

基于机会网络的社会性活动组织研究

李东生 杨志义 郭 斌 贺会磊 於志文

(西北工业大学计算机学院 西安 710129)

摘 要 具有短距离通信功能的设备(特别是智能手机)的广泛普及为机会网络的应用带来了可能。提出了社会活动组织(SAF, Social Activity Formation)的应用。为实现机会网络下的社会活动组织信息的传播,需要代理用户的支持。现有代理算法中一般假设代理愿意帮助信息发起者进行传播,而没有考虑人的主观因素。从个体意愿度角度出发,认为用户不一定愿意接受代理任务,从而会带来“丢包”问题。鉴于此,提出了基于“社会关系”和“活跃度”的代理选择算法 STBS(Social Tie based Broker Selection Algorithm)。采用 MIT 提供的智能手机数据集 RealityMining 做了实验,结果表明,STBS 具有较好的性能,能较好地提供社会活动组织服务。

关键词 意愿度,机会网络,代理选择,社会活动组织

中图分类号 TP393 **文献标识码** A

Delivering Social Activity Formation Service over Opportunistic Networks

LI Dong-sheng YANG Zhi-yi GUO Bin HE Hui-lei YU Zhi-wen

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

Abstract The prevalence of devices (especially smart phones) with short-range communication modules propels the development of opportunistic networks and its applications. Social activities formation (SAF) application was proposed. To facilitate data dissemination in opportunistic networks, broker-based protocols are often used. However, existing protocols assume that brokers are willing to contribute, ignoring the selfish nature of human. Considering the individual willingness, user may not take mission which leads to packet loss problem. To this end, STBS (Social Tie based Broker Selection Algorithm) was proposed based on social ties and popularity. Experiments with smart phones data sets Reality Mining provided by MIT evaluation show that STBS has better performance and can provide better social activity support.

Keywords Willingness, Opportunistic networks, Broker selection, Social activities formation

1 引言

大量短距离无线通信设备的出现(如手机、PDA 和掌上电脑等),促进了无线自组织网络的发展。这些移动设备通过蓝牙、WIFI 等通信方式组成的自组织网络具有网络结构不稳定、节点(设备)之间不存在固定完整的连接路径等特点,称具有这些特性的网络为机会网络。文献[1]给出了一种描述性定义:机会网络是一种不需要源节点和目标节点之间存在完整链路,利用节点移动带来的相遇机会来实现通信的自组织网络。

机会网络涉及大量的应用领域,具有广阔的应用发展空间。例如,人们从事日常活动或参加各类聚会时,可通过随身携带智能手机等设备形成的自组织网络实现协作访问互联网^[2]或促进社会交互^[3]或实现数据共享^[4]。受这些应用启发,本文试图研究基于机会网络的社会性活动组织。例如,在大学校园这一特定环境中,同学 A 欲发起一个在下周进行的

打篮球活动,但由于不知道有此活动爱好的人中哪些人会参加,因此给活动的组织带来了一定的困难。因为在高密度社会性群体环境下,使用传统方法组织社会性活动往往是高成本的或低效的。比如,打电话一方面费用较高,另一方面需要知道对方号码,这就约束了受众只能来自于组织者的电话联系,如果认识的人不能满足活动需求,或者想认识一些陌生人便无法完成;张贴告示是静态的,往往受到物理位置的限制,覆盖面较小,且易受破坏,因而受众面有限;广播方式消息难以记忆和保存,时间性很强,宣传效果不易测定。机会网络以其节点移动性和网络自组织等特性为此类活动的高效组织带来了机遇。然而,如果直接基于现有的机会网络解决这一问题仍然存在诸多挑战。

首先,要设计有效的消息散播方法以便快速有效地使消息被目标群体所接收。然而有效信息散播方法的设计成为一个需要解决的难题,因为信息的目标接收者是事先不确定的,需要通过中间代理将信息转发并最终发送到接收者^[5,6]。由

