

# 视频 AR、AIoT、数字孪生协同技术 在智慧水利中的应用

邓中翰,周大良,陶 柯

(中星微技术股份有限公司,北京 100000)

**摘要:**基于智慧水利建设的视频综合监测网,提升视频数据为数字孪生场景提供实时实景的时空基准数字底座的能力,研究智能视觉视频 AR 技术在数字孪生水库安全监测、河湖长制、河湖管理及防洪指挥调度等场景中的应用,将进一步助力构建预报-预警-预演-预案“四预”业务体系,持续推动水利向安全、高效、智能、绿色转型。

**关键词:**智慧水利; AR 技术; 数字孪生技术; AIoT; AI

中图分类号:TV213.4

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2022)Sup2-0014-04

## Video AR, AIoT, digital twin collaboration technology-application in smart water conservancy

DENG Zhonghan, ZHOU Daliang, TAO Ke

(Zhongxing Micro Technology Co., Ltd., Beijing 100000, China)

**Abstract:** Based on the comprehensive video monitoring network of smart water conservancy construction, the ability of video data to provide real-time reference digital bases for digital twin scenes is improved, and the application of intelligent visual video AR technology in digital twin reservoir safety monitoring, river and lake chief system, and river and lake monitoring is studied. The application in scenarios such as management and flood control command and dispatch will further help to build a “four-pre” business system of forecast-warning-rehearsal-preplan, and continue to promote the transformation of water conservancy to safety, efficiency, intelligence and green.

**Key words:** smart water conservancy; AR technology; digital twin technology; AIoT; AI

经过多年的发展,水利已进入新发展阶段,紧紧围绕高质量发展是水利工作当前的新课题,而代表着新生产力和新发展方向的网信事业的蓬勃兴起,为水利践行新发展理念提供了强劲动力。在此背景下,《国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》明确提出了构建智慧水利体系的要求,水利部不断加强智慧水利建设工作的

号召,鼓励引入其他行业的先进技术提升传统水利管理手段<sup>[1]</sup>,例如智能视觉技术、增强现实(AR)技术、人工智能技术、数字孪生技术<sup>[2]</sup>,对智慧水利“数字化场景、智慧化模拟、精准化决策”建设路径赋能。

智能视觉技术已在水库高效精准管控、江河航道保驾护航、干渠引水安全保障等“水资源、水生

收稿日期: 2022-11-07

作者简介:邓中翰(1968—),男,博士,主要从事数字多媒体芯片及编解码技术研究。

态、水环境、水灾害”问题的系统治理中普及应用,数字孪生技术与水利行业的结合处于通过地理信息、感知测量等实现水流状态映射及工程模型建设的水场景可视化展现的初级阶段,正在向流域预报、工程调度等涉及演算与决策过程的业务工作领域深入<sup>[3]</sup>。

水利感知网是数字孪生流域“算据”建设的重要基底。利用物联网、5G、北斗、遥感等先进技术提升信息监测能力,全国建成各类信息采集点约43.36万处,水利信息综合采集体系初步形成,实现水位流量、气象水文、水质环保、压力结构、视频传感等监测信息的采集。其中,视频综合监测网已包含了全国各地水利视频采集系统的各类视频监控点超过18万处,已实现部、流域/省、地市三级级联、多级应用的全国水利视频级联集控体系,为江河湖泊水系、水利工程设施、水利管理活动等提供视频监控应用。同时,包含的2万多处智能视频,可实现水位监测、漂浮物监测、河道采砂监管等自动识别与智能监控,可运用于水域岸线侵占、水体污染物排放、河道湖库水位、河道湖库水情工情险情、工程建设与运行状态的动态监管等业务场景之中。

如何在智慧水利应用场景中充分发挥各类技术对信息、设备、管理需求的有机结合能力,如何在水利感知网中将物联网、AI、视频和数字孪生进行融合协同,有效提升水利决策调度能力和资源协调效率,助力构建预报-预警-预演-预案“四预”业务体系,本文重点研究在智慧水利中如何解决视频AR、AIoT、数字孪生协同技术,形成智慧水利“视频-AI-IoT-数字孪生”安全全时空智能实景动态数字底座。

