

话题驱动移动模型

刘效国,郭达伟,滑维鑫

(西北工业大学 自动化学院,陕西 西安 710129)

摘要:Ad Hoc 网络中人群的移动具有趋同性和弱耦合的聚散特性,现有的移动模型对此存在一些研究,然而缺乏对群组变化行为的描述。文中提出话题驱动模型(Topic Driven Mobility Model, TDMM),使用人与话题的关系模型描述人的行为状态,对节点形成群组的驱动因素进行了研究,更好地刻画了 Ad Hoc 网络中群组的行为变化特征。通过对部分模型参数进行选取模拟了松散协作的应用场景,仿真结果表明,模型能够体现符合人群的社会性特征,同时能有效地描述节点聚散的运动过程。

关键词:群组移动模型;话题热度;人群行为

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)07-0116-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.07.029

Topic Driven Mobility Model

LIU Xiao-guo, GUO Da-wei, HUA Wei-xin

(School of Automation, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

Abstract:In Ad Hoc networks, the crowd moves with convergence and weak coupling parting characteristics. There exists a few mobility models that are taking this tendency into account, however, all these models are lack of the descriptions about the change in the behavior of the group. In this paper, present a new mobility model called TDMM (Topic Driven Mobility Model) in which the relationship between the user and the topic model is used to describe the behavior of human movement. The driving factor for the formation of the group is researched to better characterize the moving characteristics of crowd in Ad Hoc. The parts of the model parameters are selected to simulate a loose collaboration scenarios. The simulation results show that the model can reflect the social feature for crowd, at the same time effectively describe the movements of nodes.

Key words:group mobility model; topic hot; human mobility patterns

0 引言

在 Ad Hoc 网络研究中,对网络协议进行设计和分析评价时,要获得准确的实验结果必须选择符合场景的移动模型^[1-2]。大多数的移动模型可以分为实体移动模型和群组移动模型。实体移动模型侧重于反映各个节点互不相干的独立运动,每个节点的运动方式和状态独立于其他节点^[3-5]。然而在无线移动网络中,移动设备一般由人携带或者受到人的控制,因此节点移动行为要受到人群的影响,如同人群一般具有趋同性倾向于形成群组。比如战场环境下的部队行军、紧急救援中的抢险分队等^[6]。使用群组移动模型描述组内节点的相对运动,强调节点作为群体之一有着共同的移动规律,如参考点群组移动模型(RPGM)^[7]。

相对于实体移动模型,群组移动模型更能反映现实世界中群体之间的运动联系。

目前所提出的群组移动模型大多集中于反映节点的移动特性,致力于描述贴近现实的实体运动轨迹,却忽略了对大规模节点运动时所表现出来的群体行为特性的研究与描述^[2]。现有的一些研究是对节点形成群体的驱动因素进行的^[8-9]。GFMM 提出了群组力的概念,认为节点通过群组力来改变移动行为,然而对于群组的形成缺乏探究^[10]。EMM 提出了事件驱动的概念,认为节点的移动行为改变都是由一个个事件触发的,这些事件导致节点在不同时间运动到不同地点,节点的位移由一连串“移动-停留”动作构成,但是主要偏重对节点运动轨迹的模拟和合成。CM(Community

收稿日期:2013-10-10

修回日期:2014-01-11

网络出版时间:2014-04-24

基金项目:高等学校博士学科点专项科研基金(20126102110036);航空科学基金(2012ZC53042)

作者简介:刘效国(1989-),男,陕西西安人,硕士研究生,研究方向为移动模型、Ad Hoc 网络;郭达伟,博士,副教授,研究方向为 Ad Hoc 网络、传感器网络、控制工程。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140424.0844.100.html>

Mobility)模型^[11]是一种基于社区的移动模型,使用分群算法对节点进行分组,节点受到群组的吸引而发生行为的变化,从而改变移动特征,然而模型需要对节点的社会关系进行初始化,同时在仿真中节点的社会关系也没有实时的变化,这与现实是不相符的。为了更好地描述人群成组的驱动因素以及弱耦合的聚散特性,文中提出一种话题驱动的移动模型(Topic Driven Mobility Model, TDMM),认为节点移动特征的变化是由节点行为特征发生变化而引起的,而行为特征发生变化则是由于话题对节点具有一定的吸引同时节点对于话题有着自己的选择。节点因为对不同的话题产生兴趣而形成不同的群组,另一方面,节点也会因为兴趣度的降低而产生离散行为。

