

一种基于无线宽带连接的移动学习 社群资源共享算法及其实现

刘萍¹,刘青²,海本斋¹

(1. 河南师范大学网络中心,河南新乡 453007;2. 新乡市职业教育中心,河南新乡 453000)

摘要:运用社会网络分析研究基于无线宽带连接的移动学习社群资源共享算法. 探讨移动学习社群中成员的中心度、成员之间的相似度等社会度量对其资源获取的响应时间、资源获取率的影响. 实验结果证明,在无线宽带环境下建立的移动学习社群中,用户获取资源的响应时间短,资源获取率高.

关键词:移动学习;社会网络分析;学习社群

中图分类号:TP399

文献标志码:A

移动学习作为远程教育的一种新形式,其最大的优点就是学习者可以不受时间、地域或者教师的限制,达到随时随地学习的目的. 目前,移动学习的一种主要表现形式是人们在信息空间中形成的一些学习社群. 通过这些学习社群共享资源,进行互动交流,建立协作学习关系. 许多社群表现出很强的交互性,教师的在线答疑、学习者的在线交流等功能对学习起到很大的促进作用^[1-2]. 随着学习社群的兴起,人们对学习社群的研究也逐步深入,但主要还是围绕互联网或蜂窝网上的虚拟社群开展研究,如文献[3]通过对QQ所形成的虚拟学习社群分析,借助网络分析集成软件 UCINET(University of California at Irvine Network)对社群的网络关系进行研究,探讨了社群网络结构特征、意见领袖地位的形成. 刘革平等^[4]运用数据挖掘技术对社群中学习者的电子文档中的信息进行关联分析,实现学习过程评价的自动化. 网络学习社群的出现极大地促进了网络教育的发展,但是在这些社群中学习者的主体地位还不能得到很好的体现. 目前对学习社群的研究只注重分析静态网络拓扑下的社群,而缺乏对社群结构的演化以及线下社群成员之间的联系进行分析.

随着无线宽带 WiFi(Wireless-Fidelity)的不断推广,网络覆盖范围和上网的速度不断提高,这种不收费的、不限流量的接入方式受到越来越多用户的青睐. 据有关统计报告^[5]显示,随着各种便携式设备的迅速普及,移动上网设备的使用率进一步增长. 这些智能终端具有蓝牙和 WiFi 等强大的网络接入技术,设备之间可以方便地自主组网,用户通过这些设备的物理接触,可以进行资源共享. 因此,建立基于无线宽带连接的移动学习平台会飞速发展,更能满足学习成员之间的信息交流,达到随时随地学习的目的.

本文运用社会网络分析研究基于无线宽带 WiFi 连接的移动学习社群资源共享算法,以人与人之间的物理接触为切入点,探讨人的社会性对资源分配的影响,分析社群成员的中心度、成员之间的相似度等社会度量对资源获取的响应时间、资源获取率的影响.

1 相关概念介绍

1.1 社会网络分析

收稿日期:2015-04-01;修回日期:2015-06-29.

基金项目:国家自然科学基金(U1404602);河南省教育厅科学技术重点研究资助项目(14A520068;14A520085;15A520079);河南师范大学2014年教育科学基金;河南省2015年教师教育课程改革研究项目.

作者简介(通信作者):刘萍(1979-),女,河南新郑人,河南师范大学工程师,主要从事计算机应用研究,Email:liuping@htu.cn.

社会网络是指社会行动者及其之间的关系集合^[6]. 社会网络分析是为了分析、研究社会行动者之间的关系与联系的联结情况, 了解他们的社会网络特征, 从而揭示行动者的社会网络信息或者是潜在的社会现象^[7]. 本文研究的对象来自于通过长期的实验观察和记录所获取的社群成员的相关数据, 利用社会网络分析的方法来研究在移动学习社群中成员获取资源的响应时间, 从而做出更有利于资源共享的推荐行为, 促进移动学习社群的更好发展.