到稿日期:2012-04-27 返修日期:2012-08-19 本文受国家自然科学基金(61103063),西工大基础研究基金(JC20110267)资助。

李东生(1986-),男,硕士生,CCF 会员,主要研究方向为普适计算,E-mail:ldsxy2@163.com;杨志义(1952-),男,教授,主要研究方向为嵌入式、分布式计算;郭 斌(1980-),男,副教授,主要研究方向为普适计算、人机交互和社会计算;贺会磊(1989-),男,硕士生,主要研究方向为普适计算;於志文(1977-),男,教授,主要研究方向为普适计算。

于机会网络中设备本身是资源受限的,而且节点处在不停移动的过程中,网络的拓扑结构在发生着频繁改变,因此中间代理的选择变得尤为重要。另外,还需要考虑网络时延和资源占用等可能导致信息不能及时转发的问题。而基于泛洪传播(Flooding)思想的算法^[7]虽然延时较小,但其大量的资源耗费(网络带宽、能耗等)使得网络性能降低很多。

其次,中间代理对信息的转发意愿是一个值得考虑的现实问题^[8]。在现有研究中,通常假设所选择的代理会转发接收到的信息。然而实际中,代理是否转发决定于信息的发布者与自己的关系(如是否和对方相识)、信息的内容以及当前的状态等因素。因此,信息有可能被丢弃,即机会网络下的信息传播具有丢包的可能性。这里给出丢包的定义,丢包是指信息在机会网络传播过程当中,被所选择的代理丢弃而不再继续传播的现象。

基于机会网络可使具有共同兴趣爱好且物理上接近的成员之间进行社会性活动。本文提出了基于“社会关系”和“活跃度”的代理选择算法 STBS(Social Tie based Broker Selection Algorithm)。特别地,本文提出了引入丢包问题的机会网络信息传播算法。STBS 以朋友作为代理选择对象,且在朋友数大于 1 的情况下,选择活跃度(Popularity)最高的朋友作为代理,活跃度高的节点以更高概率与其它节点相遇,从而提高了信息被成功送达的可能性。

本文的主要贡献包括:1)提出了基于机会网络的社会性活动组织服务;2)将丢包问题引入到机会网络研究中,并提出了解决方案;3)基于真实移动电话用户交互数据集(MIT RealityMining)对提出的方法进行了验证,实验结果表明 STBS 具有较好的性能和较少的开销,能较好地提供社会活动组织服务。

本文第 2 节介绍相关工作;第 3 节首先通过一个应用实例引入社会活动组织服务,接着分析社会活动组织服务的实现,最后介绍提出的算法;第 4 节基于选择的数据集对提出的方法进行验证并对实验结果进行分析;最后总结本文工作并提出进一步的研究问题。

2 相关工作

机会网络使得传统网络下的通信服务不能直接运用。有研究新的应用来为群体性活动提供服务,ONEChat^[9]是机会网络下的群体聊天工具,采用一种多播协议发现用户和实时文本协议发送消息,其缺点在于依赖的协议不能有效发现目标用户。

在机会网络中,信息通常以携带-存储-转发的方式进行传播。信息散播是机会网络中一个重要的研究热点,其实现大多基于泛洪^[7]的思想。在基于泛洪的算法中,每遇到一个节点,当前节点(包括源节点和代理)便把信息转发出去,虽然传播速度很快,但资源耗费明显偏高。综合考虑设备的资源有限性和人的社会性属性,文献^[10,11]分别提出 Bubble Rap 和 HiBOp 算法,其基本思想是通过人的社会性属性帮助信息的传播。社会性属性通过上下文获取,包括用户交互历史、用户移动模式、用户曾到过的位置以及用户偏好等,上述算法虽然较好地考虑到了上下文信息,但分别存在着创建社群要获取全部交互信息和交互信息较多等缺点。为提高信息传播的效率,文献^[12]提出基于用户社会关系来选择传播内容的方

