

ICS 33.040.01

CCS M10

T/NIDA

全球固定网络创新联盟

T/NIDA 007-2025

基于智能体的校园网 L4 运维技术要求

Technical Requirements for Campus Network L4 Operation and Maintenance

based on AI Agent

2025-9-26 发布

2025-9-26 试行

全球固定网络创新联盟 (NIDA) 发布

目 次

| | |
|---|----------|
| 前 言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 3.1 智能体 Artificial Intelligence Agent | 1 |
| 3.2 数字地图 Network Digital Map | 1 |
| 4 缩略语 | 1 |
| 5 校园网L4运维代际特征与目标架构 | 2 |
| 5.1 智慧校园运维需求 | 2 |
| 5.1.1 体验保障 | 2 |
| 5.1.2 运维智能化和无人化 | 2 |
| 5.2 校园网络运维L4代际特征 | 2 |
| 5.3 校园网运维智能体与L4高价值场景 | 3 |
| 5.4 校园网络L4运维目标架构 | 4 |
| 6 基于智能体的校园网L4运维技术要求 | 4 |
| 6.1 WiFi网络优化智能体 | 4 |
| 6.1.1 意图 | 4 |
| 6.1.2 感知 | 4 |
| 6.1.3 分析 | 5 |
| 6.1.4 决策 | 5 |
| 6.1.5 执行 | 5 |
| 6.2 监控排障智能体 | 5 |
| 6.2.1 意图 | 5 |
| 6.2.2 感知 | 5 |
| 6.2.3 分析&决策 | 6 |
| 7 基于智能体的校园网运维典型流程 | 6 |
| 7.1 WiFi网络优化智能体 | 6 |
| 7.1.1 智慧宿舍体验优化 | 6 |
| 7.1.2 智慧教室体验优化 | 7 |
| 7.2 监控排障智能体 | 8 |
| 参考文献 | 9 |

全国团体标准信息平台

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利权和著作权。本文件的发布机构不承担识别专利和著作权的责任。全球固定网络创新联盟不对标准涉及专利的真实性、有效性和范围持有任何立场；不涉足评估专利对标准的相关性或必要性；不参与解决有关标准中所涉及专利的使用许可纠纷等。

本文件由全球固定网络创新联盟技术委员会提出并归口。

本文件由全球固定网络创新联盟拥有版权，未经允许，严禁转载。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、江苏省未来网络创新研究院、华为技术有限公司、中国联合网络通信有限公司研究院、中国电信股份有限公司北京研究院、哈尔滨工业大学、南京大学、西安交通大学、东南大学、山东大学、上海科技大学、中国地质大学（武汉）、华中农业大学、中国矿业大学、北京交通大学、厦门大学、兰州大学、湖南大学、西湖大学、温州医科大学、宁波大学、浙江财经大学、深圳职业技术大学

本文件主要起草人：马军锋，刘芷若，王春生，张广兴，田利荣，靳明双，吴波，季平，邓小军，王晨阳，袁新星，韦乃文，吴哲文，杨媛元，李业兴，韩赛，马小婷，于游，蒋冠翔，徐友清，张哲，赵立业，胡轶宁，唐洁，郭晓东，王彬，史德伟，宋焘，叶颖泽，孙磊，陈越，杨阳，郜帅，陈晓筹，李林，宋继冉，罗明，王朝杰，应一凡，董其军，孔琳俊，陈锴，王隆杰

基于智能体的校园网 L4 运维技术要求

1 范围

本文件规定了基于智能体的校园网L4运维技术要求及相关智能体的技术要求。本文件主要针对校园网WiFi网络优化和监控排障两个高价值场景，通过网络管控系统中引入智能体和大模型服务来实现校园网L4运维。

本文件适用于基于智能体的校园网运维系统的建设与测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，标注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- [1]. YD/T XXXX-XXXX 人工智能关键技术 智能体基础技术能力要求
- [2]. T/CCSA 539-2024 数字孪生网络 网络数字地图应用技术要求
- [3]. T/NIDA 002-2024 智慧园区网络智能化运维能力技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 智能体 Artificial Intelligence Agent

可自主或协助人类完成各类预设目标的软件或实体，具备感知认知、记忆、规划、执行等能力，可实现自主理解、长期记忆、规划决策，可执行复杂任务。

[来源：YD/T XXXX-XXXX, 3.1]

