

何奇兵. 基于 Web3D 智慧校园系统应用设计与建设评价[J]. 智能计算机与应用, 2024, 14(12): 74-81. DOI: 10.20169/j.issn.2095-2163.24090503

# 基于 Web3D 智慧校园系统应用设计与建设评价

何奇兵

(信阳航空职业学院 信息技术学院, 河南 信阳 464000)

**摘要:** 智慧校园承载教育数字化战略的具体举措,是引领教育现代化的重要支撑。运用大数据、云平台、数字孪生等技术集成方法,采用“微服务+数智中台”的架构,设计基于 Web3D 智慧校园信息化系统,实现了复杂业务应用场景下,各个系统之间的信息融通和共享。应用结果表明,该系统具有统一的数据管理和应用集成,提供多维可视化交互体验,发掘数据资源潜在价值,增强学校科学化、智能化、高效化、人性化、精细化办学治校能力,也为当前智慧城市的建设提供技术及理论参照。

**关键词:** 智慧校园; 系统设计; “微服务+数智中台”架构; 建设水平评价; 数据融通体系

中图分类号: TP315; TP249

文献标志码: A

文章编号: 2095-2163(2024)12-0074-08

## Design and construction evaluation of Web3D smart campus system application

HE Qibing

(School of Information Technology, Xinyang Aviation Vocational College, Xinyang 464000, Henan, China)

**Abstract:** The smart campus carries specific measures of educational digitalization strategy and an important support for leading the modernization of education. By integrating technologies such as big data, cloud platforms and digital twins, and adopting a "Microservices+Digital intelligence middle platform" architecture, a Web3D smart campus information system is designed to achieve information connectivity and sharing between various systems in complex business application scenarios. The application results show that the system has unified data management and application integration, provides multi-dimensional visual interactive experience, and explores the potential value of data resources, enhances the scientific, intelligent, efficient, humanized, and refined school management capabilities, therefore provides technical and theoretical references for the construction of smart cities.

**Key words:** smart campus; system design; "Microservice+Digital intelligence middle platform" architecture; construction level evaluation; data fusion and interconnection system

## 0 引言

伴随不断成熟的先进信息技术与教育教学的深度融合,如何依靠科技创新推进高校内涵式发展是当下教育领域面临的首要问题。此外,高校信息化建设与数字化迭代发展,可以实现各业务系统间的数据整合连通,打破信息孤岛,增强决策支持,为高校发展的核心战略提供直接支撑。虽然各高校信息化建设取得了显著成效,但仍有系统规划考虑不足,只聚焦基础设施领域的更新与建设,各子系统缺乏系统集成理念,易形成数据孤岛,数据无法融通与复用,运维体系不健全、新技术融合效果差等现象<sup>[1-3]</sup>。

基于此背景下,将“微服务+数智中台”的理念

融入智慧校园系统架构设计中<sup>[4-6]</sup>,搭建基于 Web3D 智慧校园信息化系统,构建三度“物理空间、认知空间、信息空间”有机贯串的育人“全环境”,满足“师生-院系-学校”三者有机互动、数据融通,解决智慧校园建设时面临的“信息孤岛”与决策数据化现象,提升高校管理资源和服务师生效率,为大数据、云平台、数字孪生等技术集成,实现智慧校园的建设提供了可行性方案,为智慧城市的建设提供方法路径选择。

## 1 智慧校园系统架构设计

### 1.1 总体架构

梳理相关文献和项目实践,结合实际应用实现技术与效果,基于高校人才培养和智慧校园建设的

发展需求,旨在消除数据孤岛,实现信息互通共享,推动跨部门多层次异构数据融合,促进学校资源数字化、数字资产化、业务协同化。为此,系统架构中

嵌入“微服务+数智中台”,从下至上依次为:基础层、支撑层和应用层,如图 1 所示。其架构设计组成论述如下。



图 1 智慧校园系统架构

Fig. 1 Smart campus system architecture

(1) 基础层是系统部署与运行所需的基础资源,包括泛在网络(有线网、无线网)、服务器集群、物联网设备、摄像头等。各类传感器则用于收集、存储实时互动的校园生活学习的环境状态、人员活动轨迹等感测数据;云平台,将基础硬件资源虚拟化与池化,为智慧校园的各种应用提供基础支持,如:资源弹性扩展、均衡负载、虚拟网络等服务。