法,该方法需要获得用户的兴趣爱好以从逻辑上对用户进行划分。基于给定的自组织代理集合,ADESSO^[6]研究移动模式依赖的代理者自动选择。用户参与社会活动时,将其偏好情境信息加入到任务中一同发送给代理。代理携带这一传输任务,当遇到一个新节点时根据用户偏好进行匹配并传输任务,以达到把相同兴趣爱好的用户联系在一起的目的。

上述算法虽然从不同程度上考虑了用户的社会性属性、移动模式及用户偏好等情境信息,但其均基于参与的节点无偿自愿传输这一假设,忽略了用户的主观意愿(如是否愿意传输)。然而,现实中没有一种可靠的机制能够确保用户自愿传输总是可行的,因而这种假设并非总是成立的。相反,用户有可能是“自私的”,即他们可能仅使用网络资源而不提供服务。发生这种情况的原因一方面是由于节点本身资源受限,另一方面可能是用户当前不具备传输条件或其它主观原因。

针对机会网络中节点自私现象的存在,国内外学者开展了一些相关研究。如,提出节点协作模型^[13],对自私行为进行形式化描述,并采取简单的惩罚性策略强制其转发信息等。文献^[14]通过 3 个算法(Epidemic, Two-Hop 和 Binary Spray and Wait)对节点自私行为作了量化对比分析,发现节点的自私对于算法性能有很大影响。文中作者通过定义节点的接受和转发概率,在不同取值下进行了实验。另外,通过引入重复博弈理论,文献^[15]针对自组织网络节点的预期收益以及其协作交互过程建立了重复博弈模型。在特定情况下,迫于可能的惩戒威慑,节点将自愿合作进行传输。

和以上方法相比,本文方法不仅考虑到用户的主观意愿,还考虑到了用户的社会关系属性和活跃度,它是通过假定用户转发意愿度和构建用户关系来实现的。

3 社会活动组织服务

为了基于机会网络提供社会活动组织服务,需要一些策略支持。本节先介绍了一个应用场景,然后针对机会网络下社会活动组织中出现的丢包问题给出解决方法。

3.1 应用场景

应用场景为:用户 A 是一名大学生,他想组织一场在周末进行的篮球活动。为在同学中找到一些篮球活动的爱好者,他需要把这一活动的消息基于机会网络发布出去。

在这一应用中,每位用户携带一部具有短距离无线通信功能的设备(如手机)。设备之间可通过无线通信方式(如 Bluetooth, WiFi 等)连接成无线自组织网络,类似于文献^[4]提到的场景。打篮球这一社会性活动的组织便可以利用机会网络提供服务,人在校园里移动中带来的互联机会为活动消息的散播提供了可能。为了便于介绍,在应用中,设置了两种主要角色:活动发起者、代理。定义如下:

定义 1 活动发起者(initiator)指机会网络中信息的初始传送者,信息传播从这里开始,发起者会一直传播信息直到时间截止。

定义 2 代理(broker)是信息传播过程中的中继,由活动发起者选择,帮助发起者以接力的方式完成信息传播,直到任务传输结束。

为了使消息更快地传播,活动发起者会选择一个代理,但是选择的代理不一定愿意承担任务,由此带来丢包问题。

3.2 机会网络下的丢包解决方法

在上述应用场景中,同学 A 充当活动发起者的角色,信

息从他开始传播,当与其他同学相遇时,选择一个(可能有多个同学)作为代理并将信息发送给他。由于代理由其自己的意愿决定是否充当代理,我们用丢包概率量化地刻画其意愿度,在下一小节中有详细说明。第 3.2.1 小节讨论用户意愿度值的选取,而第 3.2.2 小节描述代理的选择策略。