3.2 数字地图 Network Digital Map

采用数字孪生网络建模技术，对运行中的物理网络进行逻辑表示，以支持网络的意图管理及呈现。

[来源：T/CCSA 539-2024, 3.1]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

| | | |
|---------|----------|-------------------------------------|
| AI | 人工智能 | Artificial Intelligence |
| AP | 接入点 | Access Point |
| DHCP | 动态主机配置协议 | Dynamic Host Configuration Protocol |
| DNS | 域名服务器 | Domain Name Server |
| IP | 互联网协议 | Internet Protocol |
| NETCONF | 网络配置协议 | Network Configuration Protocol |
| SNMP | 简单网络管理协议 | Simple Network Management Protocol |
| VR | 虚拟现实 | Virtual Reality |

5 校园网 L4 运维代际特征与目标架构

5.1 智慧校园运维需求

5.1.1 体验保障

日益多元化的校园网使用场景，让网络运维从以设备为中心转变成以体验为中心，有如下三方面的体验保障需求：

- 应用体验保障：针对智慧教室互动式教学、虚拟仿真教学、混合沉浸教学等教学新形态，以及远程直播课程等应用，提供带宽、时延、抖动等维度的体验保障。
- 特定用户或设备性能保障：在办公楼、报告厅等重要活动场景下，保证特定用户或设备能够优先接入；针对摄像头、直录播设备等关键接入终端，提供性能保障。
- 网络高并发接入保障：在体育场、报告厅等大型活动场景下，保障多达上千人的无线网络接入。

5.1.2 运维智能化和无人化

校园网设备、终端数的快速增长，伴随业务、用户对网络体验的需求增加，让报障单也随之增加。传统的基于多套运维系统的人工式运维，人均运维数千台设备，难以保障运维效率，导致师生满意度低。尤其在无线网络排障场景，问题复现难度大，需要运维人员现场勘查、复现、定位、分析，极大影响运维效率。因此需要运维系统向智能化、无人化演进，提高运维效率、动态优化网络性能保障用户体验。

5.2 校园网络运维 L4 代际特征

在TMForumIG1401中定义了自智网络L4演进路径，其关键技术为生成式AI与智能体。参照自智网络L4演进规划，结合校园网络运维实践经验，定义校园网络运维自智能能力等级，如表1所示。

表1 校园网络运维自智能能力等级划分

| 自智等级 | 关键技术 | 代际特征 |
|------|----------------|------------------------------|
| L5 | 自学习，自演进 | 无人化 |
| L4 | 生成式AI，智能体，数字孪生 | 对话式运维，体验主动优化，异常主动感知，人对话式系统决策 |
| L3 | 网络可视，智能算法 | 可视化运维，以体验为中心，智能系统辅助人决策 |
| L2 | 网管监控 | 报表式运维，以网络为中心 |
| L1 | 离线工具 | 命令行运维，以设备为中心 |

L1-L5等级特征描述如下：

- L1：离线工具级（以设备为中心）：人工登陆设备操作命令行，通过执行离线工具和人工分析完成运维任务。

- b) L2: 网管监控级 (以网络为中心) : 关键技术为SNMP、NETCONF等协议, 由集中式网管系统对流量、告警等信息进行报表统计, 支撑运维人员分析、决策并闭环运维任务。
- c) L3: 可视化智能级 (以体验为中心) : 关键技术网络可视和智能算法, 由可视化地图对流量、故障、用户体验等数据进行展示, 结合智能分析与辅助决策能力, 辅助运维人员决策并闭环运维任务。
- d) L4: 生成式智能级 (人对话式系统决策) : 关键技术为生成式AI、智能体、数字孪生, 通过自然语言接口支持对话式运维, 通过智能化任务规划、执行与仿真验证, 系统主动完成用户体验优化、异常感知, 除了少数必须人工处理的场景, 多数场景由系统全自动或人对话式系统完成运维任务闭环。
- e) L5: 待定义 (无人化运维) : 代表未来愿景, 目标是实现完全无人化的网络运维。具体技术特征将基于AI自学习自演进能力进一步定义和发展。

