



k8s架构下的故障分类

ABC_AIOPS/穆琼

中国农业银行研发中心

2022 CCF国际AIOps挑战赛决赛暨AIOps研讨会

目录 CONTENTS

- 第一节 队伍介绍
- 第二节 赛题分析
- 第三节 方案说明
- 第四节 总结展望

第一章 队伍介绍

队伍介绍

- 中国农业银行研发中心
- 一体化生产运维平台——数据分析平台（孔明平台）：依托海量运维数据，打造涵盖风险挖掘、业务波动分析、根因定位等AIOps领域场景
- 成员：穆琼、王臻、张梓聪、李蓉娴、付晓鹏、龚长金、许峻峰（厦门分行科技与产品管理部）、赵启飞、秦鹏

风险发现

- 业务波动分析
- 风险挖掘
- 容量预测

根因定位

- 智能洞察
- 告警分类
- 全局根因分析

总结分析

- 系统画像
- 变更风险模型



第二章节

赛题分析

赛题目标

- 定位故障位置（层级）
 - 判断故障分类

挑战一： 将赛题转化为算法问题，生成训练样本

- 异常检测+故障分类，故障点范围内（10min）异常点作为分类正样本

挑战三： 指标种类多，数据量大，单个指标并非只与一类故障相关

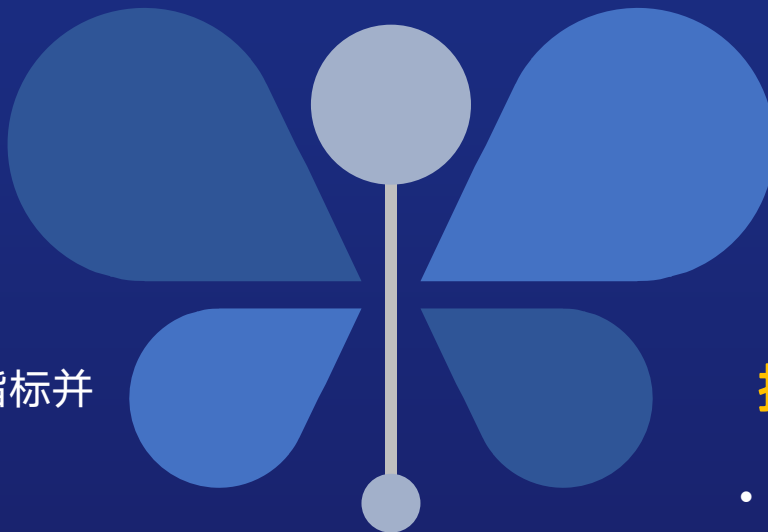
- 分析故障关联指标，计算衍生指标

挑战二： 不同层级故障体现在当前层级数据，但也会体现在其他层级数据

- 训练跨层级打标类别，故障结果合并策略

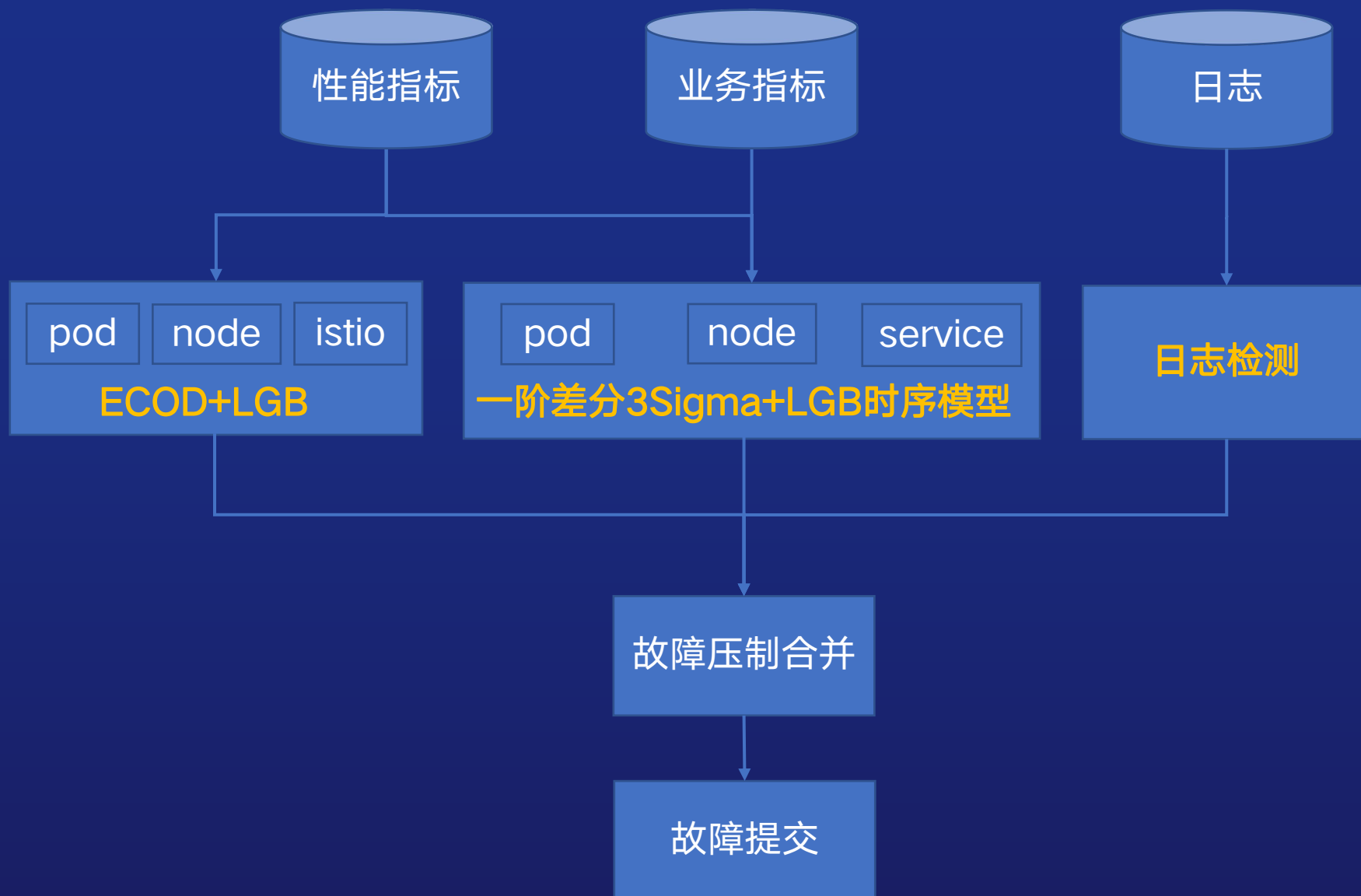
挑战四： 更全、更准、更快的识别故障

- 充分利用数据，两套指标模型+合并策略+高效实时处理性能



第三章 方案说明

方案说明 - 整体方案

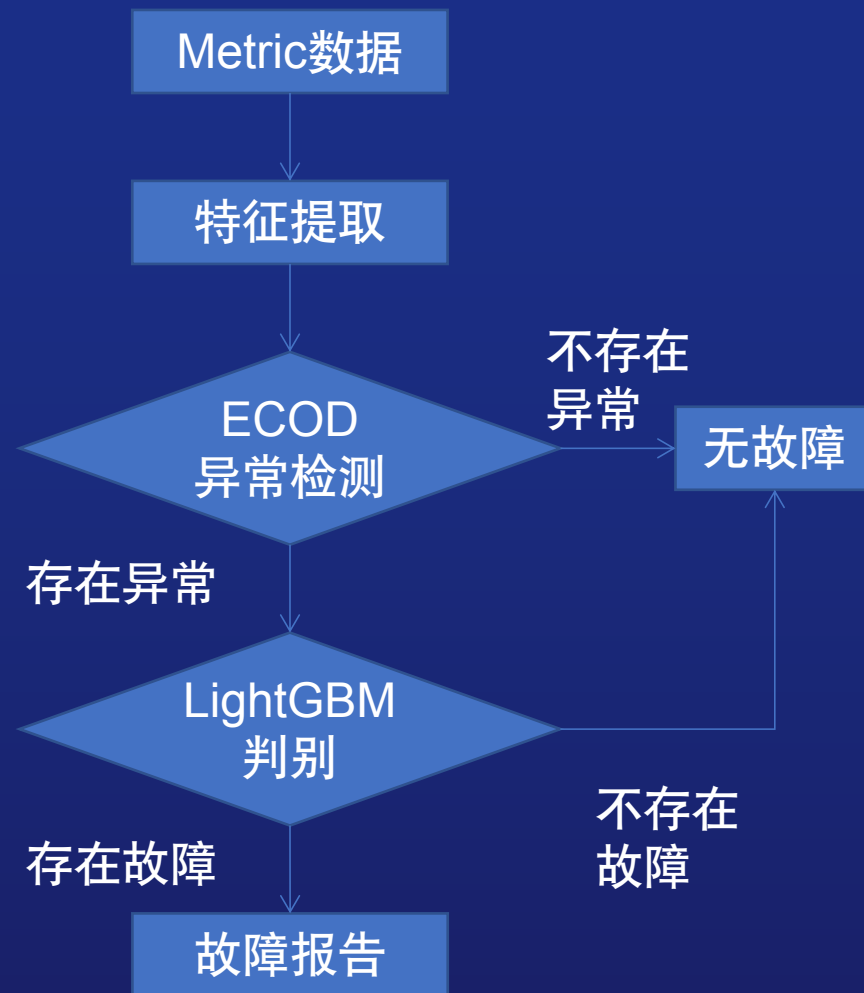


方案说明 - ECOD+LGB (模型一)

使用ECOD进行异常检测，级联LightGBM进行故障判别。

