

文章编号: 1005-8451 (2021) 05-0015-04

边缘计算在铁路教育培训平台中的应用研究

洪 铂, 惠 伟, 朱韦桥

(中国铁道科学研究院集团有限公司 电子计算技术研究所, 北京 100081)

摘要: 铁路教育培训平台是服务全路企业的公共教育培训系统, 覆盖全路职工、干部和党员的教育培训。简述边缘计算技术及其优势, 分析铁路教育培训平台当前面临的发展要求及挑战, 探讨在5G移动通信等新技术与铁路企业教育培训业务融合创新的技术方案中, 引入边缘计算模式对该平台网络和系统架构加以改进, 有助于支持新型教学形式, 提高平台应用性能和智能化水平, 进一步提升用户体验, 增强培训管理机构对复杂场景的应对能力, 助力铁路教育培训大数据分析。

关键词: 铁路企业; 教育培训; 5G 移动通信; 边缘计算; 系统架构

中图分类号: U29 : F530.6 : TP39 **文献标识码:** A

Research on application of edge computing in railway education and training platform

HONG Bo, HUI Wei, ZHU Weiqiao

(Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China)

Abstract: The railway training and education platform is a public training and education system for all railway enterprises and caters for the need of training and education of all national railway workers, cadres and members of the Communist Party. A brief introduction is made to edge computing and its advantages. Aiming to meet the development requirements of the platform and to tackle its challenges, it is explored how to introduce edge computing to reshape the network and system architecture of the platform in the technical solution to innovative integration of new technologies, such as 5G mobile communication, and education and training business of railway enterprises, which can better support new teaching forms, improve the platform application performance and intelligence level, further enhance user experience, boost the training management organization's ability to deal with complex scenes, and facilitate the big data analysis of railway education and training.

Keywords: railway enterprise; education and training; 5G mobile communication; edge computing; system architecture

2020年, 我国5G移动通信技术正式进入商用阶段, 其高速度、低功耗、低时延特性被各行业广泛关注。同时, 高清视频教学、AR/VR实验、双师课堂等新型教学形式也在不断地冲击着教育培训行业。

铁路教育培训平台是服务全路企业的公共教育培训系统, 覆盖全路职工、干部和党员的教育培训。通过5G移动通信等新技术与铁路企业教育培训业务的融合创新, 可进一步完善铁路教育培训平台, 支持新型教学形式, 更好地适应铁路企业职工人数众

多、分布区域广、人员构成复杂的特点。

分析铁路教育培训平台当前面临的发展要求及挑战, 利用边缘计算在靠近物或数据源头的网络边缘侧提供的计算、存储等边缘智能服务^[1-3], 提高铁路教育培训平台的应用性能和智能化水平, 进一步提升用户体验。

1 边缘计算简介

边缘计算是云计算框架下的一种系统架构, 通过在靠近数据源的网络边缘侧部署边缘节点设备, 具备计算、缓存和本地应用功能; 边缘节点与云中心协作, 支持实时业务、敏捷连接、应用性能优化, 改变传统网络架构中由数据中心集中存储和处理数

收稿日期: 2020-12-18

基金项目: 中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划 (N2020S004);
北京经纬信息技术有限公司科研项目 (DZYF20-29)

作者简介: 洪 铂, 工程师; 惠 伟, 高级工程师。

据的方式。利用靠近数据源端的网关、基站、服务器、智能终端等边缘节点设备，完成部分原来由数据中心承担的数据存储与处理任务，通常把仅在本地使用的数据、要求低延时和快速响应的业务处理以及安全敏感数据等放在边缘端设备，提高服务响应速度，保证数据安全，为用户提供更好的体验。

边缘计算的优势主要有3个方面：（1）在靠近数据源端就近完成数据处理，降低传输时延，提高数据处理效率；（2）与云中心相比，边缘计算和存储成本更低；（3）对云端依赖性低，可降低数据传输错误率和单点故障率。

2 铁路教育培训平台的现状、发展及挑战

2.1 铁路教育培训平台的现状

铁路企业对职工培训信息化一直十分重视，2008年上线运行的铁路组织人事管理信息系统设置有干部培训功能。2018年在该系统升级改造时，对培训功能全面强化，搭建独立的铁路教育培训平台，使其覆盖全路职工、干部和党员。

