AIOps Challenge

2023 CCF国际AIOps挑战赛决赛
暨“大模型时代的AIOps”研讨会

面向服务架构下无故障标注的节点故障识别与分类

赵建波 轻舟队 | 华为技术有限公司

主办单位：中国计算机学会（CCF）、清华大学、中国建设银行股份有限公司、南开大学
承办单位：中国计算机学会互联网专委会、清华大学计算机科学与技术系、中国建设银行股份有限公司运营数据中心、南开大学软件学院、北京必示科技有限公司
赞助单位：华为技术有限公司、国网宁夏电力有限公司电力科学研究院、软通动力信息技术（集团）股份有限公司

团队简介

轻舟队来自华为ICT运维服务部的政企智能运维团队，在2022 AIOps挑战赛中取得冠军。华为政企智能运维团队面向政企千行百业打造了Hi-Ops行业运维服务和Smart-NOS提升服务两大服务品牌和方案，基于华为运维实践，结合IMOC运维平台、NCE-Fabric数字地图和网络服务化等专业产品，为客户提供运维咨询服务、智能运维和运维数据治理方案，助力客户运维数字化转型。

团队成员：

赵建波、董冬冬、邓怀刚、张建科、宋志军、付雄、高松、刘秉钧、杨庭骏、邓博予

目录
CONTENTS

第一章节 选题简述
第二章节 异常检测
第三章节 聚类分析
第四章节 故障识别与分类
第五章节 总结

第一章节

选题简述

选题简述

AIOps Challenge

背景与挑战

- 在智能运维过程中，故障标注并不是一项容易的工作，它不仅费时、费力、费钱，同时，也面临着标注主观性、标注效率、标注质量以及高度依赖专家经验等一系列问题。
- 本届挑战赛首次采用开放式赛题，且不提供详细故障标注，难度升级，挑战空前。但所要解决的问题又是大家共同面临更为普遍的运维难题，具有极高的实用价值。

