

欧洲智慧城市中的物联网与参与式感知

Internet of Things and Participatory Sensing for Smart Cities in Europe

Edith Nagi¹

滕以宁/TENG Yining²

王文东/WANG Wendong²

(1. 乌普萨拉大学, 瑞典 乌普萨拉 75237;
2. 北京邮电大学, 北京 100876)

(1. Uppsala University, Uppsala 75237,
Sweden; 2. Beijing University of Post and
Telecommunication, Beijing 100876, China)

在世界大、中型城市中, 机动车辆的尾气排放已经成为主要空气污染源。许多大型城市正遭受严重的空气污染和温室气体排放(GHC), 交通拥堵使情况更加恶化。考虑到这些情况, 欧盟正在向信息、通信和技术(ICT)行业的研究和创新投资, 并且以欧洲20-20-20为目标建立制度以提高生活质量、确保城市可持续发展。

思科公司认为许多组织正在使用由物联网(IoT)相连接的物理对象, 即物联网^[1]。国际数据公司(IDC)预测, 截止2020年, 将有300亿连接的(自知式)事物成为物联网的一部分。三分之一的公司正在物联网领域积极探索。预计在2020年, 物联网潜在市场规模将达到3万亿美元^[2]。诸如思科和IBM这样的大公司认为: 公共部门持续增长的探索物

收稿日期: 2015-09-06

网络出版时间: 2015-11-04

基金项目: 瑞典政府研究与创新局(VINNOVA)GreenIoT项目(2014-00655, 2015-00347); 瑞典研究和高等教育国际合作基金会(STINT)国际合作项目(IB2013-5237); 瑞典政府研究与创新局(VINNOVA)国际合作项目(2012-03197)

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2015) 06-0023-004

摘要: 认为物联网(IoT)和参与式感知是通过无线传感器和移动传感器, 从环境和智能传感应用中获取数据的技术。在欧洲国家, 物联网和参与式感知已应用在很多领域, 市场发展迅猛。在瑞典, 以智慧城市为目标, 并注重节能的绿色物联网工程正在实施。在该工程中, 提出了一个结合绿色网络、智慧感知和云计算技术的绿色物联网解决方案, 以解决更具有交互性和响应性的城市管理问题。通过对两款针对医疗和安全驾驶参与式感知应用的介绍, 认为智慧城市应用需要结合从不同的来源得到的感知数据, 以正确地提取特征并预测未来。

关键词: 物联网; 参与式感知; 智慧城市

Abstract: In this article, we present the current status and future trend on ICT for smart cities in Europe. We focus on Internet-of-Things (IoT) and participatory sensing, which make use of wireless sensors and mobile sensors to collect data from the environment and create smart sensing applications. We highlight the society challenges in Europe and present our GreenIoT project as a national effort aiming at IoT technology for sustainable city development in Sweden. With the popularity of smartphones, we further illustrate two participatory sensing applications for health care and safe driving. Finally, we discuss the energy consumption problem with GPS on smartphones and propose a collaborative localization scheme to address the problem.

Keywords: Internet of Things; participatory sensing; smart city

联网科技的需求和兴趣能改善交通运输、减少污染和耗能, 并且可以为管制提供数据。

1 欧洲的智慧城市

互联网使信息共享实现了迅速增长, 爱立信公司预测: 智能设备的连接量在5年内将达到500亿。基于这一物联网模式, 信息社会为个人、社会以及企业提供了获取大量信息的新机遇, 并且为创造更清洁的环境, 降低能耗, 提高社会效率引入了新的应用和服务。瑞典马尔默的Hyllie智能网络就是一个利用手机和智能仪表调节能源消耗^[3]来增加分离

控制以及提高能源效率的典型例子。智能电网和智能能源的解决方案使得人们能够测量、监控并影响自身能耗并且独立地生产能源。

目前, 城市面临着各种各样的挑战, 包括就业问题、经济增长、环境可持续性和社会适应力等。鉴于这些趋势, 了解我们在互联网演进中所处位置对未来的城市规划至关重要。欧洲的智慧城市从公共领先行业和工业界中衍生出来, 是其发展的必然趋势。信息社会正迅速成为城市规划者、建筑师、开发商、交通运输商以及公共服务的核心支柱。从公共部门领导的角度看, 城市可以被看作是