5.3 校园网运维智能体与 L4 高价值场景

参考T/NIDA 002-2024中智慧园区的目标场景以及校园网运维实践经验可知, 表2列举的WiFi网络优化和监控排障是当前校园网中智能化、无人化诉求最迫切的运营管理任务, 因此本文件将其定义为校园网L4运维高价值场景, 分别定义对应的智能体技术要求。

表2 智能体与校园网L4运维高价值场景对应关系

| 智能体 | 校园网运维L4高价值场景 |
|-------------|--|
| WiFi网络优化智能体 | WiFi网络优化: 针对高干扰、弱覆盖等导致无线用户体验劣化的场景, 通过调整AP功率、优化负载均衡配置等优化手段, 提升用户体验。 |
| 监控排障智能体 | 监控排障: 1) 日常网络管理监控, 如按需网络资源查询、体验保障、网络健康度监控等, 2) 个障处理, 如无线网络网速慢、信号不好、连不上网等个障问题, 需要定位根因、提供修复建议引导终端重启、检查证书等操作。 |

- a) WiFi网络优化智能体: 针对需要定时优化并可自动执行运维策略的WiFi网络优化场景, WiFi网络优化智能体在设置了运营管理目标的基础上, 自主完成意图-感知-分析-决策-执行的完整运维任务闭环。
- b) 监控排障智能体: 针对需要人工触发或者人工执行运维策略的监控排障场景, 监控排障智能体支持对话式运维能力, 自动完成数据感知和推理分析, 提供决策建议, 辅助提升任务闭环效率。

其他运营管理任务对智能体的技术要求, 可以根据后续识别出的其他高价值场景 (如配置变更, 网络节能) 进一步定义。

5.4 校园网络 L4 运维目标架构

基于智能体的校园网L4运维目标架构如图1所示。其中，数字地图具体技术要求可参照T/CCSA 539-2024。智能体作为运维任务闭环的主体，基于大模型能力，将数字地图、数据底座、小模型算法等更高效地进行任务编排和调用。WiFi网络优化智能体支持负载不均优化、弱覆盖优化等运维任务的自主闭环，监控排障智能体支持个障处理、资源查询等运维任务的辅助闭环。