3.2.1 用户关系

有研究^[16]表明,从社会心理学出发,两个人社会关系越强,两个人之间可以提供的社会支持越多,可能性越大;反之越少,可能性越低。本文假设,用户之间的社会关系越紧密,其帮助传输信息的可能性就越大。这一假定在现实生活是很容易理解的,当两个人是朋友关系时,他们乐意互相帮助;相反,当两者是陌生人关系时,一方为另一方无偿提供帮助的可能性明显会降低,甚至不可能。基于这种假设,本文给出如下两个假定:

假定 1 当发起者和代理是朋友关系时,代理会以概率 100% 进行信息传播。

假定 2 当发起者和代理是非朋友关系时,代理会以概率 PLR(丢包率, Lost Ratio of Packets)丢包, $0 \leq PLR \leq 1$ 。若 $PLR=1$,则表示代理 100% 丢弃信息,不再进行信息传播。

用户之间的朋友关系基于其历史交互信息计算得到^[8]。对于两个用户 U_i 和 U_j ,若他们相遇且持续时间超过 15min,则认为是一次有效的相遇。特别地,用户 U_i 与用户 U_j 相遇一次由式(1)形式化地定义。

$$C(U_i, U_j, T_{last}) = \begin{cases} 1, & \text{iff } U_i \text{ meets } U_j \text{ and } T_{last} > 15\text{mins} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

而用户 U_i 与 U_j 的关系定义为:

$$RTS(U_i, U_j, DAY) = \sum_{day=1}^{DAY} C \quad (2)$$

RTS 表示用户之间关系的紧密程度,RTS 取值越大,代表关系越强。对于给定的用户群体,他们相互之间的朋友关系构成了一个二维矩阵,矩阵中元素的取值由两者之间的相遇次数来确定。在实验阶段,每 4 周可看作是一个验证周期,若在该周期中用户 U_i 和 U_j 相遇至少 2 次,则他们之间具有朋友关系,如式(3)所示。

$$FRS(U_i, U_j) = \begin{cases} 1, & \text{iff } RTS \geq 2 \text{ and } DAY \leq 4\text{weeks} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

FRS 的取值代表用户之间是否是朋友关系,取值为 1 表示为朋友,为 0 表示不是朋友。

3.2.2 代理选择策略

如前所述,当活动发起者发起一个活动时,需要选择一位最合适的代理帮助其传播信息。基于上面的假定,本文提出基于“社会关系”和“活跃度”的代理选择算法 STBS(Social Tie based Broker Selection Algorithm)。

在 STBS 中,活动发起者仅选择朋友作为代理。当 U_i 遇到多个朋友 $Users\{u_1, u_2, u_3 \dots\}$ 时,仅选择具有最高活跃度(Popularity)的 U_j 作为代理。这里, $U_j \in Users$, $Popularity(U_j) = \max(Popularity(Users))$ 且 $FRS(U_i, U_j) > 0$ 。否则,则发起者暂不选择代理。

活跃度 Popularity 概念在机会网络里广泛采用^[6,10,17]。文献[17]采用加权 Popularity 的计算方法,以周为单位对 8 周历史数据进行不同的加权计算。本文选取其中一种,如表 1 所列。另外,本文以 Popularity 代理算法(PopB)作为对比

算法。在 PopB 算法中,发起者选择 Popularity 最高且大于指定阈值(本文采用平均值)的人作为代理。

表 1 权重表

1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.4

STBS 算法描述如下:

算法 1 朋友代理算法 STBS

输入:朋友矩阵关系 FRS,起始和结束时间

输出:成功次数矩阵,发包数

1. 初始化 FST,朋友代理 FB 为空,朋友 FBL 列表为空,设定时间门限 TTL, Time 为实验进行时间
2. 活动发起者 U 发起活动
3. while Time < TTL
4. 发起者传播信息
5. if FB 为 NULL
6. 发起者本次所遇人的集合 $Users\{U_1, U_2, U_3, \dots\}$
7. If $FRS(U, U_i) = 1$ 且 $U_i \in Users$
8. $FBL \leftarrow U_i$; /* U_i 加入到 FBL 中 */
9. end if
10. 发起者从朋友列表 FBL 中选择 popularity 最高者 MaxP 作为代理;
11. $FB \leftarrow MaxP$
12. else
13. 代理传播信息
14. end if
15. end while

