

移动大数据技术及应用展望

郭 斌^①

摘要:大数据被形象地称为 21 世纪的原油。随着移动互联网技术的发展,大量的用户交互数据和行为数据由此产生。在此背景下,移动大数据成为大数据的一个重要应用方向。移动大数据具有鲜明的“以人为中心”的特点,目前已经在移动社交、智能交通、精准营销、电子政务、移动金融等领域得到初步应用,但大数据也面临着一些技术难题与挑战,需要迎难而上,迎接挑战,推动大数据应用的创新与发展。

关键词: 移动大数据, 移动感知, 移动社交网络

一 步入移动大数据时代

(一) 移动互联技术的新发展

移动互联技术的发展是移动大数据产生的基础。2013 年移动互联技术在终端、网络和数据三个方面都取得了非常快的发展。

智能移动终端的普及与新发展。带有各种传感功能的移动智能终端的出现和普及是移动互联网的重要基础。2014 年 1 月 16 日, CNNIC 发布的《第 33 次中

^① 郭斌, 西北工业大学计算机学院副教授, 教育部新世纪优秀人才, 陕西省青年科技新星, 2009 年博士毕业于日本庆应大学, 2009-2011 年间于法国国立电信学院做博士后研究员。

国互联网络发展状况统计报告》显示^①，截止 2013 年 10 月，中国手机用户规模为 12 亿左右，其中智能手机渗透率为 43%，智能手机用户规模超过 5 亿。另一方面，以谷歌眼镜、智能手表等为代表的可穿戴移动设备在 2013 年获得了突破性发展，业界也称过去的一年为“可穿戴设备元年”。为满足用户需求，越来越多的传感器件和传感技术被运用到智能移动设备上，催生了一系列创新应用，并掀起了移动感知的研究热潮。

移动网络基础设施和网民的发展。截至 2013 年底，我国手机网民已超过 5 亿。2013 年 12 月，工信部正式发放 4G 牌照，标志着我国进入 4G 时代。网络设施的升级和网络带宽的扩容，必将推动移动互联网的进一步发展。

移动数据业务的发展与政府支持。2013 年移动互联网接入流量同比增长达 60%以上。也就是说，移动互联网的核心业务——即数据业务在 2013 年得到了巨大发展。2013 年 8 月，国务院发布《关于促进信息消费扩大内需的若干意见》^②。意见提出，到 2015 年，信息消费规模超过 3.2 万亿元，年均增长 20%以上，带动相关行业新增产出超过 1.2 万亿元，其中基于互联网的新型信息消费规模达到 2.4 万亿元，年均增长 30%以上。在政府有力政策指引下，移动互联网的发展将步入快车道。

（二）从移动互联到移动大数据

像能源、原材料一样，大数据已成为提高未来竞争力的关键要素。麦肯锡的

^① 《第 33 次中国互联网络发展状况统计报告》，CNNIC，2014-1-16，http://www.cnnic.cn/hlwfzyj/hlwxzbg/hlwtjbg/201401/t20140116_43820.htm。

^② 《关于促进信息消费扩大内需的若干意见》，人民网，2013-8-14，<http://politics.people.com.cn/n/2013/0814/c1001-22563427.html>。

调查研究显示^①，大数据可以在任何一个行业内创造更多价值，它正在成为 21 世纪的石油。

大数据因其巨大的商业价值和市场需求正成为推动信息产业持续高速增长的新引擎。随着国务院《关于促进信息消费扩大内需的若干意见》的发布以及行业用户对大数据价值的认可程度的提高，中国面向大数据市场的新技术、新产品、新服务会不断涌现，大数据将为信息产业开辟一个高速增长的新市场。

大数据的来源非常多，包括互联网、电信、金融、贸易、环境、政府、交通运输、电力等各行各业都产生和维护着大量的数据。

随着移动互联网的普及和发展，大量的用户数据也随之生成。作为大数据的一个重要源头，我们称来自移动互联网的海量数据为“移动大数据”（Mobile Big Data）。移动互联网将成为大数据应用的主战场，主要得益于几个方面：（1）智能移动设备不断普及；（2）新的网络基础设施特别是 4G 网络的引入；（3）海量移动互联应用的出现和发展。移动大数据是大数据在移动互联领域的一种呈现，和其它大数据来源相比，移动大数据具有如下鲜明特点：

