

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2019.04.009

欢迎按以下格式引用:周志光,赵锦一,刘浩.土木工程和大数据技术与应用复合型人才培养模式探究[J].高等建筑教育,2019,28(4):55-60.

土木工程和大数据技术与应用 复合型人才培养模式探究

周志光,赵锦一,刘浩

(同济大学 土木工程学院,上海 200092)

摘要:随着计算机技术的发展,以物联网、云计算和大数据为代表的第三次信息化浪潮开始涌现。在土木工程领域,大数据技术变得不可或缺,社会对土木工程和大数据的人才需求也日益迫切。文章简要介绍了大数据概念,并分析了国内外大数据技术在土木工程领域的应用现状,提出培养土木工程与大数据技术与应用复合型人才的重要性,对土木工程和大数据技术与应用复合型人才培养模式进行了探究。

关键词:大数据;土木工程;复合型人才;培养模式

中图分类号:G642;TU

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2019)03-0055-06

近年来,随着互联网的飞速发展,出现了以众多社交网络为代表的新型信息产生方式,人们在互联网上产生、传递和获取的数据呈爆炸式增长。加之物联网、云计算等技术的兴起,数据正以前所未有的速度和规模在产生和被获取^[1]。2012年至2016年,美国实施四轮政策行动,推动形成了大数据应用的完整布局。欧盟也相继制定了大数据发展战略,发展数据驱动型经济。2014年3月,中国十二届全国人大第二次会议上,“大数据”首次写入政府工作报告;2015年8月,国务院发布《促进大数据发展的行动纲要》^[2];2017年,大数据战略重点实验室发布首部大数据蓝皮书《大数据蓝皮书:中国大数据发展报告 No.1》^[3];2018年4月,中国信息通信研究院发布《大数据白皮书(2018年)》。显而易见,人类正在进入大数据时代。

土木工程行业涉及基础设施和民用建设等领域,是中国的基础和支柱产业,也是促进经济发展的重要行业。在土木工程各项目的建设过程中会产生大量的数据,这些数据将成为评价工程结构稳定、功能效用以及全寿命周期维护的重要指标,并为重大项目决策提供可靠参考。在这样的大背景下,社会急需土木工程和大数据技术与应用复合型人才,而对这一复合型人才培养模式进行

修回日期:2018-09-25

基金项目:同济大学教学改革研究与建设项目

作者简介:周志光(1976—),男,同济大学土木工程学院副教授,博士,主要从事土木工程防灾方向的教学和研究,(E-mail) zgzhou@

tongji.edu.cn。

探究具有重要的现实意义。

一、大数据概述

(一) 大数据的定义及特点

大数据(Big data),又称为巨量资料,指的是传统数据处理应用软件不足以处理的大或复杂的数据集,也可以定义为有各种来源的大量非结构化和结构化的数据。而大数据技术更大的意义在于数据被专业、高效且深度地处理,如通过分布式构架挖掘和依托云计算分析处理等,其特点总体概括为“4V”,即大量化(Volume)、多样化(Variety)、价值化(Value)和快速化(Velocity)。

(1)大量化:数据的产生储存离不开大量传感器和处理器的应用。近半个世纪以来,摩尔定律推动计算机硬件的储存和处理能力迅速提升,为大量数据的产生奠定了良好的物理基础。在普适计算成为重要特征的今天,以传感器技术、网络技术和微电子技术等为代表的物联网行业的成熟,使得数据的产生方式发生了以感知为特征的变革^[4],所产生并记录的数据体量达到PB级别。

(2)多样化:大数据包含的数据不仅数量巨大而且种类繁多,包括结构化和非结构化数据,其中非结构化数据逐渐成为大数据结构中的主要部分,约占总体数据的90%^[5]。结构化数据,常称为行数据,其严格遵循数据格式与长度规范,通过关系型数据库进行存储和管理,用二维表结构来加以逻辑表达,如政府行政审批、企业财务系统等核心数据库。非结构化数据是指不方便使用数据库二维逻辑表达的数据,其数据结构与内容之间无明显区分,如文本文档、图像照片、音频视频等。

