

# 移动群智感知应用

## Mobile Crowd-Sensing Application

中图分类号: TP391 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868(2014)01-0035-003

**摘要:** 认为无线通信和智能移动设备的发展为群智感知在移动环境下的应用奠定了基础,而廉价多样的传感器使移动群智感知应用与人类社会的联系更加紧密。移动群智感知用户采集数据时的协作方式分为参与式感知、机会感知两种,各有优缺点和局限性。移动群智感知需要考虑用户成本、网络压力、云计算服务器架设、用户隐私保护等方面的问题,要面对情境隐私、匿名任务、匿名数据汇报、可靠数据读取、数据真实性等安全方面的挑战。

**关键词:** 移动群智感知;参与式感知;机会感知

**Abstract** The development of wireless communication and smart mobile devices has been the impetus for mobile crowd-sensing applications. Low-cost sensors in smart devices means that mobile crowd-sensing applications are more tightly associated with human communities. In a mobile crowd-sensing application, measures for sensing cooperation between individuals may be categorized as participant-sensing or opportunity-sensing. Both of these measures have advantages and disadvantages. Mobile crowd-sensing has to consider problems such as cost to the user, pressure on the mobile communication network, constructing a cloud server, and user privacy. Security is a challenge in privacy protection, anonymous tasking, anonymous reporting, collection of dependent data, and data reliability.

**Keywords:** mobile crowd-sensing application; participant sensing; opportunity sensing

陈荟慧/CHEN Huihui

郭斌/GUO Bin

於志文/YU Zhiwen

(西北工业大学,陕西 西安,710129)  
(Northwestern Polytechnical University, X 'an  
710129, China)

结合 GPS 轨迹分享晨练感受,司机或者乘客通过加速度传感器采集道路坑洼状况上传给城市管理部门。

根据手机用户采集数据时的协作方式,可将感知分为参与式感知<sup>[2]</sup>和机会感知<sup>[3]</sup>。参与式感知由用户主动参与,因此数据精度高但容易受用户主观意识干扰。机会感知通过直接或间接方式感知用户的行为,对用户干扰较小,但数据精度依赖于感知算法和应用环境,且机会感知需较高的隐私保护机制激励用户的参与。

参与式感知的实时性相对不如机会感知高,但机会感知准确采集数据的难度要比参与式感知高。比如,在交通路况监控应用中,参与式感知需要用户主动上传数据,但是当司机上报拥堵信息时可能已经离开了该

## 1 群智感知的架构

**群**智感知通过感知个体的信息而挖掘群体信息并反作用于个体或群体<sup>[1]</sup>。群智感知是个体与群体的合作与共赢,主体是“感知”和“挖掘”,感知层由个体与携带的智能设备组成,挖掘层由后台数据服务器组成。随着数据量的爆炸式增长,云计算开始为数据存储和挖掘提供支持,传感器和应用程序完成数据的采集与群体感知结果的反馈,如图 1 所示。

收稿日期: 2013-10-17

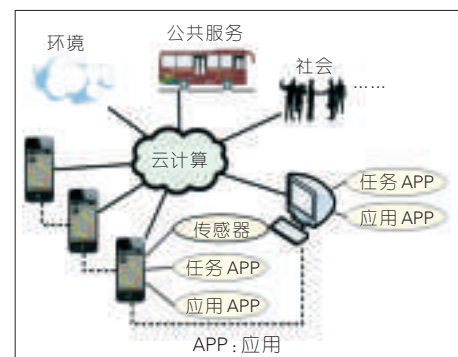
网络出版时间: 2014-01-05

基金项目: 国家自然科学基金(61332005)

感知层完成数据的采集,无论是参与式感知还是机会感知,都由终端采集用户数据并上传。挖掘层通常是为了发现某种知识或者统计某种结果而对大数据进行深层分析。

## 2 群智感知的数据采集

移动群智感知采集的数据不再仅仅局限于位置,移动设备附带的各种传感器在个体数据采集时都能够发挥作用。例如,路人通过分析手机麦克风采集到的环境声音检测环境噪声,旅行者通过手机摄像头和 GPS 记录旅游日志并分享旅游攻略,晨练者通过加速度传感器监测运动量并