本方案针对无故障标注问题，提供了解决思路。

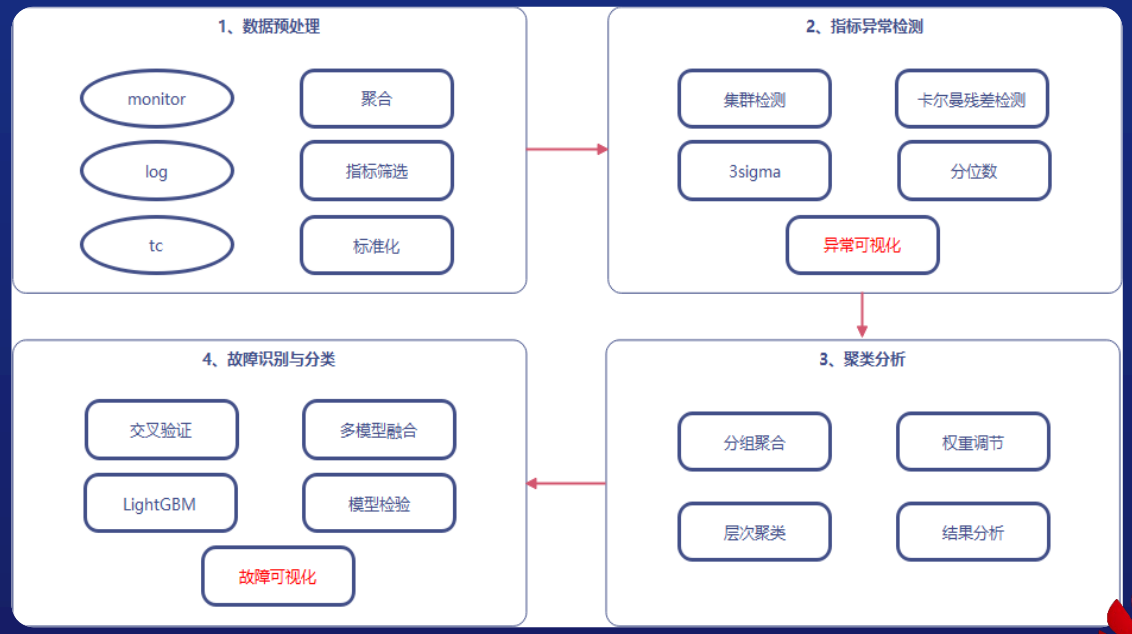
方案流程

① 数据预处理（指标筛选、聚合，数据对齐、标准化等）。

② 构建异常检测模型，检测核心指标数据，并对检测结果做可视化分析。

③ 对异常检测结果做聚类分析，得到典型故障模式，做故障标注。

④ 构建故障识别与分类模型，重新检测故障数据，并对检测结果做可视化分析。



方案整体框架

HUAWEI

第二章节

异常检测

异常检测—方案设计

AIOps Challenge

问题与挑战

- 数据缺失，个别对象没有正常数据。
- 波动幅度不一致，个别对象正常期间浮动较小。
- 数据漂移，故障数据和正常数据基线不一致。
- 局部趋势性，个别指标表现出局部趋势。
- 正常数据不可靠，存在疑似故障。