(2) 支撑层。是智慧校园建设的核心,实现智慧校园各应用系统的完全整合与集成、各应用间的数据互联互通、数据的集中存储与共享、以及统一身份与单点登录,让智慧校园有活力、持久的使用价值。为应用层提供基础数据和缓存机制、定时器、数据传输、数据仓库等服务。包括微服务层和数智中台。

① 数智中台。旨在提供具有稳健性和持续运维能力的数据分析、AI 应用可复用的数智化数据平台。通过对各类数据源的数据获取、清洗与转换,形成标准数据,实现数据资源的集成、存储、计算和分析<sup>[7-8]</sup>。让标准数据在数据平台和各业务系统之间形成良性闭环,实现应用与数据解耦,为用户提供数据服务和支撑。

数智中台集成了大数据、云平台、数字孪生等技术,其架构如图 2 所示。将各类内、外部数据源(如:日志数据、业务数据库、埋点数据以及第三方

爬虫数据或其他录入数据),无论是结构化、半结构化、还是非结构化数据,施行 ETL 或者 ELT 操作后,通过 Hadoop 的 HDFS 来进行存储。其中,Flume 作为日志的数据采集,Sqoop 则将 RDBMS、NoSQL 中的数据同步到 HDFS 上。对于多源异构数据进行分类、存储和处理,须针对不同类型,实行统一数据格式和统一接口封装,然后以对内对外统一的 API 接口提供数据服务。数智中台基于云平台,易于扩充中台的计算、存储能力。

② 微服务层。由各应用拆分的微服务组件组成,每个微服务进程独立运行,完成某一特定功能,一系列松耦合且单独部署的微服务实现完整的应用,每个微服务可以由不同程序语言编写,各微服务之间通过良好定义的 RESTful API 或 RPC 相互通信调用<sup>[9-10]</sup>。该层实现了微服务的个性化订阅;统一鉴权、角色定义、资源分配;以及微服务故障处理和恢复等功能。微服务并不绑定某一具体技术,易于高扩展。

(3) 应用层。就是一个面向师生服务的入口和信息展示的系统平台,涵盖智慧管理服务、智慧教学、智慧科研等多领域应用业务。通过各类终端应用为不同用户、不同应用场景提供个性化服务,具体表现为不同需求的功能模块。