在算法步骤 5—14 中,发起者首先在自己所遇人中判断关系得到一个朋友列表,然后从列表选择一个 popularity 最高者作为代理,发起者和代理会同时传播信息,当时间大于时间门限时,发起者和代理同时停止信息传播。如果没有遇到朋友,则发起者继续传播信息,并继续寻找代理。

3.2.3 丢包解决方法

基于前面所述,从发起者的社会关系和用户的活跃度出发,选择与发起者关系紧密且活跃度较高的朋友作为代理。如果前文假定 1 成立,可以认为朋友会接受发起者分配的任务,继续传播信息。

4 实验

本文选用 MIT Reality Mining^[18] 作为实验数据集,该数据集收集了 100 余名用户大约 9 个月时间的蓝牙交互信息记录。由于忘记打开应用程序等原因,数据集中部分用户的交互数据非常稀少,这部分用户被排除在实验之外,我们选取其中数据量较大的 83 人作为实验对象。

实验以不同 PLR 下的 Popularity 代理算法和 STBS 算法进行对比,评价指标采用社会活动组织成功率和发包数作为衡量指标。

4.1 实验说明

从实验数据集中提取了从 2004 年 9 月 27 日到 2004 年 12 月 21 日之间 12 个星期的数据,将前 8 周数据作为训练集,后 4 周数据作为测试集。选取 83 个人的数据集,时间跨度为 14 个自然天。这段时间的数据相对其余时间数据较为稠密,对于实验来说,结果会相对可靠。实验中对 83 人的朋友关系构建了一个二维矩阵,矩阵中的元素代表用户之间关

系,由一个实数表示。采用前文所述的朋友关系计算方法,得出 83 人中共有 1600 对朋友,每个人平均有 20 个朋友。实验中丢包率 PLR 设定 4 种取值,即 $PLR \in \{0.3, 0.5, 0.7, 1\}$ 。PLR=0.3 表示所选择的代理丢包概率为 0.3,即愿意承担任务的概率为 0.7,PLR=1 表示发起者自己传播信息。图 1 显示了 83 个人中朋友数目的分布情况,横坐标为用户拥有的朋友个数,分布在 0 和 45 之间,纵坐标为拥有该朋友数的用户个数,可以看出拥有 20 个朋友最为集中。

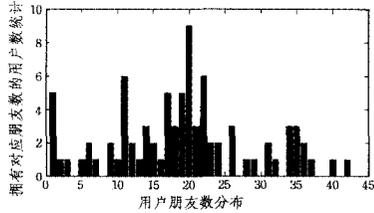


图 1 实验数据中朋友个数分布

4.2 实验性能参数设置

实验性能比较指标包括:发包数 PSN(Number of Sending Packets)和社会活动组织成功率 OCR(Social activities Organization Competition Ratio)。活动发起者和代理各自都维持一个已发送信息的人员列表 Send。在一次社会活动组织中,如果已经发过包给所遇到的人,则不会重复发包,实验次数设为 ET。

PSN 计算如下:

$$PSN = \sum_{Day_i = startTime}^{endTime} Send(Day_i) \quad (4)$$

将每个人作为活动发起者,各进行 100 次实验,实验时间为 14 天。实验中假设 83 人中有 10 个目标 TG(TG 为随机选取),若找到其中任意 4 个人,就认为此次活动组织成功,见式(5), U_i 表示发现的人数。前面选定的场景为篮球活动,而一个小的篮球活动需要 5 个人(如打半边),因此除发起者本身之外,还需要 4 个人。

$$\omega(Day_i) = \begin{cases} 1, & \text{iff } (\sum U_i) \geq 4 \ \& \ U_i \in (Send \cap TG) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