应对策略

- 集群经验。
- 残差检测。
- 数据筛选、重组。
- 双边检测。

检测流程

① 平稳性检验（DF检验），指标分类，非平稳指标检测残差。

② 构建卡尔曼（实时）预测模型，并由指标值最佳估计，计算估计残差。

③ 运用3sigma、箱型图检测原数据，修正正常数据。

④ 在正常数据中学习节点阈值，融入集群经验，修正。

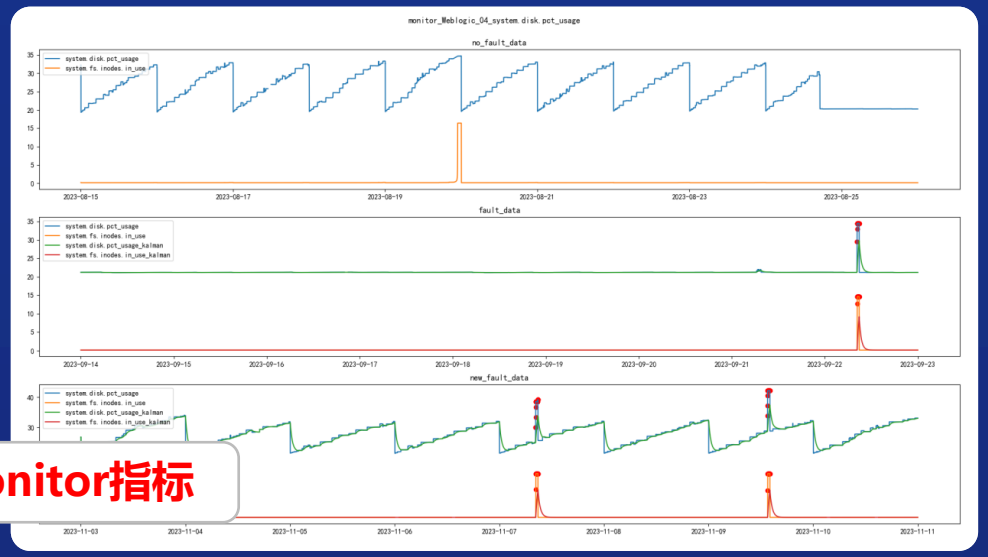
⑤ 按照双边检测配置，逐一检测各对象指标。

⑥ 检测结果过滤，过滤孤立的、稀疏的异常点。

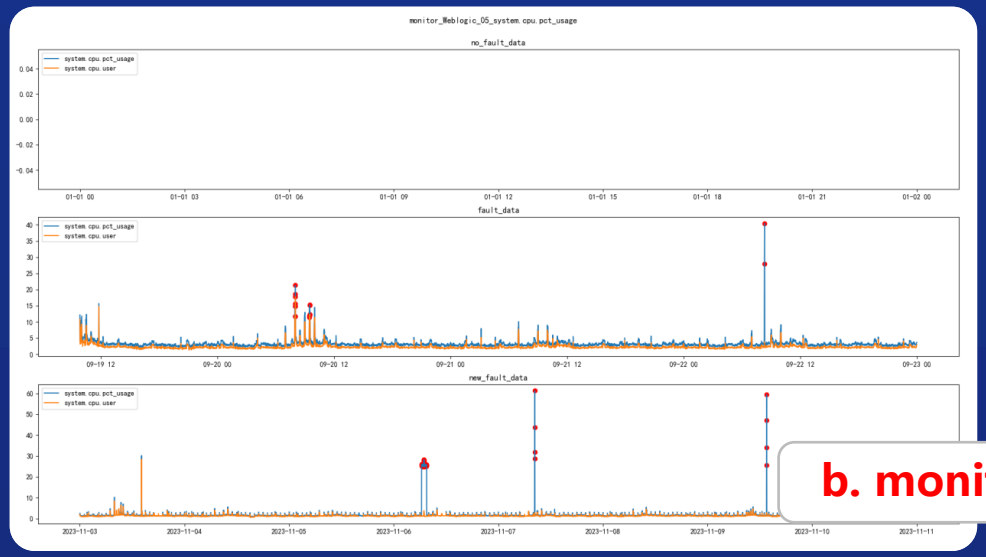
HUAWEI

异常检测—结果可视化

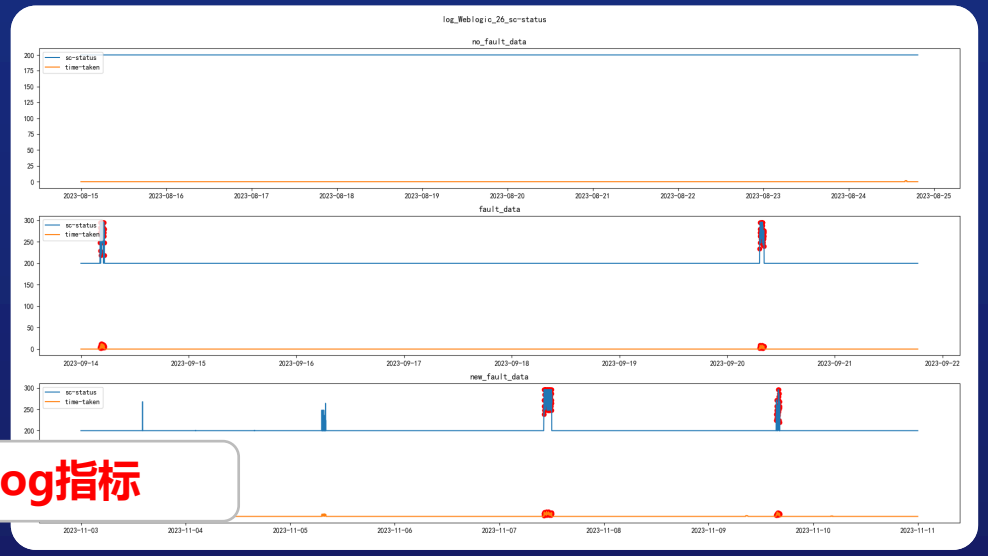
AIOps Challenge



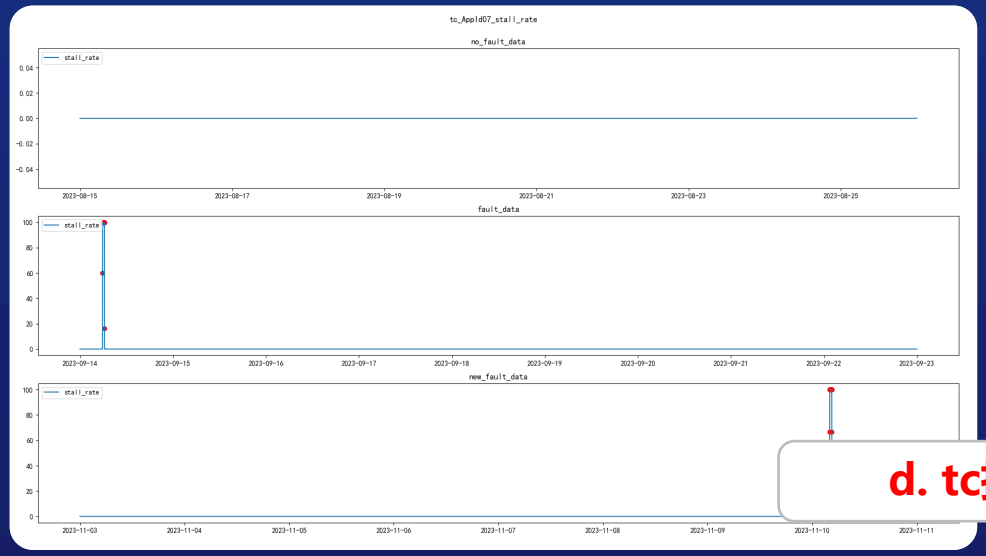
a. monitor指标



b. monitor指标



c. log指标



d. tc指标

HUAWEI

第三章节

聚类分析

聚类分析—方案设计

AIOps Challenge

聚类策略

- 权重调节：结合聚类常用的欧式距离度量方式，权重系数设计为$\omega = \frac{1}{\sqrt{n}}$，n为组内指标数。
- 分组聚合：按异常的时间连续性分组，然后做聚合处理。

聚类流程

① 根据权重调节公式，计算加权后的异常结果。

② 计算异常量化得分（异常指标组数），分隔异常组，组内聚合。

③ 对聚合后的异常组做聚类分析；这里采用层析聚类，可视化效果更好。

④ 聚类效果评估，结合聚类树状图、聚类关联指标以及重要性。

⑤ 聚类结果映射到原数据，做故障标注。

异常检测结果

timestamp	cmdb_id	system.cpu.system	system.cpu.user	system.mem.pct_usage	system.mem.real.pct_useage
2023/9/14 0:00	Weblogic_01	0	0	0	0
2023/9/14 0:01	Weblogic_01	0	0	0	0
2023/9/14 0:02	Weblogic_01	1	1	0	0
2023/9/14 0:03	Weblogic_01	1	1	0	0
2023/9/14 0:04	Weblogic_01	0	0	0	0
2023/9/14 0:05	Weblogic_01	0	0	0	0
2023/9/14 0:06	Weblogic_01	0	0	1	1
2023/9/14 0:07	Weblogic_01	0	0	1	1
2023/9/14 0:08	Weblogic_01	0	0	1	1
2023/9/14 0:09	Weblogic_01	0	0	0	0