## 1 总体思路

### 1.1 视频地图

视频图像是现实世界的三维空间映射到二维空间,通过对视频图像进行地理坐标标定和参数匹配,获得视频图像像素坐标和地理坐标转换关系方程,水利时空数据的空间坐标直接转换为视频图像像素坐标,GIS的所有数据和服务接口均可以调用,在视频上可以像在地图上任意叠加图层、查询、采集和分析,视频地图和三维、遥感影像可以并列作为一种新型数字孪生底座,是一种带有时间和空间维度的现实世界动态实景地图,形成视频

AR创新应用。

### 1.2 实时实景数字孪生

将多路视频基于空间坐标自动拼接生成视频动态拼接影像,作为动态纹理叠加到数字孪生体上,形成实时实景数字孪生即“视频孪生”。智慧水利数字孪生体将三维GIS、BIM、遥感影像和视频进行融合,利用江河湖海高点全景摄像机、无人机视频监控、低点摄像机进行多尺度多分辨率视频拼接叠加到三维和BIM上以把控实时情况。

### 1.3 智能数字孪生

利用智能摄像机和视频AI分析引擎可以自动识别水位、船只、人、物、事件,结合视频图像空间化技术,将水位、船只、人、物、事件所在的视频像素坐标自动转换为地理坐标,实现对AI识别目标的时空信息自动生成,自动叠加到数字孪生体,形成全时空智能数字孪生。

### 1.4 AIoT数字孪生

水利感知网多种类型传感器由于其时空基准不统一,无法建立有效的多维数据关联和融合,传感器数据和视频数据也无法实现实时关联,视频AI分析结果由于也是独立处理同样无法与传感器数据有效融合。我国自主研发的视频物联网编解码标准《安全防范监控数字视音频编解码技术标准》(Surveillance Video and Audio Coding,简称SVAC),在视频监控图像编码过程中预留监控扩展数据单元,可插入多类结构化数据标签,如物联网传感器数据、人工智能分析数据、地理信息数据、水利业务信息、绝对时间信息等,实现水利人工智能分析视频结构化数据、物联网数据、地理信息数据、业务信息数据等嵌入视频码流,达到与视频图像关联和同步。同时SVAC采用国密技术支持对设备加密与认证,支持视音频信息、扩展信息签名和加密,防止数据被窃取和篡改,可以有效保护国家水利感知数据全生命周期安全。AIoT数字孪生具备统一时空基准和安全可控,可以满足水利多维数据融合、关联,形成满足大数据应用所需的安全AIoT数字孪生。

综上所述,视频、AI、IoT和数字孪生协同可形成满足智慧水利需要的“视频-AI-IoT-数字孪生”安全全时空智能实景动态数字底座。

## 2 数字孪生水利中的视频孪生应用

### 2.1 构建思路

基于“视频-AI-IoT-数字孪生”安全全时空智能实景动态数字底座,通过融合各种前端感知数据

实现对整个空间领域的立体化监控扫描,通过在实时视频上叠加监控点视频、水雨情数据、泵站工情数据、闸门工情数据、基础设施数据,以及GPS、重点人员、重点管控场所等资源数据,在视频中自动添加上述资源部署位置的标签,增加其属性链接,自动获取系统输出的对比信息和报警信息,实现视频资源的便捷使用、各种报警源的及时查看等,以所见即所得的方式实现对水库、河流、闸站、堤坝等视频监控资源的统一管理和应用。

