

云计算技术在桥梁结构健康监测中的应用

江松柏

海南科技职业大学 海南 海口 571126

[摘要]桥梁结构在外部荷载的长期效应、车辆荷载的疲劳效应、外界环境的侵蚀效应、内部材料的老化效应、偶然灾害的突变效应等联合作用下,在设计使用寿命期内不可避免地会出现各类结构损伤问题。特别是近年来我国交通运输业发展迅速,重载大流量交通特点日益突出,导致国内部分桥梁结构承受的荷载标准已远超当初设计值,存在发生结构损伤累积破坏,造成重大经济与安全事故的风险。基于此,本篇文章对云计算技术在桥梁结构健康监测中的应用进行研究,以供参考。

[关键词]云计算技术;桥梁结构;健康监测

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.1180

引言

从近年来陆续暴露出的重大桥梁事故原因分析来看,绝大多数安全事故的起因都与桥梁健康监测及维修保养工作未落实有关,在此背景下,人们越来越关注桥梁健康监测工作,希望通过此手段改善桥梁工程整体质量,保障人们出行安全。随着近年来我国科学技术水平的进一步提高,各类现代化高新技术,如传感技术、网络通信技术信号采集技术得到更新与优化,成为桥梁健康监测的有益帮手。本文从公路桥梁健康监测及安全预警2个方面展开论述,希望能为相关单位及企业提供借鉴。

1 云计算概述

云计算技术属于互联网发展的产物,是根据时代需求研发的一项信息技术,云计算技术是一种虚拟状态,但是真实存在的,类似于互联网中存储软件属于一种资源。用户通过Web浏览器注册云计算,通过计算机发出了一些请求以后,远程计算机会根据用户发出的指令做出应答,为用户提供所需要的内容和服务。建设这样的服务模式主要是为了给商家计算机网络应用云计算基础保障。云计算是建立在网络服务的基础上提供服务性资源,通过网络来整理相关配置,进而实现数据分析、处理工作。云计算技术主要是通过计算机系统,基于Internet实现数据收集、分析、整合的目的,具有一定的针对性,以此提升用户体验。由于网络媒介的快速发展,目前人们将其作为信息传播的媒介,一定程度上拓宽了人们获取信息的途径,并且用户可以在较短的时间内实现信息获取。另外,资源共享和交换也是云计算技术的一个优势,充分运用云计算技术,为信息交换和共享提供便利,进而提高获取信息效果。通过云计算技术可以构建一个虚拟的存储空间,为数据存储提供庞大的存储空间,以此提升存储量,这也是云计算的一个优势,基于云计算利用大数据技术来分析、处理数据,进一步挖掘信息资源,充分发挥出资源的价值。

2 云计算技术及其在桥梁健康监测中的技术优势

目前要实现一座桥梁结构的小范围健康监测,最少也需要几十万元的初期投资,用来置备各类物理服务器、各类专业控制软件、数据存储设备、网络通讯设备等。而采用云计算技术进行桥梁结构健康监测时,在资源配置上,是用网络上搭建的虚拟监控中心代替了在工程现场建设的监控中心,

并且各类软硬件资源均可由云计算提供商供应,或者由用户单位自行开发部分软件资源;在付费方式上,用户是依据使用资源的占用时间和规模计量付费或者计时付费,从而可以极大减少用户在使用结构健康监测初期的投资成本。在建设采用传统物理服务器的桥梁结构健康监测时,为了满足系统在最大使用负载下的正常工作,其监控中心所使用各类软硬件往往必须按最大使用负载进行资源配置。但在桥梁结构的正常健康监测使用过程中,这些软硬件往往处于不饱和的使用状态甚至空闲状态,从而造成对资源的极大浪费。而采用云计算技术进行桥梁结构健康监测,可以像家里使用水、电、气那样按需获取,并且还可以根据后期结构健康监测需求的变化,随时缩减与增加资源配置,切实提高桥梁结构健康监测中所配置的资源使用效率。采用传统物理服务器的桥梁结构健康监测,其运营管理成本主要包括硬件老化、维修或更换费用,软件升级、修复或扩展费以及必要人工费。采用云计算技术进行桥梁结构健康监测,可大幅减少结构健康监测建设初期的投资成本,有效提高资源的使用效率,消除后期运营管理费用,可以使得桥梁结构监测系统变得更加“轻便”与“节约”。

