

P2P十年：何去何从？

李振华
北京大学

关键词：P2P 论文

“如果一个理论本身具有持久性，那么，最初给它带来极大危险的作用和反作用随着时间的推移就只会有助于磨平其不平整之处，而如果是无偏见、有洞察力、真正享有盛名的人来从事这一工作，则可以在短时间内使它获得所要求的完美。”

——摘自康德《纯粹理性批判》第二版序言

2009年P2P领域论文情况

从1999年到2009年，P2P（Peer to Peer，对等网络）走过了第一个10年，令人激动、也饱受争议。P2P很明显是磨平了自身曾有的无数棱角，才变得丰满而成熟的。在此过程中来自五湖四海的数万学者为之冥思苦想、绞尽脑汁，同时，也因之获得了工作、财富或盛名。

作为一名普通而执着的P2P研究者，笔者没有动机也没有资格向领域同行宣布任何结论或预测任何趋势。“幽暗反复路崎岖，有人欢喜有人愁”。一方面，我们看到P2P基础理论和核心应用趋于稳定，近几年来几乎没有出现公认的突破创新。当初，一些引领潮流的P2P大师们已悄然离场、渐行渐远，如Chord的实现者艾恩·斯托伊卡（Ion Stoica）、Pastry的实现者安东尼·罗斯顿（Antony Rowstron）、Tapestry的实现者赵燕斌等。他们或者选择开办公司，或者选择汽车网络和SSD（Solid State

Disk，固态硬盘）存储，或者选择云计算和社会网络；另一方面，我们也看到P2P作为一种思想和工具在各个领域渗透，甚至在P2P领域内广受诟病的DHT（Distributed Hash Table，分布式散列表）技术反而在硬件设计、云计算、数据库等领域展现出无穷威力。此外，一批坚定的知名学者仍然作为旗手鼓舞着P2P阵地上的战士，如美国卡内基梅隆大学的张辉、纽约理工学院的基思·罗斯（Keith Ross）、普林斯顿的迈克尔·弗里德曼（Michael Freedman）、法国Eurecom研究所的艾恩斯特（Ernst Biersack）、加拿大多伦多大学的李葆春、中国香港科技大学的李波、加拿大西蒙弗雷泽的刘江川、中国香港中文大学的邱达民等，用他们发表于顶级学术会议的论文向国际上“P2P已无研究价值”的消极论调说“不（No）”。

笔者阅读了2009年发表于SIGCOMM^[1]（ACM¹ Special Interest Group on Data Communications）、NSDI^[2]（USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation）、HotNets^[3]（ACM Workshop on Hot Topics in Networks）、USENIX^[4]（the Advanced Computing Technical Association）、SIGMetrics^[5]（ACM Special Interest Group (SIG) for the computer systems performance evaluation community）、IMC^[6]（ACM The Internet Measurement Conference）、INFOCOM^[7]

¹ Association for Computing Machinery

(The IEEE² Conference on Computer Communications)、ICNP^[8](IEEE International Conference on Network Protocols)、ICDCS^[9](IEEE International Conference on Distributed Computing Systems)、ACM Multimedia^[10](MM)这10个顶级会议的有关P2P的多篇论文(注:SOSP'09、EuroSys'09、WWW'09上没有发现与P2P直接相关的论文)以及IPTPS^[11](The International workshop on Peer-To-Peer Systems)、IEEE-P2P^[12]这两个专业会议上的全部论文,分门别类做了归纳总结和分析评价,期望能给国内研究P2P的同行有效的参考和有益的帮助。为了不陷入论文评析中形式主义的桎梏,我们在探讨评析的过程中力求以通俗简明的语言提炼论文的思想核心,尽量不翻译原文,但很可能会带来主观、误解、疏漏等问题。为勉力克服这类问题,对于部分论文的评析,我们向原作者征询了意见。

从会议来看 2009年各大会议发表P2P相关论文篇数依次为:SIGCOMM、NSDI、HotNets、USENIX、SIGMetrics、IMC各1篇,INFOCOM作为网络通信领域旗舰型盛会、2009年开设6个P2P Session共收录论文24篇,仅次于网络安全(9个Session)和无线传感器网络(8个Session),此外ICNP收录2篇,ICDCS较多为8篇,MM为4篇,专业会议IPTPS今年爆冷仅录用12篇为历届会议最低、IEEE-P2P在诸会中篇数

最多为28篇。所有会议总计84篇。从P2P相关论文占会议总论文篇数的比例看,基本稳定在3%~10%之间(专业会议为100%)。

从研究课题来看 2009年P2P领域发文最多的热点课题是P2P流媒体系统(21篇),细分后的子课题排序为:P2P流媒体性能优化(13篇)、P2P流媒体建模(5篇)、P2P流媒体系统测量(3篇)。非常热门的课题是P2P新应用(15篇),应用领域包含:虚拟现实、协同编辑、发布者/订阅者(Pub/Sub)系

