



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106879041 A

(43) 申请公布日 2017. 06. 20

(21) 申请号 201510907185. 9

(22) 申请日 2015. 12. 11

(71) 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市麓山南路 932 号

(72) 发明人 李长庚 王超 陈东海

(51) Int. Cl.

H04W 40/02(2009. 01)

H04W 40/32(2009. 01)

H04L 12/715(2013. 01)

H04W 84/18(2009. 01)

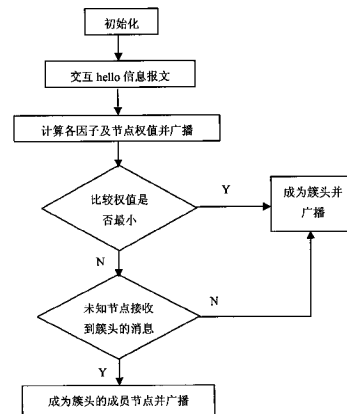
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

Ad Hoc 网络分簇算法和路由协议的设计

(57) 摘要

本发明公开一种基于权重的分簇路由协议, 采用移动性优先的加权分簇算法, 考虑网络最佳节点度数、节点间的平均距离和节点的剩余能量对网络性能的影响, 对各种因素进行归一化处理, 使权值公式更具合理性; 同时运用层次分析法合理确定各因素的权重大小, 利用节点权值的大小选举簇头, 对路由搜索时采取的无限报文洪泛方式进行改进, 对报文洪泛跳数进行限制。此外利用基于权值和路由跳数的最小联合约束优化路由选择。本发明提高了簇结构的稳定性, 适合于网络规模较大、节点移动较为频繁的 Ad Hoc 网络, 为 Ad Hoc 网络路由协议的设计提供了参考方案, 具有一定的实际应用价值和社会经济效益。



1. 本发明公开一种基于权重的分簇路由协议, 协议采用一种移动性优先的加权分簇算法, 基于局部节点的相关性, 使用移动节点之间单位时间内的相对距离变化作为节点移动性的衡量指标, 考虑网络最佳节点度数、节点间的平均距离和节点的剩余能量对网络性能的影响; 对四种因素进行归一化处理, 使权值公式具有更为合理的加和性; 运用层次分析法合理确定各因素的权重大小, 利用节点权值的大小选举簇头, 对路由搜索时采取的无限报文洪泛方式进行改进, 对报文洪泛跳数进行限制, 利用基于权值和路由跳数的最小联合约束优化路由选择, 本发明有效地提高了簇结构的稳定性, 且更为适合网络规模较大、节点移动较为频繁的Ad Hoc网络; 本发明为Ad Hoc网络路由协议的设计提供了参考方案, 具有一定的实际应用价值和社会经济效益。

2. 根据权利要求1所述的一种基于权重的分簇路由协议, 其特征是: 采用一种移动性优先的加权分簇算法, 基于局部节点的相关性, 使用移动节点之间单位时间内的相对距离变化作为节点移动性的衡量指标, 考虑网络最佳节点度数、节点间的平均距离和节点的剩余能量对网络性能的影响; 对四种因素进行归一化处理, 使权值公式具有更为合理的加和性; 运用层次分析法合理确定各因素的权重大小, 利用节点权值的大小选举簇头。

3. 根据权利要求1所述的一种基于权重的分簇路由协议, 其特征是: 对路由搜索时采取的无限报文洪泛方式进行改进, 对报文洪泛跳数进行限制。

4. 根据权利要求1所述的一种基于权重的分簇路由协议, 其特征是: 利用基于权值和路由跳数的最小联合约束优化路由选择。

## Ad Hoc网络分簇算法和路由协议的设计

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种Ad Hoc网络分簇算法和路由协议的设计方法。

### 背景技术

[0002] 在Ad Hoc网络中,路由协议是点对点通信的基础,是网络有效运行的可靠保障。主要包括网络初始化,路由发现,路由响应,路由修复等内容。目前主要通过研究网络的分层结构和路由发现机制来提升网络的可扩展性和健壮性。分簇算法是分层协议中最重要、最基本的内容,分簇算法和路由协议的好坏将直接影响Ad Hoc网络的应用。