▲ 图 1 群智感知基本架构

路段,导致时空信息不准确,另外,要求司机不停的上传数据的可能性较小。机会感知虽然不要求司机手动提交数据,但是对路况的准确感知却是亟待解决的问题。

参与式感知采集到的数据更容易受到用户的主观干扰,应用系统需要对数据进行有效性的判断并向用户提供量化的评级标准,例如,Creek Watch 应用向用户提供水质判断标准;Talasila 等人<sup>[4]</sup>使用定位信息判断用户提交的交通堵塞信息是否真实,防止有人故意在出发前发布假的拥堵信息用于通畅道路;Wreckwatch<sup>[5]</sup>应用使用车载手机的加速度计感知到撞车以后判断乘客的受伤程度,使用VoIP电话、短消息、GPS地图和路人拍照上报等方法对撞车情况和人员受伤情况进一步核实。

### 3 群智感知的应用现状

现阶段的移动群智感知应用大致可分为3类:环境、公共设施和社会<sup>[6]</sup>。

在环境方面的应用如Common Sense<sup>[7]</sup>、Creek Watch<sup>[8-9]</sup>、Ear-Phone<sup>[10]</sup>和iMap<sup>[11]</sup>等。Common Sense使用可以与手机通信的手持空气质量传感器收集空气污染数据(如二氧化碳、氮氧化物),分析和可视化后通过Web发布;Creek Watch是由IBM在2010年11月发布的iPhone应用,人们路过河流的时候,可以花费几秒钟的时间搜集水质数据,包括流量、流速和垃圾数量,后台服务器汇总数据后在网站上公布;Ear-Phone使用手机根据噪音级别监测对人类听力有害的噪音污染,并绘制成噪音地图通过Web共享;iMap使用手机采集人的时间-地点轨迹,并使用已有模型计算空气中二氧化碳的含量和PM2.5的值,实现间接环境监测功能。

在公共设施方面的应用如交通拥堵情况的检测<sup>[12-13]</sup>、道路状况的检测<sup>[14]</sup>(如道路坑洼、噪音)、寻找停车位<sup>[15]</sup>、公共设施报修(如消防栓、交通

信号灯、井盖等)和实时交通监测与导航<sup>[16]</sup>等。例如,ParkNet使用GPS和安装在右侧车门的超声波传感器检测空停车位,并共享检测结果;CMS系统收集由公交车乘客的手机采集的数据,对公交车舒适程度做出评级,并通过网站发布;Zhou P等人<sup>[17]</sup>设计了Android平台下的公交车到站时刻预测系统;GBus<sup>[18]</sup>应用允许个人使用移动设备收集公交车站点信息,包括站点名称、图片和描述;EasyTracker<sup>[19]</sup>应用使用安装有地图的智能手机,从GPS轨迹中提取高密度点获取公交站点,并采集各站点公交到站时刻计算公交站点间运行时间,从而预测公交到站时刻。

在社会方面的应用如社交网络应用以及社会感知。例如,腾讯提供的根据个体之间的共同好友而进行的好友推荐机制;Ubigreen<sup>[20]</sup>应用通过手机感知和用户参与的形式半自动采集用户出行习惯,鼓励用户绿色出行;im2GPS<sup>[21]</sup>应用构建自己的GPS照片知识库,使人们可以通过拍摄照片查询自己所处的位置;DietSense<sup>[22]</sup>应用允许用户在社交群中分享个人饮食习惯,人们可以比较自己的饮食习惯并向他人提出建议;Bikenet<sup>[23]</sup>应用根据个体提供的自行车骑行路线的GPS轨迹、空气质量、噪声质量等数据计算出最适合自行车骑行运动的路线。

### 4 群智感知面临的问题与挑战

移动群智感知可以通过个体数据完成大规模现象的监测<sup>[24]</sup>,因此需要收集大量来自个体的数据。为了使计算过程更加高效,通常需要考虑如下几个问题:

- 数据的收集必须考虑用户成本
- 用户传输数据过程中对网络造成的压力
- 需要架设用于接收、计算、管理和分析的后台云计算服务器
- 使用户能够放心并自愿将手

机作为数据收集探测器的用户隐私保护机制

Kapadia A等人提出了机会感知环境下安全的9个挑战:

