信息到达备选群首节点,所述备选指示信息用于指示第一节点选择所述备选群首节点作为备选群首;P为大于或者等于1的整数;

[0318] 第五子模块,用于接收第二节点广播的所述第二节点选择的备选群首节点;

[0319] 第六子模块,用于确定被选择为备选群首节点次数最多的节点为群首节点。

[0320] 第三子模块,用于,若第一节点被选择为群首节点,所述装置还包括:

[0321] 群首确认模块,用于向选择所述第一节点为群首节点的节点分别发送群首确认消息;其中,第一节点以及选择所述第一节点为群首节点的节点组成一个极大覆盖分群。

[0322] 综上,本发明的上述实施例通过节点的覆盖状态信息交换和覆盖能力信息计算,优选出最大覆盖的群首节点,进而组成最少跳极大覆盖的无线骨干网,从而实现无线异构网络中的高通信能力节点的有效利用,实现无线异构网络的最佳分群。

[0323] 需要说明的是,本发明实施例提供的极大覆盖分群装置是能够执行上述极大覆盖分群方法的极大覆盖分群装置,则上述极大覆盖分群方法的所有实施例均适用于该极大覆盖分群装置,且均能达到相同或相似的有益效果。

[0324] 本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上所述的极大覆盖分群方法实施例的各个过程,且能达到相同的技术效果,为避免重复,这里不再赘述。其中,所述的计算机可读存储介质,如只读存储器(Read-Only Memory,简称ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,简称RAM)、磁碟或者光盘等。

[0325] 如图4所示,本发明实施例还提供一种网络节点,所述网络节点为自组网的第二节点,所述网络节点包括:收发机420、存储器410、处理器400及存储在所述存储器410上并可在所述处理器400上运行的程序,所述收发机420用于接收第一节点广播的测距信息,所述测距信息至少包括:测距信号;

[0326] 所述处理器400用于读取存储器中的程序,执行下列过程:根据所述测距信息,确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息,所述覆盖状态信息至少包括:第二节点与第一

节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示；

[0327] 所述收发机420还用于：广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息。

[0328] 可选的，本发明的上述实施例中，所述处理器400还用于：

[0329] 根据所述测距信息以及第二公式，确定第二节点与第一节点的节点相对距离；

[0330] 其中，第二公式为：

[0331]  $DRC_{uv} = \text{Dist}(u, v) / D_0$ ；

[0332]  $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离； $\text{Dist}(u, v)$ 为第二节点和第一节点之间的绝对距离； $D_0$ 为标准覆盖距离，用于对绝对距离进行归一化操作；

[0333] 根据所述测距信息测量接收信号的强度指示RSSI，并采用滑动滤波器对RSSI进行滤波，计算第二节点与第一节点之间的链路状态指示；

[0334] 其中，滑动滤波器的滤波计算公式为：

[0335] 
$$LQI_{uv}(n) = -\frac{1}{k} \sum_i RSSI_i ; i \in \{n, (n-1), \dots, (n-k+1)\} ;$$

[0336]  $LQI_{uv}(n)$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示； $k$ 为滑动滤波器的阶数； $n$ 为离散时间点； $i$ 为滑动滤波器的采样时间点。

[0337] 可选的，本发明的上述实施例中，所述收发机420还用于：

[0338] 采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发所述覆盖状态信息；其中，P为大于或者等于1的整数；

[0339] 所述P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个：

[0340] 转发到达所述第一节点，终止广播；

[0341] 存活时间TTL根据转发跳数，以1为步长进行递减，当TTL等于0时，终止广播；TTL的初始值等于P。

[0342] 综上，本发明的上述实施例通过节点的覆盖状态信息交换以辅助其他节点完成覆盖能力的估算，从而实现无线异构网络中的高通信能力节点的有效利用，实现无线异构网络的最佳分群。

[0343] 需要说明的是，本发明实施例提供的网络节点是能够执行上述极大覆盖分群方法的网络节点，则上述极大覆盖分群方法的所有实施例均适用于该网络节点，且均能达到相同或相似的有益效果。