## 2.2 功能架构

视频孪生应用功能架构,见图1。

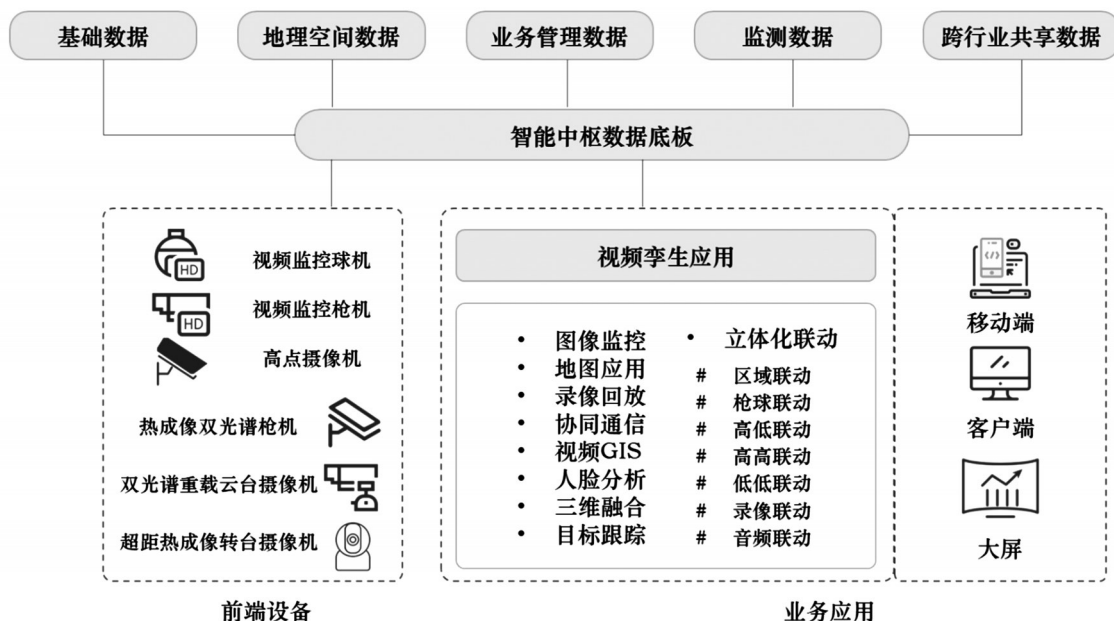


图1 视频孪生应用功能架构

节图像,采集到的图像中既兼顾全景又可关注细节,可实时动态检测周边摄像机位置,同时空切换高点摄像机、地面摄像机等各类摄像机,通过高高联动、高低联动、低低联动,实现目标场景的实时多维观测与录像回溯联动,其时间接续、空间接续的特性可极大提升对突发时间的反应能力与指挥调度的便捷性。

### 2.3.3 视频GIS应用

支持天地图引擎,水利一张图的图元数据均可自动导入到实景视频中,可将地图上各类信息实时更新到视频上,自动嵌入相应位置的视频截图,或者实时视频监控的局部画面。同时支持地图基本功能,如定位、绘制测距/面积、鹰眼图、位置共享、朝向控制、自动/手动标注、图层切换、码流上墙等

## 2.3 应用能力

### 2.3.1 视频监控基础功能

视频基础应用平台基于《公共安全视频监控联网信息安全技术要求》(GB35114—2017)标准,可为水利行业重点流域水系、重点区域、重点河段、重要水工程提供音视频媒体的存储、转发、点播等功能,并通过互联网关处理与外部平台或设备之间互联互通所需要的安全认证和信令转换,实现流媒体资源的统一安全管理。

### 2.3.2 立体化多维联动

通过高点枪采集大场景图像,通过球机采集细

功能。

### 2.3.4 GPS业务

支持在地图上呈现一定时间范围内的所有GPS设备的最新位置信息,可选择某些GPS设备进行实时动态跟踪并实时更新其位置,可查询某些GPS设备在某段时间内的行进轨迹并显示,可调出某些GPS设备在一定半径范围内所有摄像头的实时视频,可实现某GPS设备的自动跟踪巡逻并自动切换呈现周边的摄像头资源。

### 2.3.5 指挥调度功能

通过自带的雷达屏实时显示周边摄像机位置,可精准地实时追踪目标,为指挥调度增加一种有力模式。事件录像回放时也可通过立体化录像联动操作,及时追踪目标的行动轨迹,做到时间接续、空



间接续,极大节约指挥调度、辅助决策中查看录像的人力。

### 2.3.6 信息融合

水雨情信息、泵站工情信息、闸门工情信息、气象信息、市政信息等相关水利要素信息均可通过各类接口模型实时在高点图像上显示,指挥过程中不再需要多业务系统、多个部门之间临时协调数据,只需预先进行数据导入,即可完成多种数据的融合统一以及与视频、地图的多维联动。