1 TDMM 模型描述

现实中人们会因为对同一话题产生兴趣而聚合,也会因为对话题失去兴趣而离散^[12]。话题是人群成组与分散的一个重要驱动因素,话题可以是一个讨论、一个任务、一个目标等等。譬如在集体出游中大家对不同的景区有着不同的兴趣,此时可以设定话题为某个区域。人群与话题之间存在两种关系:人参与话题和人不参与话题。相应地,网络中节点存在两种行为状态:参与话题或自由运动。然而,由于节点与话题之间存在距离等限制,节点不可能瞬间由自由运动的状态变成参与话题的状态。因此,节点由自由运动向参与话题这个状态转化需要存在过渡状态。图1表示了状态转化图。

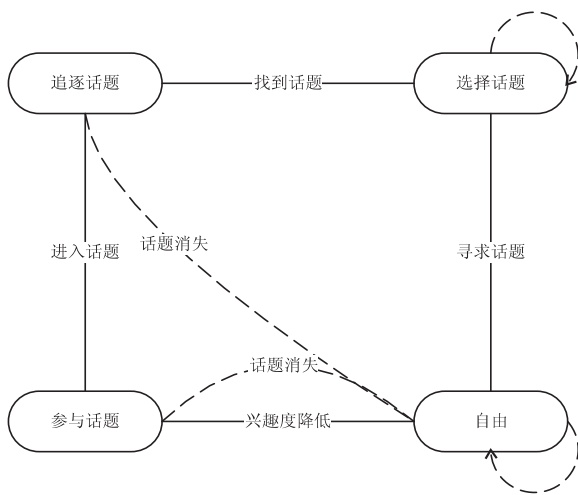


图1 TDMM 模型节点行为状态转化图

正是由于人群移动行为的变化才导致了人群移动特征的变化,当某一个人没有参与话题且没有尝试参与话题时,那么他就处于自由运动。当某几个人都参与了同一个话题,那么他们就会聚集在一起形成群体,并一起移动从而具有了群体移动的特征。当人追逐话题时,就会呈现追逐群组的移动模式。

在该移动模型中,定义两个元素集:节点集 N 和话题集 T ,每个节点 N_i 具有向自己感兴趣的话题 T_j 移动的趋向。其中,节点代表实际网络中的移动用户,每个节点 N_i 具有自己相应的能力 C_i ,如最大速度约束。

在某一时刻,节点 N_i 参与到话题 T_j ,定义一个属性 I_i 来记录节点对于此话题的实时兴趣度,同时该节点记录下此话题的索引为 T_{node}^i 。节点的兴趣度随着时间不断变化,当低于阈值 $C_i^{interest_low}$ 时节点会放弃此话题转而寻求其他话题。为了记录节点的状态,定义属性:

$$S = \{ \text{FREE}, \text{SELECT_TOPIC}, \text{PURSUE_TOPIC}, \text{CARRY_TOPIC} \}$$

另一方面,为了体现不同的话题对节点的吸引程度不同,定义话题 T_j 具有一个属性 H_j 来表示该话题当前的热度,热度越高的话题对节点的吸引程度越高,节点越有可能向该话题聚拢。

2 TDMM 行为模型建模

2.1 话题热度变化模型

文献[12-13]通过数据挖掘对大量BBS的数据进行统计分析,构造出热度预测模型,认为一个话题具有产生、生长、消亡的生命周期,话题热度随时间变化呈现一定的规律,其中热度衰减呈现幂函数曲线,热度整个变化趋势则呈现正态分布曲线。话题 T_j 的热度计算如下:

$$H_{T_j}(t) = g \times e^{-\left(\frac{t-t_0}{c}\right)^2} \quad (1)$$

其中, g 是热度增益,决定了话题热度所能达到的最大值; c 为热度衰减因子,值越小曲线越陡,话题热度将呈现迅速升高然后急剧下降的情况; t_0 决定了话题热度何时达到最大; t 为话题的生命时间,即话题诞生了多久。当 $c \rightarrow 0$, 话题的热度很快衰减到0,这将导致节点没有话题可以参与,节点将作个体随机运动,TDMM 模型弱化成随机个体运动模型。