2023/9/14 0:10	Weblogic_01	0	0	0	0

权重调节

指标分组加权、异常分组

timestamp	cmdb_id	system.cpu.system	system.cpu.user	system.mem.pct_usage	system.mem.real.pct_useage	weighted_score	group
2023/9/14 0:00	Weblogic_01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2023/9/14 0:01	Weblogic_01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2023/9/14 0:02	Weblogic_01	0.71	0.71	0.00	0.00	1.00	group_1
2023/9/14 0:03	Weblogic_01	0.71	0.71	0.00	0.00	1.00	group_1
2023/9/14 0:04	Weblogic_01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2023/9/14 0:05	Weblogic_01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2023/9/14 0:06	Weblogic_01	0.00	0.00	0.71	0.71	1.00	group_2
2023/9/14 0:07	Weblogic_01	0.00	0.00	0.71	0.71	1.00	group_2
2023/9/14 0:08	Weblogic_01	0.00	0.00	0.71	0.71	1.00	group_2
2023/9/14 0:09	Weblogic_01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2023/9/14 0:10	Weblogic_01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

指标组

异常组

分组聚合

分组聚合后结果

timestamp	cmdb_id	system.cpu.system	system.cpu.user	system.mem.pct_usage	system.mem.real.pct_useage	weighted_score	group
2023/9/14 0:02	Weblogic_01	0.71	0.71	0.00	0.00	1.00	group_1
2023/9/14 0:06	Weblogic_01	0.00	0.00	0.71	0.71	1.00	group_2

