



基于微服务架构的故障识别与分类

pa_tech_22

平安科技（深圳）有限公司

2022 CCF国际AIOps挑战赛决赛暨AIOps研讨会

团队简介

负责平安集团AIOps建设，以全链路监控和业务数据为基础，大数据分析处理和机器学习等技术为支撑，为现有运维管理工具和管理体系赋予统一数据管控能力和智能化数据分析能力，全面提升运维管理效率。

目前已实现异常检测、根因分析、智能预测等三大场景的数据平台和AI模型建设和落地。

目录 CONTENTS

第一章节 赛题分析

第二章节 方案阐述

第三章节 结果讨论

第四章节 拓展空间

第一章 赛题分析

本次挑战赛为“微服务架构电商系统下的故障识别与分类”，数据来源于基于微服务架构的模拟电商系统，收集了海量多模态监控数据，其中一个亮点是引入了新赛题——故障分类

Kafka实时推送监控数据



监控数据

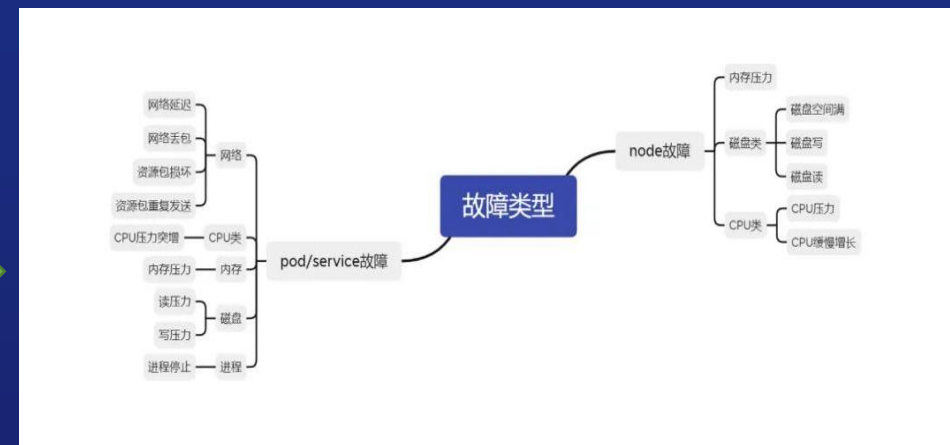
日志数据

调用链数据

指标数据

- Container
- Node
- Istio
- Service
- jvm

AI模型



数据不平衡

- 初期数据仅有300个标注，但不同的服务/容器/节点，均可能发生故障，且故障类型共15种，造成单个故障可用标注数少

指标差异大

- 不同容器/节点之间的指标数值差异大
- 运维人员对不同对象认定故障的标准也可能存在差异

根因定位难

- Container包含50+个指标，node包含60个指标，故障发生时会造成多个不同类型指标异常波动
- 根因发生故障可能导致其余容器/节点也发生故障，需要排除非根因的容器/节点