2.2 话题选择模型

话题选择模型需要确定每个话题对节点的吸引力,从而选择吸引力最高的那个话题作为选定话题,对于不同的场景有着不同的选择。一般来说,距离越近的人交往越频繁,话题热度越高人们越倾向加入。文中节点选择话题的标准计算如下:

$$W_i^{T_j} = w(H_{T_j}, d_{N_i}^{T_j}) = H_{T_j}^{-d_{N_i}^{T_j}} \quad (2)$$

其中, $W_i^{T_j}$ 为选择该话题节点的受益; H_{T_j} 为话题 T_j 的热度; $d_{N_i}^{T_j}$ 为节点到话题的距离。

另外,为了考虑节点的能力问题,比如话题的距离较远或者话题持有者的移动较快等因素造成节点无法参与到该话题,还需要计算节点是否有能力参与该话

题。

预计节点到达话题有效区域所需时间

$$t = \begin{cases} \infty, v_{N_i}^{\max} \leq v_{T_j} \\ \frac{d_{N_i T_j}^{T_j}}{v_{N_i}^{\max} - v_{T_j}}, v_{N_i}^{\max} > v_{T_j} \end{cases} \quad (3)$$

其中, $d_{N_i T_j}^{T_j}$ 为节点 N_i 和 T_j 间的距离; $v_{N_i}^{\max}$ 为节点 N_i 所能达到的最大速度; v_{T_j} 为话题 T_j 的移动速度。如果 t 大于设定的时间阈值 t_{\max} , 则认为节点 N_i 追逐该话题所需代价较大, 节点将放弃选择该话题。

2.3 自身兴趣度变化模型

兴趣度的变化十分类似于“遗忘曲线”, 一些研究^[14-15]对此进行改进以适用兴趣度的变化, 提出兴趣度的衰减服从指数衰减。针对文中提出的模型, 考虑两个因素: 时间和话题的热度。兴趣度的变化模型为:

$$i(H_{T_{\max}}, b, t) = H_{T_{\max}} \times e^{-\left(\frac{t - t_{N_i}^{T_j}}{b}\right)} \quad (4)$$

其中, $H_{T_{\max}}$ 为参与的话题的当前热度; b 为衰减因子, 越小说明节点对话题的兴趣度衰减的越快; t 为当前的时刻; $t_{N_i}^{T_j}$ 是节点 N_i 开始参与到话题 T_j 的时刻。

当 $b < \frac{1}{\ln \frac{C_i^{\text{interest_low}}}{C_i^{\text{interest_high}}}}$ 时, $i(H_{T_{\max}}, b, t)$ 会很快地衰减到低

于 $C_i^{\text{interest_low}}$, 导致节点放弃话题, 此时 TDMM 模型将变化成随机个体运动模型。

3 TDMM 节点位置更新算法

在整个场景中存在两类节点: 没有参与话题的节点和参与了话题的节点。

对于未参与话题的节点, 即状态为 FREE 或者 SELECT_TOPIC, 设定其做随机移动, 现存有很多随机移动模型可以选择, 文中选取了随机游走模型, 文献^[10]指出时间型随机游走模型的平稳速度分布和节点分布性能要优于距离型随机游走模型、随机点模型和随机方向模型, 是最理想的个体移动模型。

对于状态为 CARRY_TOPIC 或者 PURSUE_TOPIC 的节点, 每个节点的位置计算如下:

1) 计算节点 N_i 与所参与的话题 T_{node}^i 的距离向量

$$D_{N_i}^{T_{\text{node}}^i} = P_j - P_i \quad (5)$$

其中, P_j 为 T_{node}^i 的位置向量; P_i 为节点 N_i 的位置向量。

2) 对 $D_{N_i}^{T_{\text{node}}^i}$ 加上一个随机扰动 R , 得到节点 N_i 的下一步运动方向

$$D_i^t = \frac{D_{N_i}^{T_{\text{node}}^i} + |D_{N_i}^{T_{\text{node}}^i}| R}{|D_{N_i}^{T_{\text{node}}^i}| + |D_{N_i}^{T_{\text{node}}^i}| R|} \quad (6)$$