- 数据的核心节点是“人”，即“以人为中心”，包括移动互联网大量用户生成数据（User-Generated Data），用户移动性数据，用户行为数据等；
- 数据量更大（数以亿计用户每时每刻产生的数据），种类更多（各种传感器数据，在线多媒体数据等），具有更大的时空覆盖范围；
- 融合物理和虚拟空间数据，全方位呈现个体、城市及社会活动信息。

这里给出两个移动大数据应用的场景，以对移动大数据有一个直观的认识，并以此展示移动大数据的发展愿景。

1. 移动社交网络

^① 《大数据：创新、竞争和生产力的下一个前沿》，麦肯锡，2011 年 5 月，http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/big_data_the_next_frontier_for_innovation。

未来的移动社交网络不再是完全虚拟的社会网络,而是逐步把在线交互与位置、行为活动等线下感知信息相结合。物理世界中原本不相识的个体越来越有可能通过移动社交网络平台成为朋友,并可以通过实时分享彼此的物理状态(如位置、活动等)增强线上线下之间的交流。下面以智慧校园(如**错误!未找到引用源**。所示)为例做说明。

学生 A 和 B 是某大学一年级的新生,他们两人虽然不认识,但由于两人在移动社交网络的签到(check-In)都包括图书馆、羽毛球馆等场所,而且两人专业相近,故移动社交平台通过分析两人的历史活动记录和个人信息发现二者的相似性,并对两人进行朋友推荐。移动社交平台还可以根据二人的相似性把 A 常去的兴趣地点或者 A 在网上最近购买的物品推荐给 B。还可以对群体移动轨迹进行挖掘,发现热点路径并对新的来访者进行路径推荐,预测两人在某时刻相遇的可能性等。



图 1 移动社交网络在智慧校园中的应用

2. 智慧城市与社会感知

在移动互联网时代,每个人都会充当多个角色。例如记者,去发现和报道所经历的活动和事件;又如如环境保护者,进行周边环境情况共享等。下面以突发性社会事件的感知为例进行说明。

2013 年美国波士顿“马拉松”爆炸案发生后，由于社会影响极大，如何能快速定位嫌犯成为政府最为迫切的问题。据美国《华尔街日报》报道^①，FBI 采用现场用户贡献的数据进行了嫌犯确认。当时围观比赛的群众将手机拍摄的照片和视频等上传到社交网络，通过收集这些用户贡献的数据，警局的工作人员可以在没有目睹这场突发事件的情况下就能够基本还原突发事件发生前现场的情况和围观群众的状态，从而帮助警方快速锁定可疑人员。采用这种公众提供集体智慧的方式，警方不必大费周折地寻找目击证人并进行采访，大大减少了他们的工作量，并且群众的智慧更能反映出突发事件发生时的真实情况。

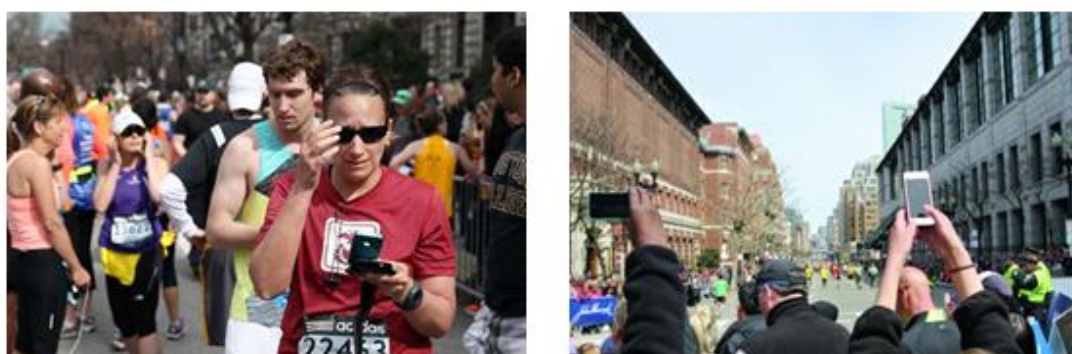


图 2 移动社会感知与波士顿爆炸案^②

二 移动大数据应用

移动大数据是一个新生事物，对其研究和应用还处于初始阶段。下面介绍一下目前移动大数据在 7 个不同领域得到的应用和发展。

^① 《群体数据贡献帮助还原社会事件现场》，华尔街日报，2013.4.17，<http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424127887324763404578429220091342796>。

^②李石坚，郭斌，於志文，赵莎，吴朝晖. 普适计算 2018：发展趋势，《2013 中国计算机科学技术发展报告》，机械工业出版社，2014.