- **精细化特征**：基于业务理解，仅使用4个Pod特征、23个Istio特征、12个Node特征，共计**39个特征**。特征根据POD、Node规模进行归一化，来提升针对未知数据的泛化能力。
- **创新异常检测**：使用当前时刻多维特征，不依赖时序数据，训练时利用到正常数据。ECOD相对于KDE、IsolationForest等异常检测算法提升明显。
- **运行速度快**：回测速度达每秒**3000**条数据，**8分钟**内可跑完全天数据，平均纪录处理时间**0.3ms**。
- **准确率高**：跨集群预测LightGBM AUC约**0.95**，mAP约**0.6**

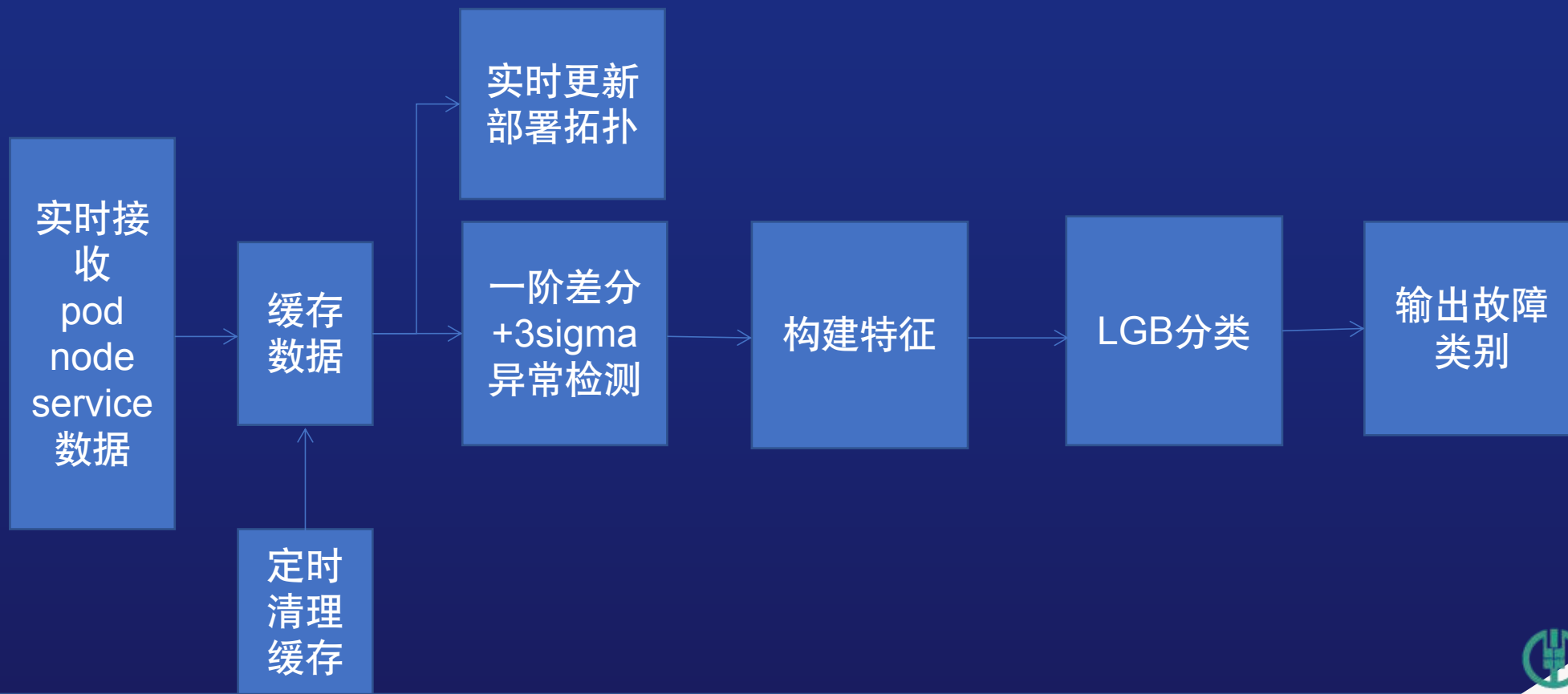
模型	发现异常数	故障漏检数
KDE (Baseline)	15465	4
IsolationForest	18084 (+2619)	1 (-3)
ECOD	13714 (-1751)	0 (-4)