[0003] Ad Hoc网络路由协议的研究成果有许多,但其也存在着一些问题。目前大多数研究只要集中在Ad Hoc网络某方面的应用要求上,路由协议的适应性较差,且动态拓扑结构是Ad Hoc网络最大的特点之一,这一特点使得现有的路由协议在簇结构的稳定性、数据传输路由的有效性等方面存在较大的不足。

### 发明内容

[0004] 为了解决上述现有技术的不足,本发明公开一种基于权重的分簇路由协议,协议采用一种移动性优先的加权分簇算法,基于局部节点的相关性,使用移动节点之间单位时间内的相对距离变化作为节点移动性的衡量指标,考虑网络最佳节点度数、节点间的平均距离和节点的剩余能量对网络性能的影响;对四种因素进行归一化处理,使权值公式具有更为合理的加和性;运用层次分析法合理确定各因素的权重大小,利用节点权值的大小选举簇头。对路由搜索时采取的无限报文洪泛方式进行改进,对报文洪泛跳数进行限制。利用基于权值和路由跳数的最小联合约束优化路由选择。本发明有效地提高了簇结构的稳定性,且更为适合网络规模较大、节点移动较为频繁的Ad Hoc网络;本发明为Ad Hoc网络路由协议的设计提供了参考方案,具有一定的实际应用价值和社会经济效益。

[0005] 附图、表说明

[0006] 图1是本发明的网络分簇流程图。

[0007] 图2是本发明的洪泛方式的流程图。

[0008] 图3是本发明的选择最佳路由的流程图。

[0009] 图4是本发明的路由发现流程图。

### 具体实施方式

[0010] 为了使本发明的目的、特征、优点更加明显易懂,下面结合附图和具体实施过程对本发明做进一步详细说明。

[0011] Ad Hoc网络运行前,首先经过初始化组网,形成分层结构。网络结构形成后,当节点发送数据时,触发路由发现。

[0012] 本发明包括三个阶段:网络分簇、路由洪泛的限制、路由发现机制。

[0013] (1)网络分簇

[0014] 当网络中有新节点加入或网络开始成簇时,所有网络中的节点通过发送hello消息以此来建立相互之间的链路,通过计算得到各因素的量化值,并对其进行归一化处理。同时本发明设计的是移动性优先的加权分簇算法,运用层次分析法得到各因素的权重,步骤如下:

[0015] 第一步:节点间通过周期性的发送交互hello信息报文获知邻居节点的信息,得到每个节点的邻居节点数,作为它的度数 $d_i$ ,其中hello信息报文携带节点ID,节点剩余能量,节点度,权值,所属簇,邻居信息表等;

[0016] 第二步:用 $E_i$ 表示节点 $i$ 所消耗的能量,计算节点剩余能量的归一化值 $E'_i = E_i/E$ ;

[0017] 第三步:计算得到节点度与最佳节点度差值 $D_i$ ,进而归一化得到节点度的评价因子 $D'_i = \frac{D_i}{d_{\max}} = \frac{|d_i - \delta|}{d_{\max}}$ ;

[0018] 第四步:利用双反射模型中节点的收发功率与节点间距离的关系式 $P_r = P_t \left( \frac{\sqrt{G}h_t h_r}{S_i^2} \right)^2$

计算节点 $i$ 的所有邻居节点到它的平均距离 $\bar{S}_i$ ,并归一化处理得到 $\bar{S}'_i = \bar{S}_i / R = \frac{\sum_{k=1}^{d_i} S_{ik}}{d_i \times R}$ ;