聚类关键过程示意图

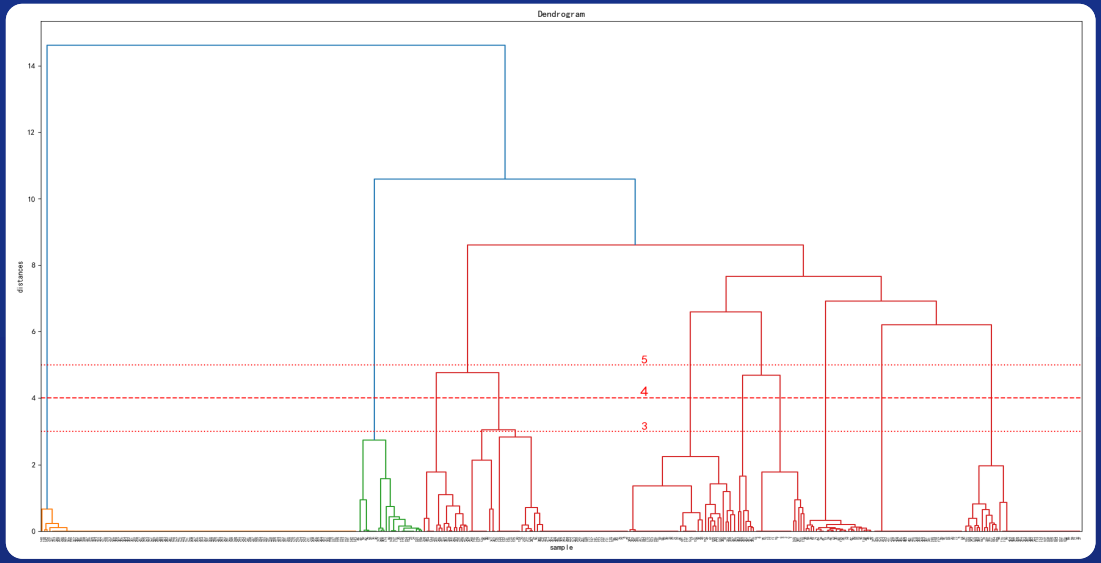
HUAWEI

聚类分析—结果分析

AIOps Challenge

聚类结果可视化

- 结合层次聚类树状图，可以直观看出类之间的距离关系，方便调节聚类策略。
- 选取不同阈值，得到不同聚类数，阈值选取依然是难点。
- 方案中聚类数取9。



抽象故障	关联指标&重要性	推理故障
fault_01	[time-taken(1.00) sc-status(1.00)]	网络延迟
fault_02	[system.io.w_s(0.79) system.io.avg_q_sz(0.79) system.io.r_await(0.79) system.io.util(0.77) system.cpu.pct_usage(0.77)]	io写故障
fault_03	[system.processes.gc.count(0.69) system.cpu.user(0.53) system.cpu.pct_usage(0.49)]	gc故障
fault_04	[system.cpu.pct_usage(0.83) system.cpu.user(0.80)]	cpu故障
fault_05	[system.mem.real.pct_useage(0.85) system.mem.pct_usage(0.82)]	内存故障
fault_06	[system.net.packets_in.count(0.94) system.net.packets_out.count(0.94)]	网络丢包
fault_07	[system.disk.pct_usage(0.99)]	磁盘故障
fault_08	[system.io.w_s(1.00)]	io写故障
fault_09	[system.io.r_s(0.94)]	io读故障

