

一个应用于移动 Ad Hoc 网络管理的簇生成算法*

冯永新⁺, 王光兴, 刘治国, 姜月秋

(东北大学 网络与通信中心, 辽宁 沈阳 110004)

A Clustering Algorithm Applied to the Management of Mobile Ad Hoc Network

FENG Yong-Xin⁺, WANG Guang-Xing, LIU Zhi-Guo, JIANG Yue-Qiu

(Research Center for Network and Communication, Northeastern University, Shenyang 110004, China)

+ Corresponding author: Phn: 86-24-83687779, Fax: 86-24-83672328, E-mail: fengyongxin@263.net

<http://www.neu.edu.cn>

Received 2001-07-10; Accepted 2002-02-28

Feng YX, Wang GX, Liu ZG, Jiang YQ. A clustering algorithm applied to the management of mobile Ad hoc network. *Journal of Software*, 2003,14(1):132-138.

Abstract: The MANET (mobile Ad hoc network) is a new mobile wireless communication network. Comparing with the other communication network, the unique properties of MANET add the difficulties and challenges to the network management. Recently, the network management on MANET is on the initial stage and more accurate standards are not defined and in addition, some existing problems such as unidirectional links and relative mobility of nodes are ignored. Hence, a clustering algorithm based on graph with the token mechanism and node minimum identifier applied to hierarchical network management on MANET is proposed, as well as the amelioration to MIB (management information base) suggested. The algorithm puts the special unidirectional links and relative mobility into consideration, improves the flexibility and scalability in network management, and suggests a new idea to the network management as well.

Key words: cluster; MANET (mobile Ad hoc network); network management; token; MIB (management information base)

摘要: 移动 Ad hoc 网络(mobile Ad hoc network,简称 MANET)作为一种新型移动无线通信网,与其他通信网络相比独有的特性增加了网络管理的难度.目前对 MANET 网络管理的研究处于起步阶段,一些标准尚未制定,而且像存在单向链路和节点的相对移动性这类问题也在研究中被忽视.为此,提出了一个利用令牌机制与最小节点标识相结合,适用于层次性管理结构的基于图的 MANET 簇生成算法,以及对 MIB(management information base)的建议性改进.算法充分考虑了网络存在的单向链路和节点的相对移动性,提高了网络管理的灵活性和可扩展性,为 MANET 的网络管理提出了一种新方法.

关键词: 簇;移动 Ad hoc 网络(mobile Ad hoc network,简称 MANET);网络管理;令牌;MIB(management information base)

* Supported by the National Natural Science Foundation of China under Grant No.69973011 (国家自然科学基金); the Defence Pre-Research Project of the 'Ninth Five-Year-Plan' of China under Grant No.6.6.4.3 (国家“九五”国防预研基金)

第一作者简介: 冯永新(1974 -),女,辽宁沈阳人,博士生,主要研究领域为网络重构,网络管理,移动代理技术.

中图法分类号: TP393 文献标识码: A

MANET(mobile Ad hoc network)^[1]国内又称其为自组网,是一种特殊的、应用前景广阔的新型移动无线网络,它是由一些具有无线网络接口的移动主机构成的临时性移动网络.与需要中心控制设备,如基站或访问服务点的蜂窝移动通信网络和无线局域网相比,MANET 是一种无中心的分布式控制网络,采取分组交换机制,用户终端采用便携式,如笔记本电脑、PDA 或车载模式(被看作一个小型 LAN)等,配有相应的无线收发设备,可以随意移动或处于静止状态.它既可以单独成网,也可以由各个小的 MANET 组成较大的 MANET,同样,也可以通过不同连接或通信方式与现有的 Internet 互连.随着无线移动通信和移动终端技术的飞速发展,MANET 不仅适用于军事环境(战场和灾难救助),而且在民用环境中(分布式计算和传感网络)也得到了充分的应用.

