

再谈智慧水利

赵然杭¹ 郑灿堂² 李洪涛³ 杜文贞⁴ 樊冰⁴

(1.山东大学, 济南250061; 2.山东省水利勘测设计院, 济南250013;

3.山东省人民政府防汛抗旱总指挥部办公室, 济南250013; 4.山东省水利科学研究院, 济南250013)

摘要:“智慧地球”概念的提出,为信息技术发展指出了新的方向。在已有智慧系统研究基础上,就“智慧”概念在水利领域的体现,也就是智慧水利进行了探索性思考。首先拓展了智慧水利的含义和目标,然后分析了其主要特征和技术构成,最后就其发展阶段进行了展望。

关键词:智慧水利;含义;特征;技术构成

中图分类号:TV21;TP39 文献标识码:B 文章编号:1673-9264(2017)02-55-04

DOI:10.16867/j.cnki.cfdm.20160812.001

1 引言

水是生命之源、生态之基、生产之要,兴水利、除水害,事关人类生存、经济发展、社会进步。自20世纪90年代以来,水利行业一改传统工程水利建设模式,融合利用现代信息技术,加快了水利现代化建设步伐。经过近20年的投入建设,水利信息化事业已经实现了从无到有、从点到面、从硬件购置到系统集成、由单一业务向综合服务、从低水平到高水平的发展跨越。随着新一代信息技术革命的兴起,水利信息化事业也需要再次扬帆,由数字而智慧,实现新跨越。

2 智慧水利的含义

智慧,《辞海》的解释是指人辨析判断和发明创造的能力。在信息化领域,智慧与智能相对应,是技术应用的更高级发展阶段。自2009年智慧地球概念提出以来,智慧科技已渐入人心,智慧城市、智慧交通、智慧公安等领域也开始蓬勃发展。

参考水利及其他行业所提出的智慧定义和概念,本文认为智慧水利是建立在大量信息化基础设施建设积累之

上的,综合以物联网、大数据、云计算、人工智能、虚拟现实、智慧模型等为代表的新信息技术,融合数据采集、分析、决策、控制、反馈等信息流程为一体,实现自主生存、自主思考、自主应对、自主学习的面向水利应用的规模信息生态系统。

3 智慧水利的目标和意义

智慧科技源于生活而超脱于生活,体现为一种自由的状态。它的出发点是寻求对人的完美复制,目标是实现人的解放。落在具体领域,它既体现了人的主观愿望,自身也是创造的极境。简单讲,智慧水利的目的是通过对智慧技术实现人的能力的扩展进而实现兴利除害的目标,包括资源、效能、成本、效益等具体要求。

3.1 资源集约

资源体现了生存的需要。在人类发展史上,资源自始至终都是激励和制约人类发展的关键因素。为了克服种种生存危机,人类创造工具,拓展领地,不断发现和使用更多新的资源。进入现代社会,科学技术构成新的生产力要素,数据和信息也相应成为新的资源财富。资源优化建立在准确发现、定义和应用资源基础之上。面对海量数据资源,需

收稿日期:2016-04-17

第一作者信息:赵然杭,男,教授、博士生导师,E-mail:ranhang-z@sdu.edu.cn。

要及时去芜存菁,发掘其中的资源富矿。一是及时发现有价值的信息。二是准确分析数据之间的关系。三是充分实现数据的整合利用。水利领域数据资源的利用,也需要扩展数据来源和维度,并对数据结构进行再造,进而促进现有资源的集约利用。

3.2 效能提升

效能意味着产品的高效产出。新技术的应用,尤其新社会资源的引入,最直接的效应就是生产效率的提升。智慧科技的应用,主要集中于应用系统的优化,通过对内部信息数据的高速处理和高效应用,从而节省时间和资源,提高生产效率和效果。智慧水利建设,将优化水资源的调配和应用,加强水旱灾害的防御能力,提升社会服务水平。

3.3 成本降低

从经济学角度来讲,成本是以社会资源的总投入考量的。一方面体现在以富裕资源替代稀缺资源,另一方面体现在总社会资源的节约。智慧科技的应用,在部分领域具有明显的资源替代效应,在其他领域主要体现在资源节约,包括方案优化、损耗降低、时间节约、人力减少等。智慧水利建设,将有效实现水资源的优化配置,降低单位水耗,节约宝贵的水资源,减轻水环境压力。

3.4 效益显著

效益既包括经济效益,也包括社会效益,主要体现为社会福利的增加。就水利行业而言,效益可以简单地理解为社会效益的增加和水旱灾害损失的减少。智慧水利建设,能够提升水资源利用效率,促进生态环境修复,减轻水旱灾害损失,造福社会群众。