聚类效果分析

- 统计各类别关联的异常指标以及重要性。
- 根据关联指标推理真实故障。
- 评估聚类效果。

HUAWEI

第四章节

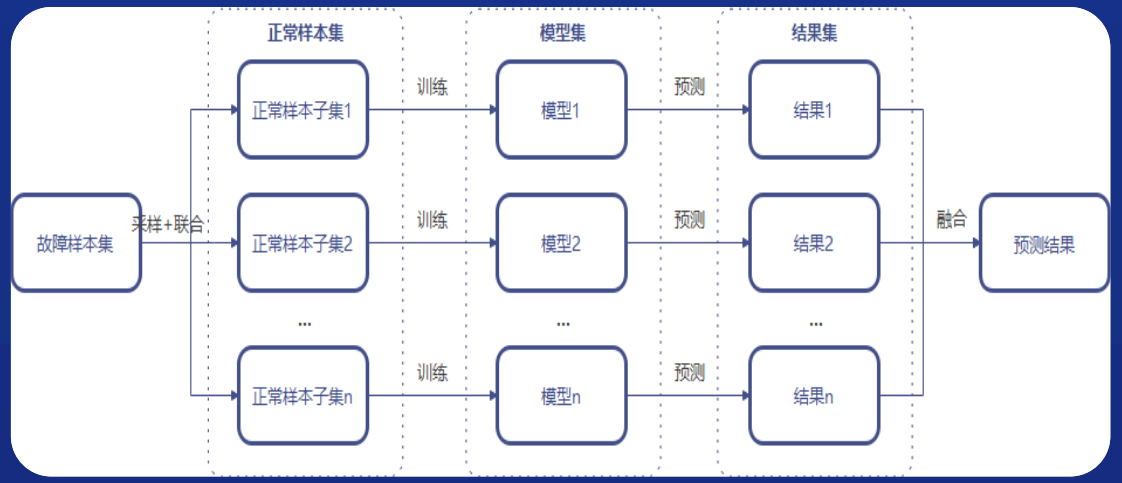
故障识别与分类

故障识别与分类—方案设计

AIOps Challenge

多模型融合方案，借鉴集成学习中的随机森林算法思想

- 子模型故障样本：随机采样（0.6）生成的故障样本子集。
- 子模型正常样本：随机分隔出的正常样本子集。
- 子模型独立训练、预测。
- 预测结果取均值融合。



	样本清洗前			样本清洗后		
label	precision	recall	F1	precision	recall	F1
fault_01	0.9467	0.9779	0.962	0.9453	0.9826	0.9636
fault_02	0.9367	0.9058	0.92	0.9376	0.8542	0.8931
fault_03	0.9039	0.7535	0.8214	0.9504	0.835	0.8887
fault_04	0.7667	0.8832	0.8205	0.8271	0.9172	0.8694
fault_05	0.7572	0.72	0.737	0.8279	0.8218	0.8241
fault_06	0.974	0.941	0.957	0.9807	0.9594	0.9698
fault_07	0.99	0.9938	0.9919	0.9874	0.9906	0.989
fault_08	0.7188	0.8088	0.7606	0.7613	0.8395	0.7979
fault_09	0.8777	0.8909	0.8841	0.8983	0.9237	0.9105
mean	0.8746	0.875	0.8727	0.9018	0.9027	0.9007

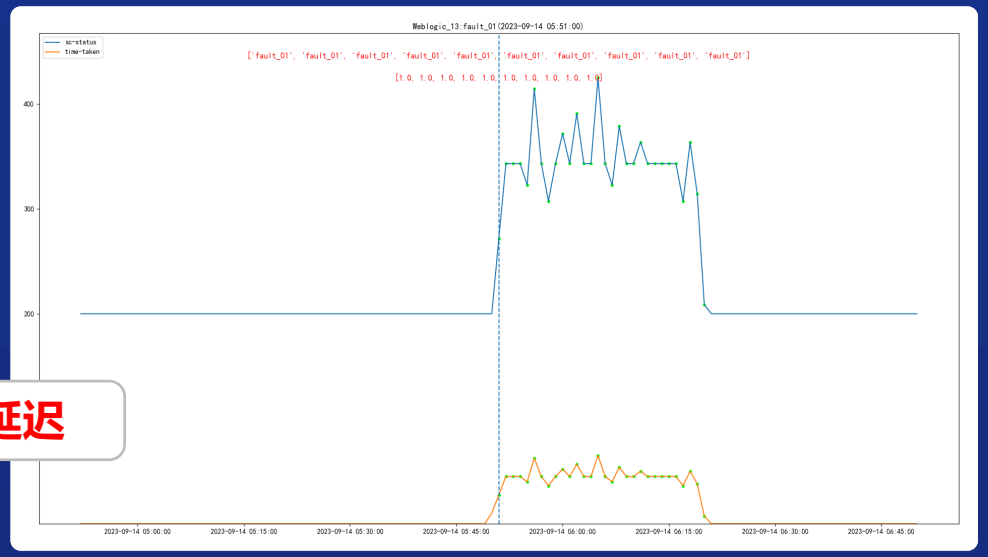
模型评估

- 分类模型：LightGBM
- 特征提取：原指标、残差、标准化
- 数据范围：fault_data、new_fault_data
- K折交叉验证（目的）：
  a) 评估模型效果
  b) 样本清洗、优化
- 最终，多模型F1均值可达到0.9。