与其他通信网络相比,MANET 独有的网络特性^[2,3]——自组性、多跳性、节点的随机移动性、无线带宽等的资源受限、分布式控制,以及由于地理环境或发射功率等因素产生的单向无线链路和安全性差等,都增加了实现网络管理的难度.目前,对于 MANET 网络管理的研究仍处于起步阶段^[2-5],一些标准尚未制定,而且像存在单向链路和节点的相对移动性这类问题也在网络管理研究中被忽视.为此,本文提出了一个利用令牌机制与最小节点标识相结合,适用于层次性管理结构的 MANET 簇生成算法,它充分考虑了网络存在的单向链路和节点的相对移动性,为 MANET 的网络管理提出了一个新方法.

本文第 1 节介绍了现有的 MANET 网络管理的发展、存在的缺点和问题以及改进的层次性网络管理框架.第 2 节是详细的算法描述和节点的相对移动性.第 3 节对 MIB(management information base)的建议性改进作了说明.最后是全文的总结.

1 MANET 网络管理

网络管理^[6]就是控制一个复杂的计算机和通信网络,使得它具有最高的效率和可靠的工作,这一过程通常包括数据收集、数据处理、数据分析和网管动作.根据信息收集和通信方式,网络管理的体系结构被划分为集中、分布和层次这 3 种模式,而 MANET 的网络特性排斥集中和完全分布的管理体系,因此,基于网络信息开销和节点移动性的考虑,作为折衷,文献[2]提出了一种三级层次结构,即中心管理者(manager)、簇首(cluster head)和代理(agent),如图 1 所示.簇首是 MANET 中二级管理节点的特殊称谓,负责管理多个代理节点按一定的算法和规则集结生成的簇(cluster),同时接受中心管理者的管理和控制.由于 MANET 中的网络节点具有随机移动性,因此必将导致簇的动态变化,不仅簇成员会更新,而且作为簇首的节点,也将因移动而激发簇的分解或再聚集.ANMP 提出了两种簇生成算法,但都是基于节点间通信链路为双向链路这样一个前提,并未涉及存在的特有单向链路及节点的相对移动性.

文献[4]中的方法是基于物理子网和虚拟子网的划分,但子网的数量和网内节点标识都是严格限定的,也没有考虑存在单向链路和相对移动性的问题.虽然在文献[5]中建议了一个新方法,但其移动站的本质依然是簇首,上述问题依然存在.

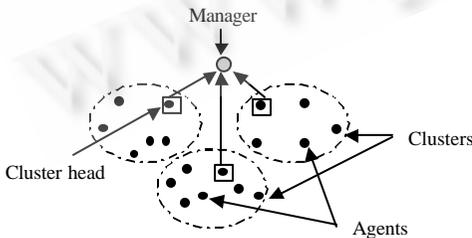


Fig.1 ANMP architecture
图 1 ANMP 体系结构

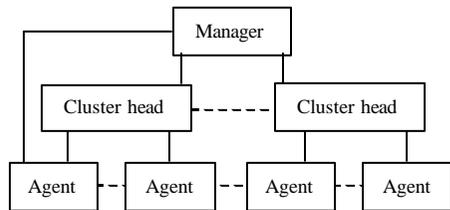


Fig.2 Network management framework
图 2 网络管理框架

综上所述,我们采纳并改进了三级层次管理框架,进行 MANET 网络管理的研究,如图 2 所示.在图 2 中,簇首之间以及代理之间也将存在信息交互,因为包含链路状态、连接方式及节点相对移动性计算等在内的邻居节

点信息的交互是必需的.与此同时,中心管理者也可以根据需求,直接越级管理各代理节点.在 MANET 的网络管理中,考虑到信息开销、收集和延迟等,簇生成算法是非常关键的.为此,我们提出了一种基于层次结构的簇生成算法,它充分考虑了上述存在的问题.

2 簇生成算法

2.1 基于图的簇生成算法

算法以存在的底层路由协议为基础,通过路由支持交换信息.为了更好地理解和描述,我们先介绍一些算法所需的基本定义和符号.一个 MANET 可以被看作一个简单有向图(无环和无多边) $G=(V, E)$, V 是非空节点集,代表网络节点集合; E 是连接节点的边集,代表网络中存在的节点间链路集合.