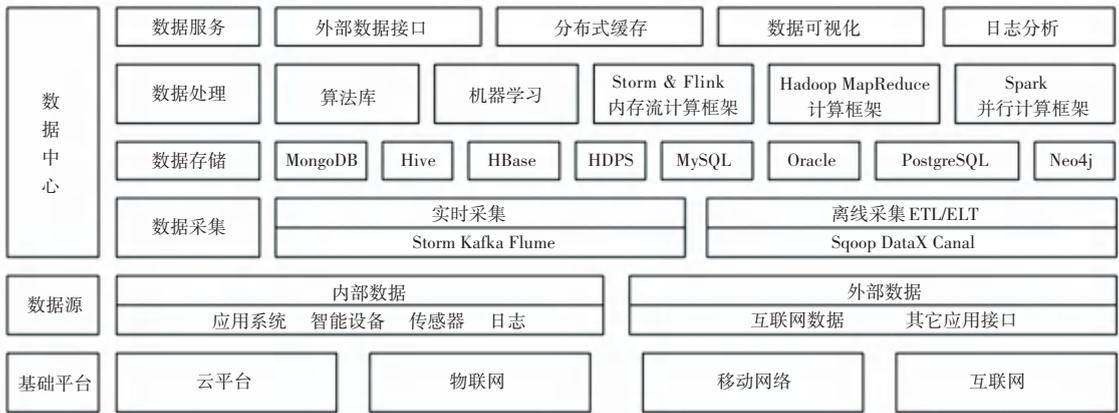


图2 数智中台架构图

Fig. 2 Architecture diagram of the digital intelligence middle platform

## 1.2 功能架构

基于 Web3D 智慧校园是数字化赋能教育的应然态势,涵盖了众多层面,包含了校园基础设施、云

数据中心、信息门户、智慧校园应用系统以及管理与保障体系。系统功能组成如图3所示。

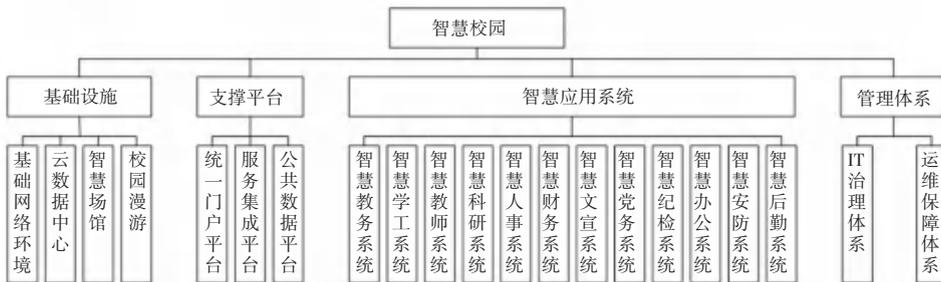


图3 智慧校园系统功能

Fig. 3 Functions of the smart campus system

## 1.3 技术环境

技术环境是应用系统运行的重要支撑和保障。其中,硬件环境是系统功能的资源需求;软件环境是系统功能实现的性能需求。为了保障系统安全、稳

健运行以及可扩展、可维护,宜选择主流的产品和技术,从而在系统生命周期内获得足够的支持和帮助。系统用到的开发软硬件环境见表1。

表1 系统开发环境技术选择

Table 1 Selection of system development environmental technologies

架构类型	组成类型	技术选择	功能说明
硬件环境	服务器集群	IBM power system S924 (POWER9 处理器,128 GB 内存)	提供超强的算力
		DellEMC PowerVault ME4 系列磁盘阵列	提供数据存储
	网络设备	Cisco Catalyst 9000 系列交换机和路由器	提供稳定可靠的网络连接
		Aruba Instant OnAP15	提供无线接入点
	智能终端	Hivision DS-2CD754F-EI	人脸识别设备
		Omron D6T-44L	红外人体感应器
	安全设备	Fortinet FortiGate 60F (SD-WAN, FortiGuard)	防火墙设备和防病毒软件
软件环境	基础设施	美的精密机房空调	保证机房的温湿度稳定和稳定的电力保障
	操作系统	APC Smart-UPS SRT 5000VA	系统开发技术构架
	数据库	CentOS 7+	
	项目开发环境	MySQL、PostgreSQL	
	深度学习框架	( Docker+ Nginx ) Vue3+ SpringBoot3	
三维可视化	TensorFlow 2		
	BIM+GIS、BIM+VR/MR		

## 2 关键技术

### 2.1 大数据与数字孪生技术集成

在智慧校园系统中,利用数字孪生技术对整体校园及其建筑、环境、设施进行数字化建模,映射出虚拟化的数字孪生校园,将传统的课堂教学内容与仿真数据进行虚实融合并实时交互,打破信息壁垒,实现智慧校园 Web3D 可视化智慧互动、智能决策。

大数据与数字孪生技术的集成,使得“物理实体与虚拟实体、数据采集系统与数据中心、数据中心与业务应用系统”,以及各模块之间的数据共享和融通更加简捷、充分;而各模块之间的连接方式,利用不同模块支持的数据传送方式、通信协议来完成;数据融通筑牢校园的信息安全,避免数据滥用或泄露风险,从而提升学校管理的整体效率。各模块融通体系如图 4 所示。