1.2 学习社群

学习社群是指一个由学习者及其助学者(包括教师、辅导者等)共同构成的团体, 他们彼此之间经常在学习过程中进行沟通、交流、分享各种学习资源, 共同完成一定的学习任务, 因而在成员之间形成了相互影响, 相互促进的人际关系^[8]. 本文中的移动学习社群是指以学习为主题的网络实践社群.

1.3 基于移动学习的自主学习

现代远程教育要求人们利用计算机化的媒体和网络通信技术来组织教学、实施教学各个环节, 进行交流, 从而完成教学过程^[9]. 在这种教学方式下, 师生时空上的分离要求学习者具有高度的独立学习能力, 即能够进行自主学习. 在此学习过程中, 学习者体现了自我识别、自我指导、自我强化、自我调整、自我监督这5个特征.

1.4 相似度分析

相似度是根据关联关系迭代得出的. 在虚拟学习社区中, 由用户之间的好友关系构成用户关系图, 经过社区划分之后, 会出现多个子社区. 在子社区中计算两两用户之间的相似度, 按照相似度从高到低, 为用户的好友推荐学习资源. 虚拟学习社区中的学习者虽然组成了一个社交圈, 但社交圈中人与人之间有亲疏关系的存在. 如果双方的共同好友数目不一样, 即使他们处在同一个社交圈中, 双方成为好友的可能性也不同. 所以通过相似度来得到学习者之间的亲疏关系, 由此产生推荐. 处于移动学习社群中的学习者不仅有线上虚拟社区中的相互联系, 在线下也可以通过移动设备借助无线网络或是蓝牙技术进行联系, 比如微信就有寻找附近的人的功能, 这样就有很大概率成为好友, 借此可以进行更广范围内的资源推送.

1.5 网络中心度分析

网络中心度(Network Centrality)是用来区别社群成员在网络中的地位的基本概念, 它可以从两个方面进行研究: 一是从个人出发的个人中心度; 二是中心势^[7]. 个人中心度是指个体在社区中与各成员之间关系的拥有程度, 个人中心度越高表示与社区其他成员关系越紧密. 如果一个成员与其他成员中的多数有直接联系, 那么该行动者就处于中心地位, 从而拥有较大的权利. 这就说明他在社群信息传递的过程中是很重要的节点, 在人际关系、资源的占有、知识的传播与分享中起到核心和桥梁作用. 相反, 若成员处于网络中的边缘位置, 他可能会获取大量信息, 但是不能在信息传递中起到重要作用, 所处的位置也不利于他对群体知识建构做出贡献. 中心势是对局部群体在社群中所处位置的一种量化, 表示图的总体整合度或一致性.

1.6 网络密度分析

网络密度表示社群成员间彼此互动的关系程度, 密度高表示社群成员间联系关系多, 密度低则表示成员间的联系较少. 网络密度的可能值在0到1之间, 若网络社群中每对成员之间都存在直接关系, 则网络密度最大值是1, 但在大部分情况下, 网络密度值不可能达到1.

网络密度是实际连接数与可能连接数之比, 对于有向图密度计算公式为:

$$D = \frac{n}{N(N-1)}, \quad (1)$$

公式中的 n 是实际连接数, N 是行动者的数量. 密度 D (Density) 显示了节点相互连接的程度, 可以用来衡量信息交换的速度.

2 移动学习社群资源共享算法

2.1 节点相似度的计算

本文用节点之间的接触强度^[10]来刻画节点之间的相似度. 令 $C_{(u,v)}$ 表示节点 u 与节点 v 的接触强度, 它包括下面3部分.

2.1.1 更新组件

$$C_{(u,v)} = C_{(u,v)_{old}} + (1 - C_{(u,v)_{old}}) \times C_i, \quad (2)$$

这里, $C_{(u,v)_{old}}$ 表示上一次接触时, 节点 u 与节点 v 的接触强度, C_i 为一初始值, 实验中统一设置为 0.75.

2.1.2 衰退组件

$$C_{(u,v)} = C_{(u,v)_{old}} \times \alpha', \quad (3)$$

这里, α' 表示前后两次接触之间的间隔时长, α 为衰退指数, 实验中设置为 0.98.