定义 1. 给定节点 $u, v \in V$, 有序对 $\langle u, v \rangle$ 和 $\langle v, u \rangle$ 分别表示从 u 至 v 和从 v 至 u 的两条不同有向边(单向链路),而 (u, v) 或 (v, u) 则表示位于 u 与 v 之间的双向边(双向链路),因此 (u, v) 也可以通过 $\langle u, v \rangle + \langle v, u \rangle$ 来表示.

定义 2. 在一个特定的 MANET 中, $G=(V, E)$, $V=\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, 每个节点 v_i ($v_i \in V$) 都有源端邻居集合、目的端邻居集合、所有邻居集合、双向边邻居集合和单向边邻居集合, 分别由 $V'_{v_i}=\{v_j | \langle v_j, v_i \rangle \in E, v_j \neq v_i\}$, $V''_{v_i}=\{v_j | \langle v_i, v_j \rangle \in E, v_i \neq v_j\}$, $V_{v_i}=V'_{v_i} \cup V''_{v_i}$, $V^*_{v_i}=V'_{v_i} \cap V''_{v_i}$ 和 $V^*_{v_i}=(V'_{v_i} - V^*_{v_i}) \cup (V''_{v_i} - V^*_{v_i})$ 来表示.

根据对应 MANET 的图 G 的邻接矩阵可以由一个 $n \times n$ 方阵 A 来表示, $A=(a_{ij})_{n \times n}$, 其中

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \langle v_i, v_j \rangle \in E \\ 0, & \langle v_i, v_j \rangle \notin E \text{ 或 } v_i = v_j \end{cases}$$

我们可以得出以下的定理.

定理 1. 如果 $A^m=(c_{ij})_{n \times n}$, $m=1, 2, \dots$, $c_{ij} \geq 1$, 则从 v_i 至 v_j ($v_i, v_j \in V$) 存在路径长度为 m 的通路.

证明: 当 $m=1$ 时, 即为邻接矩阵本身, 矩阵元素 $c_{ij}=a_{ij}=1 \Leftrightarrow$ 从 v_i 到 v_j 存在有向边; 当 $m=2$ 时, 注意到每条从 v_i 到 v_j 的长度为 2 的通路, 中间必经过一个节点 v_k , 即 $v_i \rightarrow v_k \rightarrow v_j$ ($1 \leq k \leq n$), 如果图 G 中有路 $v_i v_k v_j$ 存在, 那么 $a_{ik}=a_{kj}=1$, 即 $a_{ik} \cdot a_{kj}=1$; 反之, 如果图 G 中不存在路 $v_i v_k v_j$, 那么 $a_{ik}=0$ 或 $a_{kj}=0$, 即 $a_{ik} \cdot a_{kj}=0$, 于是从节点 v_i 到 v_j 的长度为 2 的路的数目等于 $a_{i1} \cdot a_{1j} + a_{i2} \cdot a_{2j} + \dots + a_{in} \cdot a_{nj} = \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot a_{kj}$ 这恰好等于矩阵 A^2 中的第 i 行和第 j 行的元素:

$$A^2=(a_{ij})_{n \times n}^{(2)} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ M & & M \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ M & & M \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = (b_{ij})_{n \times n}$$

由此可以判断, 当 $c_{ij}=b_{ij} \geq 1$ 时, 由 v_i 到 v_j 必然存在 1 条以上且长度为 2 跳的通路, 进一步计算 $m=3, 4, \dots$, 得出相同的结论, 所以通过 $A^m=(c_{ij})_{n \times n}$ 可以判定是否存在一条由 v_i 到 v_j 的通路且距离为 m 跳.

定义 3. $Id(v_i)$ 标识网络节点 v_i , $Token(v_i)$ 标识 v_i 的令牌属性, 方法 $ChooseHead()$ 用于节点间选举簇首.