(3)价值化:大数据价值密度低,但蕴藏巨大的价值。通过强大的机器算法处理,对海量数据进行迅速的价值提纯,成为应用大数据技术的关键。

(4)快速化:包括数据产生快和数据处理快两个内容。前者基于Web2.0时代数据可由用户主动产生的特点,有多用户低效率和少用户高效率的数据产出情况;而后者所指的数据分析处理则是大数据价值链的最重要阶段:大数据系统通过集群运算,与传统数据挖掘技术不同,其响应速度极快,时间窗口小,有利于工程的秒级决策^[1]。

(二) 大数据技术的影响

大数据时代的来临将影响人类科学研究的方式,成为政府行政决策的重大考虑因素,渗透在国家法律法规与行业发展的日益变化之中,甚至改变着新一代人类的行为思维方式^[6]。

同样,大数据技术也逐渐成为土木工程领域的支撑技术。在建立工程数据库的基础上,对大数据的深度处理有利于发现新的工程结论。大数据技术的应用不仅有助于在工程建设和维护方面逐渐形成由监测信息组成的土木工程系统^[7],而且还有利于更新行业规范指标,推动土木工程领域标准化、现代化的建设。

二、大数据技术在土木工程领域的应用现状

(一) 分析工程成本及能耗

建筑能耗与建筑材料、施工及建筑运行时的内光照和热交换等紧密联系。Chen^[8]结合大数据对建筑废物的产生和相关影响因素进行分析,确定影响建筑垃圾产生的原因,然后在数据条中考虑建筑废物的运输量、运输时间和运输合约价格等因素,分析因素间的相关关系,最后得出影响建筑废物重量的因素,为减少建筑废物提出建议。Shrestha^[9]利用蒙大拿州的历史投标数据库建立相关

指标,对公路建设成本指数影响的准确性进行探究。D'Oca 等^[10]通过大数据技术分析法兰克福某办公楼 16 个办公室的能耗,针对不同功能提供节能方案,以选择更科学合理的设计。Chen 等^[11]通过对某建筑 240 个房间中各电力设备耗电的历史数据进行分析,得到相应的耗电模型,合理做出未来能耗情况的预测,以及时检测用电情况,降低耗电节约能源。Chou 等^[12]设计了一套智能决策系统,对台湾新北市某住宅楼进行检验,对减少电力消耗进行指导。

(二) 结构健康及破坏监测

结构健康检测是通过无损传感技术和结构特征分析来探测结构的力学性能,并通过实时监控,对结构进行可靠性、耐久性和承载能力等方面的评估,为预防突发灾害或进行维护以及管理决策提供指导依据的技术手段^[13]。大数据技术可以有效收集储存和高效处理由传感器获取的大量数据,运用它可建立结构健康情况的实时监控平台。姜绍飞^[14]从多方面归纳和总结了智能信息处理技术在结构健康检测上的研究成果。赵雪锋等^[15]通过基于安卓手机平台的激光传感系统来监测桥梁的结构位移。霍林生等^[16]提出基于图像识别的残余变形检测技术,用于震后建筑破坏评估和灾后救援。Catbas、Malekzadeh^[17]提出一种基于机器学习的算法,用于处理可移动桥梁机械构件产生的复杂数据,以进行有效的部件健康监测。Han、Golparvar-Fard^[18]将可视化数据与 BIM 结合进行建筑物性能分析,还通过图像与 BIM 结合,提出一种可以解决低效通讯与工程管理问题的可视化分析模型。