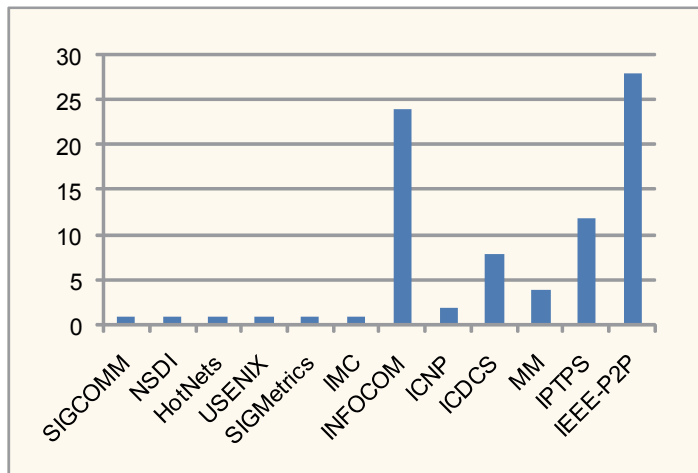


图1 2009年与P2P相关的论文篇数

注:这里只统计了常规论文,不包含短文和poster,鉴于“P2P相关”这一概念的模糊性,统计可能有缺漏。

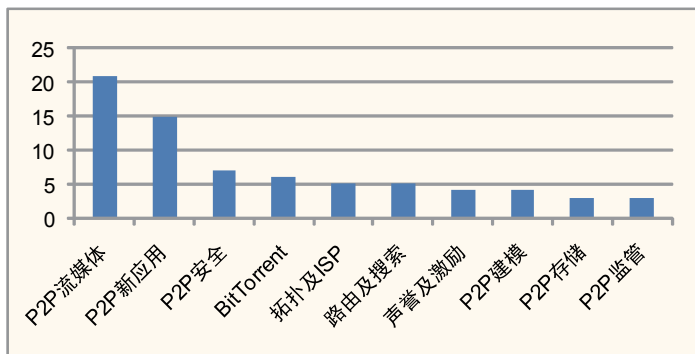


图2 2009年与P2P相关的论文研究课题

注:关于一篇论文的研究课题不可能存在明确的分类,这里只是大致界定,且分类之间可能有交叉。

² Institute for Electrical and Electronic Engineers

统、自由软件发布、万维网 (Web) 浏览器、社会网络、三维网格传输、数字内容归档、人工智能本体 (Artificial Intelligence Agent, AI Agent)、隐私保护、固态硬盘存储、分布式阵列等。比较热门的课题有: P2P安全 (7篇)、BitTorrent (6篇)、拓扑匹配及网络服务提供商 (Internet Service Provider, ISP) 关系 (5篇)、路由及搜索问题 (5篇)、声誉及激励机制 (4篇)、P2P系统建模 (4篇)、P2P存储 (3篇)、P2P系统监管 (3篇)。

从研究者来看 2009年P2P领域最活跃的学者当属加拿大多伦多大学的李葆春教授, 在统计的84篇论文中共参与6篇。中国香港科技大学李波教授参与5篇。加拿大西蒙弗雷泽大学的刘江川副教授参与3篇, 香港中文大学邱达民教授参与3篇 (其中2篇与赵桥硕士、吕自成教授合作), 法国Eurecom研究所的艾恩斯特教授参与3篇 (其中两篇与马特·瓦弗里 (Matteo Varvello) 合作)。美国电话电报公司 (AT&T) 实验室的维查雅·古帕拉克里士曼 (Vijay Gopalakrishnan)、拉马克里希南 (K. K. Ramakrishnan) 和里特威克·贾纳 (Rittwik Jana) 参与2篇, 美国乔治敦大学陈松勤 (Songqin CHEN, 音译) 助理教授参与2篇, 清华大学尹浩副教授参与2篇 (与美国卡内基