在 MANET 中, 每个节点都具有惟一标识 $Id(v_i)$, 可以基于节点的功能和资源对其进行赋值. 这里认为标识越小就越具有承担网络管理的能力. $Token(v_i)$ 是节点是否具有成为簇首的资格属性, 其取值为 1 或 0, 一个节点拥有了令牌, 就具备了成为簇首的候选资格. $ChooseHead()$ 是用于在节点间选举簇首的过程, 以 OTF(owning token first, 拥有令牌优先)和 MIF(minimum Id first, 最小标识优先)为原则, 即拥有令牌的节点率先成为簇首, 当有多个节点拥有令牌或都不拥有令牌时, 标识最小的节点将成为簇首.

另外, M 表示簇成员集合, 每个簇都对应一个 $M.t_s$, 是一个特定的时间间隔, 即簇内的成员代理节点周期性地将其邻居信息向簇首报告. t_c 是 t_s 的整数倍, 是簇首向其簇内所有成员通告其依然存在, 并承担管理任务的时间间隔.

(1) 簇的初始化.

MANET 中每个节点 v_i ($v_i \in V$) 进行标识及令牌赋值, 构建各自的邻居集合 $V'_{v_i}, V''_{v_i}, V_{v_i}, V^*_{v_i}, V^*_{v_i}$, 相邻节点间交

互信息,利用 *ChooseHead()* 选举簇首,实现簇的初始化.成为簇首的节点向所有邻居节点广播通告,对于尚未加入其他簇的节点获得通告以后,立即应答,宣布加入该簇.簇首获得应答以后,将该节点加入簇成员集合 M ,成为代理,进行管理,同时广播告之簇内所有成员节点.初始化结束之后,簇内成员距簇首的距离均为 1 跳.

(2) 簇的更新.

随着网络节点的移动,网络的拓扑也随之动态改变,这必将导致簇及簇成员的改变.为此,我们定义了一些事件,如图 3 所示,在簇更新的过程中触发不同的执行结果.

在图 3 中,事件 $F1$ 对应于节点在所属簇内的移动; $F2$ 对应于节点的移出所属簇事件,由 $m1$ 和 $m2$ 组成,分别对应于普通成员节点的移出和原簇首的移出; $F3$ 是指节点移入簇并欲加入该簇的事件,由 $m1, m2$ 和 $m3$ 组成,分别对应于存在单向链路、无令牌节点的移入和有令牌节点的移入事件; $F4$ 则对应于令牌的改变事件,由 $m1$ 和 $m2$ 组成,即节点获得令牌和节点失去令牌.

如果 $F1$ 发生,对于节点 v_i 来讲,仍然在其所属簇的区域范围内移动,这种移动只可能导致邻居关系发生变化,即引发 v_i 所对应的 $V'_{v_i}, V''_{v_i}, V_{v_i}, V^*_{v_i}, V''_{v_i}$ 的增加或减少,而簇 M 并未改变,此时不会引发任何簇属性的变化,如果 $F2$ 发生,则两种事件对应于两种不同的更新结果: $F2-m1$ 由于节点的移出,将导致簇 M 的减少,但该簇依然存在,由其簇首继续管理; $F2-m2$ 将会触发新簇的产生,因为簇首已移出所管理的簇,原簇将消亡,当成员节点无法监测到原有簇首的时候,将会在相邻节点中发起新一轮的 *ChooseHead()*,选举产生新簇首,实现组簇管理.如果 $F3$ 发生,将会是一个比较复杂的过程,因为簇内代理节点与簇首的通路距离将会影响网管信息的收集、延迟及网络流量,因此,当有新节点移入某簇并欲加入该簇时,必须遵守一定的规则.设有簇 C ,其簇首为 $v_i (v_i \in V)$,簇成员集合为 $M (M \subset V)$,新移入节点为 $v_j (v_j \in V$ 且 $v_j \notin M)$,“ $||$ ”表示两点间最短路径距离,基于信息安全、传输延迟及网络开销等,将遵守以下规则:

规则 1. 如果存在 $v_i \rightarrow \dots \rightarrow v_k \rightarrow \dots \rightarrow v_j$ 或 $v_j \rightarrow \dots \rightarrow v_k \rightarrow \dots \rightarrow v_i$,且 $v_k \notin M$,则 v_j 的加入将被拒绝.