(三) 结构承载能力与破坏准则研究

对混凝土的破坏特性,尽管在小数据环境中已有很多类型的本构模型和恢复力模型,但由于混凝土材料的变异性,从大数据的视角看误差比较大^[13]。大数据技术不仅可以为此提供足够的数据和良好的拟合能力,还有助于更新人们对结构承载力和破坏准则的认识。Gandomi^[19]提出一种进阶的大数据挖掘计算方法,采用多对象遗传算法模型,利用混凝土数据库,通过批量处理数据及分布式计算机并行计算,拟合出良好的混凝土徐变模型。马如进^[20]通过收集车辆实际荷载信息和桥梁模型数据,确定构件疲劳修正系数,计算钢箱梁构造细节疲劳寿命,从而对西侯门大桥大跨度梁桥进行疲劳寿命分析。Kim^[21]利用美国所有桥梁统计数据,结合规范并通过大数据技术推测每个区域的桥梁损伤程度,综合考虑桥梁建造时间、建筑材料荷载和使用条件等因素,预测全美的桥梁损伤情况。大数据技术还可以为结构的计算分析提供云计算平台,如设计有限元分析仿真系统架构和云计算环境下有限元分析仿真系统的服务模式及服务流程^[22]。

三、培养土木工程和大数据技术与应用复合型人才的必要性

中国首份《大数据人才报告》显示,预计 2019 年至 2021 年,全国大数据人才缺口将达到约 150 万。而目前大数据人才仅不足 50 万,满足各行业大数据需求的人才资源存在总体短缺的情况,且有超过七成的大数据人才集中在北上广深等地区,人才分布呈现大城市集中分布的特点。

面对如此情况,政府提出设立加快大数据研究的专项计划,并拟定实施相关的规划政策。许多大型企业和组织也积极对大数据技术进行投资,成立大数据的产品研发团队和实验室。此外,许多高等院校也投入到建设大数据研究机构、研究大数据技术及设立相关应用专业的工作中来。总的来说,目前中国大数据在各行业的应用快速发展,但是相应的人才培养机制的建立和完善还需要加快速度,大数据发展面临严峻的人才短缺问题。

此外,随着土木工程行业信息化的日益成熟和工程数据量的增加,大数据技术可以在工程建设的各个阶段起到越来越高效且准确的指导作用^[23]。尽管大数据技术与土木工程的应用结合已然成为行业发展的重要方向,但是土木工程领域的大数据人才却十分紧缺,这也导致行业的发展对复合型人才的需求更加迫切。高校作为人才培养的主体,应该认识到该领域人才培养的必要性^[24]。高校可以利用已有的师资和设施基础,通过课程设置、专业培养模式革新等,加快推进土木工程与大数据技术与应用复合型人才的培养。

四、土木工程和大数据技术与应用复合型人才培养模式探究

(一) 建立和拓宽各学科协同发展的新路子

土木工程属于“离散性”较大的工程领域,工程的特殊性普遍存在,而更加复杂的工程结构、施工及运营管理,尤其需要极高效可靠的运算处理能力。建立各学科协同发展的新道路,深化教育改革,创新人才培养体系,是培养土木工程和大数据技术与应用复合型人才的重要基础,也是人才培养重要内涵建设的组成部分。在依托学校土木工程专业的的基础上,推进学科综合专业建设,顺应时代趋势,满足社会要求,以促进各学科的创新发展。

(二) 加强大数据发展平台的建设

目前也有不少高校增设了大数据相关专业或平台。如复旦大学设有大数据学院;清华大学设有数据科学研究院;北京航空航天大学设有交通大数据处理专业;北京大学、中国人民大学等高校设有大数据分析硕士培养协同创新平台。建设大数据发展平台有利于推动大数据与各学科以及学科之间的交叉创新,集聚产业创新人才,培养应用型、复合型的综合人才,革新传统管理理念,融汇全方位学术创新资源,建立满足工程需求的宽领域研发团队,着力创造具有重大市场应用价值的科技研究成果。

(三) 探索设立复合型人才实验班

面向新时代,培养掌握多专业技能的复合型国家工程师是教育革新的目标和愿望。以同济大学为例,目前同济大学土木工程专业积极推进教育革新工作,设立土木工程—法学复合人才实验班(双学位)、数学强化班(土木工程+数学)、力学实验班(土木工程+力学),施行复合型人才培养计划。探索设立土木工程和大数据技术与应用复合型人才培养的实验班,可以集中教学师资,强化学生通用基础知识的学习,增强理论、实践和计算的结合,形成完整的知识结构,使学生在未来参与工程建设的各个阶段,具备更加宽阔的视角,拥有更加强大的数据处理技术和计算分析能力,能有效进行建设工况的监控、决策、运营和维护。