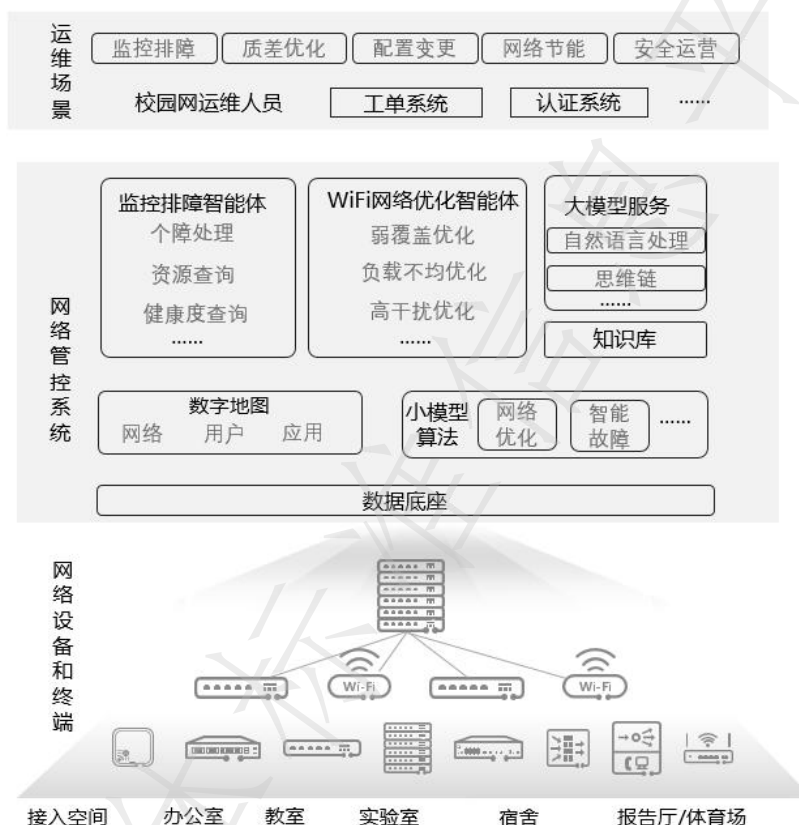


图1 基于智能体的校园网L4运维目标架构

6 基于智能体的校园网 L4 运维技术要求

6.1 WiFi 网络优化智能体

6.1.1 意图

意图能力应支持但不限于如下关键能力：

- 自然语言输入WiFi优化意图，包括但不限于带宽、干扰、覆盖等维度的优化目标。
- 使能网络优化智能体自动任务执行、查看智能体自动任务执行概况。

6.1.2 感知

智能体需要对整网WiFi数据做全面感知，应支持但不限于如下关键能力：

- a) 感知无线网络指标，包括但不限于AP上行信号强度，AP下行信号强度，信道利用率、干扰率、流量等。
- b) 自动识别导致用户体验劣化的相关设备。

6.1.3 分析

根据感知数据，智能体能够自动分析WiFi网络的体验劣化原因，应支持但不限于如下关键能力：

- a) 以运维意图为目标，结合感知数据，通过推理、分析得出用户体验或者应用质量劣化原因，包括但不限于遮挡导致的弱覆盖、信号高干扰、负载不均、非5G优先接入等。
- b) 能够展示支撑分析结论的关键数据，包括但不限于AP功率、AP终端连接数、信号强度、干扰率等。

6.1.4 决策

针对体验劣化原因，自动运行智能化WiFi优化算法，提供优化方案，应支持但不限于计算AP功率最优值、优化AP信道频宽、优化负载均衡配置等。

6.1.5 执行

根据WiFi优化的闭环方案不同以及优化意图的不同，智能体支持的方案执行能力也有差异，应支持如下关键能力：

- a) 自动执行弱覆盖优化，高干扰优化，负载不均优化，非5G优先接入优化等优化方案。
- b) 对于通过意图接口使能自动执行的任务，可自动调用优化算法并执行优化方案；对于未使能自动执行的任务，提供优化方案确认选项或优化建议。
- c) 提示方案执行进度，并展示方案执行后的验证效果。

6.2 监控排障智能体

6.2.1 意图

意图能力应支持但不限于如下关键能力：

- a) 通过自然语言输入监控排障运维意图。
- b) 支持提示常问问题。
- c) 支持展示问题回答思路及结果，提供关键信息的查看入口，提供决策建议。

6.2.2 感知

通过对话而非繁琐的人工分析进行监控排障，需要智能体能够感知分析各类问题所需要的数据，且可能需要三方知识库辅助，应支持但不限于如下关键能力：

- a) 感知设备基本信息，包括但不限于设备型号、厂商、个数、配置等。
- b) 感知有线网络指标，包括但不限于设备状态、设备能耗、网络拥塞状态、网络性能等。
- c) 感知无线网络指标，包括但不限于设备状态、设备能耗、接入体验、漫游体验、吞吐体验指标等。
- d) 感知IPv6流量趋势特征。
- e) 主动感知有线网络异常，生成告警并提示可能根因，包括但不限于转发表项超限、疑似二层环路、单播报文数超限、组播报文数超限，广播报文数超限、接口带宽超限等。
- f) 主动感知特定用户的体验劣化情况。
- g) 回放用户的网络接入记录，包括漫游记录、DNS记录、DHCP协议交互等。
- h) 回放用户的认证过程，包括终端、认证点、认证服务器之间的协议交互。
- i) 智能识别应用类型，针对音视频会议等关键应用，快速测试并部署应用保障策略。
- j) 实时查看并回放端到端的应用体验指标，包括但不限于丢包率、时延、抖动等。
- k) 通过检索本地及三方知识库来提升回答准确度。
- l) 与认证系统通过结构化北向接口对接。

6.2.3 分析&决策

针对不同类型的监控排障意图，监控排障智能体提供的分析能力和回答内容不同，应支持但不限于如下关键能力：

- a) 按区域查询容量、漫游质量等网络级指标。
- b) 按用户名称、类型查询用户级体验指标、统计信息等。
- c) 结合感知数据，通过推理、分析得出用户故障或者体验劣化原因，并提供处理建议。