3 桥梁健康监测系统研究现状

加强对桥梁健康状态监测的主要目的是希望通过相关技术手段的应用,达到对特殊气候、交通条件及异常运营状态下的桥梁健康评估,以便发出预警,从而使桥梁结构得到及时有效的维修与保养,确保桥梁结构始终处于安全运营状态。桥梁健康监测系统是一个功能丰富的多学科集成系统,是以桥梁结构检测为主,以信号处理、状态分析、损伤识别等多种手段为辅的桥梁机构科学评估体系。该系统的有效运用为实现对运营桥梁进行健康监测,规避各类潜在安全风险提供了有力支撑。20世纪90年代末,同济大学针对徐浦大桥主梁挠度、混凝土应变、振动加速度、斜拉索索力、车辆荷载、环境温湿度等指标的综合监测,设计了符合大桥实际情况的集成监测系统,开创了中国在运营桥梁健康状态实时监测的先河。为了解重庆大佛寺大桥主梁应变情况,研究人员在该桥建设阶段,在其5个关键截面安装了40个光纤法珀传感器,并在主塔上安装了大量程高分辨力的激光挠度计,首次在国内实现了光电挠度监测系统和光纤法珀应变传感器的桥梁工程应用;在进行湛江海湾大桥设计过程中,为方便后期

的桥梁结构监测，设计了包括应变传感器、振动传感器、索力传感器、温湿度传感器等在内的103个各类传感器，并配合使用GPS系统，为桥梁重要子部位位移变化情况监测提供了可能，同时，还能够在强风、船撞或者地震等突发情况下监测桥梁结构整体响应。

4 采用云计算技术的桥梁结构健康监测方案

4.1 统功能设计

基本信息模块主要对检测的桥梁的基本信息、传感器基本信息及监测项目、布设信息、预警等级信息等进行管理，监测的项目参照《CJJ99-2017城市桥梁养护技术标准》中给出的内容进行设定。模型展示模块利用BIM技术，通过Revit软件将桥梁进行三维建模，主要完成测点在检测平台Web页面中的展示，包括测点的位置、数据以及测点的实际健康状况等，直观准确地反映桥梁的信息。并且，用户能够实现对三维模型的旋转、放大缩小等操作。数据采集模块分为实时监测和人工巡检。实时监测部分利用布设的有线、无线传感器网络和其他实时监测设备对桥梁结构数据信息进行实时监控；人工巡检部分采用专业的仪器设备，以人工检查的方式，对桥梁必要的检测部位进行定期检测或者灾后紧急检测，并将检测数据传入系统，实现对人工检测数据的规范化管理。数据管理模块主要是将采集的数据传入MySQL数据库中，然后利用ECharts图形库对数据在平台中进行可视化展示，通过绿、黄、红三级预警等级的阈值（根据桥梁具体设计、实际状况与相关规定得出）进行判断与预警，并且能够实现数据和数据报表的查看、下载功能。系统管理模块主要实现对用户、前台和数据库的管理，进行增删改查等操作，保证系统的安全性、可操作性和交互界面的友好性。