规则 2. $1 \leq \langle v_i, v_j \rangle \leq 2$;

$1 \leq \langle v_i, v_j \rangle \leq 2$ 或 $1 \leq \langle v_j, v_i \rangle \leq 2$.

规则 1 表明,簇首和新节点间的信息传输不应由其他簇外成员中继转发.在规则 2 中, $\langle v_i, v_j \rangle$ 表明,新节点和簇首之间的双向路径最短距离不应超过 2 跳; $\langle v_j, v_i \rangle$ 表明,当有单向链路存在时,由新节点至簇首的最短路径以及由簇首至新节点的最短路径不应同时超过 2 跳,这一点可以通过 $A^m = (c_{ij})_{n \times n}$ 获得.

于是,当有新节点加入时,必须通过规则验证, $F3-m2$ 将会触发簇 M 的增加. $F3-m3$ 可能导致原有簇的消失和新簇的产生,因为移入的节点也拥有令牌,具备成为簇首的资格.此时,需要利用 *ChooseHead()* 在新节点和原簇首节点中选取最终的管理者.如果前者胜出,则新簇产生;如果后者胜出,只触发簇 M 的增加,原簇继续存在. $F4(F4-m1$ 和 $F4-m2)$ 对节点所拥有令牌的动态赋予和剥夺,将动态地触发簇及簇首的改变.

在 MANET 中,簇首是最重要的节点,它不仅需要管理所属簇成员,获得代理的运行状况,还将收集、计算和处理的网管信息结果和关键事件向中心管理者报告;它需要将每个成员 v_i 所报告的 $V'_{v_i}, V''_{v_i}, V_{v_i}, V^*_{v_i}, V''_{v_i}$ 进行计算产生 M ,在 t_s 到来时将 M 信息向所有成员广播,簇节点就能及时获得 M 的变化情况,从而维护簇的完整性.因此,簇首的生存关系着其他成员的组织变化,在 t_c 到来时,簇首都会向簇成员广播通告“EXIST”,告知处于管理生命期,如果成员节点没有收到该通告,则判定簇首已消失,将触发新一轮的簇生成.

现以一个由 17 个节点组成的 MANET 为例,说明该算法的实现过程.每一个节点除中心管理者之外都被顺序地赋予 1~16 的唯一的节点标识,3 个令牌分别赋予节点 1,5,6,即 $Id(v_i) = i, Token(v_j) = 1$,这里, $i = 1, 2, \dots, 16; j = 1, 5, 6$.

初始化簇的过程由节点 1,2,5,6 发起,形成如图 4(a)所示的簇 $C1, C2, C3$ 和 $C4$.图 4(b)~(d)分别对应了上述定义事件的触发更新簇的结果.在图 4(b)中,节点 8 在其所属簇 $C2$ 中移动,但未移出,对应的事件是 $F1$,因此没有触发对应 M 的更新;节点 15 移出了簇 $C3$ 并加入簇 $C2$,对应于事件 $F2-m1$ 和 $F3-m2$,该事件将触发 $C2$ 中 M 的增加和 $C3$ 中 M 的减少,但两簇依然存在.与此同时,拥有令牌的节点 5 移入了簇 $C4$,这便引发了簇 $C5$ 的创建和簇 $C4$ 的消失,因为拥有令牌的节点 5 在与拥有令牌的节点 6 通过 *ChooseHead()* 选举以后,最终成为新簇的簇首,该事件对应于 $F3-m3$.那么,当节点 13 和 14 发现其所属簇的簇首消失时,将通过 *ChooseHead()* 选举节点 13 成为新的