2.1.3 传递组件

$$C_{(u,w)} = C_{(u,w)_{old}} + (1 - C_{(u,w)_{old}}) \times C_{(u,v)} \times C_{(v,w)} \times \beta, \quad (4)$$

这里参数 β 用来刻画节点之间的依赖关系, 实验中设置为 0.25.

2.2 节点中心度的计算

使用 PageRank 算法^[11] 来计算节点的中心度. 令 $P(u)$ 表示节点 u 的中心度, $P(u)$ 可以表示为:

$$P(u) = \frac{1-d}{n} + d \sum_{v \in N(u)} \frac{P(v)}{N(v)}, \quad (5)$$

这里, 参数 d 表示衰退因子, 实验中设置为 0.3, $N(u)$ 表示节点 u 的邻居个数.

2.3 移动学习社群分布式资源发现、共享算法的提出

考虑到人与人接触环境中的自组织特性, 本文提出一种分布式的节点中心度算法. 当两个节点相遇时, 它们相互交换当前的中心度以及邻居个数(步骤 5、6 见算法 1), 然后根据公式(5)来更新它们的中心度(步骤 7). 整个计算过程详见算法 1.

算法 1: 分布式中心度计算方法(节点 u)

步骤 1 假定 $N(u) > 0$

步骤 2 $P(u) = 0$

步骤 3 while 节点 u 遇到节点 v

步骤 4 If v 是 u 的邻居

步骤 5 Send($N(v)$, $P(v)$)

步骤 6 Receive($N(v)$, $P(v)$)

步骤 7 Update($P(u)$)

步骤 8 end if

步骤 9 end while

3 实验过程及性能分析

3.1 实验环境的搭建

本文基于 VC.net 开发了一套仿真平台. 整个平台集成了常用的节点移动模型、资源查询、共享算法、邻居发现等部分. 系统的整体界面主要包括系统环境初始设置、节点移动方式选择以及资源共享算法等. 系统中所用的环境变量设置如图 1 所示, 主要包括实现环境区域、节点数目、节点最大通信距离、节点缓冲区大小、邻居识别周期、数据包发送速率、实验时长等. 节点移动模式如图 2 所示, 仿真平台集成了目前最具代表性的 3 类移动模型及一种真实的数据集 KAIST. 图 3 显示了仿真平台包含的主要资源发现、共享算法.

本文使用的是韩国科学院提供的一套开源数据集^[12]. 该数据集收集了将近两年时间内 34 个学生的移动轨迹, 一共生成 92 个文件, 每个文件包含几百条到几千条独立的系统日志. 该数据集包含每个学生在不同时刻的位置信息. 具体格式如下: 停留时间, 位置(x, y). 这里 x, y 表示坐标信息. 图 4 显示了用户 ID 为 1 的部分移动信息.

3.2 实验性能分析

本小节分析用户的社会性对资源共享效率的影响. 重点分析用户的相似度、中心度对获取资源响应时间的影响. 获取资源响应时间指的是某个用户发出资源请求的时间与该用户收到资源之间的间隔时长. 所有用户的资源响应时间的平均值来表示系统的资源响应时间.

首先分析资源拥有者已知情况, 即系统中用户明确知道其他用户拥有何种资源. 在这种情况下, 当一个用户发起资源请求消息时, 收到该消息的用户如果拥有该资源, 则回复一个确认消息, 如果没有, 该节点将请求消息转发给那些与资源拥有者关系密切的节点(即与资源拥有者相似度高的节点). 其他节点收到该请求消息时, 操作类似. 为了研究节点相似度对资源响应时间的影响, 本文设计了另一种策略进行比较分析: 随机选取 k 个节点作为中继. 最后统计这两种情况下资源的响应时间. 在整个实验过程中, 设置了 10 个观察

点.图5和图6显示了资源拥有者已知情况下的实验结果.