(四) 规范课程培养体系

建立规范合理的课程体系是进行复合型人才培养的关键。土木工程和大数据技术与应用课程体系的构建要从大数据技术发展与实际工程对复合人才的需要出发,结合学校既有的优秀教学资源,建立适合学校教学目标和顺应行业发展的综合课程体系^[25-27],并融合土木工程专业课程来设置大数据理论教学的公共基础课、专业基础课程和专业课程,此外还应该应该有实践教学。公共基础课程如土木工程信息技术、计算机导论、计算机原理、程序设计;专业基础课程如操作系统、数据结构、数据库及实现、数值算法与分析、大数据系统基础等;专业课如大数据平台核心技术、大数据分析处理、大规模分布式系统、数据挖掘、大数据构架设计基础、数据

可视化、流计算技术等;实践教学如企业生产实习^[28]、认识实习、课程设计、案例分析报告、专业素养系列讲座及毕业设计等。

(五) 形成具有可操作性的培养方案细则

在促进学科交叉、平台建设和课程体系完善的同时,还应形成具有可操作性的土木工程和大数据技术与应用复合人才培养方案和实施细则。要注重工程专业课程和大数据技术理论的基础教育,以核心专业课程为中心,非专业课程为拓展,建立学科间知识融合的教学思路,在课程内容方面提供良好的人才培养土壤;培养方案要具体落实到工程实际应用,强调以土木工程应用为主导,增强大数据技术为工程服务的理念,明确教育的培养目标;体现项目创新要求,改革以传统讲授为主的教学模式,更多关注对学生工程实践能力的提高。

五、结语

当前,土木工程信息化的发展趋势对行业建设者提出了更高的职业要求,也是高等教育必须面对的一项全新课题。在大数据人才紧缺的背景下,积极探索培养土木工程和大数据技术与应用复合型人才具有十分重要的现实意义。高校作为人才培养的主体,要积极进行教育探索,利用师资力量及研究设施等优势,以现有的教学经验为基础,积极创新人才培养模式。在强化工程应用人才培养的同时,促进高校内各学科间的融合和特色课程体系的完善,培养满足行业需求与技术要求的土木工程和大数据技术与应用复合型人才,为解决大数据人才短缺的问题提供有效的解决途径。

参考文献:

- [1] 林子雨.大数据技术原理与应用[M].人民邮电出版社,2015.
- [2] 中华人民共和国国务院.促进大数据发展行动纲要[J].成组技术与生产现代化,2015,32(3):51-58.
- [3] 佚名.中国大数据发展报告(摘要)[J].领导决策信息,2017(22):28-31.
- [4] 徐子沛.大数据:正在到来的数据革命,以及它如何改变政府、商业与我们的生活[M].广西师范大学出版社,2015.
- [5] 李学龙,龚海刚.大数据系统综述[J].中国科学:信息科学,2015,45(1):1-44.
- [6] Guo H, Wang L, Liang D. Big Earth Data from space: a new engine for Earth science[J]. Science Bulletin,2016,61(7):505-513.
- [7] Alavi A H, Gandomi A H. Big data in civil engineering[J]. Automation in Construction, 2017, 79.
- [8] Chen X, Lu W. Identifying factors influencing demolition waste generation in Hong Kong[J]. Journal of Cleaner Production, 2017,141:799-811.
- [9] Shrestha K J, Jeong H D, Gransberg D D. Multidimensional Highway Construction Cost Indexes Using Dynamic Item Basket [J]. Journal of Construction Engineering & Management, 2017, 143(8):04017036.
- [10] D'Oca S, Hong T. Occupancy schedules learning process through a data mining framework[J]. Energy & Buildings,2015, 88:395-408.
- [11] Chen C, Yang X, Zoebir B, et al. A Workflow Framework for Big Data Analytics: Event Recognition in a Building[C]// IEEE Ninth World Congress on Services. IEEE Computer Society, 2013:21-28.
- [12] Chou J S, Ngo N T. Smart grid data analytics framework for increasing energy savings in residential buildings [J]. Automation in Construction,2016,72(Part 3):247-257.
- [13] 霍林生.大数据时代结构工程发展新趋势的几点思考[J].土木建筑工程信息技术,2016,8(5):111-114.
- [14] 姜绍飞.结构健康监测—智能信息处理及应用[J].工程力学,2009(2):184-212.