经过2期系统建设，该平台目前具备铁路企业培训需求管理、培训计划、培训实施、培训评估及培训预算、培训报销等管理功能，基本涵盖教育培训管理全过程，还可为用户提供业务分析功能，实现与相关系统的数据交互与共享。

目前，利用该平台整合中国国家铁路集团有限公司及所属单位、铁路外各高校和培训基地教育资源的相关工作已经开展，正在建设网络学习和手机App。

2.2 平台发展的要求及挑战

2020年，在新冠疫情防控进入常态化背景下，各类教育培训平台得到快速发展。通过技术与应用融合创新，铁路教育培训平台有望为铁路企业职工提供更为丰富的培训内容，帮助企业教育培训管理部门改善培训管理，取得更好的系统应用成果。

（1）实施精准化培训管理

铁路教育培训平台包括铁路所有在职职工，覆盖铁路相关的各类专业和工种，具有学员人数众多、个人情况复杂、课程种类繁多、考核方式多样的特点，只有快速、精准地取得管理数据，通过数据分析及时掌握铁路教育培训状况及存在问题，才能更

快地制定或调整培训政策和培训内容，实现培训管理精准化。

（2）丰富培训内容和方式

利用5G移动通信高速度、大带宽、低延时、海量互联的优势，高清视频传输不再是瓶颈，高清直播、VR/AR视频、游戏应用将更加广泛，双师课堂可能成为铁路企业教育培训的新模式，使在线教育形式更加丰富多彩；而边缘计算可为高清视频的缓存、画面的渲染提供技术支持。

（3）满足铁路企业个性化教育培训需要

铁路企业教育培训工作具有行业统一规范，但因单位性质和主要职责不同，也有鲜明的个性化培训需求。铁路教育培训平台不仅应满足铁路行业一般性需求，也应为企业提供个性化教育培训服务，可将计算量要求较低、个性化特征明显、与云端交互量较少的功能部署在边缘侧节点，由边缘侧节点先对数据进行预处理和缓存，再上传到云中心存储和进一步处理，有利于减少网络带宽占用，减轻云中心计算负荷。

3 铁路教育培训平台架构设计

3.1 网络架构

基于边缘计算构建铁路教育培训平台，将促使平台由传统的“云到端”计算架构演进成为新兴的“云-边-端”计算架构，如图1所示。

铁路教育培训平台的主体应用功能部署在云端，平台运维管理终端设置在核心网络中，确保系统主体运行安全。

在边缘侧将部署具有缓存能力的基站，增加计算节点和缓存节点，部署本地独立应用，对采集的数据进行实时处理，支持AI计算和数据缓存，提供图像渲染、视频缓存、数据过滤等服务。

采用具有独立计算能力的终端设备，可对本地采集的数据进行预处理，提高平台整体数据处理能力，也利于降低网络数据传输量。例如，利用智能手机提供的计算能力，可以对学员双眼的关注点进行捕捉，过滤掉学员关注度不够的事件，从而减少云中心业务应用计算的数据量。