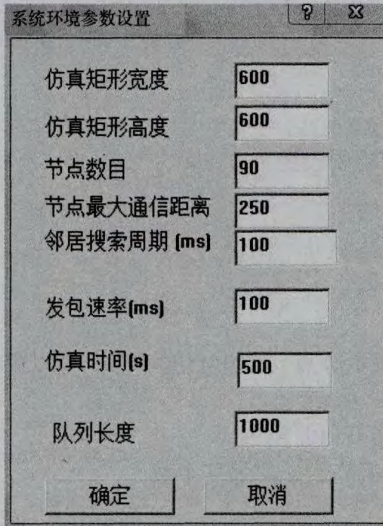


图1 环境变量设置

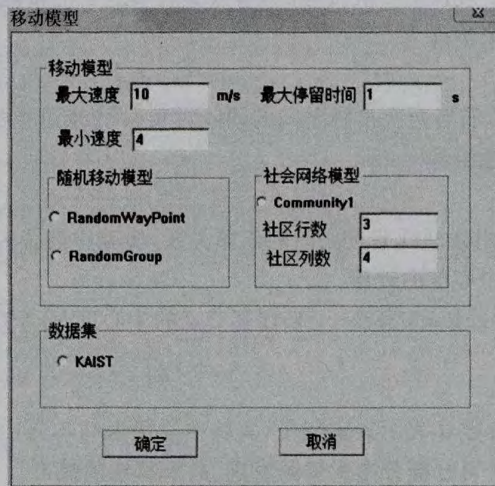


图2 节点移动模式

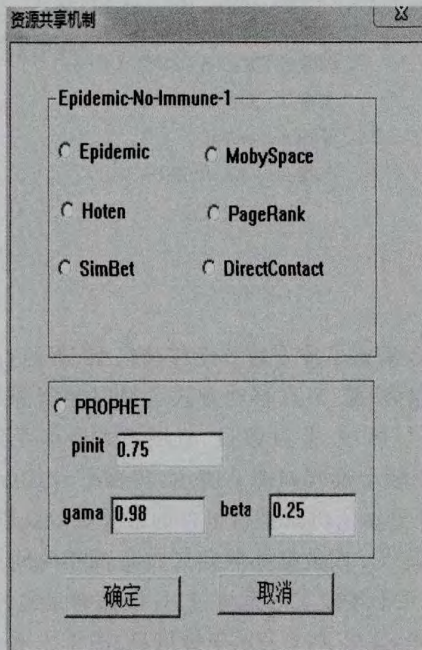


图3 主要资源发现及共享算法

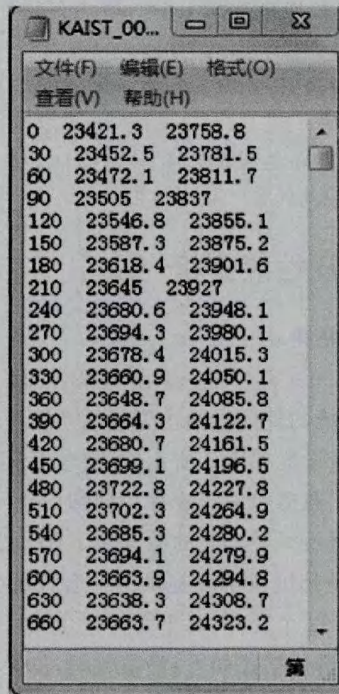


图4 用户ID为1的部分移动信息

由图5可知,随着实验的进行,平均响应时间逐渐变长.图中浅色的线柱表示普通情况下学习者在学习群中发出资源请求后,得到资源所用的时间(随机选择 k 个节点作为中继).深色的线柱表示将请求信息转发给那些与资源拥有者相似度高的成员时,资源的响应时间.可以看到向相似度高的成员寻求帮助所需时间比平时交流所需时间低70%(这一点在1200s时尤为明显).图7显示了在这两种情况下资源请求的成功率.可以看出,相似度高的节点资源请求的成功率也比随机选取节点获取资源的成功率高.因此,在移动学习社群中,当成员们知道哪些成员可以帮助自己或者成员的朋友有可能帮助自己时,直接向他们发出请求,可以很方便地得到资源.