7 基于智能体的校园网运维典型流程

7.1 WiFi 网络优化智能体

7.1.1 智慧宿舍体验优化

现代大学宿舍对网络的要求日益增高。根据NIDA《高品质万兆AI园区建网技术白皮书》中智慧宿舍的建议指标，四人间宿舍无线网络需支持至少八个终端并发接入、保证至少50Mbps的接入带宽，保障在线学习、实时游戏等时延体验。传统手工运维难以实时保障学生在宿舍的上网体验。WiFi网络优化智能体针对覆盖类、干扰类等宿舍常见的网络优化场景，感知实时数据、自动分析用户体验劣化根因，生成最优修复方案。

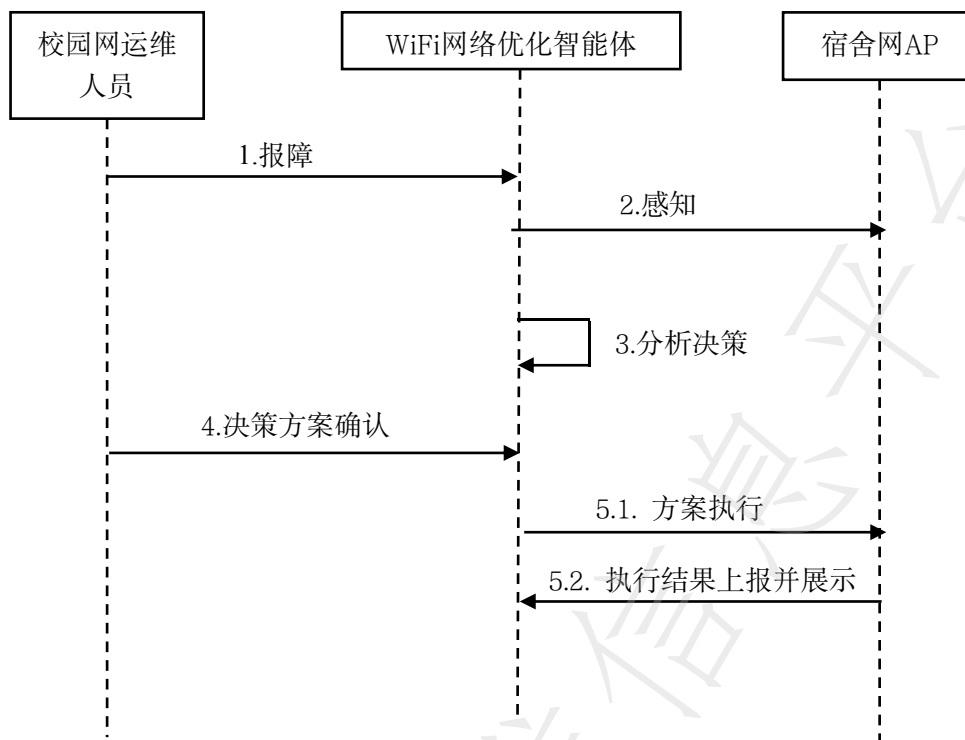


图2 WiFi网络优化智能体运维典型流程示例（智慧宿舍）

图2以终端粘滞2.4G导致宿舍上网体验差为例，说明基于无线网络优化智能体的典型运维流程。

步骤1：接收学生报障后，运维人员在智能体的对话窗口输入问题：用户A在宿舍楼B为什么上网体验差。

步骤2：大语言模型识别运维意图，触发智能体进行数据感知：采集宿舍楼B无线网络信号强度、AP功率等数据，调取用户漫游记录。

步骤3：智能体基于数据感知，分析根因并生成修复策略：结合学生从电梯到走廊到宿舍的行动路径和AP功率配置数据分析，根因诊断为走廊AP的2.4G功率超标，引发漫游粘滞，生成修复策略为降低2.4G功率。

步骤4：运维人员查看根因分析过程，并确认下发修复策略。

步骤5.1：智能体向AP下发修复策略，调整AP功率。

步骤5.2：AP设备上报策略调整后的状态信息，运维人员在网络管控系统中可以查看到AP上2.4G频段在优化前后的功率值，可以看到2.4G、5G接入用户数的前后变化

7.1.2 智慧教室体验优化

根据NIDA《高品质万兆AI园区建网技术白皮书》建议，智慧教室通过整合多媒体设备、传感器和智能互动系统，为师生提供更加动态、高效的沉浸式学习环境，建议为在线课堂保证10~20M带宽，<100ms的时延，为AR及VR培训提供>80Mbps带宽，≤15ms时延。传统网络运维系统无法实时感知学生课堂体验劣化数据并实时调优，难以保证稳定的教学效果和良好的互动性。WiFi网络优化智能体可以定时分析学生课堂体验指标，实时生成优化方案并自动下发。