（一）移动社交

通过对人们在物理或数字世界中进行的各个方面的交互（如联系对象、访问地点、聊天内容等）进行记录，并对用户行为模式进行挖掘（如用户兴趣），移动社交数据为开发大量社会性服务提供了基础支持，如进行内容推荐、信息过滤和管理、广告推送等。

微博拥有大量的基于社交和兴趣图谱的用户数据。此外，由于微博天然的“公开性”——任何用户发布的内容、粉丝关系等数据都是公开可查看的，这也让微博的数据收集避开了用户隐私难以厘清的尴尬。换句话说，微博数据在采集和应用上有着天然的优势。新浪微博根据微博上对电影的大量讨论数据实现对电影进行排名，通过数据分析来预测未来哪部电影将会受到欢迎。腾讯微博通过数据分析进行产品创新，相继提出微圈、微热点、微频道等功能，在海量用户数据挖掘的基础上，有效解决“信息碎片化”、“信息过载”等问题，提高用户体验。作为移动社交领域目前为止最成功的应用——微信，也于 2013 年 9 月推出数据分析功能。通过此功能，微信公众账号运营者能在后台看到包括用户数增减、用户身份属性、图文消息阅读人数、消息分享转发、用户性别等方面的各类数据统计，以此了解所运营的微信公众账号的订阅者的喜好，判断用户属性，掌握相关的推送到达率、打开率及转发率，有效地协助运营者更好地提供服务。

（二）智能交通

数据是智能交通的基础和命脉。无论是交通基础设施、交通运行状态还是交通服务对象和交通运输工具，每时每刻都在产生着大量的数据。可以利用收集来的大规模数据解决一些日益严重的城市问题：如城市动态信息监测、交通规划、公共设施管理等。

百度地图 LBS 开放平台是中国定位数据源最广的数据平台，该平台为数十万 APP 提供定位服务，覆盖数亿部手机，约占手机网民使用设备总量八成，日

处理定位请求 35 亿次(2013 年 8 月公布数据)^①。在上述资源基础上,百度于 2013 年年底推出“百度迁徙”服务(如图 3 所示),人们可以输入城市名称,查询该城市在过去 8 小时的时间里,人口迁入和迁出情况,查询到该城市人群都迁移到什么城市。它可服务于政府部门科学决策,赋予社会学等科学研究以新的观察视角和方法工具,为公众创造近距离接触大数据的机会。该应用在 2014 年春运期间获得了较好的社会声誉,为了解春运期间的人口迁移情况进行相应地交通调度提供了决策依据。



图 3 百度迁徙应用界面

(三) 精准营销

精准营销是随着互联网发展而出现的新事物,属于个性化推荐的范畴,是吸引用户、扩大销量、提高收入的重要手段。例如百度和谷歌等利用用户关键词、所在地域和查询时间等对用户兴趣进行分析,进而提供相关联的广告推送。基于移动大数据的精准广告则从传统 PC 迁移到更为广阔的物理空间。主要依托移动终端,如智能手机、平板及可穿戴设备等,通过传感器采集用户的历史数据,在服务器端建立用户的偏好模型和用户行为模型,根据用户的偏好、用户当前或未

^① 《百度迁徙：透过大数据看春运》，新浪网，2014.1.27，<http://tech.sina.com.cn/j/2014-01-27/13519131752.shtml>。

来一段时刻所处的实时情境给特定用户推送广告，以达到精准推送的目的。

如用户经常在早上 8 点左右乘坐地铁，从用户的偏好模型发现用户平时喜欢浏览时事新闻。通过用户移动终端上的传感器发现用户在乘坐地铁，且当前处于空闲状态，于是推送引擎向用户推送新闻套餐服务。如果用户为学生，根据用户行为模型发现该用户在节假日有外出游玩的爱好，而在离用户家不远的的一个游乐场准备在即将来临的节假日搞优惠活动，则推送引擎将该优惠活动推送给该用户。移动精准广告受到推崇，充分展示了在大数据的支持下，目前的计算系统正以前所未有的广度和深度认知用户的行为。