[0344] 如图6所示，本发明实施例还提供一种极大覆盖分群装置，应用于自组网的第二节点，包括：

[0345] 第一接收模块61，用于接收第一节点广播的测距信息，所述测距信息至少包括：测距信号；

[0346] 第二确定模块62，用于根据所述测距信息，确定第一节点对于第二节点的覆盖状态信息，所述覆盖状态信息至少包括：第二节点与第一节点的节点相对距离以及第二节点与第一节点之间的链路状态指示；

[0347] 第二广播模块63，用于广播第一节点对于第二节点的覆盖状态信息。

[0348] 可选的，本发明的上述实施例中，第二确定模块包括：

[0349] 第八子模块，用于根据所述测距信息以及第二公式，确定第二节点与第一节点的节点相对距离；

[0350] 其中,第二公式为:

[0351]  $DRC_{uv} = \text{Dist}(u, v) / D_0$ ;

[0352]  $DRC_{uv}$ 为第二节点与第一节点的节点相对距离; $\text{Dist}(u, v)$ 为第二节点和第一节点之间的绝对距离; $D_0$ 为标准覆盖距离,用于对绝对距离进行归一化操作;

[0353] 第九子模块,用于根据所述测距信息测量接收信号的强度指示RSSI,并采用滑动滤波器对RSSI进行滤波,计算第二节点与第一节点之间的链路状态指示;

[0354] 其中,滑动滤波器的滤波计算公式为:

[0355] 
$$LQI_{uv}(n) = -\frac{1}{k} \sum_i RSSI_i; i \in \{n, (n-1), \dots, (n-k+1)\};$$

[0356]  $LQI_{uv}(n)$ 为第二节点与第一节点之间的链路状态指示; $k$ 为滑动滤波器的阶数; $n$ 为离散时间点; $i$ 为滑动滤波器的采样时间点。

[0357] 可选的,本发明的上述实施例中,所述第二广播模块包括:

[0358] 广播子模块,用于采用P跳广播机制通过最多P个中间节点转发所述覆盖状态信息;其中,P为大于或者等于1的整数;

[0359] 所述P跳广播机制的终止条件包括下述任意一个:

[0360] 转发到达所述第一节点,终止广播;

[0361] 存活时间TTL根据转发跳数,以1为步长进行递减,当TTL等于0时,终止广播;TTL的初始值等于P。

[0362] 综上,本发明的上述实施例通过节点的覆盖状态信息交换以辅助其他节点完成覆盖能力的估算,从而实现无线异构网络中的高通信能力节点的有效利用,实现无线异构网络的最佳分群。

[0363] 需要说明的是,本发明实施例提供的极大覆盖分群装置是能够执行上述极大覆盖分群方法的极大覆盖分群装置,则上述极大覆盖分群方法的所有实施例均适用于该极大覆盖分群装置,且均能达到相同或相似的有益效果。

[0364] 本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上所述的极大覆盖分群方法实施例的各个过程,且能达到相同的技术效果,为避免重复,这里不再赘述。其中,所述的计算机可读存储介质,如只读存储器(Read-Only Memory,简称ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,简称RAM)、磁碟或者光盘等。

[0365] 需要说明的是,在本文中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

[0366] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到上述实施例方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件,但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质(如ROM/RAM、磁碟、光盘)中,包括若干指令用以使得一台终端(可以是手机,计算机,服务

器,空调器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述的方法。

[0367] 上面结合附图对本发明的实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,均属于本发明的保护之内。

[0368] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明所述原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