- [15] Zhao X, Liu H, Yu Y, et al. Displacement monitoring technique using a smartphone based on the laser projection-sensing method[J]. *Sensors & Actuators A Physical*, 2016(246):35-47.
- [16] 霍林生,张耀文,王胜法,等.基于图像识别的震损结构残余变形检测[J].*地震工程与工程振动*,2016,1(3):127-133.
- [17] Catbas F N, Malekzadeh M. A machine learning-based algorithm for processing massive data collected from the mechanical components of movable bridges[J]. *Automation in Construction*,2016,72:269-278.
- [18] Han K K, Golparvar-Fard M. Potential of big visual data and building information modeling for construction performance analytics: An exploratory study[J]. *Automation in Construction*,2017,73:184-198.
- [19] Gandomi A H, Sajedi S, Kiani B, et al. Genetic programming for experimental big data mining: A case study on concrete creep formulation[J]. *Automation in Construction*,2016,70:89-97.
- [20] 马如进,徐世桥,王达磊,等.基于大数据的大跨悬索桥钢箱梁疲劳寿命分析[J].*华南理工大学学报:自然科学版*,2017,45(6):66-73.
- [21] Kim Y J, Queiroz L B. Big Data for condition evaluation of constructed bridges[J]. *Engineering Structures*,2017,141:217-227.
- [22] 马艾田.基于云计算的有限元分析仿真系统研究与实现[D].北京工业大学,2013.
- [23] ASCE. The Vision for Civil Engineering in 2025[J]. *Civil Engineering—asce*,2007,77:66-71.
- [24] 穆正礼,罗红玲,蓝玉茜,等.“一带一路”背景下的人才需求及人才培养模式——基于中国—中东欧国家合作大数据的分析报告[J].*海外华文教育*,2017(7):869-892.
- [25] 李国强,陈以一,何敏娟,等.构建大土木专业平台课程体系——土木工程、建筑环境与设备工程专业平台课程体系的构建与教学实践[J].*高等建筑教育*,2003,12(3):30-33.
- [26] 柳炳康.培养土木工程专业通专结合的复合型人才探讨[J].*高等建筑教育*,2006,15(2):42-44.
- [27] 于林平,牛海英,沈璐,等.以土木工程应用型人才培养为导向加强专业课程建设的实践研究[J].*教育观察月刊*,2017,6(11):50-51,101.
- [28] 陈联盟,刘谨.土木工程专业基于校企合作的人才培养模式探索与实践——以温州大学为例[J].*高等建筑教育*,2016,25(6):61-63.

Research on the compound talent training mode of technology and application of civil engineering and big data

ZHOU Zhiguang, ZHAO Jinyi, LIU Hao

(College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

Abstract: With the development of computer technology, the third wave of informatization represented by the internet of things, cloud computing and big data has begun to emerge. In the field of civil engineering, big data technology has become indispensable, and the demand for talents in civil engineering and big data is increasing. As a result, the demand for training compound talents of civil engineering and big data is becoming stronger and stronger. This paper briefly introduces the concept of big data and lists the application status of big data technologies in civil engineering in domestic and abroad. Then it proposes the necessity of cultivating civil engineering and big data compound talents. Finally, it explores the training mode of compound talents for technology and application of civil engineering and big data.

Key words: big data; civil engineering; compound talents; training mode