其中, R 为单位向量, 角度大小服从 $[-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}]$ 上

的均匀分布, 以确保节点能尽可能保持群组结构。

3) 随机选择一个速度大小 $\text{speed}_{\text{rand}}$, 计算节点下一刻的位置:

$$P(t + \Delta t) = P(t) + \text{speed}_{\text{rand}} \cdot D_i^t \cdot \Delta t \quad (7)$$

$$\text{speed}_{\text{rand}} = \begin{cases} \text{speed}_{\max}, |D_{N_i}^{T_{\text{node}}^i}| \geq \text{radius} \\ \text{random}(\text{speed}_{\min}, \text{speed}_{\max}), \text{other} \end{cases}$$

其中, radius 为话题 T_{node}^i 的有效范围, 可由用户自己定义; $\text{random}(\text{speed}_{\min}, \text{speed}_{\max})$ 为区间 $[\text{speed}_{\min}, \text{speed}_{\max}]$ 上的随机均匀分布。

4 仿真

根据文献^[16]对节点的链路持续时间和节点度数进行了统计以评估模型对网络拓扑的影响。

4.1 参数设定

仿真节点个数为 60, 节点运动范围为 5 km×5 km 的方形区域, 节点传输范围是 250 m, 每次仿真时间是 1 000 s, 每个节点最大移动速度设为 6 m/s。

对三种移动模型: 随机路点模型 (RWP)、参考点群组移动模型 (RPGM)、话题驱动移动模型 (TDMM) 进行了仿真和比较。

其中, RPGM 模型具有 5 个群组, 每组拥有 12 个节点。TDMM 具有 5 个话题, 每个话题的热度增益分别为 10、20、30、40、50, 热度衰减因子根据文献^[11]设定为 9.98, 话题有效范围为 250 m; 每个节点具有相同的最大速度, 兴趣度衰减因子设定为 1, 即节点对话题的兴趣度等于话题当前热度, 节点对于话题的兴趣度阈值设置为 0.01。

4.2 结果分析

图 2 展示了链路持续时间的频度分布, 为了便于识别分析, 对纵坐标取 log。由图可以看出, 由于是随机移动, RWP 模型中节点的链路变化频繁导致链路持续时间普遍较短, 因此 RWP 的链路持续时间分布在 300 s 以内。RPGM 中的节点大多处于群组内, 链路持续时间较长, 而群组间的链路则处于变化中, 所以在两边都有分布。TDMM 的链路持续时间则是以幂率的形式

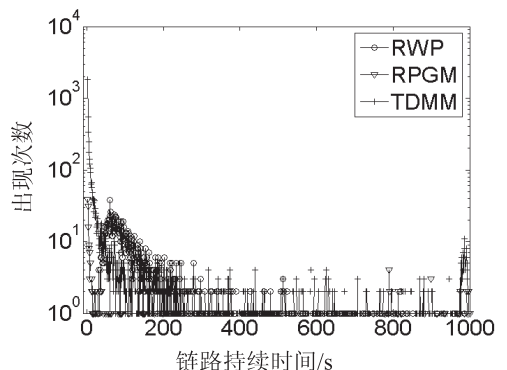


图 2 链路持续时间分布图

式很快地衰减下去,即链路持续时间短的次数较多而链路持续时间长的次数较少,这是比较符合社交网络中对人群行为的刻画的。

图3展示了仿真中平均节点度数随着仿真时间推移的变化情况。其中,为了便于识别,对x轴进行log变换。从图中可以看出,由于RPGM与TDMM都存在群组移动的情况,因此节点的平均度数比RWP要高。随着时间的推移,RWP模型中由于节点呈现随机分布,节点度数不断下降。TDMM因为同时存在群组与个体运动,导致其节点度数处于波动状况,且低于RPGM。对于RPGM模型,由于其群组较为紧密,节点很难分开,节点的度数长期处于较高的水准。相比较而言,TDMM的节点度数更符合现实中人群的行为。