方案说明 - 一阶差分3sigma+LGB时序模型（模型二）

选取关注指标，缓存一小时时序值，用于一阶差分+3sigma异常检测，构建特征，级联LightGBM进行故障判别

- **特征丰富，指标多样**：衍生特征含时间序列特征、多指标维度特征和异常检测结果特征（Node/Pod 1000+，Service 3000+）
- **异常检测检出率高**：Node检出率100%，Pod检出率92.7%，Service检出率83.9%。
- **高运行性能**：生产级代码设计，回测**7分钟**跑完全天数据。
- **算法精准**：离线回测**日均得分299.8**，**日均提交次数62次**。



方案说明 - 一阶差分3sigma+LGB时序模型（模型二）



- 获取相关指标列表和相关程度

1. 采用一阶差分+3sigma寻找指标时序异常点，计算异常分

$$\text{score}(y) = \frac{\text{abs}(d(y) - \text{mean})}{\text{std}}$$

其中mean、std为一阶差分后得到的均值和标准差

2. 计算指标相关关系得分：命中故障的异常点分/全部异常点分

$$\text{res_score} = \frac{\sum_{i=0}^t \text{score}(i)}{\sum_{j=0}^n \text{score}(j)}$$

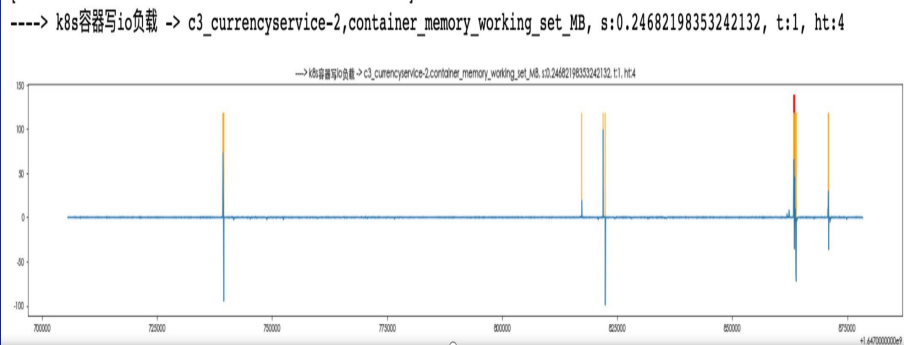
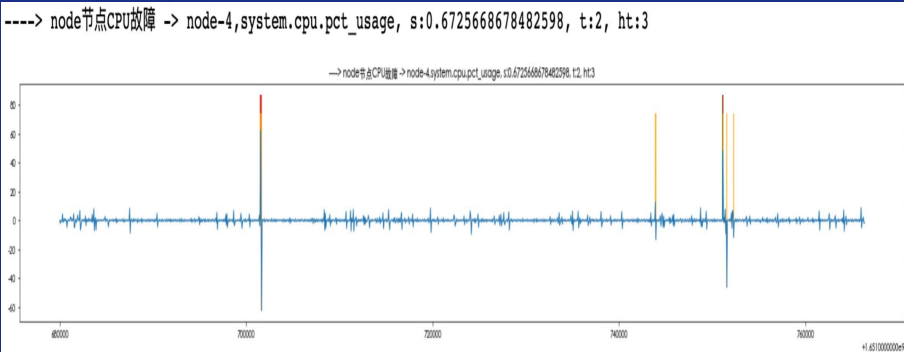
其中t为故障发生后10分钟内异常点，n为全部异常点