第二章节

方案阐述

数据不平衡

数据增强

- 假设故障持续时间为X分钟，从故障标注时间点往后X分钟都标注为同一故障类型

指标差异大

特征变换

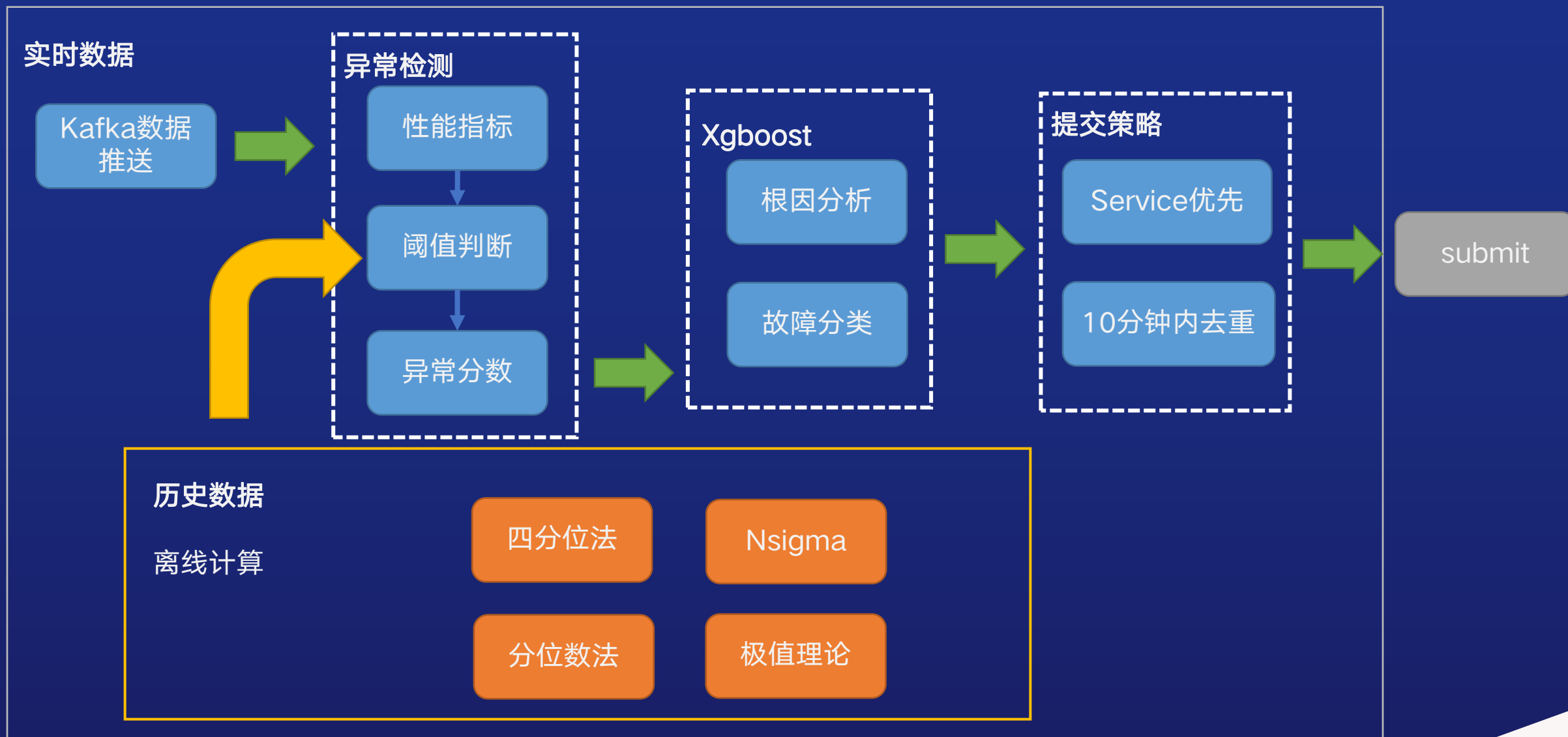
- 不同容器/节点的指标进行尺度变换，将不同容器/节点的指标空间变换为同一空间的特征，从而可以用一个模型学习，并有效利用标注数据