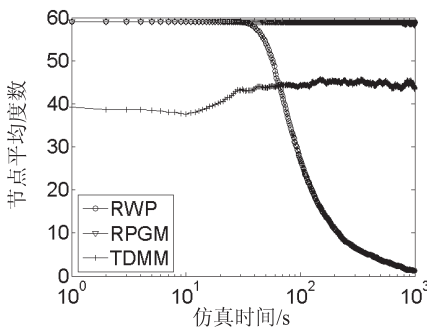


图3 平均节点度数随时间变化图

图4显示了当选取不同的最大速度时,各个模型的平均链路持续时间的变化情况。可以看出随着速度的增大,各个模型的链路持续时间是在不断减小的,这是由于在高速情况下节点的位置变化较为快速,容易出现链路中断情况,很难保持链路的持续状态。还可以看出TDMM的链路变化率基本位于RWP模型与RPGM模型之间,一方面这是由于TDMM模型中一些节点会在一些时段里呈现群组运动,此时节点间的链路持续时间较长;另一方面,节点因话题热度降低而转变为自由移动,而且也存在部分节点未参与话题而作个体运动。

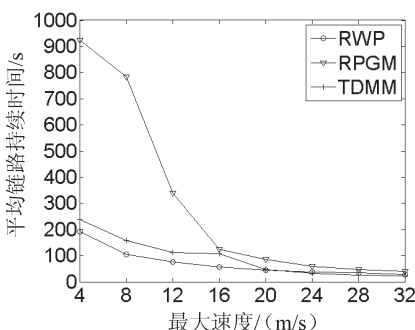


图4 平均链路持续时间随最大速度变化图

图5显示了当话题热度衰减因子c取不同的值时TDMM的平均链路持续时间。从图中可以看出随着c选取不同的值,使得热度衰减的快慢不同。当c较小

时,话题的热度衰减较快,话题将在短时间内消亡,节点没有话题参与,因此节点将作自由运动导致网络的拓扑变化频繁,平均链路持续时间较低。反之,当c较大时,情况则是相反的。另外,当c增加到一定程度时,平均链路持续时间增加的程度逐渐趋于平缓。

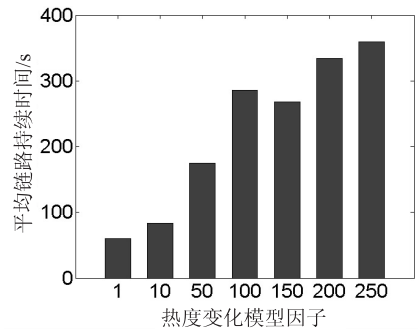


图5 不同热度变化情况下TDMM平均链路持续时间

5 结束语

在各种各样的应用中,群组节点的运动特性都与特定的话题紧密相连,现有的移动模型较少地考虑节点行为特征的变化,也缺乏对成组原因的探究。文中针对这些问题,提出话题驱动Ad Hoc网络移动模型,借鉴社交网络的思想认为节点移动行为的变化受到节点对话题的兴趣度的影响,对行为特征与移动模型间的关系以及节点成组动力有着较好的阐述,同时很好的说明了群组的变化原因。仿真结果表明,TDMM模型能够体现出人群移动中一些社交网络特性,如持续接触时间的幂率分布。并且,TDMM模型具有不同于RWP和RPGM的拓扑连通特性,同时当话题热度衰减因子不同时TDMM表现出不同的拓扑连通特性,因此在验证网络协议时需根据特定应用场景选择合适的移动模型以及参数。

下一步将对不同路由协议在TDMM模型下作性能评估和比较分析,另外,对TDMM模型进行扩展以适应更多的场景也是下一步的主要工作。

参考文献:

- [1] 刘行兵,郑雪峰,韩晓光,等. 无线有组织网群组移动模型[J]. 计算机科学,2010,37(11):78-80.
- [2] 彭辉,沈林成,卜彦龙,等. 一种Ad Hoc网络群组移动模型[J]. 软件学报,2008,19(11):2999-3010.
- [3] Camp T, Boleng J, Davies V. A survey of mobility models for ad hoc network research [J]. Wireless Communications and Mobile Computing,2002,2(5):483-502.
- [4] 刘宴涛,安建平,卢继华,等. 无线自组网个体移动模型分析[J]. 通信学报,2010,31(2):36-43.
- [5] Oztas B, Kurt T, Anarim E. A survey of social based mobility models for ad hoc networks [C]//Proc of 2nd international

