

移动群智感知网络发展面临安全挑战

王钰淇

国家计算机网络应急技术处理协调中心, 北京 100029

摘要 作为一种全新的物联网感知模式,移动群智感知网络通过普适感知设备采集特定范围内的个体、情景、环境感知数据,完成复杂的泛在深度社会感知任务并提供丰富应用。介绍了移动群智感知网络当前的应用发展状况,分析了在智能交通服务、基础设施和市政管理服务、环境监测预警、社会关系与公共安全、公众健康和医疗服务等方面的发展趋势。提出了一些移动群智感知网络在未来所面临的安全挑战,分析了用户隐私保护、感知数据和平台的安全性、感知质效提升和资源优化利用方面面临的挑战。

关键词 移动群智感知网络;众包;移动感知;群智感知;物联网

中图分类号 TP393.03

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2015.24.018

Security challenges for the mobile crowdsensing network

WANG Zhengqi

National Computer Network Emergency Response Technical Team/Coordination Center of China, Beijing 100029, China

Abstract As a new paradigm of sensing in the Internet of Things, the mobile crowdsensing network takes advantage of ubiquitous sensing device within a specific range to collect sensing data of individuals, situations and environments for a variety of applications. This paper introduces the current application development of the mobile crowdsensing network, analyzes the development trend of intelligent transportation services, infrastructure and municipal management, environmental monitoring, early warning, social relations and public safety, public health and medical services. Then it proposes a number of security challenges faced by the mobile crowdsensing network in the future, including user privacy protection, security of the sensing data and platform, the improvement of sensing quality and efficiency, and resources consumption optimization.

Keywords mobile crowdsensing network; crowdsourcing; mobile sensing; crowdsensing; Internet of Things

随着移动互联网技术和应用的快速发展,移动智能终端设备得到了广泛使用和极大普及。无线通信技术和传感器技术的迅速发展,又使得利用移动传感设备在更广阔的范围和更复杂的环境下构建感知网络成为现实。移动智能终端设备极大增强的能力(如计算能力、存储能力和通信能力等)、其集成丰富的传感器(如温度传感器、重力传感器、加速度传感器等)和无处不在的感知网络,使得普通用户能够参与到感知和收集周围环境状况的活动中来,为实现泛在深度感知和计算提供了硬件基础设施支撑^[1]。然而,庞大感知任务的分配问题和大规模感知设备的协调问题是实现泛在深

度感知和计算的挑战和壁垒。

在此背景下,结合移动感知和众包思想的群智感知计算思想的提出和实现弥合了硬件基础设施与泛在深度感知和计算之间的鸿沟,形成了一种全新的物联网感知模式,即移动群智感知网络^[2]。通过协调普通用户的移动智能终端设备和移动传感设备对所处环境进行感知,经过收集、融合、分析、挖掘等环节处理环境感知数据,感知和还原用户所处状态、情境和环境,共同完成庞大的感知任务。移动群智感知网络给复杂的泛在深度感知问题提供了一种全新的解决方案,拥有广泛的应用场景和广阔的应用前景,又在技术和应

收稿日期:2015-11-24;修回日期:2015-12-10

作者简介:王钰淇,助理工程师,研究方向为网络信息安全,电子信箱:tcwjz861107@126.com

引用格式:王钰淇. 移动群智感知网络发展面临安全挑战[J]. 科技导报, 2015, 33(24): 114-117.

用研究方面存在新的挑战,已成为当前的研究热点。

1 移动群智感知网络发展的基本状况

移动感知和众包思想的结合产生了新型物联网感知模式,即群智感知(crowd sensing)^[1-3]。众包(crowdsourcing)是用来描述一种新的分布式问题解决和工作模式的专业术语,即企业利用互联网将工作分配出去、发现创意或解决技术问题^[4]。群智感知是指利用普通用户的移动智能终端设备(如智能手机、平板电脑、可穿戴设备、车载感知设备等)和移动传感设备作为基本感知单元,通过移动互联网或无线网络进行有意识或无意识的协作,实现感知任务分发与感知数据收集处理,以完成大规模的、复杂的社会感知任务^[5]。那么,移动群智感知网络就是利用移动智能终端设备和移动传感设备构建基于群智感知的感知网络,实现更大规模的、更复杂的、细粒度、透彻而全面的感知和数据采集服务。