根因定位难

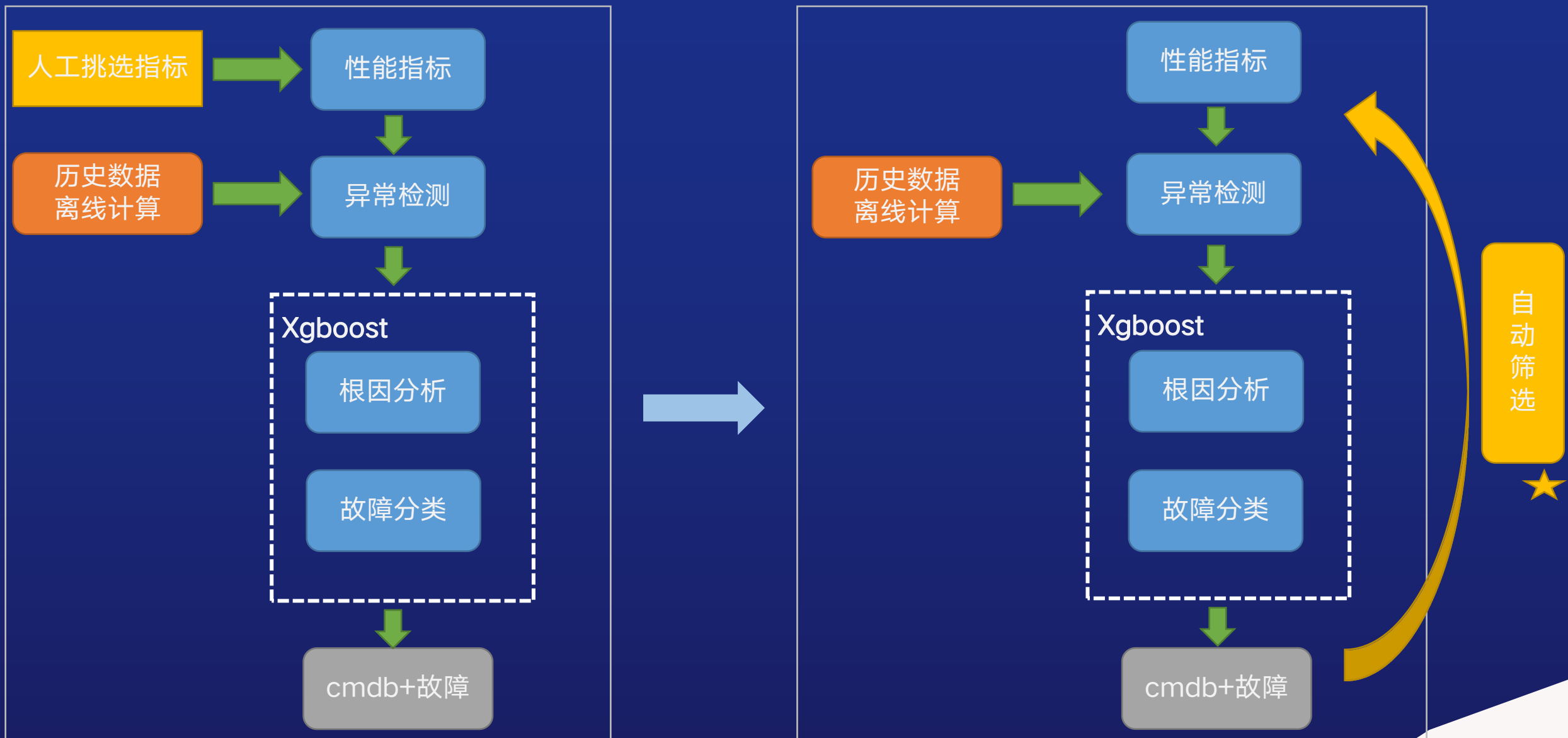
置信机制

- 针对数据波动与根因定位问题的需求，引入异常置信度机制来实现告警的智能定位与降噪

模型架构-采用模块化设计理念，充分利用离线和实时数据



通用性-自动筛选特征，快速适应新场景



★ 依据训练结果与特征的相关性，逐步剔除无用特征，实现模型自动选择特征，增加模型的通用性

历史数据

离线计算

实时数据

滑动窗口

timestamp	cmb	failure_type	fault	er_memory	er_memory	silure	failures.c	failures.c	lures.	lures.	lures.	silure	silure	silur
1648135380	recommendationservice2-0	无故障	无故障	-0.735595337	-0.735595337	-0.99997	-0.999966668	-0.999966668	0	0	0	-0.99997	-0.99997	-0.99997
1648135380	redis-cart-0	无故障	无故障											
1648135380	redis-cart2-0	无故障	无故障											
1648135380	shippingservice-0	无故障	无故障	-1	-1	-0.87838	-0.800673135	-0.78716163	-0.9998	-0.9998	-0.9998	-0.87838	-0.80068	-0.78716
1648135380	shippingservice-1	无故障	无故障	0	0	-0.59267	-0.92992077	-0.886121661	-0.9998	-0.9998	-0.9998	-0.59267	-0.92992	-0.88612
1648135380	shippingservice-2	无故障	无故障	-1	-1	-0.90711	-0.767775671	-0.973459489	0	0	0	-0.90711	-0.76778	-0.97346
1648135380	shippingservice2-0	无故障	无故障	0	0	-0.74825	-0.999999607	-0.968530812	0	0	0	-0.74825	-1	-0.96853
1648135440	adservice-0	无故障	无故障	-0.991182985	-0.991182985	-0.99657	-0.989705684	-0.995710677	0	0	0	-0.99657	-0.98971	-0.99571
1648135440	adservice-1	无故障	无故障	-1	-1	-0.99643	-0.990628623	-0.996429924	0	0	0	-0.99643	-0.99063	-0.99643
1648135440	adservice-2	无故障	无故障	-1	-1	-0.98772	-0.985367363	-0.986544699	0	0	0	-0.98772	-0.98537	-0.98655
1648135440	adservice2-0	无故障	无故障	-0.999999998	-0.999999998	-0.96693	-0.967073509	-0.965910042	0	0	0	-0.96699	-0.96713	-0.96591
1648135440	cartservice-0	无故障	无故障	-0.999999983	-0.999999983	-0.99031	-0.989095692	-0.98424944	0	0	0	-0.9905	-0.98931	-0.98931
1648135440	cartservice-1	无故障	无故障	-0.99999962	-0.99999962	-0.92211	-0.937258659	-0.912378557	0	0	0	-0.92211	-0.93726	-0.91238