OCR 计算如下:

$$OCR(U_i, EndDay_j) = \frac{\sum \omega(EndDay_j)}{ET} \quad (6)$$

4.3 实验结果

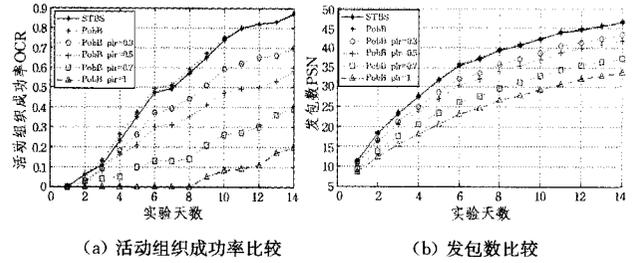
本小节对 Popularity 代理算法 PopB 和 STBS 算法进行对比,并进行性能分析。通过对所有人的 Popularity、朋友数进行分析,将发起者分为 4 种:(1)Popularity 较高,朋友个数较多;(2)Popularity 较高,朋友个数较少;(3)Popularity 较低,朋友个数较多;(4)Popularity 较低,朋友个数较少。针对 4 类用户做了大量的实验,每类用户得到的结果有细小的差异,4 种情况下各取 100 次实验的平均值,结果分别如图 2—图 5 所示。通过分析,得出以下结论。

从活动组织成功率可以看出,在 4 种丢包概率下,STBS 算法明显优于 PopB,这也说明了代理是否丢包对 PopB 算法性能具有非常大的影响,同时意味着传统代理算法在丢包存在的情况下性能也会受到影响。

从发包数来看,STBS 算法较高,说明较多的发包数量是活动成功率的保证,如图 2(b)和图 4(b)所示。一个现实的解

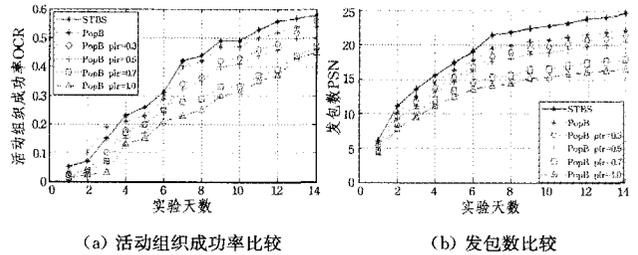
释是,在目标对象未知的情况下,只有投递越多,投递成功的可能性才越大。

从时间延迟来看,PopB 算法在丢包情况下明显高于 FB 算法(如图 2(a)所示)。当 OCR=0.6 时,FB 耗时 8 天,PopB 在 PLR=0.3 和 PLR=0.5 时分别为 10 天和 12 天,而其他情况下均超过 14 天。