移动群智感知网络通常由移动感知用户和群智感知平台两部分构成^[5],其中,群智感知平台可以由服务器组成的数据中心;移动感知用户则是使用移动智能终端设备、可穿戴设备、车载设备等感知设备的社会普通用户,通过移动网络与群智感知平台进行交互,实现社会感知任务的分配、协调和反馈。

移动群智感知网络提供了一种全新的物联网感知模式,同时也给研究者带来了新的技术挑战,已成为当前的研究热点。该领域已有技术研究大致可分为:数据处理技术、激励机制、群智感知平台等。

1) 数据处理技术。在群智感知中,核心就是对大规模数据进行收集、分析、挖掘和利用。由大量未经训练的用户采集的数据,存在更加突出的数据质量问题(如数据不精确、不完整、不一致、不及时等)。对感知数据去粗取精、去伪存真,让精炼后的数据可以高精度地反映感知环境,对群智感知应用具有重要意义。许多技术和工具为数据处理提供了有效的手段和途径,Toped++方案提供了一种高效的适用于多源混杂数据格式的字符串格式转换规则和接口^[6]等。

2) 激励机制。在移动群智感知网络中,需要普通用户主动参与并提供感知数据,以完成社会感知任务。然而,用户参与感知需要付出一定代价(如消耗资源、泄露隐私等),如没有一定的激励补偿机制,很难吸引大量用户主动参与到大规模的社会任务中。很多研究基于该激励机制而提出,如利用游戏发掘用户的习惯偏好^[7],评估和改进网络搜索引擎的相关性^[8]。

3) 群智感知平台。在移动群智感知网络中,群智感知平台为感知任务发布者和参与者提供一个任务发布、分配、协调和反馈的信息平台,基于感知任务构建特定的群智感知应用。Shahabi等^[9]提出了基于信任机制的空间群智感知平台,解决了空间众包应用中的可扩展性和信任问题。

移动群智感知网络的优势在于完成复杂社会感知任务的参与者不需要是拥有专业技能的用户,大量社会普通用户通过合理高效的分配机制和协调机制,可以共同协作完成一项他们单独不可能完成或者需要很长时间才能完成的规模庞大的社会感知任务,形成实时动态、全面透彻、与人们生活密切相关的感知能力。

2 移动群智感知网络的应用发展

当前,移动群智感知网络已经进入快速、深度的发展阶段,已经深入地渗透到智能交通出行、基础设施与市政管理服务、环境监测预警、社会关系与公共安全服务等各个方面,正深刻地影响和改变着人们的工作和生活。

2.1 智能交通服务

利用移动智能终端、移动传感设备等对城市交通路况信息进行采集、分析、融合处理,发现和挖掘有价值信息,可以为用户提供更高效便捷的出行路径规划和辅助驾驶信息支持;同时还能为城市交通规划和管理者提供决策支持,规划安全、高效的城市交通网络,解决交通突出问题。Thiagarajan等^[10]提出一种利用Wi-Fi热点信号和位置传感器的交通解决方案VTrack,该方案采集用户的驾驶数据,在精细时空粒度上监测交通拥堵状况和行驶延迟等。Goldman等^[11]将群智感知应用于行驶路线的选择,通过大量用户的移动智能终端设备中GPS等位置传感器记录并向服务器提交行驶路线及路况信息,在数据经过汇聚、融合、分析处理后形成城市交通路况实时分布图,从而为用户提供行驶路径规划建议。

2.2 基础设施和市政管理服务

通过移动群智感知网络对城市生活基础设施进行感知和监测,为市民提供便利化生活服务(如交通信息、路况信息、停车位发现、公共设施状态等),为管理者的城市规划和管理提供决策支持。通过监测Wi-Fi和移动网络信号质量绘制城市网络覆盖地图,可以指导移动基站的设计。Mohan等^[12]提出一种监测城市交通和路况信息的移动群智感知网络解决方案Nericell,该方案使用移动智能终端设备内置的加速计、GPS麦克风等传感器监测行驶道路的路面颠簸状况和交通状况。刘云浩等提出一种利用RFID的室内定位方案LANDMARC,通过采集记录大量用户的行为、路径来刻画建筑物内部结构^[13]。