构建清洁、高效、可持续发展社会的互联网缩影。在阿姆斯特丹,已经启用了以网络为连接的LED街道照明系统^[4]来减少城市的能源消耗和成本。在美国,思科以及芝加哥的一系列公共或私人的利益相关者已经在推进智能社区建设,以改善周边服务和生活质量^[5]。

根据全球移动通信系统协会(GSMA)的报告,由于政府优先发展物联网,中国的物联网市场很快达到了空前的规模。中国政府计划在该领域投资至少6千亿美元。机动车辆的尾气排放已经成为了中国大中城市空气污染的主要来源。根据2013年公安部的报告,2012年中国汽车的数量已经达到了2.4亿。中国私家车所有者和使用者的数量在快速增加。因此,许多中国大城市遭受着严重的空气污染(如一氧化碳、氧化氢、碳氢化合物和颗粒物)以及温室气体排放(GHC),交通堵塞使得这些问题变得更加严重。世界观察研究所的一项新研究显示,空气污染对人类健康、环境、经济有严重的影响。

由于空气污染问题并无国界限制,所以加强国际合作至关重要。例如,欧洲经济共同体和欧洲经济委员会共同签署了条约,以减少污染物的跨境流动^[7]。在荷兰,新的发现表明:主干道附近的空气污染(超细颗粒、可吸入颗粒物、臭氧、氮氧化物等)要比城市地区的一般污染对健康产生的不利影响要大得多。研究还表明:空气污染与交通之间还有着密切的相关性。对于更好的交通管理和污染控制而言,物联网解决方案是监测空气污染和城市交通的有效方式。

根据理特管理顾问有限公司显示:瑞典现已有900万个在线设备,并预测到2017年将会达到2300万。相同的报告指出:北欧国家在线产品和服务市场的迅速发展已处于前沿水平。在未来3年内,北欧物联网市场预计以两倍的增长速度超过全球市场。到2017年,瑞典市场预计将

增长到20亿欧元,北欧市场增长到61亿欧元。与之相连的汽车和消费品在北欧地区的增长最为强劲,年增长率分别为47%和42%。如果物联网市场之前主要是受企业解决方案需求的驱动,那么这一点似乎会发生改变,因为越来越多的消费者友好型解决方案正变得可用。根据调研公司的国际业务监控,瑞典电信的报告表明瑞典电信市场是世界上最为先进的市场并且在机器对机器(M2M)连接以及长期演进(LTE)数量上处于领先地位^[8]。

2 瑞典的绿色物联网工程

瑞典为互联网基础设施做出了相当大的努力,因此嵌入和参与式感知技术为我们建立信息社会的ICT区域性及世界范围的解决方案提供了竞争力。绿色物联网是一个以智慧城市为目标,注重节能的物联网技术的创新研究工程。这个工程已经得到瑞典政府和工业界约20亿瑞典克朗(约200万欧元)的支持,用于让乌普萨拉在未来两年向智慧城市转型。乌普萨拉是瑞典的第四大城市,是一个古老的大学城。1477年建立的乌普萨拉大学在科学研究和教育领域也有着悠久的历史。在绿色物联网工程领域,乌普萨拉大学与乌普萨拉市、瑞典皇家理工学院、瑞典计算机科学研究所、爱立信研究院、IBM和3个中小型企业合作为城市可持续发展建立一个完备的绿色物联网解决方案。

在这项工程中,我们建立一个结合绿色网络、智慧感知和云计算技术的绿色物联网解决方案,以解决更具有交互性和响应性的公私城市管理问题。绿色物联网平台能提供一个支持诸如环境监测、交通运输、工业进程优化和家庭安全的大范围、具有普遍性的ICT解决方案。在乌普萨拉市的驱动下,我们将建设并展示作为市空气污染监控和交通规划测试平台的绿色物联网。因为乌普萨拉