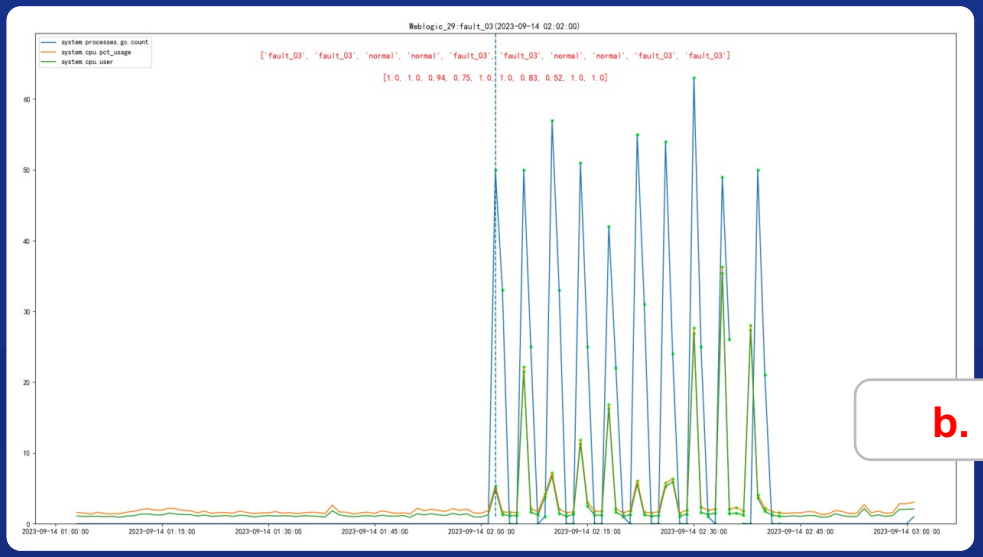
HUAWEI

故障识别与分类—结果可视化

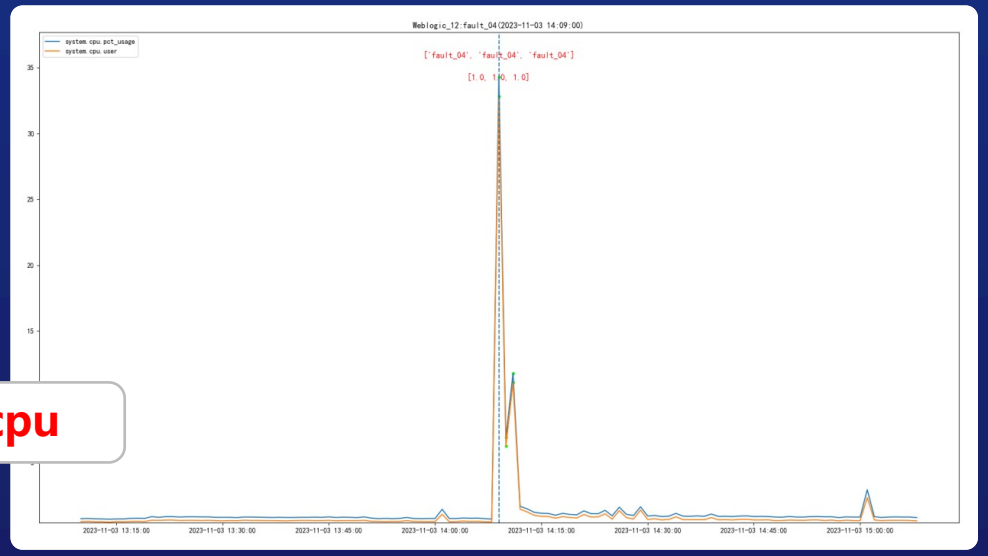
AIOps Challenge



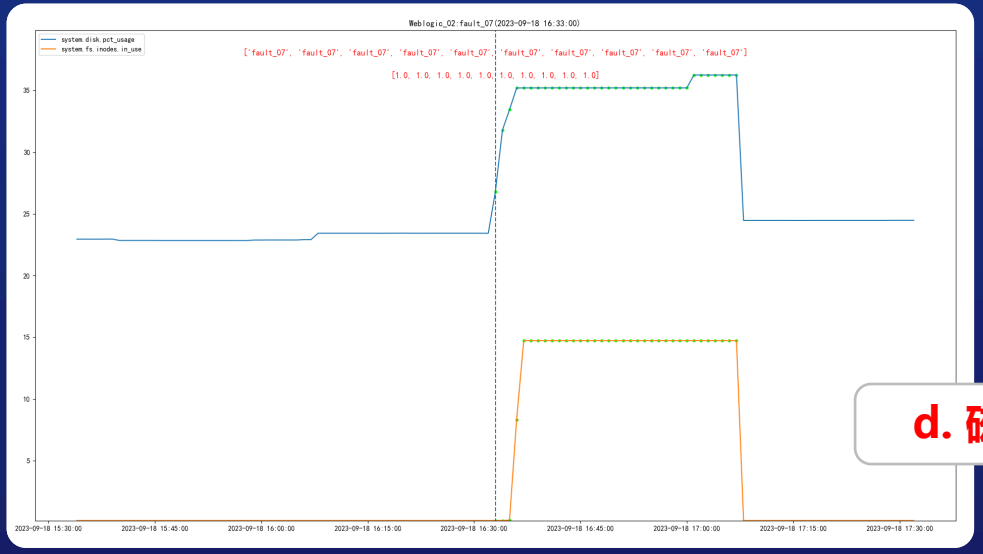
a. 延迟



b. gc



c. cpu



d. 磁盘

HUAWEI

第五章节

总结

总结

AIOps Challenge

创新性

- 方案为无故障标注问题提供了解决思路，并验证了可行性。
- 方案采用聚类分析的方法，从数据中自学习到典型的故障模式。
- 方案采用交叉验证的方法，优化样本质量。
- 方案设计了多模型融合的故障检测与分类方案，提高模型的可靠性和稳定性。

实用性

- 方案中使用的算法比较典型，易于复现。
- 部署轻量化，对资源要求不高。
- 方案中引入的领域知识较少，具有较好的泛化能力和普适性。

未来展望