- Istio指标聚合，计算得到目标时点统计值和失败请求量等指标

timestamp	cmdb_id	kpi_name	value
0 1647763200	adservice-0.destination.frontend.adservice	istio_requests.grpc.0.2.0	0.0
1 1647763260	adservice-0.destination.frontend.adservice	istio_requests.grpc.0.2.0	0.0



cmdb_id	timestamp	kpi_name	value
c1_adservice-0	1647705600	destination_istio_request_messages_sum	31.0
c1_adservice-0	1647705600	destination_istio_request_messages_max	31.0
c1_adservice-0	1647705600	destination_istio_request_messages_min	31.0
c1_adservice-0	1647705600	destination_istio_request_messages_mean	31.0
c1_adservice-0	1647705600	destination_request_all_num	43.0
...
c1_adservice-0	1647705600	destination_istio_requests.grpc.0.2.0_sum	0.0
c1_adservice-0	1647705600	destination_istio_requests.grpc.0.2.0_max	0.0
c1_adservice-0	1647705600	destination_istio_requests.grpc.0.2.0_min	0.0
c1_adservice-0	1647705600	destination_istio_requests.grpc.0.2.0_mean	0.0
c1_adservice-0	1647705600	destination_request_fail_ratio	0.0



方案说明 - 一阶差分3sigma+LGB时序模型（模型二）



- 横向时序维度：**整体时序指标统计值，前序后序指标统计值，目标时点指标与前序、后序偏差，后序异常点统计值等，得到指标的时序信息和异常的持续情况。
- 纵向指标维度：**目标时点指标值，目标时点异常指标数，目标时点异常分统计值等，得到异常的指标分布和各指标的异常情况。