的参与程度始终远超过欧盟的标准,其目标之一就是主动通过主动监控、交通规划和城市规划减少空气污染。

现有的物联网技术很大程度上归功于硬件、软件和协议的设计。但是,如何从智能设备产生的海量数据中提取出有价值的信息已成为物联网面临的主要挑战(亦被称为“大数据”问题)。绿色物联网解决方案利用云计算支持智能数据管理,同时整合绿色网络和感知技术以支持节能和可持续性运作。乌普萨拉的绿色物联网平台将会向公众开放并向工业界的新感知设备测试提供支持。由该平台上智能设备产生的传感器数据将促进创新性应用的发展。

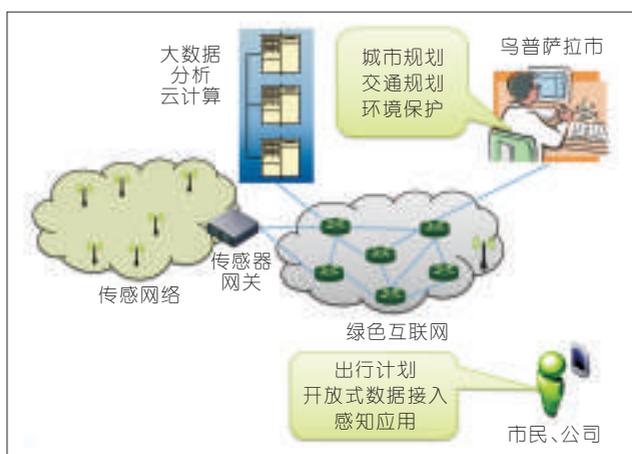
绿色物联网工程的一个主要目标就是为环境感知系统提供一个完整的解决方案,该方案能够开放环境数据并提供相关实验平台,还可以支持城市可持续发展和交通方面的规划,如图1所示。该绿色物联网的架构将依据乌普萨拉的测试平台进行操作,该传感系统和应用平台的建设基于独特技术,可以提供不同层面上的开放接口,并可以保证能源和资源效率及应用程序的独立性。四维可视化方法可以集成实时反馈的传感器数据,以支持智慧城市的仿真。测试平台和公开的数据可以使得三方建立并实验能够向国际市场出口的新传感产品和服务,如图2所示。

3 智慧城市的参与式感知

物联网技术的传感和移动设备可以从环境和人类活动中收集数据,以支持智慧城市中的应用。固定和移动传感器的结合能有效提升传感器的覆盖、传感数据的质量,并能减少能耗^[9-11]。目前,移动传感器的运用越来越广泛。例如,大范围的传感器和通信模型都已在智能手机上安装。智能手机上的GPS能够在城市中监控行车位置、预测交通流量和行程时间。在欧洲,传感器被安装在巴士和有轨电车上以监控城市中的空



◀图1
感知数据对智慧城市
建设的支持



◀图2
GreenIoT 系统框架

气质量^[13]。由移动传感器在不同时间和地点收集到的传感器数据汇总后可以用来建立用于城市规划的城市空气污染地图。参与式感知亦可以被用来提供个人服务,如路径规划和卫生保健服务。

瑞典位于高纬度的北方,居民受到的日常光照等级有着比较大的变化,人们受季节影响较多。智能手机上的先进传感技术能够无干扰纵向监控用户的状态,收集到的数据使得健康卫生专家和个人诊断、纠正季节性成为可能。现在大部分智能手机都装备了位置传感器,如, GPS、移动传感器(加速度计和陀螺仪)和光传感器,利用这些传感器我们可计算人们的位置、活动和曝光量。我们设计并开发了一个个人移动传感系统——SADHealth,该系统可以用来侦测个人的曝光量、情绪和活动等级。它包括了一个可以收集并分享由智能

手机交付数据的移动应用和云平台,如图3所示^[13]。我们还实施了一个让大量用户测试系统功能和性能的实验,该实验历时两年时间。由结果可以看出,我们可以利用智能手机上的光传感器精确地监测个人的曝光量。传感器数据可以帮助每个人监控他们不同季节的健康状况并为提升健康水平提出建议。收集到的数据可以帮助研究人员量化学习、分析季节与健康的关系,如图4所示。