- 方案灵活度较高，流程间高度依赖，误差逐层累积，需结合领域知识、专家经验进一步优化。
- 方案中仅对单节点做故障检测，集群故障、根因定位等问题尚未深入验证。
- 小模型有上限，积极拥抱大模型。

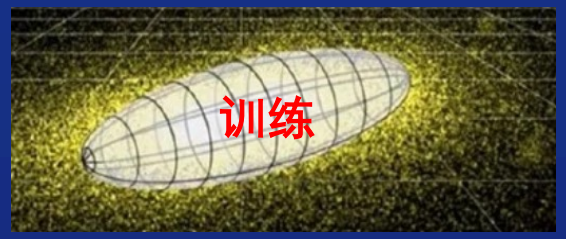
HUAWEI

运维大模型思考

AIOps Challenge

问题

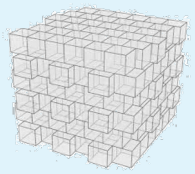
海量
基础数据



价值
专家数据

风险

L1
行业大模型



ICT大模型

产品文档	版本说明书
知识库	产品规格
安全隐私	……

- 标准作业SOP
- 标准维护MOP
- 应急作业EOP
- ……

行业应用知识

- 金融
- 交通
- 企业
- ……

L0
基础大模型

盘古-S、 **其它模型**……

I层

NPU加速、一站式部署 Ascend

HUAWEI

AIOps Challenge

2023 CCF国际AIOps挑战赛决赛暨“大模型时代的AIOps”研讨会

THANKS