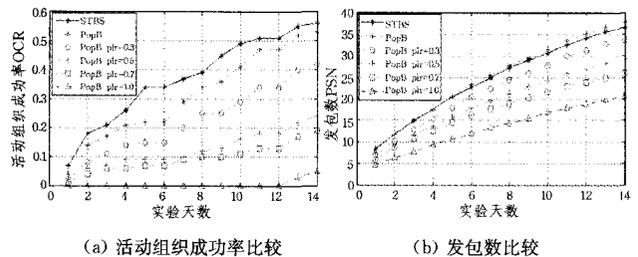
(a) 活动组织成功率比较 (b) 发包数比较

图 2 Popularity 较高,朋友个数较多



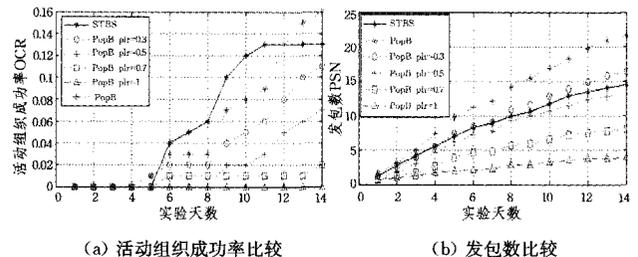
(a) 活动组织成功率比较 (b) 发包数比较

图 3 Popularity 较高,朋友个数较少



(a) 活动组织成功率比较 (b) 发包数比较

图 4 Popularity 较低,朋友个数较多



(a) 活动组织成功率比较 (b) 发包数比较

图 5 Popularity 较低,朋友个数较少

对其他概率的丢包情况也进行了大量的实验,其结果与上述类似。对 4 类用户进行整体分析得知,STBS 算法时间延迟较小,发包数较少,具有较好的性能,能够有效地为社会性活动组织提供支持。

结束语 现实中移动智能设备使人们物理上有了更多的交互机会。本文提出了机会网络下的应用社会性活动组织,并对丢包问题提出了 STBS 算法。STBS 利用人的社会关系,选择活跃度高的朋友作为代理。基于真实用户交互数据集对 PopB 代理方法和 STBS 算法进行了实验对比分析,结果表明在一定丢包概率(不小于 0.3)下,选择朋友作为代理能比 Popularity 代理方法更有效地提高社会活动组织成功率,在时间延迟不大的情况下,可以较好地完成社会活动的组织。

在后续工作中,我们将实现社会活动组织服务系统,结合激励机制对丢包问题作进一步研究,并在实际生活中进行实验。

参 考 文 献

- [1] 熊永平,孙利民,牛建伟,等. 机会网络[J]. 软件学报,2009,20(1):124-137
- [2] Pan H, Chaintreau A, Scott J, et al. Pocket switched networks and human mobility in conference environments[C]// Proceedings of the 2005 ACM SIGCOMM workshop on Delay-tolerant networking, 2005:244-251
- [3] Beale R. Supporting Social Interaction with SmartPhones [J]. IEEE Pervasive Computing, 2005, 4(2): 35-41
- [4] Lenders V, Karlsson G, May M. Wireless Ad hoc podcasting[C]// Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks, 2007:273-283
- [5] Yoneki E, Pan Hui, Chan Shu-yan, et al. A Socio-Aware Overlay for Publish/Subscribe Communication in Delay Tolerant Networks [C]//MSWiM'07, 2007: 225-234
- [6] Mokhtar S B, Mashhadi A J, Capra L, et al. A self-organising directory and matching service for opportunistic social networking [C]//Proceedings of the 3rd Workshop on Social Network Systems, 2010
- [7] Vahdat A, Becker D. Epidemic routing for partially connected ad hoc networks[R]. CS-2000-06. Duke University, 2000
- [8] 郭斌, 於志文, 张大庆, 等. 机会物联——兼谈物联网的社会性[J]. 中国计算机学会通讯, 2011, 7(12): 52-56
- [9] Cui He-ming, Suman S, Henning S. ONEChat: Enabling Group Chat and Messaging in Opportunistic Networks[C]// Eleventh Workshop on Mobile Computing Systems and Applications