2012 年“双 12”，淘宝数据产品团队推出了淘宝时光机，通过对用户行为深度挖掘，结合情感化与可视化的产品手段，产生了轰动性的社会反响。在 2013 年“双 12”促销活动中，淘宝又提出了新的营销方法。根据不同的人群需求，划分出 200 多个购物场景，同时会在购物的各个环节推出购物预测，呈现给每位消费者最合意的宝贝。此外，还为每位用户提供一幅“我的 2013 自画像”，呈现出消费者在过去一年的消费特征，并且为每位用户进行个性化产品推荐。

除去个性化推荐，也可依赖大数据对大规模用户的消费行为进行分析和预测。淘宝指数就是一个免费的数据分享平台，可方便淘宝卖家了解淘宝搜索热点、购物趋势、定位消费人群并分析细分市场。它也为第三方研究人员甚至买家研究淘宝数据提供了很大的帮助。

（四） 健康计算

来自人体生理和行为参数监护的数据日积月累构成个人健康大数据，包括生理生化及行为传感器数据、求诊用药数据、日常生活作息数据等。这些数据可通过移动网络迅速透明地传输至云端服务器，经分析处理可以获取健康状况和疾病风险的重要信息，进而进行更有效的健康指导。通过持续的在日常生活环境中的个人生理数据采集和分析以促进健康行为、进行疾病预防，在移动互联网时代正成为现实，我们称之为“健康计算”。

2013年，美国总统奥巴马提出了《平价医疗法案》，将大幅上涨的医疗保健费用置于聚光灯之下。这为健康计算特别是通过开发数据支持的工具使医疗保健更廉价而有效，带来巨大机会。而作为人口大国和受老龄化问题困扰的中国，健康计算具有更大的市场和现实需求。在此背景下，移动可穿戴式健康设备在2013年不断被推出。

由百度云支持的咕咚手环是一款典型的硬件、软件、服务相结合的智能可穿戴式健康产品，主打“运动状况提醒”、“睡眠监测”、“智能无声唤醒”三大功能。可以检测用户的运动情况并进行运动计划管理和提醒。数据存储于云端，不用担心自己的记录会丢失。除了面向个体的健康应用外，还有一些应用面向医疗领域。例如，杏树林开发了“电子病历夹”，这是专门面向医生的一款移动医疗APP。通过大量病历的分享、处理和推荐以改进医生工作进程。



图4 智能健康手环与杏树林健康平台

(五) 电子政务

2012年，美国奥巴马政府宣布了“大数据的研究和发展计划”^①，通过提高从大型复杂的数据集中提取知识和观点的能力，帮助加快在科学与工程中的步伐，加强国家安全并改善教学研究。目前，美国已有包括国家科学基金会、国家卫生研究院、能源部、国防部及其下属国防高级研究计划局、美国地质调查局

^① 《美国政府的大数据计划》，新华网，2013.5.24，
http://news.xinhuanet.com/info/2013-05/24/c_132403801.htm。

等联邦机构，承担了美国政府的大数据实验项目研发。我国政府也非常重视大数据发展，将政府数据和大数据相结合的电子政务成为发展重点。在 2012 年，国务院批复了《十二五国家政务信息化工程规划》^①，规划指出，到“十二五”期末，初步建成共享开放的国家基础信息资源体系，支撑面向国计民生的决策管理和公共服务，显著提高政务信息的公开程度。

大数据的应用是推进电子政务规划目标实现的有力工具。国内各级纷纷规划大数据发展策略，探索信息惠民的大数据创新应用。北京市以“大数据”惠民作为一项重要探索，目前正积极推动北京市政府数据资源网的上线开通，为政府信息资源的社会化开发利用提供数据支撑^②。现有北京 29 个部门公布了 400 余个数据包，涵盖旅游、教育、交通、医疗等各个门类。上海市科委也发布了推进大数据研究与发展的三年行动计划^③，在医疗卫生、食品安全、智慧交通等领域探索交互共享、一体化的服务模式。

十八届三中全会对我国政府职能进行了新的定位，宏观调控、市场监管、社会管理、公共服务和环境保护成为电子政务建设的根本目标。因此，电子政务大数据在支撑政府履行职能、发挥决策支持和公共服务等方面应发挥出相应的作用。研究和开发包括民生服务、城市管理和行业领域等应用，将成为我国电子政务大数据应用的主要方向。例如在民生领域，推动食品安全、医疗卫生、社会保障、就业等数据的整合和共享。优化民生服务解决方案，开发个性化便民服务。在城市管理方面，综合利用城市规划、交通、治安、环境等方面的数据资源，通过对海量数据的智能分类、整理和分析，使城市管理者能够更准确地预测可能出