上面的分析是假定在知道了哪些学习者拥有资源,然后向这些成员进行请求,分析其获得资源的响应时

间以及获取的成功率,但是在大部分情况下,学习者有可能不知道哪些节点拥有资源,实际上也没必要关心资源的拥有者.用户关心的是能不能获得资源,而不是资源的存储方.在这种情况下,本文选择 k 个中心度高的节点参与转发,即资源请求者将请求信息发送给中心度高的节点,由这些节点进行中继操作.图 8 和图 9 显示了资源拥有者未知情况下的实验结果.

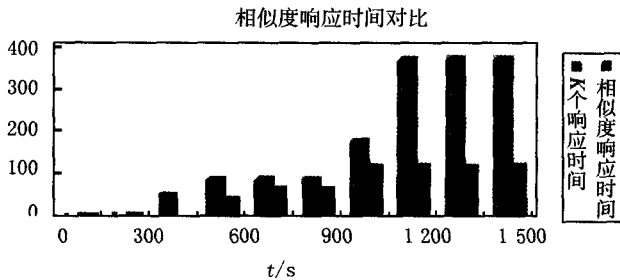


图5 K=8时资源响应情况

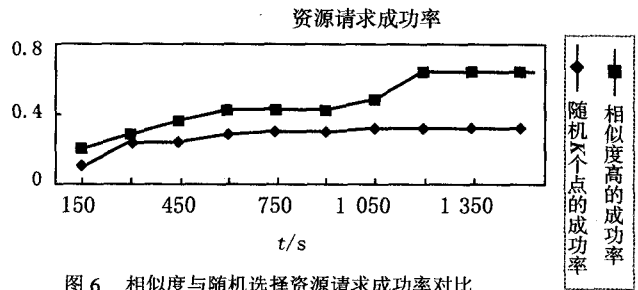


图6 相似度与随机选择资源请求成功率对比

由图 7 可得知(同样设置了 10 个观察点),与相似度下的情况类似,随着实验的进行,平均响应时间逐渐变长.图中浅色的线柱表示普通情况下学习者在学习群中发出资源请求后,得到资源所用的时间;深色的线柱表示当学习者不知道学习群体中哪个成员能够回复或提供资源请求,向中心度高的成员提出请求时的情况.从实验结果可以看出,向中心度高的成员寻求帮助所需时间比平时交流所需时间要少大约一半的时间.

由图 8 可以看出,从实验开始阶段,一直到实验结束,向中心度高的节点转发资源请求信息,资源请求的成功率比随机选取节点获取资源的成功率要高.

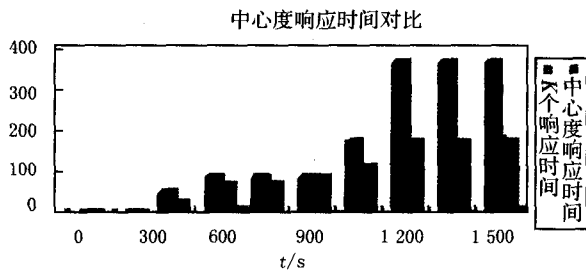


图7 K个中心度高的节点响应时间

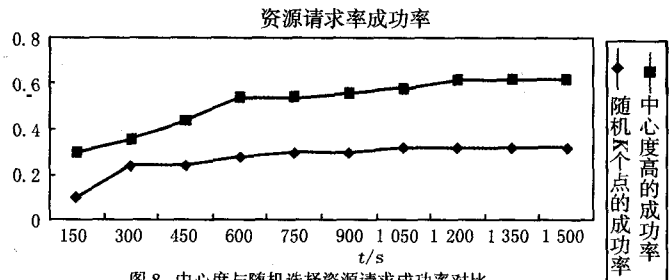


图8 中心度与随机选择资源请求成功率对比

因此,在移动学习社群中,中心度高的成员是社群中的意见领袖,发挥着主导作用.向中心度高的成员提出请求,可以更快地得到响应,加速资源的推送进程,改善教育资源共享性能.