指标维度

目标时点

时序维度

	÷ 45	÷ 46	÷ 47	÷ 48	÷ 49	÷ 50	÷ 51	÷ 52	÷ 53	÷ 54	÷ 55	÷ 56	÷ 57	÷ 58	÷ 59	÷ 60	÷ 61
0	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
1	0.17000	0.19000	0.19000	0.23000	0.42000	0.10000	0.10000	0.27000	0.13000	0.23000	0.60000	0.17000	0.48000	0.46000	0.21000	1.65000	0.56000
2	7.70000	7.24000	8.62000	6.46000	30.28000	20.70000	26.83000	29.17000	20.51000	26.82000	30.13000	26.37000	13.03000	28.37000	16.82000	15.96000	28.91000
3	1.71000	1.66000	1.82000	1.73000	2.69000	1.62000	2.54000	1.92000	1.37000	1.89000	2.46000	1.58000	2.28000	2.27000	1.90000	5.20000	2.21000
4	5.82000	5.38000	6.61000	4.50000	27.18000	18.97000	24.18000	26.98000	19.00000	24.70000	27.07000	24.62000	10.28000	25.64000	14.72000	9.11000	26.14000
5	9... 31188101...	31187719...	31187389...	31186652...	31186270...	31187338...	31186434...	31185955...	31184867...	31184317...	31185241...	31184586...	31184122...	31183470...	31182279...	31184926...	31184509...
6	0 46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000	46.67000
7	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
8	7... 1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...	1406687...
9	8... 1093538...	10935421...	1093545...	1093552...	1093556...	1093546...	1093555...	1093559...	1093570...	1093576...	1093566...	1093573...	10935781...	1093584...	1093596...	10935701...	1093574...
10	8... 11475234...	11475085...	11474971...	11474679...	11474530...	11474958...	11474617...	11474429...	11473997...	11473796...	11474169...	11473908...	11473743...	11473484...	11473010...	11474089...	11473925...
11	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000	0.41000
12	3... 11478730...	11478580...	11478467...	11478175...	11478025...	11478454...	11478113...	11477924...	11477492...	11477292...	11477665...	11477403...	11477239...	11476980...	11476506...	11477584...	11477421...
13	5... 3495342...	3495394...	3495380...	3495397...	3495388...	3495393...	3495397...	3495392...	3495402...	3495398...	3495435...	3495390...	3495410...	3495421...	3495429...	3495414...	3495413...
14	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.77000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15	0.38000	0.29000	0.19000	0.22000	0.39000	0.27000	0.32000	0.30000	0.28000	0.27000	1.27000	0.26000	0.26000	0.21000	0.28000	0.30000	0.31000
16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.40000	0.50000	0.00000	0.40000	0.00000	0.00000	0.29000	0.00000	1.00000	0.41000	1.00000
17	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	2.50000	0.50000	0.00000	2.50000	0.00000	0.00000	6.00000	0.50000	0.50000	3.00000	0.50000
18	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	90.00000	34.00000	0.00000	138.00000	0.00000	0.00000	68.00000	8.00000	64.00000	44.00000	64.00000
19	0.31000	0.32000	0.38000	0.34000	0.22000	0.29000	0.28000	0.35000	0.26000	0.35000	0.05000	0.29000	0.22000	0.34000	0.50000	0.28000	0.30000
20	0.50000	0.55000	0.30000	0.90000	0.80000	1.15000	1.40000	0.35000	0.80000	1.70000	3.40000	0.55000	0.70000	0.65000	0.45000	1.35000	1.30000

方案说明 - 日志检测（模型三）

- Drain算法提取日志模板：综合出现频率和故障时间相关性，获取故障模板

离线

日志模板提取

获取低频模版

计算模版与故障相关性

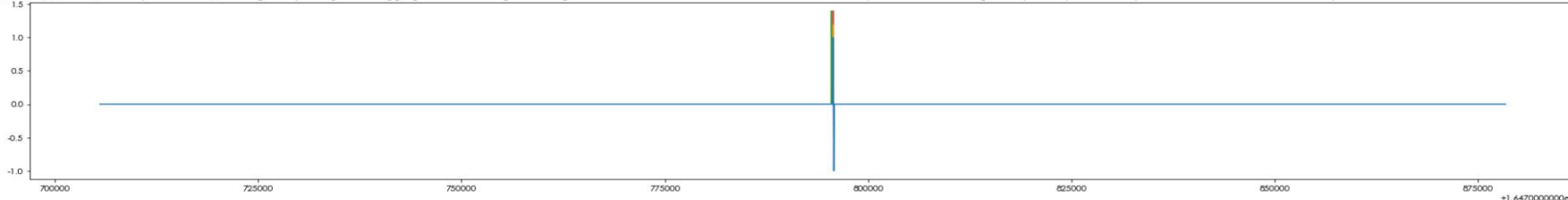
在线

匹配模版关键字

输出故障

```
----> k8s容器网络丢包 -> c2_currencyservice-2,27__warning envoy config StreamAggregatedResources gRPC config stream closed: <:NUM:>, connection error: desc = "transport: Error while dialing dial tcp: lookup istiod.istio-system.svc on <:IP:>:<:NUM:>: read udp <:IP:>:<:NUM:>-><:IP:>:<:NUM:>: i/o timeout", s:1.0, t:1, ht:1
```