- 情境隐私
- 匿名任务
- 匿名数据汇报
- 可靠数据的读取
- 数据真实性
- 系统集成
- 防止数据抑制
- 参与
- 公平

群智环境下数据可信度问题包括系统对个体采集端数据的验证和系统对事件结果的准确判断。采集数据的可靠性一方面需要采用信用规范对客户端用户加以限制,另一方面需要更精确的算法来验证数据的可靠性。系统对事件结果的准确判断是激励用户继续使用该系统的关键基础。群智环境虽然为假数据提供了上传的机会,但真实数据也拥有相同的机会,服务器如何分辨这些数据的真伪是一大挑战。

智能手机应用程序的隐私保护机制是用户普遍关心的问题。如果没有隐私保护,以用户为中心的机会感知永远不可能成功。在数据上传时加入干扰数据或者对敏感数据加密是常用的保护机制。

从数据采集角度来讲,手机附带的传感器可以透露用户所处的环境,并能实时记录语音和图像,这些功能如果应用不当就容易演变成非法侵犯个人隐私的应用,如果用户采用过高的安全保护策略,则移动群智感知无法得到丰富的终端数据。

移动群智应用环境下,用户不可避免地需要上传位置、手机号码等信息,而手机号码等个人信息可以与用户本人绑定,所以,用户有理由怀疑应用程序可能会侵犯个人隐私。如果将个人数据加密或者保证使用更高安全级别的服务器,但仍然不能保证用户不怀疑数据丢失时隐私受到

侵犯,这与困扰着云服务的隐私问题是一样的。

3G、4G、Wi-Fi以及未来的通信技术能够为群智感知应用解决带宽的问题,但移动群智应用系统与其他移动应用软件一样还存在能耗和数据流量的问题。现有的节电方法包括选用合适的数据采集触发算法和选用低能耗的传感器等,控制通信流量的方法主要采用有选择的上传高质量的数据。

## 5 结束语

“众人拾柴火焰高”,对于现代人类社会来说,移动群智感知是群体智慧在信息时代的表现方式。无线网络和智能设备是移动群智感知的基础,移动群智感知应用需求的不断扩展反过来对这两者的的发展又提出了更高的要求。群智感知环境下的个体以数字的形式存在,隐私保护是个体互信协作的基础,安全规范和信用规范的不完善势必影响群智感知应用推广。总的来说,移动群智感知对人类社会的发展和信息科技的发展都将起到促进的作用,而更多的挑战也等待着人们去发现和解决。