^① 十二五国家政务信息化工程建设规划，2012.5.5，http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/2012tz/t20120515_479320.htm。

^② 《北京开放政府信息资源 “大数据” 供社会化利用》，人民网，2013.7.22，<http://bj.people.com.cn/n/2013/0722/c82837-19123525.html>。

^③ 《上海推进大数据研究与发展三年行动计划（2013-2015 年）》，上海市科学技术委员会，2013.7.12，<http://www.stcsm.gov.cn/gk/ghjh/333008.htm>。

现的情况，打造智慧、平安、和谐城市。

（六）环境保护

在《十二五国家政务信息化工程规划》中，有 15 项重要信息系统工程，“生态环境保护信息化工程”正是其中的一项。具体的建设内容可概括为充分利用物联网、移动通讯、大数据等先进技术，进一步完善土壤、森林、湿地、荒漠、海洋、大气等方面的生态环境保护信息系统。运用新一代信息网络技术，动态汇集工业企业污染监测信息，加强工业污染和温室气体排放的评估和监测能力建设。

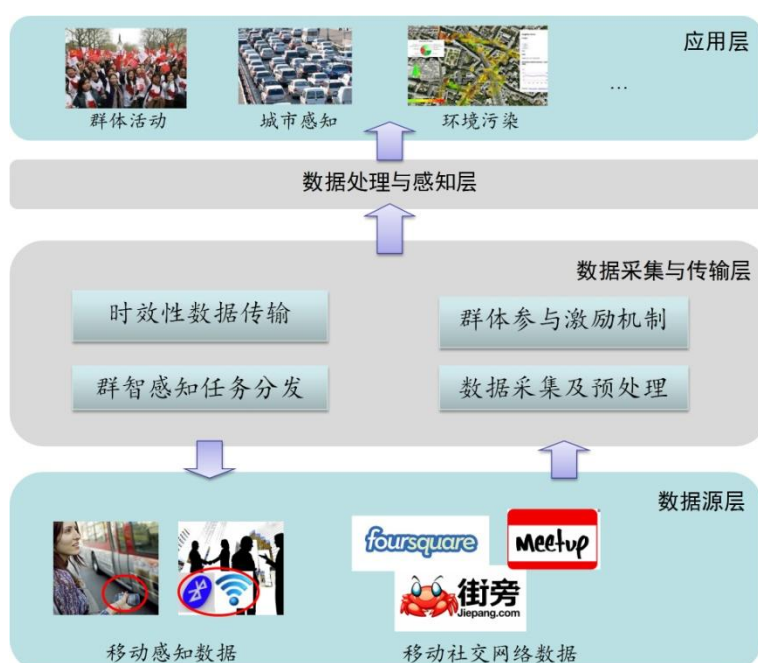


图 5 移动群智感知系统

一般而言，环境感知任务具有范围广、规模大、任务重等特点。目前的感知系统还主要依赖于预安装的专业传感设施（如摄像头、空气检测装置等）。具有覆盖范围受限，投资及维护成本高等特点，使用范围、对象和应用效果受到了很多限制。在此背景下，一种新的感知模式——移动群智感知（Mobile Crowd Sensing）应运而生。与传统感知技术依赖于专业人员和设备不同，移动群智感知将目光转向大量普通用户，利用其随身携带的智能移动终端形成大规模、随时随地且与人们日常生活密切相关的感知系统。人本身具有的移动性和参与性，为在

静态传感设施没有覆盖的区域进行环境感知创造了机会。图 5 给出了一个通用的移动群智感知系统架构图，分为数据源层、数据采集与传输层、数据处理与感知层及应用层。其中数据采集与传输层负责感知任务分发和数据采集，采集的数据会传输到后台服务器由数据处理与感知层进行数据分析。

移动群智感知为各种环境感知任务提供了新的方法。美国达特茅斯学院在这方面做了很多研究，其“自行车网络”项目利用安装在自行车的二氧化碳检测器来测量自行车行走路线上的空气污染情况。微软亚洲研究院在出租车上搭载多种传感器，并结合气象局、加油站的数据进行分析，能够采集细粒度范围的空气质量信息（如居住小区的 PM2.5 质量）及城市能源消耗情况，为改善大气环境提供智能决策支持。