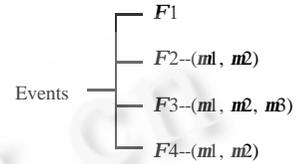


Fig.3 Events
图 3 事件

簇首并创建簇 C6,该操作对应于 F2-m2.无论如何,对于移入簇并想加入该簇的节点都要通过所定义的规则验证,在图 4(c)中,簇 C2 中的节点 2 被赋予了令牌,即 $Token(2)=1$,那么该节点在以后的移动中就具备了成为簇首的更优资格,而簇 C5 中的节点 6 所拥有的令牌一旦被中心管理者剥夺,即 $Token(6)=0$,也就标志着其失去了这个优先级,该事件分别对应于 F4-m1 和 F4-m2.在图 4(d)中,节点 10 移入 C1 并欲加入该簇,但是在它与 C1 的簇首节点 1 之间存在单向链路,通过规则计算,由于从节点 1 到节点 10 的最短路径为 2 跳,而由节点 10 到节点 1 的最短路径为 3,且信息不存在由簇外节点转发,因而成为簇 C1 中的新节点,这就是 F3-m1 和 F3-m2.

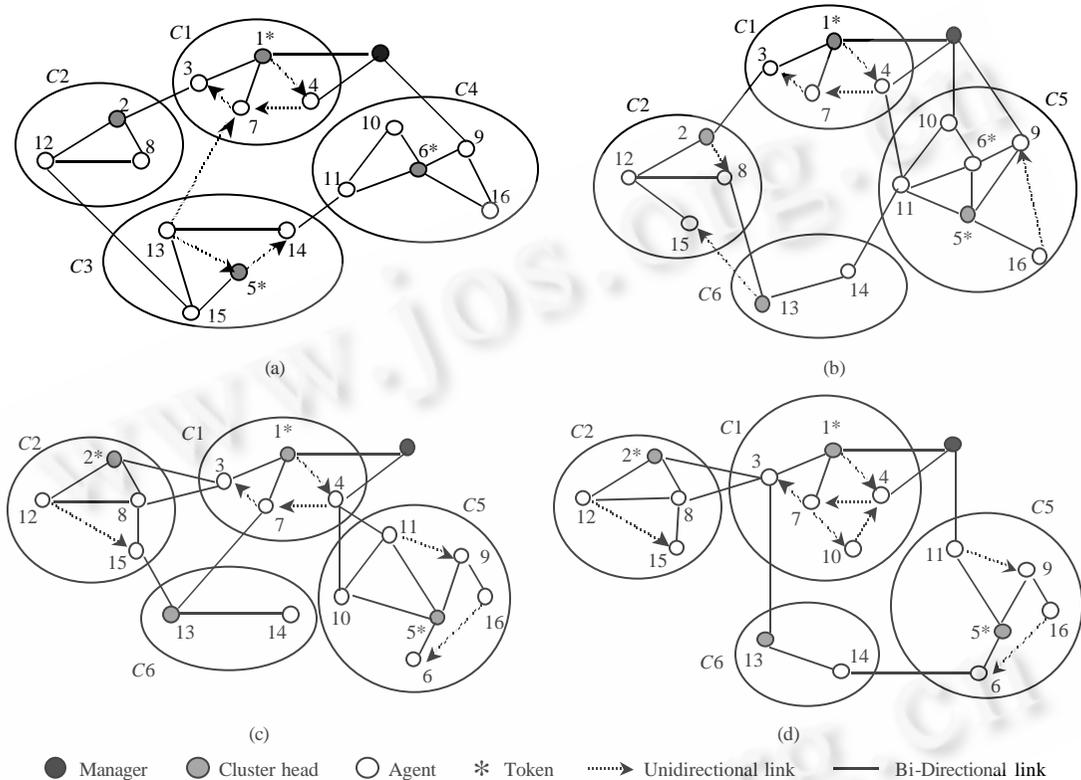


Fig.4 Clustering

图 4 簇生成

2.2 相对移动性

在 MANET 中,尽管节点是移动的,甚至具有很高的移动性,但移动毕竟是一个相对的概念.一个节点 a 对于节点 b 来讲可能是高速移动的,但对于节点 c 又可能是半静止的,因此,在对网络拓扑管理时,我们可以引入相对移动性的思想,进一步地,可以通过相对移动性的计算,动态地赋予和剥夺节点所拥有的令牌,从而维护生成簇的稳定性,因为在规定的时间内,一个具有高移动性的节点与一个较低移动性的节点相比,更倾向于弹性行为.对于节点相对移动性的计算可以通过移动参数的交互计算,包括位置、速度、方向和加速度等,参数的获取可以通过周期性地对节点资源进行访问.