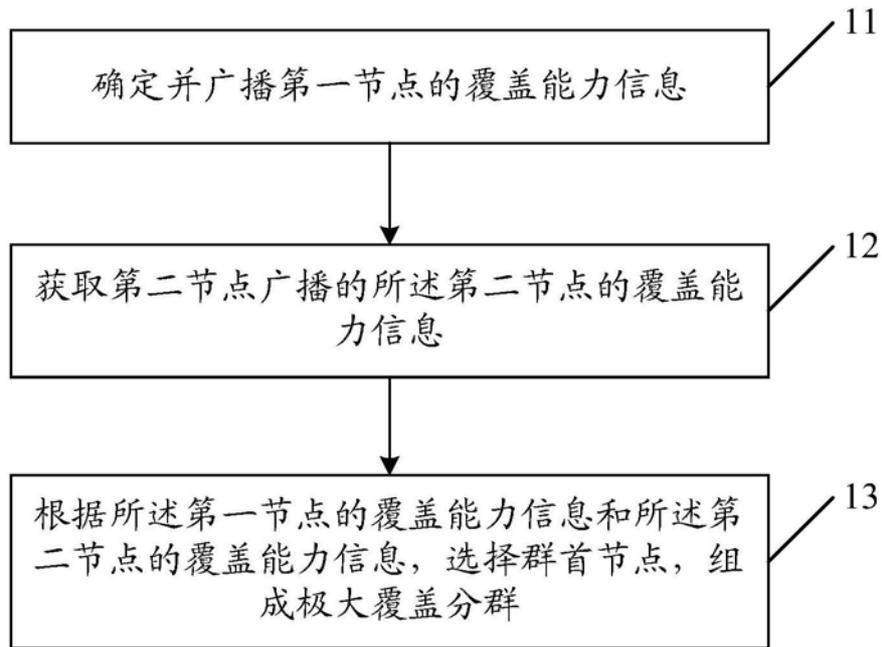


图1

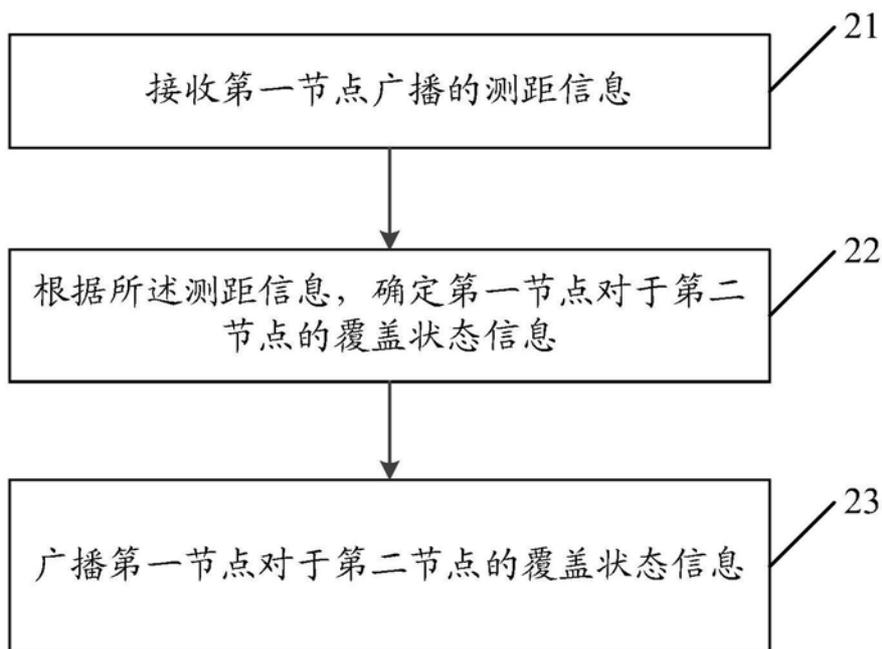


图2