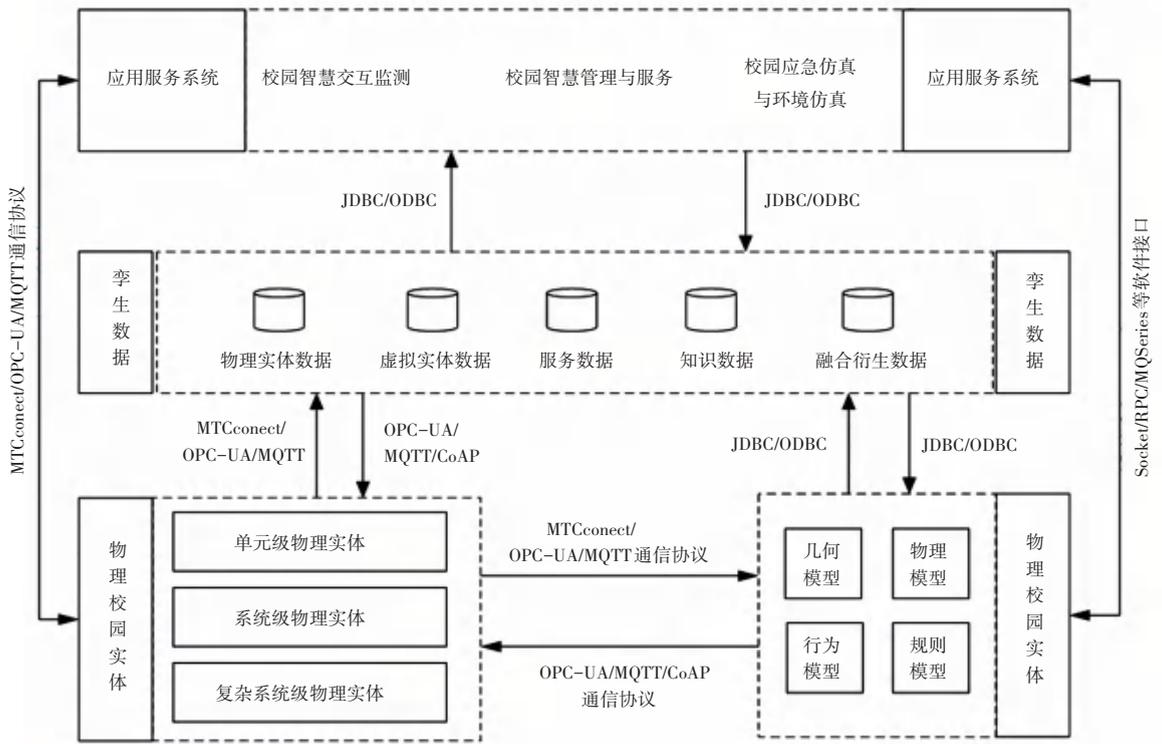


图 4 智慧校园数据融通体系

Fig. 4 Smart campus data fusion and interconnection system

### 2.2 大数据与云平台技术集成

数据资源是智慧校园的核心基石。智慧校园中的数据聚合了办公、教学、科研、学工、财务、后勤等各关联的资源,不仅是支撑教学活动、学生管理、智慧服务的基础数据集,也可以转化为可利用的数据集合挖掘其目标价值。数据资源具有来源复杂、类型差异、体量大、时效性高等特点<sup>[11-13]</sup>。怎样更卓有成效地借助于大数据技术,整合有价值与可产生价值的数据,关键是能够规范数据标准化处理,以便快速挖掘业务数据中的价值。数据标准化处理流程如图 5 所示。

云数据中心可以按需扩展计算、存储、网络资源,是大数据分析 with 挖掘的重要支撑平台。使用大数据技术,对校园的教学、管理、科研等各项业务进

行动态实时分析,为教学和科研决策提供精准的数据支持,实现业务创新,提升教研效率。此外,大数据挖掘中运用深度学习算法(GRU-CNN 方法,结合门控循环单元的卷积神经网络),对业务流程进行监控,可对风险的发生可能性做到自动识别、预测未来的发展趋势,并依据当前数据和预测结果,辅助管理层做出数据驱动的决策。