1648135440	cartservice-2	无故障	无故障	-0.999999953	-0.999999953	-0.38683	-0.3449203	-0.256694107	0	0	0	-0.39312	-0.35164	-0.26683
1648135440	cartservice2-0	无故障	无故障	-0.999999998	-0.999999998	-0.99822	-0.998220732	-0.998220732	0	0	0	-0.99824	-0.99824	-0.99824
1648135440	checkoutservice-0	k8s容器内存负载	k8s容器内存负载	7.46136E-06	0.01575E-06	-0.99412	1.300334821	-0.902234301	-0.9998	20.9958	-0.9998	-0.99412	1.300335	-0.90223
1648135440	checkoutservice-1	k8s容器内存负载	k8s容器内存负载	0.000294036	0.00078504	-0.74029	36.8974716	0.86294073	-0.9998	36.9926	-0.9998	-0.74029	36.89747	0.86294
1648135440	checkoutservice-2	k8s容器内存负载	k8s容器内存负载	0.000512898	0.001297873	-0.78897	35.64258221	0.707885281	-0.99985	7.9988	-0.99985	-0.78897	35.64258	0.70789
1648135440	checkoutservice2-0	k8s容器内存负载	k8s容器内存负载	0.002001753	0.002813759	-1	24.67008327	0.128470886	-0.9998	8.9982	-0.9998	-1	24.67008	0.12847
1648135440	currencyservice-0	无故障	无故障	0	0	-0.94951	-0.92778563	-0.933359638	0	0	0	-0.94951	-0.92779	-0.93336
1648135440	currencyservice-1	无故障	无故障	0	0	-0.82539	-0.563598629	-0.661225565	0	10000	0	-0.82539	-0.5636	-0.66123
1648135440	currencyservice-2	无故障	无故障	-0.999999999	-0.999999999	-0.93971	-0.936953276	-0.949134909	0	0	0	-0.93971	-0.93695	-0.94913
1648135440	currencyservice2-0	无故障	无故障	-0.999926533	-0.999926533	-1	-0.999999999	-0.999999999	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1648135440	emailservice-0	无故障	无故障	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1648135440	emailservice-1	无故障	无故障	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1648135440	emailservice-2	无故障	无故障	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1648135440	emailservice2-0	无故障	无故障	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

异常检测

阈值适应 ★

$$\begin{aligned} threshold = & w_1 * threshold_{1\ hour} \\ & + w_2 * threshold_{10\ hour} \\ & + w_3 * threshold_{offline} \end{aligned}$$