（七）移动金融

随着移动互联网和大数据的发展，金融行业也在发生一场变革，已经不是金融机构的特权。以阿里、腾讯、京东为代表的电商和互联网企业的跨界渗透正改变金融行业生存和发展模式。大数据技术帮助金融业更有效地开发和维系最终用户，而移动互联技术则让所有的金融应用和金融服务向最终用户无限贴近（形象地说，即是“从柜台走向指尖”）。

2013 年，以“阿里小贷”为代表、面向小微企业的移动大数据衍生产品纷纷推出。小微企业的资金困境多年来一直影响着企业的发展。中国有近 4200 万家小微企业，银行考虑到风险太大，很少向小微企业贷款。阿里小贷基于阿里巴巴、淘宝、支付宝、阿里云四大电子商务平台积累的客户信用数据及交易行为数据进行“技术征信”和“数据担保”^①。所涉及的数据包括标准化交易数据，卖家和买家的聊天记录、评价、店铺信用等非结构化数据。通过数学模型，对上述数据分析处理，就能自动确定贷款申请人的贷款限额。发放贷款以后，阿里还通

^①万建华，《金融 e 时代》，中信出版社，2013。

过实时监测贷款商家的交易、退货、评分等经营情况，能方便了解客户还款能力，一旦客户交易情况下滑，系统会自动发出预警。

继阿里巴巴涉足小额贷款公司之后，京东商城和百度两家互联网巨头也涉足小贷领域，而苏宁则通过建立苏宁银行涉足小贷业务。这些企业的优势均在于具有海量用户数据，通过数据担保可以将审贷流程尽量简化，极大提高了贷款办理的效率，并实现了动态的客户评估。

除去信贷业务外，以海量用户数据支持的移动金融还进一步涉足其它金融业务。如在 2013 年春，支付宝推出“信用支付”业务，标志着第三方支付进一步具备了向个人用户“授信”这一原本只被商业银行专营的功能。支付宝以所有注册用户的真实交易数据作为授信依据。后台系统对用户注册信息和交易数据进行收集和分析，依据注册时间长短、活跃频率、消费强度、不良记录、信用等级等核心指标构建授信机制。腾讯则宣布打通旗下财付通与移动产品微信的应用通道，这意味着超过 6 亿的微信用户可通过微信扫描商户二维码方式付款，还可以在微信用户间进行转账，而后台则根据历史数据为这些金融业务进行安全评估。

三 移动大数据面临的技术挑战

移动大数据作为一个新兴产业，还面临着很多技术问题与挑战^{①②}。

（一）数据采集与存储

移动大数据有两个主要来源：一是从移动设备内嵌的传感器获取的数据，包括位置、加速度等；另一个是从移动互联网应用中获取的用户生成数据（User-Generated Data），如微博、微信、其他基于位置的服务等。需尽可能收集异源

^①郭斌，张大庆，於志文，周兴社. 数字脚印与“社群智能”. 中国计算机学会通讯, 2011, Vol. 7 No. 3: pp.53-60.

^②邬贺铨. 大数据时代的机遇与挑战, 《求是》, 2013.

及异构的数据，利用数据的互补性从不同侧面对事件进行感知和预测。由于数据量较大，如何优化从终端到服务器的数据传输也是值得考虑的问题。例如，对于终端传感数据，如果直接把原始数据上传到服务端，会带来很多额外网络开销。更好的方法是在终端进行一定处理后把语义信息传输到后台。

在获取数据后，如何对大规模异构数据进行有效存储成为另一个问题。要达到低成本、高可靠性目标，通常要用到冗余配置和云计算技术。在存储时要按照一定规则对数据进行分类，通过过滤和去重，减少存储量。要综合云计算、数据库等技术，结合异构数据管理方面的最新研究成果，对移动大数据进行存储。

（二）大规模数据处理

移动大数据通过收集到的数字轨迹来挖掘高级智能信息如个人偏好、社会事件、社会关系、城市动态信息等等，这里面临着很多新的挑战。首先，移动大数据中，结构化数据只占 15% 左右，其余的 85% 都是非结构化数据。以往的数据分析工作主要面向结构化数据，如何对非结构化数据进行分析和挖掘成为一大挑战。其次，移动大数据的复杂性不仅体现在数据样本本身，更体现在多源异构、跨空间数据之间的交互和关联性。分析异构数据源间的关联性和互补性，对事件进行交叉验证和全方位描述，将成为一个研究热点。