基于上述实验结果,可以得出:在 WiFi 环境下建立的学习社群中,成员之间的交互响应时间最短为 300 s,平均时间约为 13 min,这在人们可以承受的范围之内.另外,现在的智能手机都具有推送功能,若使用微信、手机 QQ 等软件作为学习环境,则响应时间会更短,社群成员可以及时接收请求、做出回复.在此社群下如果学习者向中心度高的成员提出问题,则获取资源的成功率会更高、响应时间会更短.这也与学习社群中各成员的活跃度有关,活跃度越高,则相应得到的帮助就越快,响应时间就越短,社群的生存时间也越长.

4 结 论

本文研究基于 WiFi 技术下的移动学习社群资源共享算法,使用社会网络分析法对韩国科学院提供的一套开源数据集进行预处理,分析成员的中心度、成员之间的相似度等社会度量对移动学习社群中资源获取的响应时间、资源获取率的影响.研究结果显示:在一个资源拥有者已知的环境下,将资源请求信息发送给那些与资源拥有者相似度高度的用户,将降低资源的响应时间、提高资源请求成功率;在一个资源拥有者未知的环境中,将资源请求信息发送给那些中心度高的节点,能够提升资源共享效率.需要指出的是,本文选取的数据在样本广度和研究深度上都存在诸多不足,需要进一步探讨和研究.

参 考 文 献

- [1] 郭绍青,黄建军,袁庆飞. 国外移动学习应用发展综述[J]. 电化教育研究,2011(5):105-109.
- [2] 李楠,李盛聪. 2006-2011年我国移动学习研究综述[J]. 职教论坛,2012(18):53-57.
- [3] 张豪锋,李瑞萍,李名. QQ虚拟学习社群的社会网络分析[J]. 现代教育技术,2009(12):80-83.
- [4] 刘革平,黄智兴,邱玉辉. 基于数据挖掘的远程学习过程评价系统设计与实现[J]. 网络教育与远程教育,2005(7):67-69.
- [5] 中国网信网. 第35次中国互联网络发展状况统计报告[EB/OL]. [2015-02-03]. <http://www.cac.gov.cn/2015-02/03/c.1114222357.htm>.
- [6] 郭云南,张晋华,黄夏岚. 社会网络的概念、测度及其影响:一个文献综述[J]. 浙江社会科学,2015(2):122-132.
- [7] 林聚任. 社会网络分析[M]. 北京:北京师范大学出版社,2009.
- [8] Hoadley F Ke C. Evaluating Online Learning Communities[J]. Educational Technology Research and Development,2009,57(4):487-510.
- [9] 侯志鑫,王移芝. 基于移动学习的个性化学习系统研究[J]. 中国教育信息化,2014(11):68-71.
- [10] Lindgren A, Doria A, Schelen O. Probabilistic Routing in Intermittently Connected Networks[J]. Lecture Notes in Computer Science,2004,3126:239-254.
- [11] Brin S, Page L. The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine[J]. Comput Netw ISDN Syst,1998,30(1/2/3/4/5/6/7):107-117.
- [12] Rhee I, Shin M, Hong S, et al. On the levy-walk nature of human mobility[C]. In Proc of IEEE INFOCOM, Arizona,2008.

An Algorithm and Realizing for Resources Sharing of Mobile Learning Community Basing on Wireless-Fidelity Connections

LIU Ping¹, LIU Qing², HAI Benzhai¹

(1. Network Center, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China;
2. Xinxiang Vocational Education Center, Xinxiang 453000, China)

Abstract: Based on Wireless-Fidelity connections, this article use social network analysis studies analgorithm for resources sharing of mobile learning community. It analyzes the impact of similarity and centrality on the metrics of mobile learning community such as response time for accessing community resources and the resource acquisition rate. The experimental results show that the users will access shorter response time for resources and high rates of resource acquisition basing on the Wireless-Fidelityenvironment in mobile learning community.

Keywords: mobile learning; social network analysis; learning community