3 对 MIB 的改进

ANMP^[2]将一个被称为 anmpMIB 的新 MIB 组加入到 SNMP 的标准 MIB-II 中,用于描述 MANET 的网络特性,包括能源组(PowerUsage group)、拓扑保持组(TopologyMaintenance group)、代理信息组(AgentsInformation)和安全信息组(Lacm group),但是它忽略了网络中存在的单向链路特性和节点的相对移动性,仍存在不足.结合本文提出的算法,还应该包含灵活和动态地选举簇首的令牌信息、网络链路状态以及相对移动性的计算信息

等.为此,我们建议性地加以改进和补充,如图 5 所示.在 TopologyMaintenance group 中,邻居表(NeighborTable)包含节点的惟一标识、IP 地址、是否拥有令牌和链路状态(方向)以及节点的位置和速度等用于计算相对移动性的一跳邻居信息协议表(ProtocolTable),用于存储应用的拓扑维护协议;在 GraphicalClustering 中,GraphMyLevelInHierarchy 表明节点在层次性管理框架中所处的位置级别,是中心管理者、簇首或是代理,而 GraphClusterTable 则存储包含簇 ID、成员数量、簇首 ID 和令牌标识以及移动性计算信息等在内的簇的列表信息.

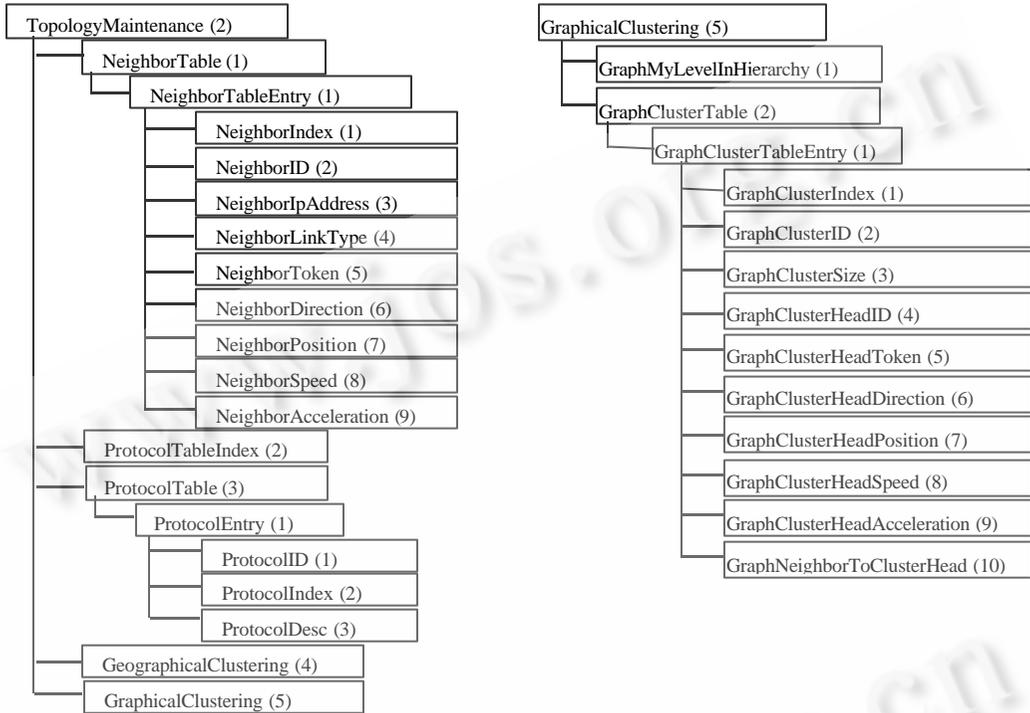


Fig.5 The amelioration to MIB

图 5 MIB 的改进

4 结 论

本文在所采纳和改进的由中心管理者、簇首、代理组成的三级层次网络管理框架对 MANET 进行网络管理研究的基础上,提出了一个基于图,并利用令牌机制与最小节点标识相结合的方法,应用于层次性网络管理结构的 MANET 簇生成算法.该算法充分考虑了网络存在的单向链路和节点的相对移动性等已在已有的 MANET 网络管理中被忽视的问题,从而为 MANET 的网络管理提出了一个新的方法和改进措施;同时,对 MIB 的建议性改进也进行了说明.在仿真实验中,由于令牌机制的引入而增加了网络管理的灵活性,通过相对移动性的计算而动态赋予令牌,增加了簇的稳定性和节点的可控性.当设置不同比例存在的单向链路时,该算法可以最大限度地管理节点.

在本文提出的算法中,对于信息的可靠和安全传输是一个非常重要的方面,我们将在以后的工作中进行深入研究.

References:

- [1] Corson S, Macker J. Mobile Ad hoc networking (MANET): routing protocol performance issues and evaluation considerations. RFC 2501, 1999.

- [2] Chen W, Jain N, Singh S. ANMP: Ad hoc network management protocol. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1999,17(8):1506~1531.
- [3] Lindfors AK. Policy based management in Ad-hoc networks. In: Proceedings of the Helsinki University of Technology Seminar on Internetworking. 2000. <http://www.tml.hut.fi/Opinnot/Tik-110.551/2000/papers/>.