### 2.3.7 后台管理

可实现摄像机部署、权限控制、日志管理、GPS设置等功能。

## 3 相关应用场景

### 3.1 水库安全监测

基于已构建的水库大坝数字孪生体,通过水库安全研判、防洪智能调度、水资源优化配置等应用场景,实现水库大坝“实时监测、智能诊断、风险预警”的全天候在线分析研判。其中在构建智能感知体系中,对水库大坝、大坝上游、大坝下游、溢(泄)洪道、泄洪闸、泄洪洞、水面、人行/车行通道、站房等进行智能监测,通过高低点视频实时查看水利工程全景,将工程基础数据和运行数据叠加到全景画面,便于用户实时掌握工程运行情况;当与水利现有的水量、工情、水位、水质、雨量、水利应急人员等智能感知设备、业务系统及数据对接<sup>[4]</sup>,在一体化智能防洪调度中,可为水情雨情、工程安全、下泄淹没等动态预警及预警联动处置,提供实时感知动态变化情况的可视化支撑,为水工建筑物安全状况提供动态监测能力,为在建水工程提供安全生产监管能力,如对不戴安全帽、人车进出异常等情况进行全时段监管,实现不戴安全帽检测和统计;监控人车出入信息、禁止非授权人车进入;水工程周界监控,非法入侵联动报警等功能。

### 3.2 河湖长制及河湖管理

基于已建高点及低点视频监控站点,实时获取视频流,通过图像智能识别算法实现实时监控生态流量、河道“四乱”(乱占、乱采、乱堆、乱建)等情况,进行全过程监控和预警预报,提前感知风险,进行及时处置,为水行政执法提供执法依据和监管保障;对于废水偷排、直排、乱排、违规垂钓、违规下水、违规

船只等违规操作,通过AI算法赋能前端设备,自动发现相关事件并产生告警信息,与治理执法业务系统打通链路,实现事件自动发现与自动核查,节省传统人力资源投入;通过对数千米范围内的水面、水岸线活动、可采区采砂活动进行全天候监控,以及驶入设定区域内的采砂船只的跟踪监控,实现对采砂船、挖掘机和工程车辆的智能识别、采砂实时报警、报警事件查询等,对河道、河床采砂行为进行统一管理和监控,满足紧急情况时的调度运行和事故处理。

### 3.3 防洪指挥调度

通过视频AR孪生应用实现对水位、流量、流速等洪水要素的实时监测,利用图像智能分析、信息自动解析等手段获取不同尺度及频次监控数据,通过与防洪专业模型的融合,在防洪指挥调度中全面可视化展示,为洪水预报与防洪工程调度的充分融合,为集洪水预报、预警、预演、预案等“四预”于一体的洪水预报防御系统,扩充动态实时实景的应用能力。

## 4 结 语

本文构建的视频孪生应用,提供了视频GIS、增强现实(AR)、边缘计算、视频联动、AIoT、数字孪生协同等关键创新技术,在融合数据的场景中实现的应用功能,结合水利业务数字孪生平台的成果可为水库安全监测、河湖长制及河湖管理、防洪指挥调度等业务应用建设及运行提供支撑服务,未来随着实景三维模型、视频识别算法等技术的不断丰富完善,将催生更多应用场景,持续推动水利向安全、高效、智能、绿色转型。

### 参考文献:

- [1] 鄂竟平. 坚定不移践行水利改革发展总基调,加快推进水利治理体系和治理能力现代化:在2020年全国水利工作会议上的讲话[J]. 中国水利,2020(2):1-15.
- [2] 陶飞,刘蔚然,张萌,等. 数字孪生五维模型及十大领域应用[J]. 计算机集成制造系统,2019,25(1):1-18.
- [3] 张社荣,姜佩奇,吴正桥. 水电工程设计施工一体化精益建造技术研究进展:数字孪生应用模式探索[J]. 水力发电学报,2021,40(1):1-12.
- [4] 王帅,王彤. 基于地面三维激光扫描及VR技术的BIM工程应用研究[J]. 水利规划与设计,2018(2):84-85.