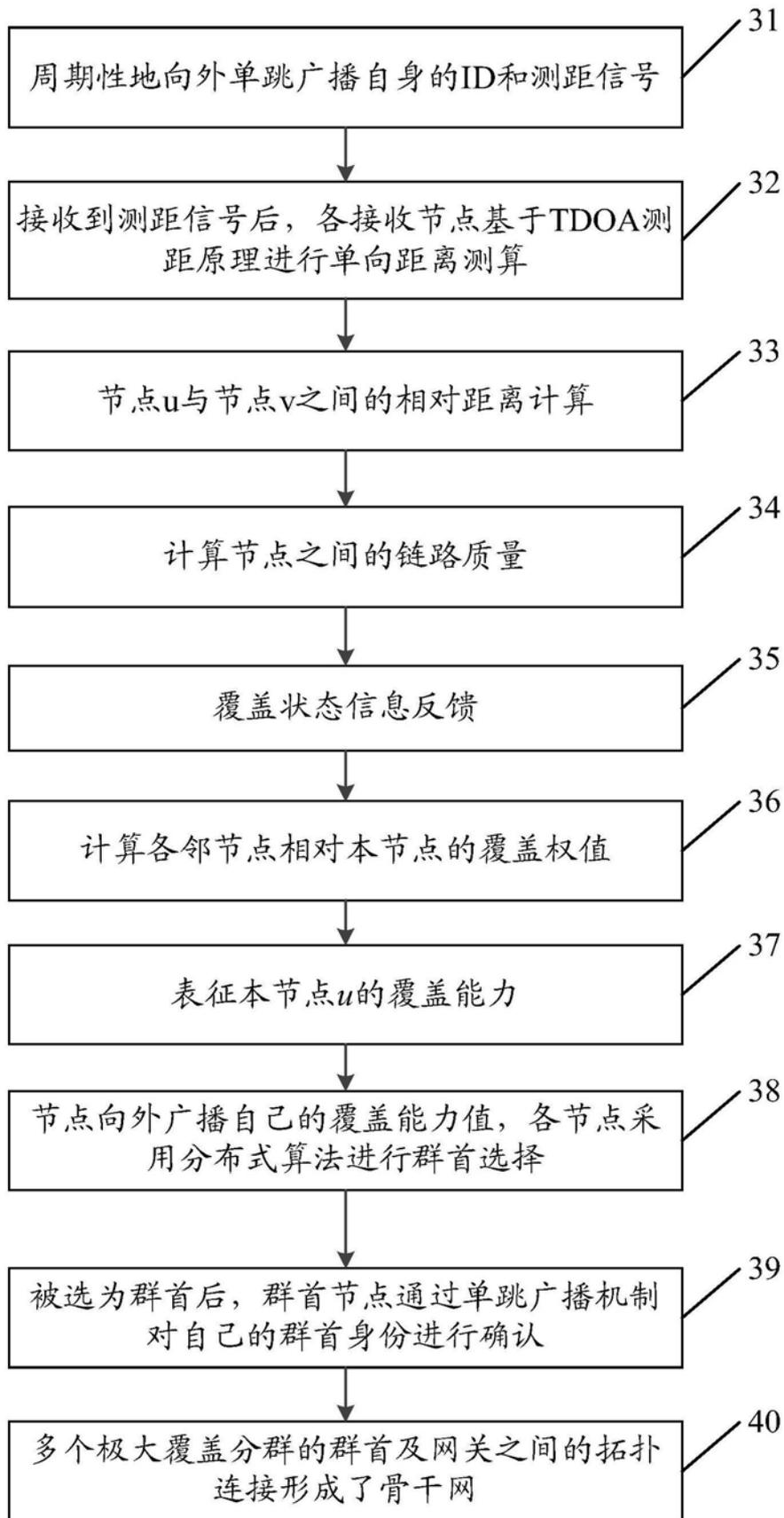


图3

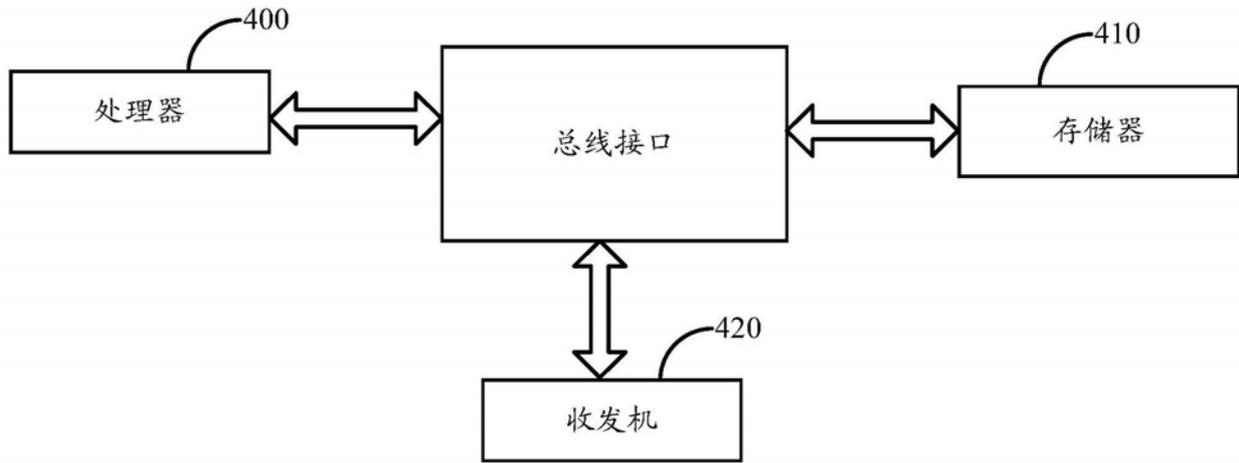


图4