4.2 养护巡检

实现信息化闭环管理，把巡检管理工作精细化，发现问题由系统自动评分，简化流程提高定检效率。养护巡检由养护巡检信息汇总、工单管理、知识库3部分组成。在工单管理模块中，支持新建病害跟踪、新建工单以及编制巡检计划，操作人员可结合分析预警模块提供的预警信息建立病害跟踪，对预警问题持续跟进。也可通过新建工单的方式派维修人员现场进行维修、确认，操作人员所做的全部操作及维修人员的维护进度均可在监测平台中查询。此模块使智能诊断、精准施修形成闭环，改善了维修人员的工作模式，实现了从传统养护定期“计划修”向智能精准“状态修”“预测修”的转变。同时，为更好地支持操作人员和维修人员，桥隧综合监测平台还提供养护巡检知识库，通过与本地资源和专业数据库的联动，为工作人员提供作业指导书、行业标准、行业知识库、部门规章等一系列文献、媒体资料，实时为工作人员提供疑难解答，进一步提升业务水平。

4.3 数据监测系统

传感器子系统通过对传感器进行合理布置，保证传感器子系统的信号稳定性、正确性、可靠性，使得整个系统良好运转，保证桥梁的安全。数据采集与传输子系统由若干数据

采集站组成，具体采集站数量与位置根据桥梁长度与结构设计不同，设计时须确保能够正确、完整地采集到各传感器数据，主流的传输策略分为三种：实时传输、采样后传输实时数据、采样后传输处理数据。以文中数据来源桥梁为例，全桥共十一个数据采集站，其中九个数据采集站用于采集大桥健康监测平台传感器测点信号，两个数据采集站用于采集大桥索塔地基安全监控系统部分传感器测点信号。每个采集站由一个FDDI双环光纤网络主干网，局部光纤或电缆网络以及相应的软件系统组成。数据处理与控制子系统由位于控制机房的数据管理与控制服务器、管理工作站及相应的软件系统组成，是桥梁结构健康监测平台的基本组成部分。其中管理与控制服务器安装于监控中心通讯机房内，管理工作站安装于监控中心内的操作台上。通过对数据的实时监测，并进行展示，可以实时掌控桥梁状态的现状。

4.4 实时监控

(1) 设备类监测针对现场采集层所配置的各个传感器，对其状态进行实时监控，包括在线/离线、读数异常等。

(2) 设施类监测是结合环境、变形、应变、振动等不同类型的传感器的采集数据，通过大数据综合研判分析，给出基于土建设施的病害信息，如区间内累计降雨量超限、梁体应力超限等。桥隧综合监测平台全天候24h进行实时监控，无论是设备单点还是基于综合研判的区间设施报警信息均可在GIS地图上显示。操作人员结合报警信息及现场视频监控提供的实时影像进行情况确认，以减少误判事件的发生，提升故障处置效率。

结束语

相比于采用传统物理服务器的桥梁结构健康监测，采用云计算技术的桥梁结构健康监测具有初期投资成本少、资源使用效率高、无后期运维费用等技术优势。与采用传统物理服务器的桥梁结构健康监测方案相比，基于云计算技术的健康监测方案的主要区别是采用虚拟服务器替代了传统物理服务器，有效避免了工程现场安装物理服务器可能面临的受限问题桥梁结构健康监测与云计算技术相结合是土木工程信息化的重要发展趋势，但目前尚需进一步研究与解决云端数据库的设计标准问题，以及监测数据的安全性、保密性和存储问题。当前采用三层次云端数据库结构标准、去中心化云计算技术以及滑动窗口数据流处理技术等，有望为采用云计算技术的桥梁结构健康监测的应用与发展提供重要解决对策。

参考文献

- [1] 李思阳. 公路桥梁健康监测与安全预警研究综述[J]. 四川建筑, 2019, 39(06): 110-111.
- [2] 虞泽凡. 基于云计算技术的软件测试探索[J]. 自动化技术与应用, 2019, 38(12): 53-56.
- [3] 李伟, 曲艺, 贾维刚. 大数据时代背景下的云计算技术应用[J]. 中国新通信, 2019, 21(24): 98.
- [4] 王齐炫. 基于物联网技术的桥梁健康监测系统设计方法研究[D]. 广东工业大学, 2019.