4 智慧水利的主要特征

智慧水利基于数字水利建设成果,既集成发扬了过去十余年建设的优势,也具有明显的时代特征。与数字水利相比,智慧水利具有以下几个明显的特征。

4.1 自主生存

智慧水利的首要特征是实现数据资源的主动获取,并不断拓展其获取范围和边界。数据是信息系统存在的基础,只有源源不断的有效数据进入信息系统,才会有后续的成果产出和系统的不断升级完善。在智慧时代,数据信息的采集也呈现新的特点:一是数据种类更为繁杂,非结构性数据更多,以及现实世界中更多的要素数据化;二是

采集方式更先进,像水质、水压、工程位移等要素均实现了高标准采集捕捉;三是随着下一代网络(NGN)、宽带无线通信等基础通信设施的发展,数据传输效率更高,数据在信道中的传输时间可以忽略不计。

4.2 自主思考

智慧水利的第2个特征是自主实现对数据的分析应用,自动识别输入条件,选择不同的模型进行逻辑判断,并按照风险偏好提出较优解决方案。假如,系统的每个模型都相当于人脑的一个神经元,仅处理相对单一的问题和判断,但随着模型的积累达到百万甚至千万量级以上,在思维判断方面具有更为明显的优势。1997年,国际象棋大师与超级计算机深蓝进行了世纪对弈,最终深蓝胜出。而当今在航空航天、天气预报、基因工程等方面的超算应用,已经远远超越20世纪末的层次。尤其云计算、虚拟化以及虚拟现实(VR)、人机交互等技术的进一步发展,将使计算节点得以无限扩张,人员能够通过网络随时随地参与运算,逻辑性能也将呈几何倍数提升。

4.3 自主应对

智慧水利的第3个特征是行动的自主实施。过去的数字系统主要作为决策辅助,仅仅延伸了人的手脚,扩展了人的知觉,但各个组成部分还处于一种离散、脱节状态,尤其控制反馈功能较弱,就像“思维的巨人、行动的侏儒”。而智慧系统能够在没有人为干预的状态下,自主落实优选方案,实现从识别、判断到控制、反馈的完整环节。

4.4 自主学习

智慧水利的第4个特征是自主学习能力,也就是系统能够自我完善、自我革新、自我提高。在每处理完成一项任务之后,系统能够总结学习,进行模型优化。首先是对于数据不足情况的补充,其次是对于逻辑判断的分支细化,再次是对优选方案的筛选规则细化,最后是对执行力度的评价。2016年3月,人工智能AlphaGo以4:1的战绩战胜当今世界排名第2位的围棋高手李世石九段,取得围棋人机大战的胜利,充分反映了人工智能在深度学习方面的长足进步。

4.5 人水和谐

智慧水利的第5个特征,也是区别于其他智慧系统的根本特征,是人水和谐。与其他智慧系统相比较,智慧水利系统面对的特殊情况较为复杂,风险因素较多,解决的是

有限的水资源供给与不断发展的社会需求之间的矛盾。而且,由于过去传统方式还占据相当体量,对于水资源的调配管理能力还有待加强。

5 智慧水利的技术构成

智慧水利既具有与其他智慧系统类似的技术要素和技术框架,也有自身的特殊性。虽然技术框架已初步确立,但一些关键技术尚未获得突破。

5.1 信息网络

信息网络是智慧水利的神经和血脉。离开信息网络的广泛触角和传输信道,数据的时效性、数据与应用结合都无法实现。正是有了光纤通信、NGN、宽带无线通信等通信技术发展创新,信息高速公路得以迅速延伸,奠定了21世纪社会发展的脉络。经过十几年建设,全国水利信息网络也已经覆盖到县,部分省份已经延伸到了乡(镇)。通过光纤入户或者无线宽带技术,解决了“最后一公里”的通信问题。这种专网与公网建设相结合的方式,为智慧水利奠定了良好基础。如果下一步量子通信技术投入使用,将突破现有通信方式的带宽和速率制约,真正实现实时信息交互。

5.2 智慧终端

终端包括信息采集终端与控制终端。“通信最后一公里”问题的解决,使智能终端的通信和运行成本大大降低,数据采集种类和数据量指数级增长。过去水利行业的信息采集主要集中于水雨情,现在从降水、取水、用水等全领域都实现了信息的自动采集。而在控制领域,包括发电、调蓄、灌溉等关键领域也部署了智能化终端,并在进一步提升和扩展。近几年,智能终端已显现出向智慧终端发展的趋势,由单一功能扩展为综合功能,由离散个体转为网络节点,由后台控制转为自主控制。下一步随着机器人技术和产品的广泛应用,采集终端与控制终端将紧密结合,智能终端将被智慧终端取代。

5.3 海量数据

数据是系统生存的营养和血液,主要包括基础数据和实时数据。一方面,通过越来越先进的测绘统计手段,将现实数据化,并在智慧系统中完整复制出来,丰富了静态数据。近几年随着3S技术、三维激光测绘等技术应用,不仅实现了原始水利工程的数据获取和建模,还进一步推动了