大数据的核心就是预测。大数据不是要教机器像人一样思考，它是把数学算法运用到海量数据上来预测事物发生的可能性。例如：一个人在下一个小时可能访问的地点；一个微博帖子是否会热的可能性；两个人是朋友的可能性；某个地点在未来一小时内的可能访问人数等。需要结合机器学习和概率统计方法，来实现对事件和行为的合理预测，并为智能决策提供支持。

（三）数据质量和可信度

移动互联网上收集的用户数据很多是不准确的，甚至是虚假的。从移动设备中得到的数据在质量上也有很大的差别。例如，移动电话放置在口袋里还是在用户手中，所获取的数据质量会不一样，对用户活动的识别准确率也会造成很大影

响。因此，需要开发可信计算和异常数据监测等方法来保证收集数据的质量和可信度。

（四）个人隐私保护

大数据背景下，我们时刻都暴露在“第三只眼”之下，亚马逊、淘宝监视着我们的购物习惯，谷歌、百度监视着我们的网页浏览习惯，而移动感知更是可以把握我们日常活动、社会关系和移动轨迹。更为复杂的是，大数据价值不再单纯基于它的基本用途，而更多源于其二次使用。公司在收集数据时可能并无其他用途，而最终却产生了很多创新用途（如行为、偏好预测）。换句话说，大数据颠覆了当下隐私保护法以个人为中心的思想——即数据收集者必须告知个人收集了哪些数据、什么用途——因为很多信息的用途无法提前预知^①。此外，传统的匿名化和模糊化等隐私保护方法在小数据时代可行，但随着数据量和数据种类增多，大数据促进了数据内容的交叉验证，即反匿名化工作。因此，在大数据时代，对原有的制度规范进行修修补补已经满足不了需要，我们需要全新的制度规范。一方面，个人隐私保护，从个人许可到让数据使用者承担责任；另一方面，需增强用户控制功能，使其能够对数据进行授权管理。

（五）数据可视化

在利用各种技术得到数据分析结果后，如何将各种数据分析结果以形象直观的方式进行展示，是一个很重要的需求。例如，用户需要更好地理解自己的数据，政府部门需要快速发现数据中蕴含的规律特征以做出合理决策。具体实现包括标签图、热力图、直方图、雷达图、辐射图、趋势图等各种可视化方式，可以将数据分析结果以最佳的方式进行展现。由于移动大数据的异构性和复杂关联性，有时需要结合不同的可视化方式（包括静态和动态）来实现对数据的呈现。

^①维克托·迈尔-舍恩伯格，肯尼思·库克耶著，盛杨燕、周涛译，《大数据时代》，浙江人民出版社，2013。

四 移动大数据的发展趋势与展望

目前企业界和学术界大量概念的提出和相关技术的进展,较为清晰地刻画出了未来移动大数据的一系列趋势。具体包括:

- 过去一年移动大数据已经在一些领域得到了初步应用,但整体来说当前还处于初级阶段。针对移动大数据这一信息富矿,还需要更深入地挖掘用户需求,探索合理的商业模式,不断发展新的业务。
- 随着大量异构传感设备的使用,大规模、异构、多模态数据的挖掘和处理成为一类挑战性问题,其中包括低质量数据的过滤,大数据的理解和处理技术等。未来需要学术界和业界共同努力探索新的高效的数据处理方法。
- 移动大数据的鲜明特点是“以人为中心”,数据来源于移动用户,并最终服务于用户。需要不断深化以人为中心的计算理念,对用户行为进行深入理解,推动服务的个性化和智能化。
- 移动大数据是跨空间的数据,体现线上线下行为的相互映照。通过线上数据可以对物理事件进行预测,而通过物理世界交互记录可以对线上交流进一步增强。未来的挑战包括如何基于线上线下特征对用户进行建模,如何通过线上线下特征的融合进行行为预测等。

移动大数据正在开辟一个新的多学科交叉研究领域。随着越来越多的“数字脚印”可以被收集到,移动大数据的研究和应用范围在未来一段时间内会进一步扩展和延伸。作为具有“以人为中心”鲜明特点的移动大数据,必须结合社会学、信息科学、经济学、交通运输学、人类学等多领域知识,构建合理的运营模式,推动其创新应用的发展和推广。