- [4] Sharony J. An architecture for mobile radio networks with dynamically changing topology using virtual subnets. Mobile Networks and Application (MONET), 1996,1(1):75~86.
- [5] Sánchez R, Evans J, Minden G. Networking on the battlefield: challenges in highly dynamic multi-hop wireless networks. In: Proceedings of the IEEE 1999 Military Communications Conference (MILCOM'99). 1999. http://www.argreenhouse.com/society/TacCom/milcom_99_papers.shtml.
- [6] Goldszmidt G, Yemini Y. Delegated agents for network management. IEEE Transactions on Communication, 1998,36(1):66~70.

IEEE/WIC2003 网上智能与智能代理技术联合国际会议(WI2003/IAT2003)

征文通知

IEEE/WIC2003 网上智能与智能代理技术联合国际会议(WI2003/IAT2003)由 IEEE Computer Society 和国际网上智能协会(Web Intelligence Consortium),国家自然科学基金委员会,中国计算机学会和北京工业大学联合协办,定于 2003 年 10 月 13 日~17 日在北京举行.会议由 IEEE Press 出版正式的论文集,优秀论文将收录于 IOS Press 出版的 Web Intelligence and Agent System: An International Journal 和 World Scientific Publishing 出版的 Annual Review of Intelligent Informatics.

一、征文范围

WI2003 会议征文范围包括(但不限于)

新的 Web 技术;网格计算;智能人网交互;基于智能 web 的商务;知识网络和管理;语义 web;web 智能体;web 信息管理;Web 信息检索;web 挖掘;知识网络与管理;基于智能网络的商务.

IAT2003 会议征文范围包括(但不限于)

分布式智能;可学习和自适应 Agent;数据和知识管理 Agent;面向自组织的计算范例;计算模型、体系结构及其基础;智能 Agent 的应用.

二、征文要求

论文必须未公开发表,并用英文书写.本次会议只接受电子文档(LaTex、MSWord、PostScript、PDF 文件均可).论文格式和投稿要求,详见会议网址.

三、重要日期

征文截止日期: 2003 年 3 月 20 日

录用通知日期: 2003 年 5 月

四、联系方式

联系地址: Department of Computer Science, Hong Kong Baptist University, Kowloon Tong, Hong Kong
(香港浸会大学计算机科学系)

联系人: Dr. Jiming Liu

电话: (852)34117088 传真: (852)34117892

E-mail: jiming@comp.hkbu.edu.hk

会议网址: <http://www.comp.hkbu.edu.hk/WI03/> 和 <http://www.comp.hkbu.edu.hk/IAT03/>