我们还将移动感知技术应用在汽车上来提高行车安全。安全驾驶一直以来都是避免伤亡和珍惜生命的重要课题。研究显示:人们的失误是造成交通事故的主要原因^[14]。在欧洲,统计显示:10%~20%的交通事故都是由于司机疲劳驾驶或消极情绪造成的警惕性下降引起的。适当地选择音乐可以放松身心,也可以提升驾驶表现。在与英属哥伦比亚大

学的合作中,我们研发了一个名为SAFeDJ的移动传感平台,它可以侦测驾驶员的情绪并自动为其选择合适的音乐。当与车内传感器(如OBDII扫描仪)和智能手机的摄像头相结合时,系统可以监控驾驶员的表现和他们的疲劳度等级。收集到的数据将被传向实时状态分析模块,以推断驾驶员的情绪并推荐合适的音乐。这款应用也能让驾驶员向其他人共享路况信息数据并为特殊的驾驶状况推荐音乐^[15]。

参与式感知系统使我们能够通过移动智能终端系统收集传感数据,从而达到认识环境或完成某些特定的任务的目的。基于位置的服务正变得越来越流行,但GPS定位也会产生大量的能耗。为了克服这个挑战,我们研究了在多移动设备参与式感知中的协同定位服务。这些移动设备轮流打开它们的GPS并与周围的移动设备共享位置数据。这个机制通过避免一直打开GPS而使移动设备节约大量能量。我们设计了一种协同定位机制中参与者选择的机制,该机制能够通过两个新颖的算法达到协同定位机制中的总体耗能的最优。实验结果显示:我们提出的协同定位机制能够节省全网多达88%的能量^[16]。

4 结束语

智慧城市在欧洲是一个具有优先度的研究领域,它集结了工业界和学术界等共同研究的,可以使生活质量提高的可持续、一体化解决方案。文章介绍了我们在瑞典的绿色物联网的研究项目,并介绍了SADHealth和SAFeDJ两款用于季节性健康监控和提升驾驶安全的移动传感应用,这两款应用都运用了移动传感和云计算来收集和分析感知数据,以侦测趋势并智能地做出选择。我们相信,大数据分析将会是未来智慧城市的一个主要趋势,智慧城市应用需要结合从不同来源得到的感知数据,以正确



图3 瑞典的季节性健康监控手机应用

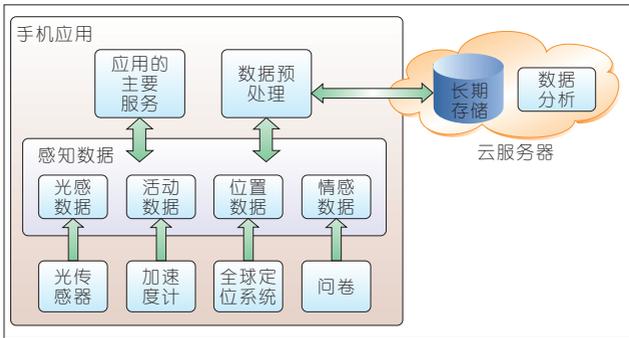


图4 SADHealth 系统框架

地提取特征并预测未来。另一个重要的问题关于无线传感器和移动设备的节能,随着城市中移动电话和传感器的不断增多,我们预测更多的协同传感和计算可能将会投入使用以减少能耗。

致谢

感谢在瑞典创新局绿色物联网项目中与我们共事的瑞典合作伙伴,在英属哥伦比亚大学通过 STINT 获得启动资助的国际合作伙伴,以及在北京邮电大学就参与式感知和智慧城市项目共事的合作伙伴。

参考文献

[1] MITCHELLS, VILLAN, STEWART W M and LANGE A. The Internet of Everything for Cities [EB/OL]. <http://www.cisco.com/web/strategy/docs/gov/everything-for-cities.pdf>, 2015

[2] Internet of Things [EB/OL]. <http://www.microsoft.com/en-us/server-cloud/internet-of-things.aspx>

[3] Smart Grids and Smart Energy Solutions, Malmo Stad [EB/OL]. <http://malmo.se/English/Sustainable-City-Development/Climate-smart-Hyllie.html>, 2015