### 2.3 技术实现

利用大数据、云平台与 BIM+GIS 数字孪生等技术集成<sup>[14-15]</sup>,实现了全空间场景多源异构数据的融合,构建校园的智慧中枢。通过基于 Web3D 可视化开发,以全景虚拟校园的界面直观表达现实校园内外的真实场景环境,构建了高校数据的全方位可视化和实时呈现。通过数字孪生场景层次化和统一数

据管理,管控人员可以随时调取、查看相应实体的详细数据信息、设备运行状态、环境监测等参数;利用可视化实时标记,标识各类突发事件检测预警、学生

管理、事件行为检测等,该功能实现为学生管理、设备维护与安全、应急响应等提供了切实有效的决策科学依据。

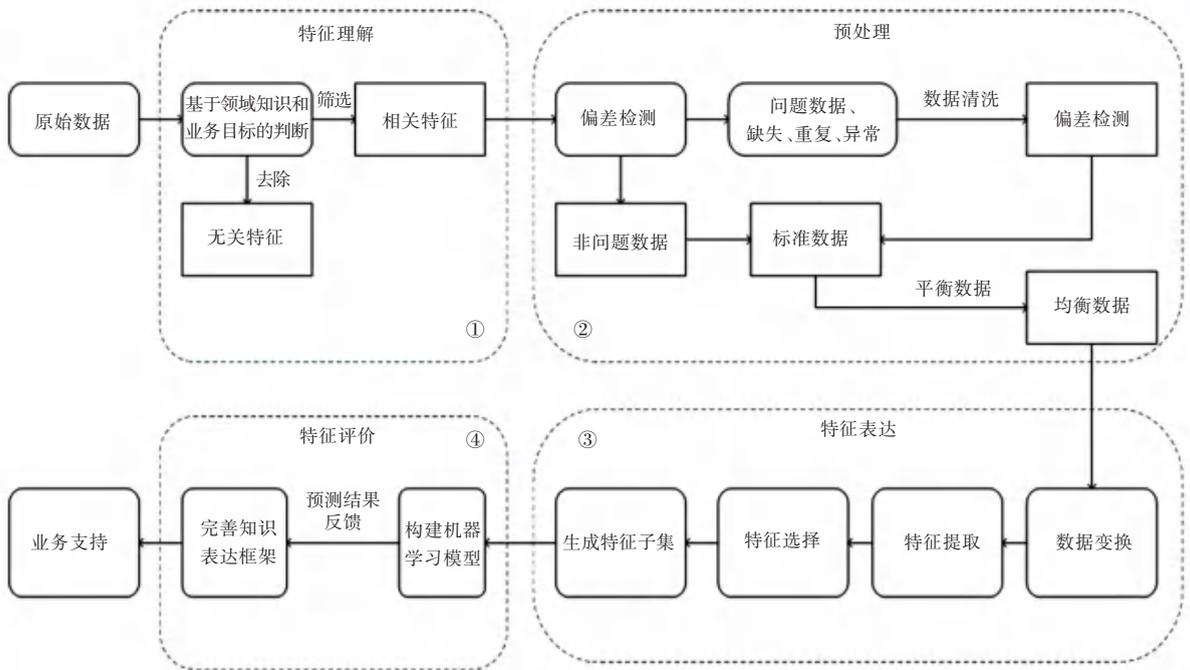


图5 数据的标准化处理流程

Fig. 5 Standardized processing flow of data

高校高质量发展的前提保证是校园安全稳定,传统的人工巡查和简单监控手段已难以满足实时、精准定位和及时反馈的校园安全管理需求。人工巡查等方式会导致数据延迟、错漏混等问题,未能适时反馈出校园安全的秩序现状。智慧校园系统的应用,实现了各种校园运行数据的智能化分析与决策、风险精准识别,教学管理与服务彰显了新的动能。同时,基于CNN-GRU 预测算法<sup>[16-17]</sup>,通过对数据进行分析,对