图3以智能体自动执行负载均衡优化，保障多媒体教室上课体验为例，说明基于无线网络优化智能体的典型运维流程。

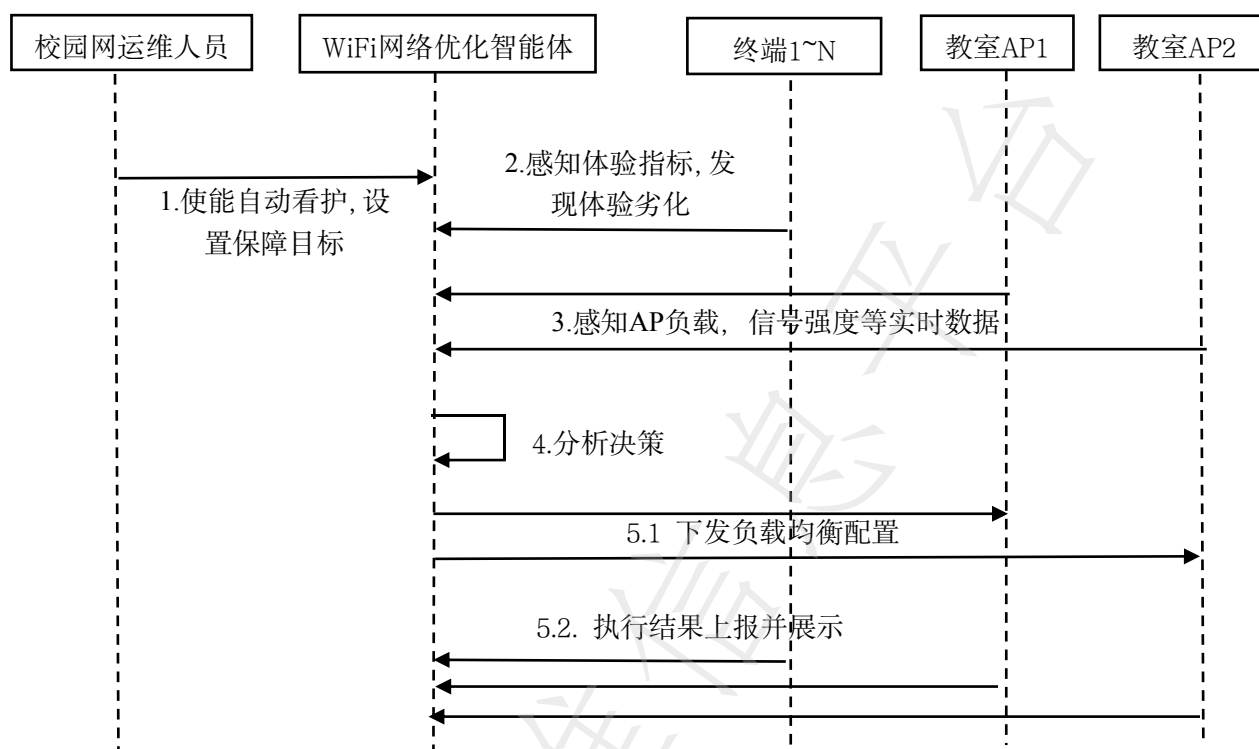


图3 WiFi网络优化智能体运维典型流程示例（智慧教室）

步骤1: 校园网运维人员在智能体对话窗口使能WiFi网络优化智能体自动值守, 指定被保障教室, 设置优化开关。

步骤2: 实时感知带宽、时延、丢包等终端体验参数, 发现不同AP接入人数差异过大。

步骤3: 收集教室AP负载、信号强度等实时数据。

步骤4: 分析AP数据, 得出终端体验劣化的原因为AP负载不均。自动执行算法得出AP功率配置最优解。

步骤5.1: 智能体向各个AP下发负载均衡配置。

步骤5.2: 智能体展示下发结果及终端体验指标恢复情况。

7.2 监控排障智能体

传统校园网运维过程中, 无线网速慢、无线信号不好、无线连不上网络等故障工单占比量大, 网络运维人员需要预约学生时间, 进行现场勘查、复现、分析, 平均需要1-2天才能闭环工单。监控排障智能体可以自动完成故障数据的实时感知与历史回放, 快速提供修复建议。