地理空间数据与水资源供给、防洪排涝等业务的结合,扩展水利基础数据库的纬度。另一方面,随着防汛抗旱、水利工程管理、水资源管理、水库闸坝联合调度、调水管理等业务系统的大规模建设,不仅实现水雨墒情、工情视频、遥感图像、水量水质等信息的实时采集,还通过对工程和事件演进状态的跟踪观测和趋势预测分析,生产出大量空间数据、状态数据和成果数据,成为海量数据的主要来源。需注意的是,分散的数据来源意味着复杂的数据管理,应及时将分散在个体成员手中的数据整合为系统的资源,避免资源内耗。

5.4 虚拟平台

平台是运行关键业务系统的核心,是智慧系统的核心和大脑。过去系统运行能力的提升主要依靠CPU、存储等硬件的提升,成本投入很大,并且还依赖于核心计算处理技术的升级。而在云计算及虚拟化技术应用提出以后,计算节点由质的提升扩展为量的膨胀,同样的任务可以分散到更多相对较弱的计算节点,摆脱对于硬件设施的约束,实现计算能力和计算应用的紧密结合。而且,随着虚拟化技术的发展,平台的通用性得到极大提升,同一平台可以同时支撑不同类型的业务系统。同时,人员也能够成为网络中的独立计算节点,参与平台系统运算,实现人一机一体混合计算模式,提高模型计算的灵活性。

5.5 功能模型

智慧系统最重要的体现,是模拟和超脱于人类的思维判断能力。模型的开发与应用,是对现实中规则、原理、方法的理解和体现。信息化建设的过程,也是将历史积累的知识财富转换为数字形式的社会财富的过程。相对于基因、航天等高新科技领域,水利领域模型开发比较薄弱,现主要集中于工程应用方面,包括洪水预测、淹没分析、水量调配等。不仅成熟的模型相对较少,功能较为单一,而且资源共享程度较低。下一步智慧水利建设的重点和难点就在于各种功能模型的开发和积累,进一步完善现实仿真和模拟演进,提升智慧应用层次。

5.6 柔性体制

智慧系统的生命力源于内生的自我完善机制。大物无形,大音希声。计算机系统诞生伊始就朝着兼容、开放和扩展方向发展,就像具有超级进化本能的软体动物。一旦信息技术在某个行业领域取得突破,其他领域也将迅速跟

进,在面临负面影响的时候,收缩反应也非常迅速。正由于这种特性,信息技术在短短几十年就跨过其他技术应用上百年的发展阶段。智慧水利的创建过程也是水资源和水灾害管理机制的再造,通过不断提升系统的内聚力和自主创新能力,实现技术和应用的不断融合。

6 展 望

虽然智慧水利建设已经启动,但各项指标的具体落实无法一蹴而就。如果将智慧水利建设划分为初级、中级、高级3个阶段,那么当前还仅处于初级阶段,不仅一些关键性技术还待研发,人与系统的结合还需不断调整,并且对原有系统的整合升级还没有完成。今后一个时期,智慧系统与非智慧系统还将并存。参考计算机CPU发展的摩尔定律,相信在21世纪能够看到智慧水利乃至智慧社会的全面实现。

参考文献

- [1] 李德仁,龚健雅,邵振峰.从数字地球到智慧地球[J].武汉大学学报(信息科学版),2010(2):127-132.
- [2] 蒋云钟,冶运涛,王浩.智慧流域及其应用前景[J].系统工程理论与实践,2011(6):1174-1181.
- [3] 郑灿堂,王庆华,张洪芳.浅谈“智慧水利”[J].山东水利,2012(7):5-7.
- [4] 曹宏文.数字水利到智慧水利的构想[J].测绘标准化,2013(4):26-29
- [5] 温金锋.智慧水利浅谈[J].砂谷,2014(2):6-7.
- [6] 董宏伟,寇永霞.智慧城市的批判与实践——国外文献综述[J].City Planning Review,2014(11):52-58.
- [7] 张振刚,张小娟.智慧城市的五维度模型研究[J].中国科技论坛,2014(11):41-45.

Further discussions on Intelligent - Water

Zhao Ranhang, Zheng Cantang, Li Hongtao, Du Wenzhen, Fan Bing

(1. Shangdong University, Jinan 250061; 2. Institute of Hydrology and Water Resources Survey in Shandong, Jinan 250013; 3. Office of FCDR in Shandong Province, Jinan 250013; 4. Shandong Institute of Water Resources and Hydraulic Research, Jinan 250013)

Abstract: Since the concept of “Smart Earth” is initiated, it shows a new in developing information technology. Base on similar research on “smart” systems, this article extends “intelligent” concept to Water Sector, designated as “Intell-Water”, It’s implication and goals are studied. Furthermore, The primary characteristics and technical compositions of “Intell-Water” are analyzed. At the conclusion, the development of “Intell-Water” in the further is prospected.

Keywords: Intell-Water; implication; characteristic; technical compositions

责任编辑 凌永玉