- (HotMobile), 2010
- [10] Pan Hui, Crowcroft J, Yoneki E. BUBBLE Rap: Social-based Forwarding in Delay Tolerant Networks[C]// Proceedings of the 9th ACM international symposium on mobile ad hoc networking and computing, 2008:241-250
- [11] Boldrini C, Conti M, Passarella A. Exploiting users' social relations to forward data in opportunistic networks: The HiBOP solution[J]. Pervasive and Mobile Computing, 2008, 4(5): 633-657
- [12] Boldrini C, Conti M, Passarella A. ContentPlace: Social-aware Data Dissemination in Opportunistic Networks[C]// MSWiM'08, 2008:203-210
- [13] Urpi A, Bonuccelli M, Giordano S. Modeling cooperation in mobile ad hoc networks: A formal description of selfishness[C]// Modeling and Optimization in Mobile, Ad Hoc, and Wireless Networks (WiOPT'03), 2003
- [14] Panagakos A, Vaio A, Stavrakakis I. On the effects of cooperation in DTNs[C]//Proc. IEEE Comsware, 2007:1-6
- [15] 陆音, 石进, 谢立. 基于重复博弈的无线自组网络协作增强模型[J]. 软件学报, 2008, 19(3): 755-768
- [16] Wellman B, Wortley S. Different Strokes from Different Folks: Community Ties and Social Support[J]. American Journal of Sociology, 1990, 96(3): 558-588
- [17] Zhang Da-qing, Wang Zhu, Guo Bin, et al. A Dynamic Community Creation Mechanism in Opportunistic Mobile Social Networks [C] // IEEE International Conference on Social Computing, 2011:509-514
- [18] Eagle N, Pentland A, Lazer D. Inferring Social Network Structure using MobilePhone Data[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 2009, 106(36): 15274-15278

(上接第 11 页)

此外,串行算法并行实现后,还需要根据数据的特点,利用不同的 OpenMP 自带的调度方式。对于一些频繁申请释放内存的程序,往往无法取得线性加速比,这就需要自定义内存管理方法来接管操作系统的内存管理策略。利用现有的技术,并根据算法的特点进行改造与定制后,并行算法取得了理想的加速比。这些都为目前一些桌面版的软件的并行实现及优化提供了一种行之有效的思路。Herb Sutter 所说的免费的午餐已经结束^[13],我们利用 OpenMP 对现有的算法进行改造,以较低的代价充分利用了计算资源,虽然得到的不是完全免费的午餐,但是付出的代价也极为低廉。这也为单机多核下的程序的并行实现及优化提供了一个指导思路与案例,即对核心、基础算法进行并发实现,能够以极低的代价提高整个系统的效率。

参 考 文 献

- [1] 黎夏,刘凯. GIS 空间分析-原理与方法[M]. 北京:科学出版社, 2007
- [2] 黄杏元,马劲松,汤勤. 地理信息系统概论[M]. 北京:高等教育出版社,2001
- [3] 曹婷婷. 基于多核处理器串行程序并行化改造和性能优化[D]. 成都:西南交通大学,2009
- [4] 朱效民. 矢量地图叠加分析算法研究[D]. 北京:中国科学院研究生院
- [5] Berger E D, McKinley K S, Blumofe R D, et al. Hoard: A scala-

- ble memory allocator for multithreaded applications[C]// The Ninth International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems (ASPLOS-IX), 2000
- [6] Schneider S, Antonopoulos C D, Nikolopoulos D S. Scalable locality-conscious multithreaded memory allocation[C]// Petrank E, Moss J E B, eds. Proceedings of the 5th international symposium on Memory Management. ACM, 2006
- [7] Michael M M. Scalable lock-free dynamic memory allocation[J]. Conference on Programming Language Design and Implementation, 2004, 39(6)
- [8] Gidenstam A, Papatriantafylou M, Tsigas P. NBMMALLOC Allocating Memory in a Lock-Free Manner[J]. Algorithmica, 2010, 58:304-338
- [9] OpenMP[OL]. <http://www.openmp.org/>
- [10] 基于混合包围体的 OpenMP 并行化碰撞检测算法[J]. Journal of Software, Supplement, 2008, 19: 190-201
- [11] Bentley J L, Ottmann T A. Algorithms for reporting and counting geometric intersections[J]. IEEE Transactions on Computers, 1979, 28(9): 643-647
- [12] Andrews D S, Snoeyink J, Boritz J, et al. Further Comparisons of Algorithms for Geometric Intersection Problems[C]// Proceedings of the 6th International Symposium on Spatial Data Handling, 1994:709-724
- [13] Sutter H. The Free Lunch Is Over[OL]. <http://www.gotw.ca/publications/concurrency-ddj.htm>