### 参考文献

- [1] 刘云浩. 群智感知计算[J]. 中国计算机学会通讯, 2012,8(10):38-42.
- [2] KANHERE S S. Participatory sensing: Crowdsourcing data from mobile smartphones in urban spaces [C]// Proceedings of the International Conference on Distributed Computing and Internet Technology, ICDCIT 2013, Springer Berlin Heidelberg, LNCS 7753, 2013: 19-26.
- [3] KAPADIA A, KOTZ D, TRIANODOPOULOS N. Opportunistic sensing: Security challenges for the new paradigm [C]//Proceedings of the IEEE Communication Systems and Networks and Workshops, COMSNETS 2009, Bangalore, India, 2009: 1-10.
- [4] TALASILA M, CURTMOLA R, BORCEA C. Improving location reliability in crowd sensed data with minimal efforts [C]//Proceedings of the 6th Joint IFIP/IEEE Wireless and Mobile Networking Conference, WMNC, 2013.
- [5] WHITE J, THOMPSON C, TURNER H, et al. WreckWatch: automatic traffic accident detection and notification with smartphones [J]. Mobile Networks and Applications, 2011, ACM, 2011,16(3): 285-303. doi:10.1007/s11036-011-0304-8.
- [6] GANTI R K, YE F, LEI H. Mobile crowdsensing: Current state and future challenges [J]. Communications Magazine, IEEE, 2011,49(11): 32-39. doi:10.1109/MCOM.2011.6069707.
- [7] DUTTA P, AOKI P M, KUMAR N, et al. Common sense: participatory urban sensing using a network of handheld air quality monitors [C]//Proceedings of the 2009 ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, SenSys 2009, Berkeley, California, USA, 2009: 349-350.
- [8] IBM research. Creek watch - explore your watershed [EB/OL]. (2013-10-10). http://creekwatch.researchlabs.ibm.com/.
- [9] KIM S, ROBSON C, ZIMMERMAN T, et al. Creek watch: pairing usefulness and usability for successful citizen science [C]// Proceedings of the 2011 ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2011, Vancouver, Canada, 2011: 2125-2134.
- [10] RANA R K, CHOU C T, KANHERE S S, et al. Ear-phone: an end-to-end participatory urban noise mapping system [C]// Proceedings of the ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks, IPSN 2010, Stockholm, Sweden, 2010: 105-116.
- [11] DEMIRBAS M, RUDRA C, RUDRA A, et al. iMap: Indirect measurement of air pollution with cellphones [C]//Proceedings of the IEEE Conference of Pervasive Computing and Communications, PerCom 2009, Galveston, Texas, USA, 2009: 1-6.
- [12] LEONTIADIS I, MARFIA G, MACK D, et al. On the effectiveness of an opportunistic traffic management system for vehicular networks [J]. Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on, 2011, 12(4): 1537-1548. doi: 10.1109/TITS.2011.2161469.
- [13] LIU S, LIU Y, NI L, et al. Detecting crowdedness spot in city transportation [J]. Vehicular technology, IEEE Transactions on, 2013, 62(4):1527-1539. doi: 10.1109/TVT.2012.2231973.
- [14] LIN C Y, CHEN L J, CHEN Y Y, et al. A comfort measuring system for public transportation systems using participatory phone sensing [C]//Proceedings of the ACM PhoneSense, 2010, Zurich, Switzerland, 2010.
- [15] MATHUR S, JIN T, KASTURIRANGAN N, et al. Parknet: Drive-by sensing of road-side parking statistics [C]//Proceedings of the ACM International Conference on Mobile Systems, applications, and services, MobiSys 2010, San Francisco, CA, USA, 2010: 123-136.
- [16] MANOLOPOULOS V, TAO S, RODRIGUEZ S, et al. MobiTraS: A mobile application for a Smart Traffic System [C]//Proceedings of the IEEE Conference NEWCAS, 2010, Montreal, Canada, 2010: 365-368.
- [17] ZHOU P, ZHENG Y, LI M. How long to wait?: predicting bus arrival time with mobile phone based participatory sensing [C]//Proceedings of the ACM Conference on Mobile systems, applications, and services. MobiSys 2012, Low Wood Bay, UK, 2012: 379-392.
- [18] SANTOS M, PEREIRA R L, LEAL A B. GBUS-Route GeoTracer [C]//Proceedings of the Workshop on Vehicular Traffic Management for Smart Cities, VTM 2012, IEEE, 2012: 1-6.
- [19] BIAGIONI J, GERLICH T, MERRIFIELD T, et al. Easytracker: Automatic transit tracking, mapping, and arrival time prediction using smartphones [C]//Proceedings of the ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems. SenSys2011, Seattle, WA, USA, 2011: 68-81.
- [20] FROELICH J, DILLAHUNT T, KLASNJA P, et al. UbiGreen: Investigating a mobile tool for tracking and supporting green transportation habits [C]//Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2009, Boston, USA, 2009: 1043-1052.
- [21] JAMES H, ALEXEI E. IM2GPS: Estimating geographic information from a single image [C]//Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2008, Anchorage, AK, USA, 2008:1-8.
- [22] REDDY S, PARKER A, HYMAN J, et al. Image browsing, processing, and clustering for participatory sensing: lessons from a DietSense prototype [C]//Proceedings of the ACM Workshop on Embedded networked sensors, 2007: 13-17.
- [23] EISENMAN S B, MILUZZO E, LANE N D, et al. BikeNet: A mobile sensing system for cyclist experience mapping [J]. ACM Transactions on Sensor Networks, 2009, 6(1): 6. doi: 10.1145/1653760.1653766.
- [24] SHERCHAN W, JAYARAMAN P P, KRISHNASWAMY S, et al. Using on-the-move mining for Mobile crowdsensing [C]// Proceedings of the IEEE Conference on Mobile Data Management, MDM 2012, Bengaluru, Karnataka, 2012: 115-124.

### 作者简介



陈荟慧,西北工业大学在读博士研究生,洛阳理工学院讲师;主要研究方向为普适计算;已发表论文10余篇。



郭斌,西北工业大学副教授、硕士生导师;主要研究方向为普适计算、群智感知;已发表论文60余篇,主持基金项目2项。



於志文,西北工业大学教授、博士生导师;主要研究方向为普适计算、群智感知;已发表论文100余篇,主持基金项目4项。