梅隆大学的张辉、维斯·赛卡尔 (Vyas Sekar) 教授合作), 意大利都灵理工学院的马可·梅利阿 (Marco Mellia) 教授参与2篇。纽约大学理工学院的吴迪 (Di WU, 音译) 博士后、刘永 (Yong LIU, 音译) 助理教授和基思·罗斯 (Keith Ross) 教授合作的论文 “Queuing Network Models for Multi-Channel P2P Live Streaming Systems” 赢得了INFOCOM2009大会唯一的最佳论文奖。研究组织与研究者的分布大体一致, 按发表论文数依次为: 加拿大多伦多大学6篇、中国香港科技大学6篇、法国汤姆森 (Thomson) 研究所5篇、中国清华大学5篇、法国Eurecom研究所4篇、美国卡内基梅隆大学3篇、加拿大西蒙弗雷泽大学3篇、中国香港中文大学3篇, 2篇的学校有: 美国的麻省理工学院、普林斯顿大学、康奈尔大学、马里兰大学、莱斯大学、俄亥俄州立大学、德州农工大学、乔治敦大学、电话电报公司实验室, 意大利都灵理工学院, 新加坡国立大学, 中国的北京大学。

P2P概念与范围

学术不同于技术、政治的要义就在于容忍或鼓励争议, 凡事只要有一定道理皆可探讨商量。自著名出版人赖利 (O'Reilly) 于2000

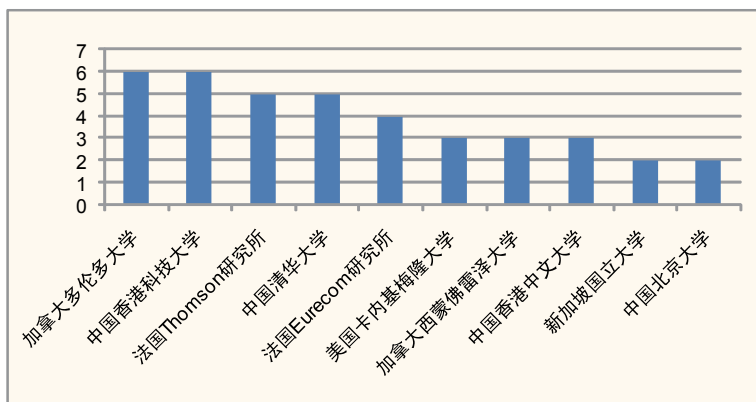


图3 2009年与P2P相关的研究组织

注: 研究组织与研究者的论文数只是一个量化的标准, 并不能准确反映其在某个领域的科研实力, 上述统计可能有缺漏。

年组织P2P峰会向世人澄清P2P概念以来, 学术界对P2P的认识日益清晰。2009年, IEEE-P2P会议第一次在欧洲以外的地区召开——美国的西雅图市, 其组织者将P2P定义为“覆盖网技术和大规模并行系统及应用”, 更广义地延伸为“任何以分散化和资源共享为特征的大规模分布式系统”, 并明确指出“P2P研究的焦点已经从过

去的覆盖网算法和设计转移到系统的优化、安全和测量上来”。笔者基本赞同上述看法，但从图2来看，认为在“系统的优化、安全和测量”之外还应加入“新应用”一项。

P2P研究模式

在笔者所阅读的84篇论文中，发现有众多论文的研究（或写作）模式非常相似，这说明学者在研究问题时的思路有其共性。笔者不揣冒昧，将一些极具共性的研究模式总结如下，希望对国内同行学者有所帮助。

模式1 “模型+近似算法”（1）提出问题；（2）建立数学模型并计算理论最优解法；（3）证明理论最优解法的计算/通信复杂度极高；（4）提出合理的近似算法；（5）理论分析或实验证实近似算法的有效性。采用该模式的学者往往具有深厚的理论或数学功底，尤其是队列论、马尔科夫过程、组合优化等。模式1在INFOCOM、ICNP和ICDCS这三个会议中到处可见。

模式2 “测量+优化算法”（1）通过实际系统测量发现问题或不足（往往是以前被忽视的）；（2）提出针对该问题或不足之处的优化算法；（3）实验证实优化效果。从实际测量中发现的问题往往让人信服，即使优化算法看起来平平也一样会被接受。如INFOCOM中有关“NetTube”的文章就是通过对YouTube视频的长期测量、发现这些视频之间存在着强集簇的社会网络现象，从而设计了NetTube方案以有效利用这种集簇性。

模式3 “融合解法”（1）提出问题；（2）分析该问题的经典解法（往往为两种）；（3）提出一种融合式解法以达到取长补短的效果；（4）实验证实融合式解法的有效性。“融合解法”常常为初学者采用，大多数此类论文形同拼凑、不入一流会议之列，但不乏融合得恰到好处、坚实可信的精妙之作，比如SIGCOMM的论文“Matchmaking for Online Games and Other Latency-Sensitive P2P Systems”、USENIX的论文“Census: Location-Aware Membership Management for Large-Scale

第5届全国语义Web与本体论学术研讨会暨 第7届全国Web信息系统及其应用 学术会议征文

由中国计算机学会电子政务与办公自动化专委会主办、内蒙古大学承办的第5届全国语义web与本体论学术研讨会（SWON 2010）暨内蒙古大学承办的第7届全国Web信息系统及其应用学术会议WISA2010会议将于2010年8月20~22日在呼和浩特召开。