2.3 环境监测预警

利用数量庞大、分布广泛的移动智能终端设备和移动传感设备,能够在城市中实现高效、低成本、大规模的自然环境质量监测和野生动物监测保护。Dutta等^[14]提出一种监测空气质量的移动群智感知网络解决方案Common Sense,该方案利用手持空气质量传感器测量空气污染状况(如空气中CO₂、SO₂、NO_x等),结合GPS数据可绘制出空气污染时空分布图,为空气污染治理提供决策支持。

2.4 社会关系与公共安全

与移动社交网络相结合,移动智能终端设备的广泛使用背后蕴含大量的人际和社会关系,呈现突出的热点规律。通过对感知信息(时间、位置、图片、音频、视频等关键数据)的分析和挖掘,可以服务于用户的自我认识和社交活动。同时,还能及时地发现犯罪线索和预测社会突发事件,有效地维护公共安全。张佳凡等^[15]提出一种基于移动群智感知的城市热点事件感知方法,通过对采集的新浪微博热词的上下文语境进行层次聚类,得到热点事件描述,以及时发现、跟踪和处置社会突发事件。

2.5 公众健康和医疗服务

近些年,人们对身体健康状况越来越关注、对医疗服务的需求大副度增加,但医院、康复中心等基础设施建设缓慢,增长速度跟不上需求,造成现今医疗资源紧缺。随着通信技术的迅猛发展,现今移动智能终端设备具备更强大的计算能力和更快捷的上网速度,为满足民众的需求,大量信息化手段应用在医疗上,医院和其他医疗机构也开始挖掘数字化工作模式。基于移动群智感知的无线医疗信息系统可以融合现代化的管理思想,有效解决当前医疗资源紧缺的问题。利用移动群智感知可以实现个性化健康数据的共享,医疗机构还可以通过分析这些数据实现疾病预防的预警、重大疫情的掌控和向个人推送个性化的医疗方案,并且可以不再依赖临床复查就可以实时跟踪治疗情况,相比于现在的医疗手段,更具有便捷性、扩展性和可移植性。

随着移动智能终端设备更大规模的普及、内置传感器的不断丰富和研究的不断深入,移动群智感知网络将不仅局限于以上所述应用领域,其应用将不断地得到拓展、延伸和丰富,带来巨大的规模效益和社会价值。

3 移动群智感知网络发展面临的安全挑战

作为一种全新的物联网感知模式,移动群智感知网络为实现泛在深度社会感知提供了一种全新的方式和手段,但是也给理论、技术和应用等方面的研究带来了全新的挑战。研究者针对移动群智感知网络的关键共性平台、资源动态调度与优化配置、前端数据处理技术、海量数据挖掘与感知情景再现、用户激励机制与数据质量提升等多方面展开了深入而富有成果的研究。在安全方面,主要存在用户隐私保护、感知数据和平台的安全性、数据完整性、以及感知质效提升与资源优化利用的平衡等方面的严峻挑战。

3.1 用户隐私保护

在移动群智感知网络中,采集的感知数据蕴含移动智能终端设备使用者的大量敏感和隐私信息。例如,通过采集设备上与用户位置相关传感器(如GPS、电子罗盘、磁场传感器等)的感知数据,可以获得用户的精确位置信息。经过长时位置信息间的监测和分析,可以发现用户家庭和工作地址、日常活动范围、常用交通路线等敏感信息。