阈值判断

$$value - threshold$$

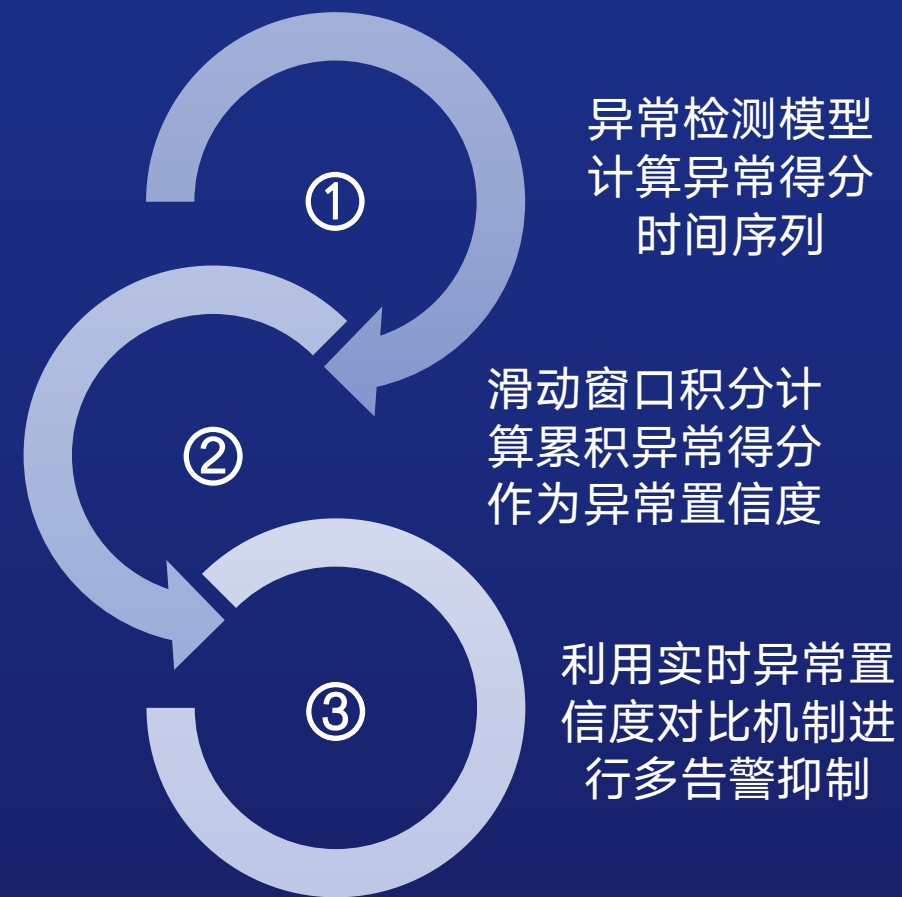
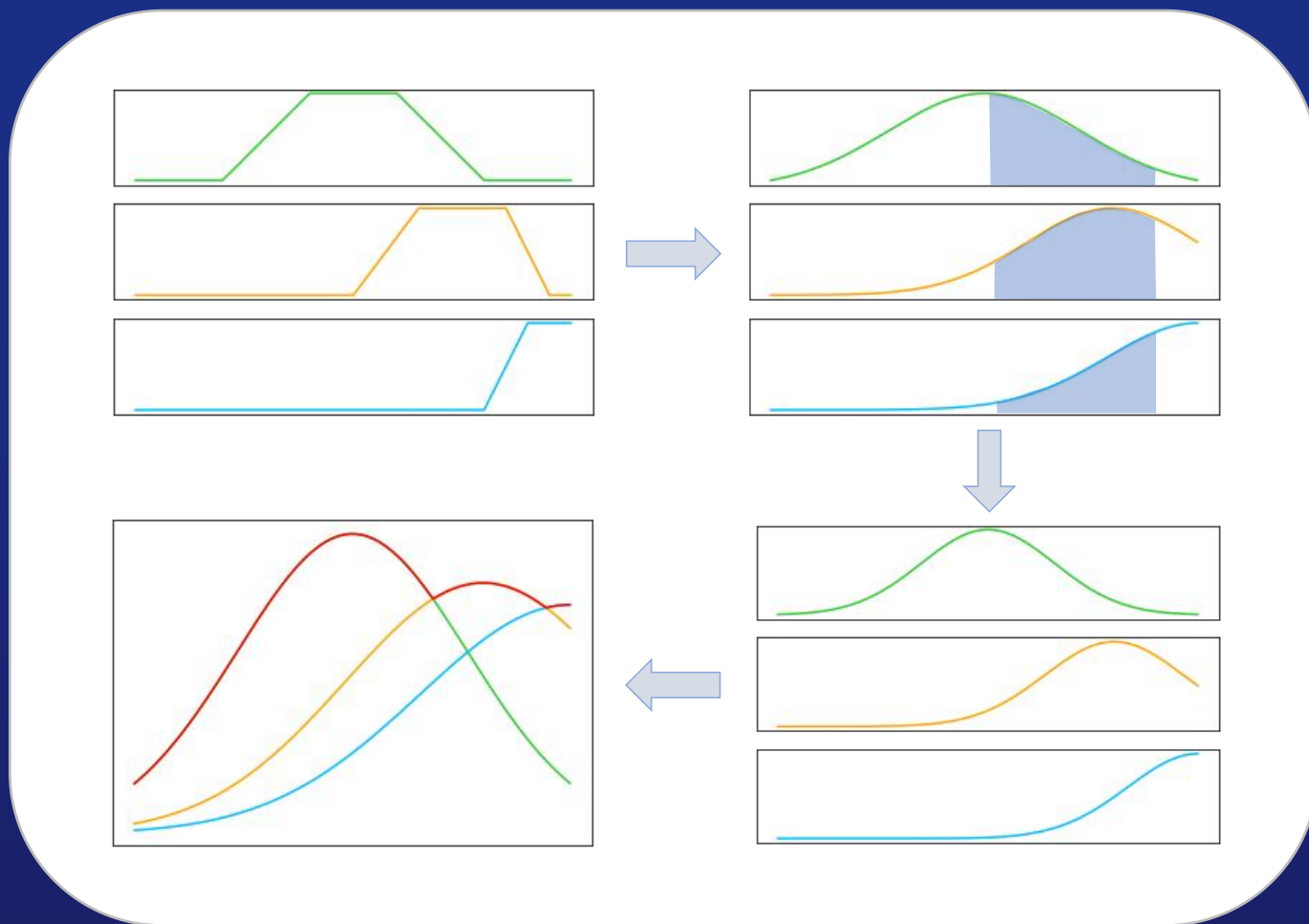
异常分数