析,给出一种基于能量控制和资源调度的 CPS 系统模型,今后,对 CPS 能量系统和任务分配,资源调度进行进一步的详细分析和形式规约是文中的下一步工作。

参考文献:

- [1] 李仁发,谢勇,李蕊,等. 信息-物理融合系统若干关键问题综述[J]. 计算机研究与发展,2012,49(6):1149-1161.
 - [2] 谭朋柳,舒坚,吴振华. 一种信息-物理融合系统体系结构[J]. 计算机研究与发展,2010,47(5):312-316.
 - [3] 黎作鹏,张天驰,张菁. 信息物理融合系统(CPS)研究综述[J]. 计算机科学,2011,38(9):25-31.
 - [4] Padala P, Shin K G, Zhu Xiaoyun, et al. Adaptive control of virtualized resources in utility computing environments[J]. SIGOPS Oper Syst Rev,2007,41(3):289-302.
 - [5] 林剑柠,吴慧中. 基于遗传算法的网络资源调度算法[J]. 计算机研究与发展,2004,41(12):2195-2199.
 - [6] Wang Xiaorui, Wang Yefu. Coordinating power control and performance management for virtualized server clusters[J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems,2011,22(2):245-259.
 - [7] Parolini L, Tolia N, Sinopoli B, et al. A cyber-physical systems approach to energy management in data centers[C]//Proceedings of the 1st ACM/IEEE international conference on cyber-physical systems. New York, NY, USA:ACM,2010:168-177.
 - [8] Cheng Shaowu, Xu Xiaofei, Wang Gang, et al. Activity-based resource capability modeling[J]. Journal of Harbin Institute of Technology (New Series),2008,15(3):307-311.
 - [9] 王小乐,陈丽娜,黄宏斌,等. 一种面向服务的 CPS 体系框架[J]. 计算机研究与发展,2010,47(z2):299-303.
 - [10] Google. Google data centers[EB/OL]. [2013-07-23]. <http://www.google.com/about/datacenters/gallery/#/tech>.
 - [11] 张国宝. 云计算高能耗数据中心年用电百亿度[EB/OL]. [2013-07-25]. <http://www.cloudcomputing-china.cn/Article/cloudcomputing/201205/1479.html>.
 - [12] Gupta E K S, Mukherjee T, Varsamopoulos G, et al. Research directions in energy-sustainable cyber-physical systems[J]. Sustainable Computing: Informatics and Systems,2011,1(1):57-74.
 - [13] Sun Xuedong, Xu Xiaofei, Wang Gang, et al. Multi-objective optimization of process based on source capability[J]. Journal of Harbin Institute of Technology (New Series),2007,14(4):450-453.
 - [14] Tang Q, Gupta S K S, Varsamopoulos G. Energy-efficient thermal-aware task scheduling for homogeneous high-performance computing data centers:a cyber-physical approach[J]. IEEE Trans on Parallel and Distributed Systems,2008,19(11):1458-1472.
 - [15] Lui Sha, Gopalakrishnan S, Liu Xue, et al. Cyber-physical systems:a new Frontier[C]//Proc of 2008 IEEE international conference on sensor networks, ubiquitous, and trustworthy computing. Taichuang:IEEE,2008:1-9.
 - [16] 刘祥志,刘晓建,王知学,等. 信息物理融合系统[J]. 山东科学,2010,23(3):56-61.
-
- (上接第 119 页)
- conference on wireless communication, vehicular technology, information theory and aerospace & electronic systems technology. Chennai:IEEE,2011:1-5.
 - [6] Shang Xufeng, Yuan Yubo. Group mobility model in disaster area networks[C]//Proc of international conference on machine learning and cybernetics. Xi'an:IEEE,2012:1508-1513.
 - [7] Hong X, Gerla M, Pei G, et al. A group mobility model for ad hoc wireless networks[C]//Proceedings of the 2nd ACM international workshop on modeling, analysis and simulation of wireless and mobile systems. [s. l.]:ACM,1999:53-60.
 - [8] Williams S A, Huang D. A group force mobility model[C]//Proc of communications and networking simulation symposium. [s. l.]:[s. n.],2006:333-340.
 - [9] Williams S A, Huang Dijiang. Group force mobility model and its obstacle avoidance capability[J]. Acta Astronautica,2009,65(7/8):949-957.
 - [10] Chang Y C, Liao H C. EMM:an event-driven mobility model for generating movements of large numbers of mobile nodes[J]. Elsevier Journal of Simulation Modeling Practice and Theory,2005,13(4):335-355.
 - [11] Musolesi M, Mascolo C. A community based mobility model for ad hoc network research[C]//Proceedings of the 2nd international workshop on multi-hop ad hoc networks:from theory to reality. New York:ACM,2006:31-38.
 - [12] 熊熙,胡勇. 基于社交网络的观点传播动力学研究[J]. 物理学报,2012,61(15):104-110.
 - [13] 卢珺珈,张宏莉,张玥. 基于BBS的热点话题发现与态势预测技术的研究[J]. 智能计算机与应用,2012,2(2):1-5.
 - [14] 李克潮,梁正友. 适应用户兴趣变化的指数遗忘协同过滤算法[J]. 计算机工程与应用,2011,47(13):154-156.
 - [15] 郭力军,朱群雄. 基于RSS数据源的用户兴趣模型改进及应用[J]. 北京化工大学学报(自然科学版),2011,38(1):125-129.
 - [16] Bai F, Sadagopan N, Helmy A. IMPORTANT:a framework to systematically analyze the impact of mobility on performance of routing protocols for Adhoc networks[C]//Proc of INFOCOM 2003. San Francisco, CA:IEEE,2003:825-835.