图像和视频进行行为识别和检测,可以快速收集有关于教学、科研、校园出入、设备平稳状况等不良数据和安全风险。对监测到的不良数据不仅实行早期预警,而且,根据识别出的行为影像,自动对安全隐患的程度、位置、时间和类别进行分级分类,并呈现在可视化大屏幕上,提高了事件响应的效率;实现风险的事前预测、事中控制和事后分析,确保校园运营的稳定性和安全性。数字孪生可视化大屏见图6所示。



图6 数字孪生可视化大屏

Fig. 6 Digital twin visualization large screen

总之,智慧校园系统以其强大的资源整合能力、智能化的服务体系、可视化的过程监控以及高效的数据分析和辅助决策能力,正悄然改变着校园的管理模式和师生的学习方式,有效地推动了学校的制度创新、管理创新,助力高校降本增效,提升人才培养质量。

### 3 建设水平评价

FAHP<sup>[18]</sup>是将定性评估转化为定量分析的模糊层次综合评价的系统方法之一,在一定程度上有效避免了因评价对象主观因素不同对系统分析打分所产生的负面影响,使得评价过程更加合理、真实和准确。

FAHP 法的执行流程如下:

(1) 确定智慧校园建设水平评价指标体系(依据发布于 2018 年 5 月中旬的《江苏省智慧校园建设指导意见(试行)》<sup>[19]</sup>和研析相关文献之后,创设了评价指标体系的底稿,利用 Delphi 法提请 5 位业内实践的专家,对指标进行打分、多次修订,直至确立了智慧校园建设水平评价体系),构建评价指标的层次结构(自下而上)。一级指标为评价准则层,二级指标为方案层。

(2) 计算各指标的权重值,构建各层次影响因素,即指标的模糊互补判别矩阵  $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 。根据评价指标的层次结构,参照李健平<sup>[20]</sup>(2022)提出的相对重要性 0.1 ~ 0.9 标度法,设计和发放指标权重调查问卷,获取智慧校园建设情况相关数据,构建模糊互补判别矩阵。需要注意的是,当模糊矩阵  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  中的元素满足  $a_{ij} + a_{ji} = 1$  时,此时矩阵为模糊互补矩阵。

(3) 一致性检验,消除问题复杂性和主观性判断的误差,将模糊互补判别矩阵  $A$  转换为模糊一致性矩阵  $R$ 。文中为了获得模糊一致性矩阵  $r_{ij} = r_{ik} - r_{jk} + 0.5$ ,需要将模糊互补矩阵各行进行求和,即  $r_i = \sum_{k=1}^n r_{ik}$ ,通过如下公式计算得到一致性矩阵  $R$ :

$$r_{ij} = \frac{r_i - r_j}{2(n - 1)} + 0.5 \quad (1)$$

其中,  $n$  表示矩阵阶数。

(4) 算出指标的综合权重并排序。通过权重值公式:

$$W = \frac{1}{n} - \frac{1}{2a} + \frac{1}{na} \sum_{k=1}^n r_{ik}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

其中,  $a = \frac{n - 1}{2}$ 。

计算矩阵  $R$  的权值,再将一级指标、二级指标或

三级指标的权值累乘、逐级合并,最终算得指标的综合权重、以及一个层级的总排序。

为了验证  $W_i$  的准确度,选用一致性验证指标:最大特征值  $\lambda$  和  $CR$ ;当运算得出的  $CR < 0.1$  时,则该矩阵通过一致性检验,所取得的权重值具有理论价值;否则,将反之。研究推得的公式具体如下:

$$\lambda = \sum_i^n \frac{(AW)_i}{nW_i} \quad (3)$$

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (4)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

按矩阵阶数  $n$  得到的  $RI$  值见表 2。

表 2 智慧校园评价权重分析

Table 2 Weight analysis of smart campus evaluation

$n$	1	2	3	4	5	6	7
$RI$	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32

(5) 对智慧校园建设水平进行赋权与综合评判。制定评价集,采用最大隶属度法,确定评价指标隶属度,再经由单因素评判矩阵,对评价主体展开评议。

隶属度确定采用 Likert 5 级评分制,将专家在各评价指标下对等级判定的频数折算成隶属度,并运算其评价向量。如有 30% 专家认为该指标很好,记作 0.3;有 0 人认为该指标较差,则记作 0,以此类推,得出某一项指标的隶属度。智慧校园评价指标体系权重和隶属度见表 3。