3.2 系统架构

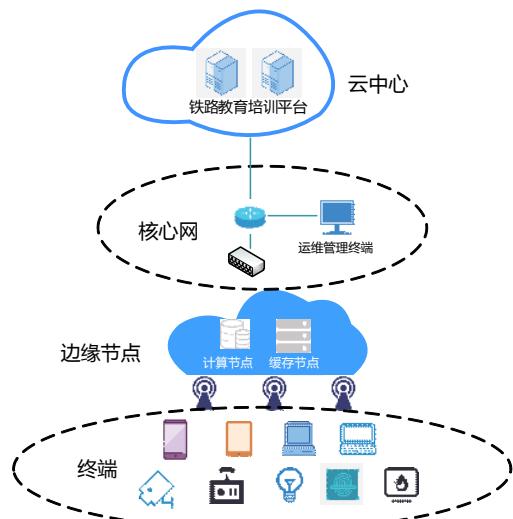


图1 铁路教育培训平台网络架构

3.2.1 传统的铁路教育培训平台系统架构

在传统的铁路教育培训平台中，各种系统资源和业务服务部署在云中心，实现集中化存储与计算，如图2所示。

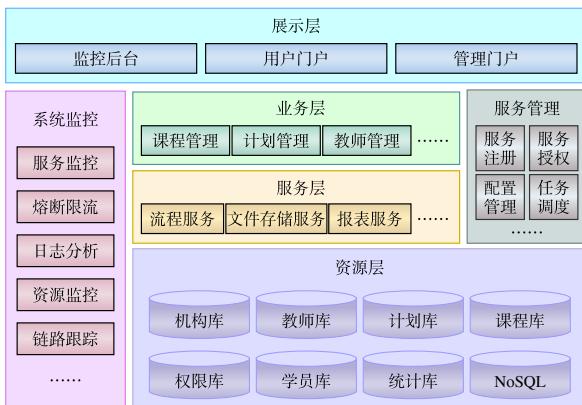


图2 铁路教育培训平台的传统系统架构

(1) 展示层：为用户提供监控后台、管理门户和用户门户（含教师和学员）3种操作界面，终端设备需支持多种浏览器和主流移动设备。

(2) 业务层：根据展示层的需求，将教育培训业务封装为各种服务，包括课程管理、计划管理、教师管理等。

(3) 服务层：为平台提供公共服务支持，包括流程服务、文件存储服务、报表服务等。

(4) 资源层：包括教育培训平台所管理的所有资源，如：教学机构库、培训教师库、培训课程库等。

(5) 系统监控：自上而下贯穿业务层、服务层、

资源层，全面监控平台的服务和资源，提供服务日志分析、链路跟踪、熔断限流等服务。

(6) 服务管理：对业务层、服务层的服务提供服务注册、服务授权、任务调度等功能。

3.2.2 基于边缘计算模式的系统架构

在铁路教育培训平台的传统系统架构下，仅利用5G网络提供的高带宽数据传输，虽可支持含1080P在内的高清视频播放业务和百人左右的直播课堂，但在弹性计算能力、处理VR/AR渲染、数据预处理等方面存在一定限制。因此，基于边缘计算对系统架构进行改进，如图3所示。

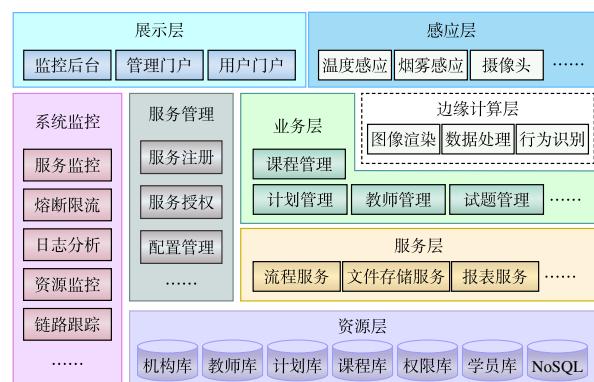


图3 基于边缘计算的铁路教育培训平台系统架构

在新的系统架构中，增加了感应层和边缘计算层。其中，感应层包括温度、湿度、烟雾等各种传感器，也包括智能摄像头、智能手持终端等，可增强平台的情景感知能力；边缘计算层是在靠近物或数据源头设置的网络边缘节点，既可为用户门户提供图像缓存和渲染计算，还可对感知层采集的数据进行汇聚和处理。

设置感应层和边缘计算层有助于提高平台整体处理性能和智能化水平，充分发挥边缘计算模式在缓解网络带宽压力、增强服务响应能力等方面的优势^[4]；将数据过滤功能放在边缘节点服务器甚至直接推向智能终端，可以显著减少网络传输数据量；将人脸识别、关注度模型、暴力行为检测等计算功能部署在边缘节点，支持平台智能化运营和精细化培训管理；为高清视频的传输提供边缘缓存、视频渲染计算，可显著降低延时，有助于提高用户体验；通过平台情景感知赋能，可让现场教学和线上教学有效结合，改善培训场所的舒适度和安全性。

4 应用探索

4.1 改善用户体验

(1) 利用边缘计算模式下基站缓存、透明缓存等技术, 可将培训内容缓存到网络边缘, 让学员就近获取学习内容, 避免教学内容重复传输^[5]。

(2) 利用边缘计算模式下的移动内容分发网络为视频传输选择合适的码率、拥塞控制策略等, 实现超高清视频的高效传输^[6], 使移动设备获得与传统互联网设备一样的流量承载能力, 让数以百万的学员使用不同设备同时参与课程直播, 如图4所示。