作者: 刘效国, 郭达伟, 滑维鑫, LIU Xiao-guo, GUO Da-wei, HUA Wei-xin
作者单位: 西北工业大学 自动化学院, 陕西 西安, 710129
刊名: 计算机技术与发展 **ISTIC**
英文刊名: Computer Technology and Development
年, 卷(期): 2014(7)

参考文献(16条)

1. 刘行兵;郑雪峰;韩晓光 [无线有组织网群组移动模型](#) 2010(11)
2. 彭辉;沈林成;卜彦龙 [一种Ad Hoc网络群组移动模型](#) 2008(11)
3. Camp T;Boleng J;Davies V [A survey of mobility models for ad hoc network research](#) 2002(05)
4. 刘宴涛;安建平;卢继华 [无线自组网个体移动模型分析](#) 2010(02)
5. Oztas B;Kurt T;Anarim E [A survey of social based mobility models for ad hoc networks](#) 2011
6. Shang Xufeng;Yuan Yubo [Group mobility model in disaster area networks](#) 2012
7. Hong X;Gerla M;Pei G [A group mobility model for ad hoc wireless networks](#) 1999
8. Williams S A;Huang D [A group force mobility model](#) 2006
9. Williams S A;Huang Dijiang [Group force mobility model and its obstacle avoidance capability](#) 2009(7/8)
10. Chang Y C;Liao H C [EMM:an event-driven mobility model for generating movements of large numbers of mobile nodes](#) 2005(04)
11. Musolesi M;Mascolo C [A community based mobility model for ad hoc network research](#) 2006
12. 熊熙;胡勇 [基于社交网络的观点传播动力学研究](#) 2012(15)
13. 卢珺珈;张宏莉;张玥 [基于BBS的热点话题发现与态势预测技术的研究](#) 2012(02)
14. 李克潮;梁正友 [适应用户兴趣变化的指数遗忘协同过滤算法](#) 2011(13)
15. 郭力军;朱群雄 [基于RSS数据源的用户兴趣模型改进及应用](#) 2011(01)
16. Bai F;Sadagopan N;Helmy A [IMPORTANT:a framework to systematically analyze the impact of mobility on performance of routing protocols for Adhoc networks](#) 2003

引用本文格式: 刘效国, 郭达伟, 滑维鑫, LIU Xiao-guo, GUO Da-wei, HUA Wei-xin [话题驱动移动模型](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2014(7)