[0019] 第五步:计算得到节点相对于其邻居节点的相对移动性 $V_i$ ,通过归一化得到

$$\bar{V}'_i = \frac{\bar{V}_i}{2V_{\max}} = \frac{\sum_{k=1}^{d_i} |S_{ik} - S_{ik'}|}{2d_i \times \Delta t \times V_{\max}};$$

[0020] 第六步:每个节点 $i$ 计算组合权值 $W_i = \omega_1 E'_i + \omega_2 D'_i + \omega_3 \bar{S}'_i + \omega_4 \bar{V}'_i$ ,并将权值置于hello信息中广播;

[0021] 第七步:所有相邻的节点通过比较权值,拥有最小权值的节点作为簇头,并广播消息宣布自己的簇头地位。在权值相等的情况下,ID较小的节点具有优先成为簇头的权利。未知节点接收到某簇头的广播消息即成为该簇头的成员节点,修改自己的所属簇列表,并广播至网络,且自身不再参与簇头选举;

[0022] 第八步:不断重复前七步,直到整个网络都处于统治集范围内。簇头选举流程如图1所示。

[0023] (2)路由洪泛的限制

[0024] 协议规定,在报文洪泛时,仅有簇头节点参与转发,在路由过程中,中间节点的数目也相对较少,因此在路由发现过程中,对路由的跳数进行限制,通过对其设置转发次数阈值,减少洪泛次数,从而有效降低网络中的冗余信息。

[0025] 基于小世界现象的“6度分离”,在路由请求包中对最大转发次数进行限制,初始时,该阈值设定为3,因为在路由请求过程中,从源节点到目的节点理论上最多转发6跳,大多数目的节点集中在3至6跳之间,将阈值设定为最大值的一半相对而言较为合理。如果源节点与目的节点之间相距三跳之内,通过此方式能够快速找到目的节点,形成路由。如果在规定时间内到达3跳,且没有收到RREP分组,则将阈值加一,重新发起路由搜索。持续进行逐次查询,如果阈值到达6跳,且没有发现有效路由,则触发报文洪泛进行路由发现,过程如图

2所示。优化后的协议,在能够保证路由发现正常进行的同时,尽可能地降低报文转发的次数,进而降低网络中由于报文洪泛所产生的冗余信息。

[0026] (3)路由发现机制

[0027] 为了便于分析,给出以下定义:

[0028] 定义1: $\theta = \{\text{Path} \mid \text{存在的能够到达目的节点的路径}\}$ ;

[0029] 定义2: $\Phi = \{\text{node} \mid \text{路径中的所有节点}\}$ ;

$$[0030] \quad R_j = \max_{i \in \Phi} (W_i) \quad (1)$$

$$[0031] \quad \text{Path} = \min_{j \in \theta} (R_j) \quad (2)$$

[0032] 式中 $W_i$ 为节点 $i$ 的权值大小, $R_j$ 为带有最大权值的路径, $\text{Path}$ 表示所有可选路径中最大的权值为最小的那条路径。权值由节点间的hello交互信息得到。为了提高所选路径的均衡性,引入路径中间节点权值离散度这一概念:

$$[0033] \quad M = \lambda W \quad (3)$$

[0034] 式中 $M$ 为联合约束, $\lambda$ 为离散系数( $0 < \lambda < 1$ ), $W$ 为路径中的节点的最大权值。对于路径中间节点的权值 $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ 取平均值 $\bar{W}$ 和标准差 $S_n$ :

$$[0035] \quad \bar{W} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i \quad (4)$$

$$[0036] \quad S_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{W} - W_i)^2} \quad (5)$$

[0037] 平均值通常反映某组数据的总体水平,标准差反映相对于平均值,该组数据的离散程度。对标准差进行归一化,进而得到离散系数 $\lambda$ ( $0 < \lambda < 1$ ):

$$[0038] \quad \lambda = \frac{1}{1 + S_n} \quad (6)$$

[0039] 综合以上公式可得:

$$[0040] \quad M = \max_{i \in \Phi} (W_i) \times \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{W} - W_i)^2}} \quad (7)$$