根据得到的二级指标的隶属度,建立单因素模糊评判矩阵,计算评价向量,按照最大隶属度法的原则,对照评判集  $V$  (5 级分制),得出最终评议结论。

例如:根据表 3 智慧校园之智慧管理的单因素评判矩阵:

$$X_2 = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

计算出智慧管理的评价向量:

$$B_2 = W_2 X_2 = (0.31 \quad 0.26 \quad 0.23 \quad 0.20)$$

$$\begin{pmatrix} 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B_2 = (0.19 \quad 0.43 \quad 0.33 \quad 0.05 \quad 0)$$

表3 智慧校园评价指标体系权重和隶属度

Table 3 Weight and membership degree of evaluation index system for smart campus

目标层	准则层	指标层	综合权重	隶属度
智慧校园建设水平评估	智慧服务 $C_1$ (0.18)	学生服务 $C_1P_1$ (0.60)	0.108 0	(0.3,0.5,0.2,0,0)
		教师服务 $C_1P_2$ (0.40)	0.072 0	(0.3,0.3,0.3,0.1,0)
	智慧管理 $C_2$ (0.21)	学生管理 $C_2P_1$ (0.31)	0.065 1	(0.2,0.5,0.3,0,0)
		教学科研管理 $C_2P_2$ (0.26)	0.054 6	(0,0.4,0.4,0.2,0)
		人力资源管理 $C_2P_3$ (0.23)	0.048 3	(0.3,0.4,0.3,0,0)
		产教融合 $C_2P_4$ (0.20)	0.042 0	(0.3,0.4,0.3,0,0)
	智慧资源 $C_3$ (0.20)	仿真实习实训资源 $C_3P_1$ (0.38)	0.076 0	(0.3,0.4,0.3,0,0)
		专业课程设置 $C_3P_2$ (0.25)	0.070 0	(0.3,0.5,0.2,0,0)
		职业技能培训 $C_3P_3$ (0.28)	0.056 0	(0,0.1,0.4,0.3,0.2)
	智慧环境 $C_4$ (0.22)	校园网络 $C_4P_1$ (0.39)	0.085 8	(0.3,0.4,0.3,0,0)
		数据中心 $C_4P_2$ (0.33)	0.072 6	(0.4,0.4,0.2,0,0)
		教学设施 $C_4P_3$ (0.28)	0.061 6	(0.3,0.4,0.3,0,0)
	智慧安保 $C_5$ (0.18)	视频监控 $C_5P_1$ (0.32)	0.054 9	(0.3,0.3,0.2,0.4,0)
		进出管理 $C_5P_2$ (0.30)	0.060 3	(0.4,0.4,0.3,0,0)
	智慧保障 $C_6$ (0.19)	组织保障 $C_6P_1$ (0.35)	0.063 0	(0.3,0.3,0.4,0,0)
		经费保障 $C_6P_2$ (0.65)	0.117 0	(0,0.4,0.3,0.2,0.1)

由此,求得智慧校园之智慧管理的评估值:

$$S_2 = \mathbf{B}_2 \mathbf{V} = (0.19 \quad 0.43 \quad 0.33 \quad 0.05 \quad 0) \begin{pmatrix} \hat{e}_5 \\ \hat{e}_4 \\ \hat{e}_3 \\ \hat{e}_2 \\ \hat{e}_1 \end{pmatrix} =$$

3.76

于是,得出了一个最终评定:智慧校园之智慧管理的评估处于“一般”水平。

建设智慧校园不仅需要完善的技术支持,也需要高素质的人才支撑。学校应建立与之相应的机制,引进高层次人才,加强团队建设和专业培训,提升专业综合与专业技能。同时,智慧校园的建设需要与学校教育教学、实习实训、产教融合、管理服务等其他方面的密切协调,在保障学校数据安全、隐私防护、长期稳定的基础上,不断提升服务水平和服