挖掘运动状态传感器的感知数据,可以得到用户的日常生活习惯、健康状况等敏感度高的信息;结合环境感知数据,还能随时获知用户所处的情景。对生物特征传感器的感知数据进行采集,能够发现用户的各项生物特征,如声音、图像、指纹、基本生理特征等敏感度极高的隐私信息。另外,采集移动智能终端的用户日常使用数据,还能够挖掘用户的使用习惯、兴趣爱好和行为特征等深层次的隐私信息。虽然大规模采集移动智能终端设备的敏感感知数据能够分析和挖掘出多方面有重要价值的信息(如城市交通拥堵情况、路况、空气质量、环境污染情况、基础设施状况、公共服务等),但是这些感知数据一旦泄露将严重威胁用户隐私,因此,有必要采取有效措施保护用户隐私。

可应用于移动群智感知网络的主要隐私保护技术有以下几类:1)匿名化(泛化)隐私保护技术,在分享感知数据时进行匿名化处理,清除与用户身份相关的敏感信息,但是仍然能够对匿名化处理后的感知数据进行有价值的推断,从而得到用户敏感信息;2)扰动(噪音)隐私保护技术,通过增加随机数、噪声、交换等技术对原始感知数据进行扰动处理,但需要保证处理后的感知数据能够满足相关应用需求;3)安全多方计算隐私保护技术,结合数据加密技术,由多方共同进行计算和挖掘,任何一方不掌握完全数据,从而保护用户隐私。

3.2 数据和平台安全性

由于移动群智感知网络中汇聚了大量蕴含用户敏感、隐私信息的感知数据,又能够挖掘大量极具应用价值的信息,这将极大地增加黑客攻击、机密数据泄露的风险,如何更好地保护数据和平台的安全性成为一个突出而紧迫的关键问题。针对数据的安全性,主要可以采取密码加密技术对感知数据进行加密处理;针对平台的安全性,可用的技术包括用户授权和身份认证技术、访问控制技术等。但是,这些建立在密码学基础上的安全技术需要建立密钥分发和管理机制,进行复杂加密计算,将消耗大量资源。

3.3 数据真实性和完整性

构建高效而且具有应用价值的移动群智感知网络依赖于用户提供真实可信、完整可靠的感知数据。然而,在收集感知数据过程中,恶意用户可能提交虚假感知数据;或者,在感知数据传输过程中,可能丢失部分数据(失真),这将可能导致挖掘出错误的信息,进而做出错误的决策。因此,采取相应技术措施保证数据的真实性和完整性非常重要。数字签名、消息认证码等密码学技术是保证数据真实性和完整性的主要技术手段,但是,为保护隐私而进行的增加扰动(噪音)、为节约通信资源而进行的数据压缩、多方安全计算的数据分割等处理措施将给数据的真实性和完整性校验带来挑战。另外,还可以在感知区域部署基础设施作为感知数据的参考点和目击者,验证用户提交的感知数据的真实性,但该方案需要增加额外的昂贵的基础设施部署成本。

3.4 感知质效提升与资源优化利用的平衡

虽然移动智能终端和移动感知设备的资源和能力水平有了显著提升,但是其仍然面临有限资源(如计算资源、通信资源、能量资源等)的制约。如何提升感知任务的质量和效率,同时最大限度地优化利用资源,是需要解决的重要问题。由于采集数据的传感器数量多、性能动态变化,在资源约束下的感知任务分配和资源消耗预测变得更加复杂和困难。实现同样感知任务的目标,可以通过采集不同类型传感设备的感知数据,但是,感知质效和资源消耗是不同的。比如,可以通过采集GPS、Wi-Fi和移动蜂窝网络的感知数据来挖掘位置信息,GPS的位置精度最高,资源消耗也最高。因此,需要解决感知质效和资源消耗的平衡问题。另外,在同一个感知设备上可能同时执行多个优先级和资源消耗不同的感知任务,如何在资源约束条件下合理调度感知任务和分配资源也是一个挑战。

4 结论

当前,物联网正处于全面、深度发展阶段,各项物联网应用深入渗透生活的各个角落。在价值挖掘利用和应用需求的驱动下,对现实世界和物理环境实现透彻、细粒度的泛在深度感知和计算的需求正变得越来越强烈。