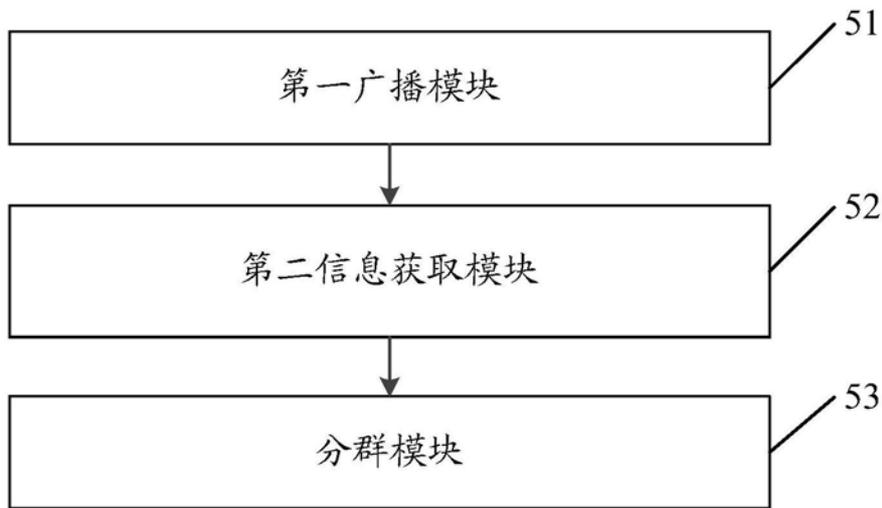


图5

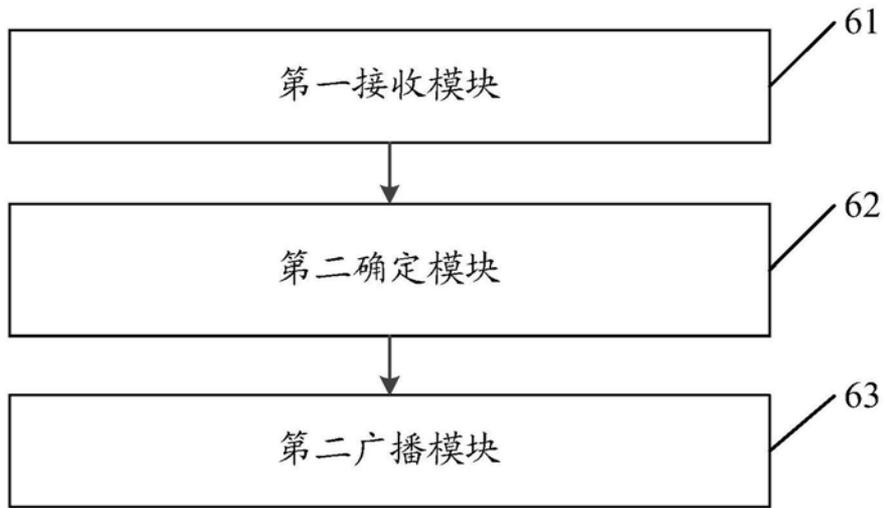


图6