务效率。只有通过这些方面的协同努力,才能实现智慧化的教学与教育服务,为师生提供更加智慧、安全、舒适的学习与生活体验。

## 4 结束语

建设与教育现代化发展相适宜的智慧校园是一项系统工程,采用大数据、云平台、Web3D可视化与数字孪生等技术集成,实现了基于微服务和数据中台架构的智慧校园系统设计与建设,实现“数据集约共享、各子系统互联互通、风险可防可控”的校园智慧管理,为相关衍生系统开发提供了有效的可行性方法。云平台的集成应用,提升了基础资源的优化整合能效,为业务扩展需求和未来发展构筑数字基础。为高校教育创新和学生发展注入新的动能,也为大数据与数字孪生驱动的智慧城市构建提供建设新策略。

## 参考文献

- [1] 贾润亮. 基于数据中台的高校智慧校园建设对教学改革的影响分析[J]. 山西财政税务专科学校学报, 2021, 23 (5): 70-73.
- [2] 马赛力. 开放大学的智慧校园建设案例分析[J]. 集成电路应用, 2020, 37 (12): 31-33.
- [3] 聂东, 张伟东. 物联网技术在智慧校园建设中的应用[J]. 福建电脑, 2020, 36 (10): 141-142.
- [4] 王欢, 赵成嵘, 张雯. 基于微服务和中台架构的智慧校园基础平台设计[J]. 电子技术, 2023, 52 (10): 31-33.
- [5] 叶维裕, 陈景. 基于微服务的智慧校园平台建设研究与实践[J]. 电子测试, 2022 (15): 82-84.
- [6] 刘杰, 何小波. 微服务在智慧校园建设中的应用[J]. 计算机时代, 2021 (7): 31-33.
- [7] 姚峰, 程筱箐. 数据中台架构在智慧校园建设中的应用与研究: 以南京财经高等职业技术学校智慧校园建设为例[J]. 数字通信世界, 2022 (12): 126-130.
- [8] 柯军, 沈天云. 在中职智慧校园建设中应用大数据平台的研究[J]. 山西青年, 2021 (24): 189-190.
- [9] 于曼, 黄凯, 张翔. 基于微服务架构的 ETC 数据层平台的设计与实现[J]. 计算机应用与软件, 2021, 38 (7): 29-34.
- [10] 秦丽娜. 大数据技术在高校智慧校园建设中的应用研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2021, 33 (19): 249-251.
- [11] 陈铁权. 基于大数据技术的决策型智慧校园系统设计[J]. 船舶职业教育, 2021, 9 (6): 35-38.
- [12] XIE Chaoman. Construction of smart campus cloud service platform based on big data computer system [J]. Procedia Computer Science, 2022, 208:583-589.
- [13] LI Weiguang. Design of smart campus management system based on Internet of Things technology [J]. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2021, 40 (2): 3159-3168.
- [14] HAN Xu, YU Hua, YOU Wenhao, et al. Intelligent campus system design based on digital twin [J]. Electronics, 2022, 11 (21): 3437-3437.
- [15] BEI W, RUOYAN H, HUANYU L, et al. Research on intelligent campus system design based on BIM & VR/AR technology [J]. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 1885 (5):052050.
- [16] 杨威, 蒲彩霞, 杨坤, 等. 基于 CNN-GRU 组合神经网络的变压器短期故障预测方法[J]. 电力系统保护与控制, 2022, 50 (6): 107-116.
- [17] 党建武, 从筱卿. 基于 CNN 和 GRU 的混合股指预测模型研究[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57 (16): 167-174.
- [18] 刘康康, 杨超, 薛仰孝. 基于 FAHP 组合赋权 TOPSIS 的电能质量综合评估[J]. 智能计算机与应用, 2021, 11 (9): 103-107.
- [19] 李璐, 王运武. 高校智慧校园评价指标体系研究[J]. 现代教育技术, 2020, 30 (5): 87-93.
- [20] 李健平. 基于模糊层次分析法合肥市贾大郢安置房项目造价风险管理研究[D]. 合肥:安徽建筑大学, 2022.