作为一种全新的物联网感知模式,移动群智感知网络通过大量移动智能终端和移动传感器等普适感知设备采集特定范围内的个体、情景、环境感知数据,完成复杂的泛在深度社会感知任务。基于移动群智感知网络能够实现大量的创新而极具价值的新型应用,同时,随着传感器能力的提升、感知设备的普及、感知数据的丰富,应用范围将不断地扩展和延伸。但是,在多方面也存在新的问题与挑战。如果能够解决用户隐私保护问题、数据和平台的安全性问题(如数据机密性、数据真实性、数据完整性、平台安全性等)、感知质效提升和资源优化利用问题,将减少用户对隐私泄露的顾虑、提升感知任务的质量和效率,进而会有更多用户参与,移动群智感知任务、感知数据规模更加庞大、移动群智感知应用将进一步得到拓展。

参考文献(References)

- [1] Ganti R K, Ye F, Lei H. Mobile crowdsensing: Current state and future challenges[J]. IEEE Communications Magazine, 2011, 49(11): 32-39.
[2] 刘云浩. 群智感知计算[J]. 中国计算机学会通讯, 2012, 8(10): 38-41.

- Liu Yunhao. Crowd sourcing computing[J]. Communications of the CCF, 2012, 8(10): 38-41.
[3] Ma H, Zhao D, Yuan P. Opportunities in mobile crowd sensing. Commun[J]. IEEE Communications Magazine, 2014, 52(8): 29-35.
[4] Howe J. The rise of crowdsourcing[J]. Wired Mag, 2006, 14(6): 1-4.
[5] 赵东. 移动群智感知网络中数据收集与激励机制研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2014.
Zhao Dong. Research on data collection and incentive mechanisms in mobile crowd sensing networks[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2014.
[6] Scaffidi C, Myers B, Shaw M. Intelligently creating and recommending reusable reformatting rules[C]. The 14th International Conference on Intelligent User Interfaces, Hong Kong, China, Feb 7-10, 2010.
[7] Hacker S, von Ahn L. Matchin: Eliciting user preferences with an online game[C]. The 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2009, Boston, MA, USA, April 4-9, 2009. SIGIR'09
[8] Ma H, Chandrasekar R, Quirk C, et al. Improving search engines using human computation games[C]. The 18th ACM Conference on Information and Knowledge Management. Boston, Massachusetts, USA, July 19-23, 2009.
[9] Shahabi C. Towards a generic framework for trustworthy spatial crowdsourcing[C]. The 12th International ACM Workshop on Data Engineering for Wireless and Mobile Access, New York, USA, June 23, 2013.
[10] Thiagarajan A, Ravindranath L, LaCurtis K, et al. VTrack: Accurate, energy-aware road traffic delay estimation using mobile phones[C]. The 7th International Conference on Embedded Networked Sensor Systems, SenSys 2009, Berkeley, California, USA, November 4-6, 2009.
[11] Goldman J, Shilton K, Burke J, et al. Participatory sensing: A citizen-powered approach to illuminating the patterns that shape our world [R]. Foresight & Governance Project, White Paper, 2009: 1-15.
[12] Mohan P, Padmanabhan V N, Ramjee R. Nericell: Rich monitoring of road and traffic conditions using mobile smartphones[C]. The 6th International Conference on Embedded Networked Sensor Systems, SenSys 2008, Raleigh, NC, USA, November 5-7, 2008.
[13] Ni L, Liu Y, Lau Y, et al. LANDMARC: Indoor location sensing using active RFID[J]. Wireless Networks, 2004, 10(6): 701-710.
[14] Dutta P, Aoki P M, Kumar N, et al. Common sense: Participatory urban sensing using a network of handheld air quality monitors[C]. The 7th International Conference on Embedded Networked Sensor Systems, SenSys 2009, Berkeley, California, USA, November 4-6, 2009.
[15] 张佳凡, 郭斌, 路新江, 等. 基于移动群智数据的城市热点事件感知方法[J]. 计算机科学, 2015, 42(6A): 5-9.
Zhang Jiafan, Guo Bin, Lu Xinjiang, et al. Approach for urban popular event detection using mobile crowdsourced data[J]. Computer Science, 2015, 42(6A): 5-9.

(责任编辑 王媛媛)