$$\frac{value - threshold}{threshold + \varepsilon}$$

分类模型

特征

告警降噪-增加告警降噪模块，采用异常置信度降低误告率



01 自动筛选特征

部分指标不能提供故障有效信息，并会浪费一部分的计算资源，通过自动筛选特征，依据训练结果与特征的相关性逐步剔除无用特征，有效提高模型推理时间

02 故障持续告警

模型所检测出的故障时常出现多个故障并发选择、短暂误告以及持续误告的问题，通过建立基于累积异常得分的置信度机制设置告警阈值并进行告警降噪

03 数据变化适应

在训练样本不足的情况下出现很多指标在训练集中的变化模式与新数据集不符的情况，通过引入阈值自适应机制增强模型鲁棒性

第三章 结果讨论

	Pod	Node
Precision	91.83%	79.99%
Recall	64.48%	64.02%
F1 Score	69.65%	69.78%

	Precision	Recall	F1-score	support
k8s容器cpu负载	0.87	0.77	0.82	180
k8s容器内存负载	0.91	0.62	0.74	255
k8s容器网络丢包	0.9	0.26	0.41	180
k8s容器网络延迟	0.86	0.8	0.83	80
k8s容器网络资源包损坏	1	0.2	0.33	330
k8s容器网络资源包重复发送	1	0.1	0.18	170
k8s容器进程中止	0.87	0.94	0.9	85
k8s容器读io负载	0.8	0.83	0.81	95
k8s容器写io负载	1	0.93	0.96	250
无故障	0.96	1	0.98	18745

	Precision	Recall	F1-score	support
node节点CPU故障	0.89	1	0.94	8
node节点CPU爬升	0	0	0	4
node 内存消耗	1	0.62	0.77	16
node 磁盘读IO消耗	1	0.55	0.71	11
node 磁盘写IO消耗	0.77	0.67	0.71	15
node 磁盘空间消耗	1	0.65	0.79	17
无故障	0.94	1	0.97	367

优点

- ◆ Pod模型和Node模型预测故障类型较精准
- ◆ 容器进程中止和读写IO负载故障基本实现有告必检

提升点

- ◆ 网络类型故障（除延迟外）效果较差，模型漏告较多
- ◆ Node模型较容易出现漏告情况

注

由于采取了数据增强，各项指标接近1不一定为最优

第四章 拓展空间

时空特征

- 构造多指标空间联合关系矩阵，利用空间分析和时序分析技术分别提取时空融合特征，利用AE等无监督技术构造隐层关系特征矩阵，通过少量标签信息进行有监督分类和模型修改

专家知识

- 根据专家知识关系图利用知识图谱等技术分析故障的根因和对应的故障模型

特殊场景

- 基于单指标数据特点，对特殊场景指标进行算法改善



2022 CCF国际AIOps挑战赛决赛暨AIOps研讨会

THANKS