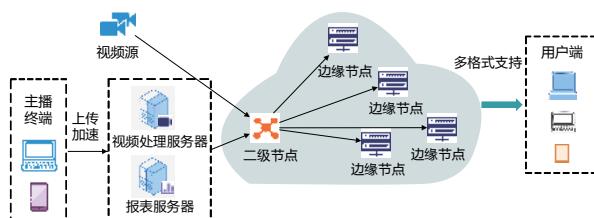


图4 铁路教育培训平台的CDN拓扑图

(3) 将VR/AR的图像渲染处理交由网络边缘节点完成, 不仅可以增强渲染效果, 降低终端设备的存储要求, 还可以提高服务响应速度^[7]。

总之, 边缘计算模式可以有效地降低培训内容的传输时延, 为用户提供更丰富、迅捷的培训内容, 显著改善用户体验。

4.2 提高培训管理机构对复杂场景的应对能力

在教育培训过程中, 需要对人员聚集的食堂、教室、考场等人员密集场所进行监控。利用5G网络, 将电磁、烟雾监控设备、摄像头与台式机、笔记本、平板电脑、手写板等培训、考试设备接入铁路教育培训平台, 直接与网络边缘节点连接, 既解决“云端”交互的异构接入和传输时延等问题^[8], 还对集中培训时段内学员考勤、异常行为进行监控, 全面提高铁路教育培训平台的智能化水平。

4.3 助力铁路教育培训大数据分析

(1) 铁路教育培训平台不仅要为广大铁路职工提供丰富的培训资料, 方便个人学习, 还需要为培训管理提供支持。教育培训管理部门可通过平台掌握学员对教学内容的使用情况、学员学习进展情况,

以及各单位培训工作情况。对铁路企业每年近亿人次的培训进行智能化分析, 并提供可视化界面, 帮助铁路教育培训管理部门监管铁路企业职工教育培训工作, 及时实施指导和制定针对性策略。

(2) 对用户浏览时间过短、培训内容浏览异常、或用户打开却未观看的数据进行过滤, 只将有效的数据传输到云端进行计算, 不仅可减少数据传输量和存储量, 还为大数据分析做好数据预处理, 有助于实现教学内容的精准推送。

5 结束语

随着5G移动通信技术的不断普及, 教育培训内容全高清时代已为时不远。在5G移动通信技术与铁路教育培训业务的融合创新中引入边缘计算模式, 有助于支持新型教学形式, 增强平台的整体应用性能和智能化水平, 改善用户体验。

今后, 还将研究平台与物联网技术应用的融合创新, 进一步提升该平台的智能化水平, 使铁路企业教育培训实现决策、控制、反馈、再决策、再控制、再决策和再反馈的精细化闭环管理^[8], 提高职工对教育培训工作满意度和对企业的认同感。

参考文献

- [1] 端嘉盈, 沈海燕, 李智. 边缘计算在铁路“智能车站”物联网中的应用研究 [J]. 物联网技术, 2020, 10 (10): 53-61.
- [2] 张俊. 边缘计算方法与工程实践 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2019.
- [3] 朱丹, 王晓东. 移动网络边缘计算与缓存技术研究 [J]. 铁路计算机应用, 2017, 26 (8): 51-54.
- [4] 温璋. 高性能CDN流媒体服务器系统设计和实现 [D]. 南京: 南京邮电大学, 2019: 11-14.
- [5] 卜向红, 杨爱喜, 古家军. 边缘计算: 5G时代的商业变革与重构 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2019.
- [6] 杨兴磊, 鲁玉龙, 张俊尧, 等. 基于边缘计算的智慧铁路工地生产管理系统 [J]. 铁路计算机应用, 2020, 29 (10): 26-29.
- [7] 洪钟. 基于视频监控的考场异常行为检测方法研究与实现 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2019.
- [8] 吴佩丽. 服务型云培训平台的闭环培训设计与实现 [J]. 兰州文理学院学报, 2020, 34 (3): 88-92.

责任编辑 桑苑秋