[4] PHILIPS. Connected Lighting System [EB/OL]. <http://www.newscenter.philips.com/main/standard/news/press/2014/20140327-philips-gives-workers-smartphone-control-of-office-lighting-with-groundbreaking-connected-lighting-system.wpd#.VL46KS5rNow>, 2014

[5] City of Chicago, Digital Roadmap to Improve Quality of Life [EB/OL]. http://www.cityofchicago.org/city/en/depts/mayor/press_room/press_releases/2013/september_2013/mayor_emanuel_releasescityofchicagosfirstev_ertechnologyplan.html, Apr 2015

[6] Worldwatch Institute. Air Pollution Now Threatening Health Worldwide [EB/OL]. <http://www.worldwatch.org/air-pollution-now-threatening-health-worldwide>, 2013

[7] European Commission. Transport Hot Spots [EB/OL]. http://ec.europa.eu/environment/air/transport/hot_spots.htm

[8] Report Internet of Things in Sweden [EB/OL]. http://www.mynewsdesk.com/telenor_connexion/documents/report-internet-of-things-in-sweden-in-english-41428, Dec 2014.

[9] XU G, NGAIE C-H, and LIU J. Information-Centric Collaborative Data Collection for Mobile Devices in Wireless Sensor Networks [C]//IEEE International Conference on Communications (ICC), Sydney, Australia, 2014:10-14

[10] BIJARBOONEH F F, FLENER P, NGAIE E C-H and PEARSON J. Optimizing Quality of Information in Data Collection for Mobile Sensor Networks[C]//IEEE IWQoS, Montreal, Canada, 2013: 3-4

[11] NGAIE E C-H, SRIVASTAVA M B and LIU J. Context-Aware Sensor Data Dissemination

for Mobile Users in Remote Areas[C]//IEEE Infocom, mini-conference, Orlando, FL, USA, 2012

[12] HASENFRATZ D, SAUKH O, WALSER C, HUEGLIN C, FIERZ M, ArnT, BEUTEL J, and THIELE L. 2015 Deriving High-Resolution Urban Air Pollution Maps Using Mobile Sensor Nodes Journal of Pervasive and Mobile Computing (PMC)[J]. Pervasive and Mobile Computing, 2015, 16: 268-285

[13] NIROUMAND K, MCNAMARA L, GOGUEV K, and NGAIE E C-H. SADSense: Personalized Mobile Sensing for Seasonal Effects on Health[C]// ACM/IEEE IPSN (poster), Berlin, Germany, 2014: 15-17

[14] World Health Organization. World Report on Road Traffic Injury Prevention [EB/OL]. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42871/1/9241562609.pdf>, 2014

[15] HUX, DENG J., ZHAO J, et al. SafeDJ: A Crowd-Cloud Co-design Approach to Situation-aware Music Delivery for Drivers [C]//ACM Transactions on Multimedia Computing Communications and Applications, 2015

[16] XI T, WANG W, NGAIE E, SONG Z, TIAN Y, and GONG X. Energy-Efficient Collaborative Localization for Participatory Sensing System[C]//IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom), San Diego, USA, 2015: 6-11

作者简介



Edith Ngai, 瑞典乌普萨拉大学信息技术学院副教授, 2009 年被瑞典 VINNOVA 授予了 VINNMER Fellow, 担任 IEEE SmartCity Workshop 2015 和 IEEE ISSNIP 2015 的 TPC 联合主席, IEEE 的高级会员以及 ACM 的会员; 研究方向包括无线传感器与移动互联网、物联网、网络安全与隐私、智慧城市和电子健康应用。



滕以宁, 北京邮电大学国际学院本科生; 研究兴趣主要包括数据挖掘、推荐系统、社交网络和网络安全与隐私等。



王文东, 北京邮电大学软件学院教授, 中国计算机学会、中国通信学会高级会员, 北京通信学会理事; 当前的主要研究领域为移动互联网群智感知与协同计算、网络及业务应用的服务质量保障技术等; 近年来发表 SCI、EI 检索论文 200 余篇, 持有国际发明专利和中国

发明专利 20 余项。