会议录用论文中主要论文以英文方式由IEEE Computer Society Press（EI源刊）正刊出版，其余论文将由核心期刊《计算机科学》专刊、《计算机与数字工程》正刊出版。

征文范围 详见大会网址www.neu.edu.cn/wisa2010

投稿要求 详见大会网址www.neu.edu.cn/wisa2010

联系信息 内蒙古大学 高光来 周建涛（cszjtao@imu.edu.cn, wisa2010@imu.edu.cn）

重要日期 征文截止日期：2010年3月31日 录用通知发出日期：2010年4月30日
正式论文提交截止日期：2010年5月20日

Distributed Systems”以及INFOCOM的多篇论文。

模式4 “坚实系统” (1) 设计并开发出一个被广泛应用的坚实系统；(2) 通过系统测量数据证实所用机制的有效性。任何一个科研领域都不欢迎空头理论，有坚实背景的系统往往很受青睐，搭建、维护、宣传系统一般需要巨大的人力物力投入。INFOCOM中的LayerP2P、apt-P2P、FS2You，ICDCS中的FlashLite以及ACM Multimedia中的LiveSky都属于这样的“坚实系统”。

模式5 “逆向思维” (1) 从一般人考虑问题的反方向、坏方向来思考问题；(2) 分析或解决问题；(3) 实验证实其合理性。合理的逆向思维往往给人耳目一新、拍案称奇的感觉，如IEEE-P2P中的论文“ID Repetition in Kad”和“Why Kad Lookup Fails”，前者测量出Kad网络中存在大量的ID重复现象，而此前业内都认为结构化分布式散列表中ID重复现象极少发生；后者测量出Kad网络中查询成功率仅有18%，与通常的理论分析或期望相去甚远。

模式6 “交叉应用” (1) 将P2P应用到一个全新的领域或课题；(2) 将全新的技术或机制引入P2P领域；(3) 实验证实其有效性。自人类科学进入20世纪以后，交叉学科就被公认具有最优秀的研究前景，由于科研领域的日益分化，一个领域内长期困扰的难题往往在另一个领域可能只是基本知识，很多工具性的方法虽然产生于一个领域、实际上适用于其它多个领域。在我们阅读的84篇论文中有15篇论文属于“交叉应用”，交叉领域有：P2P、虚拟现实、协同编辑、发布者/订阅者系统、社会网络、硬件设计、图形图像以及隐私保护等。

结语

从广义的角度看，P2P代表了分布式系统的极端。它既是一类受到广泛关注的网络应

用，又是一种去中心化、功能边缘化的网络设计思想，还是一个消除瓶颈、充分利用资源的网络工具。十年前，P2P诞生伊始，曾被计算机界公认为“改变互联网的新一代网络技术”，我们认为P2P名副其实、堪当此赞誉。十年后，光影疏离、浮华褪去，放下了对版权问题过度争议，卸掉了对分布式散列表功能的过分鼓吹，成熟清晰的P2P领域步履愈发稳健。抱着不同目的、沿着不同角度来研究P2P的各方学者，以坚韧的探索精神继续奋战在这片领地，同时在迷茫动荡中期待P2P新的杀手级应用出现，迎来一个新的研究高峰。■

致谢

感谢我的导师代亚非教授给予的指导与帮助。



李振华

中国计算机协会会员。北京大学博士生。主要研究方向为以P2P、SNS、Web为代表的分布式网络系统。

lzh@net.pku.edu.cn

参考文献

- [1] SIGCOMM' 09: <http://conferences.sigcomm.org/sigcomm/2009/>
- [2] NSDI' 09: <http://www.usenix.org/event/nsdi09/>
- [3] HotNets' 09: <http://conferences.sigcomm.org/hotnets/2009/>
- [4] USENIX' 09: <http://www.usenix.org/events/usenix09/>
- [5] SIGMetrics' 09: <http://www.sigmetrics.org/conferences/sigmetrics/2009/>
- [6] IMC' 09: <http://www.imconf.net/imc-2009/>
- [7] INFOCOM' 09: <http://www.ieee-infocom.org/2009/>
- [8] ICNP' 09: <http://edas.info/W7071>
- [9] ICDCS' 09: http://www.cse.ohio-state.edu/icdcs2009/ICDCS_2009.html
- [10] ACM Multimedia' 09: <http://www.acmmm09.org/>
- [11] IPTPS' 09: <http://www.usenix.org/event/iptps09/>
- [12] IEEE-P2P' 09: <http://edas.info/W.php?page=133>