[0041] 将公式(7)代入到(2)中,最终选择的路径 $\text{Path}$ 是联合约束最小的那一条。

[0042] 通过权值的比较所选择的路径稳定性较好,然而通过这种方式所选路径不一定是最优的路径,当路径 $a$ 的联合约束小于路径 $b$ ,同时, $a$ 的路由跳数远远大于路径 $b$ ,则通过路径 $b$ 进行数据传输时的路由距离和丢包率等方面优于路径 $a$ 。因此,在路由选择时还应同时考虑路由的长度,即路由跳数。对上述联合约束进行改进,改进后的联合最小约束为:

$$[0043] \quad \text{Path} = \min_{j \in \theta} (R_j \times \text{HOP}_j) \quad (8)$$

[0044] 式中 $\text{HOP}_j$ 表示第 $j$ 条路由的转发跳数。由公式(8)可得出最优的路由选择,从而提高路由性能,也使负载更加均衡,路由过程如图3所示。整个协议的流程图如图4。

[0045] 需要指出的是,本发明所诉的实施例是说明性的,而不是限定性的,因此本发明包括并不限于具体实施方式中所述的实施例,凡是由本领域技术人员根据本发明的技术方案得出的其它实施方式,同样属于本发明保护的范围。

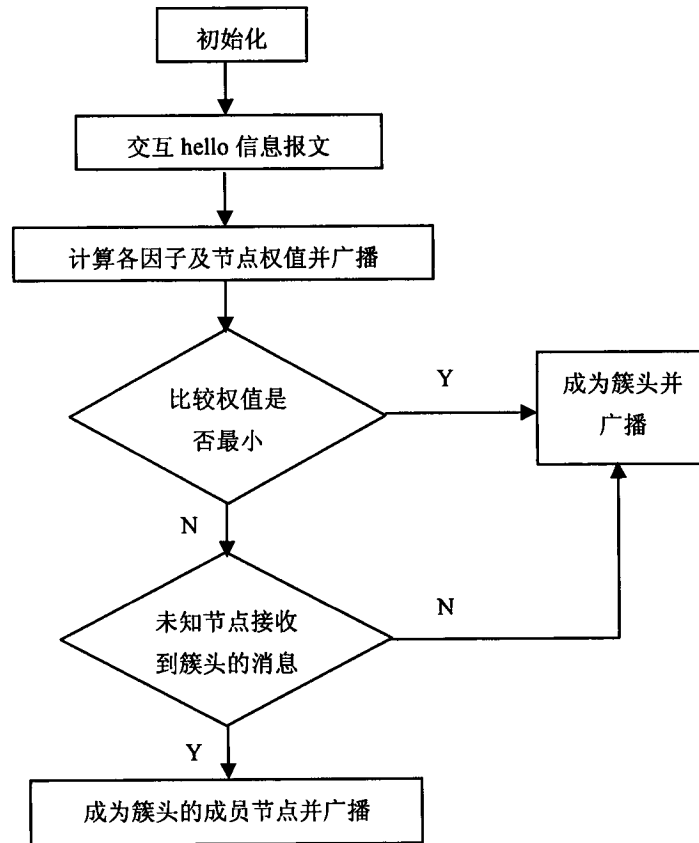


图1

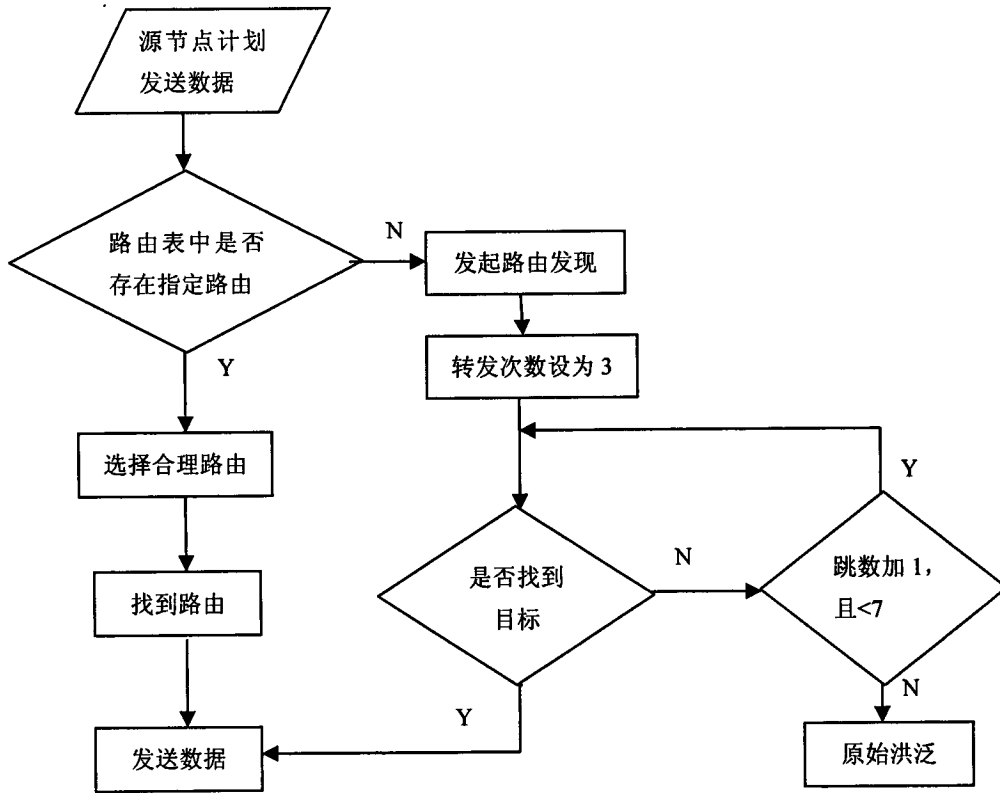


图2

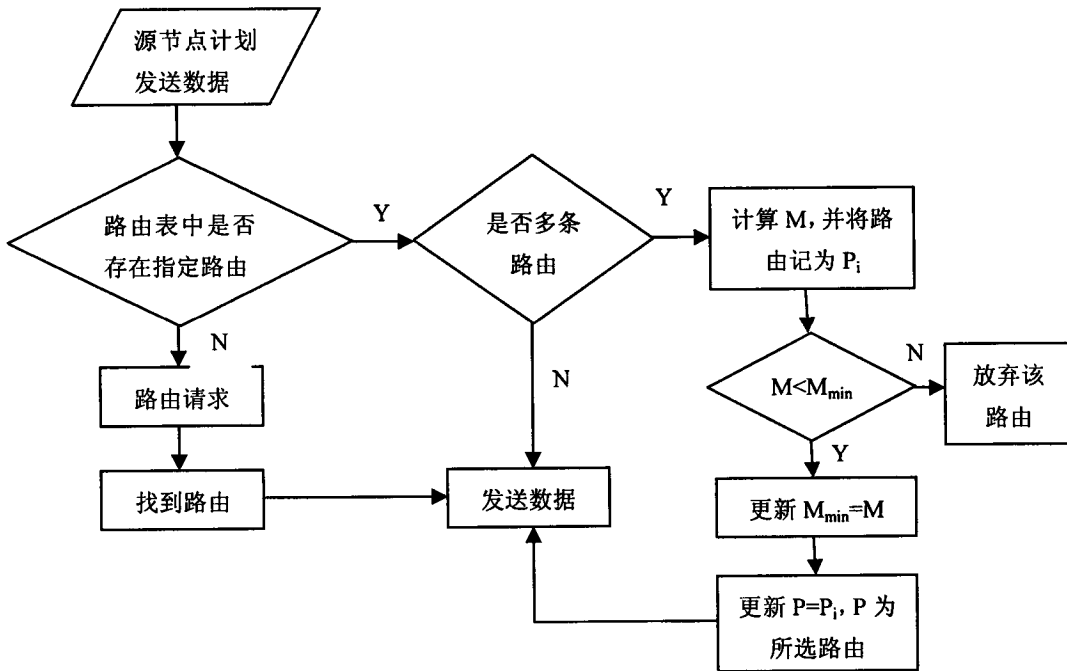


图3

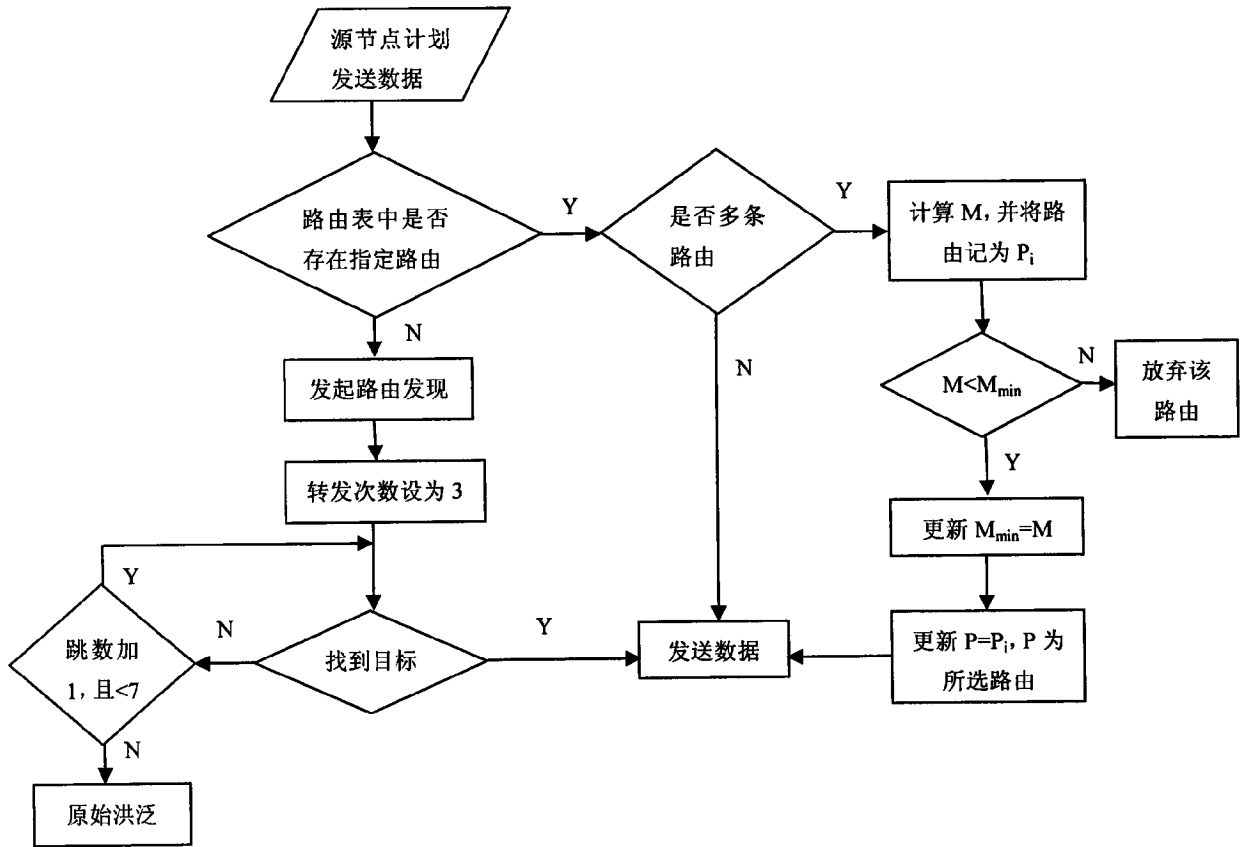


图4