图4以认证失败导致的用户接入失败为例, 说明基于监控排障智能体的典型运维流程如下:

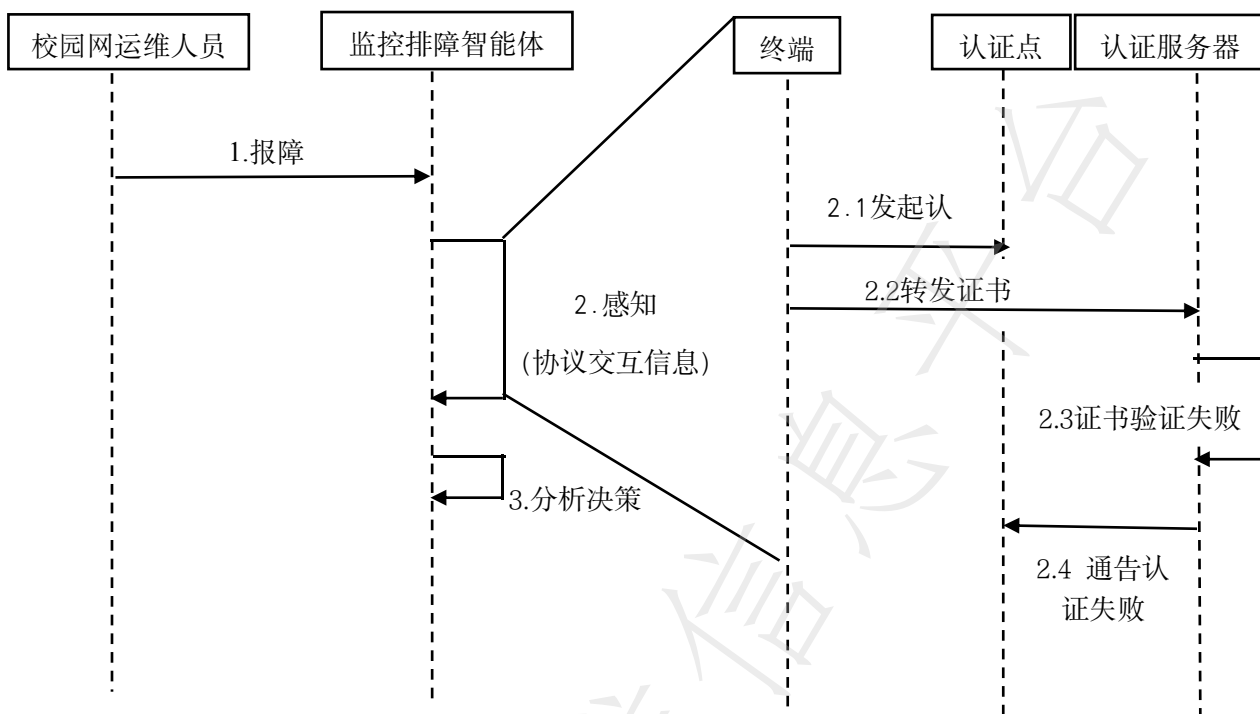


图4 监控排障智能体运维典型流程示例

步骤1: 接收学生报障后, 运维人员通过智能体对话窗口提交故障工单: “用户C于10:00反映网络接入失败, 请分析原因。”

步骤2: 智能体查询用户C的接入认证历史信息。

步骤2.1: 智能体呈现终端向认证点的认证发起历史信息。

步骤2.2: 智能体呈现终端向认证服务器的证书转发历史信息。

步骤2.3: 智能体呈现认证服务器认证失败的历史信息。

步骤2.4: 智能体呈现认证服务器向认证点通告的认证失败历史信息。

步骤3: 智能体分析协议交互信息。生成修复建议: 请检查并重新认证。

参考文献

- [1]. NIDA 高品质万兆 AI 园区建网技术白皮书 (2025 年)
- [2]. TMForum IG1401 TM Forum AN Journey Guide: Level 4 industry blueprint high-value scenarios v6.0.0