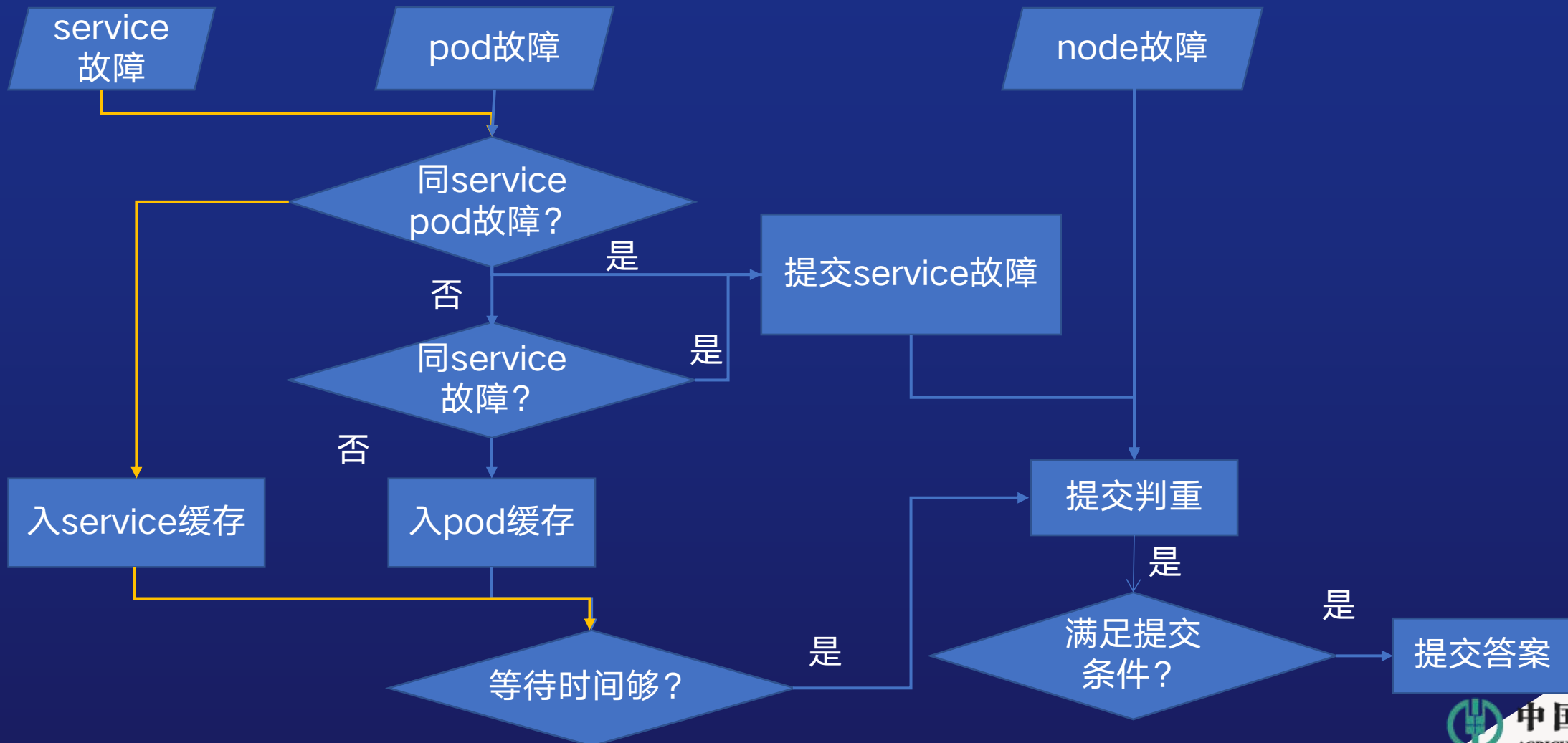
----> k8s容器网络丢包 -> c2_currencyservice-2,27__warning envoy config StreamAggregatedResources gRPC config stream closed: <:NUM:>, connection error: desc = "transport: Error while dialing dial tcp: lookup istiod.istio-system.svc on <:IP:>:<:NUM:>: read udp <:IP:>:<:NUM:>-><:IP:>:<:NUM:>: i/o timeout", s:1.0, t:1, ht:1



```
-> 最相关指标: [(1.0, '26__warning envoy config StreamAggregatedResources gRPC config stream closed: <:NUM:>, <:*> <:*>'), (1.0, '105__error xdsproxy downstream send error: rpc error: code = Unavailable desc = transport is closing'), (1.0, '21__warning envoy config StreamAggregatedResources gRPC config stream closed: <:NUM:>, connection error: desc = "transport: Error while dialing dial tcp: i/o timeout"'), (1.0, '27__warning envoy config StreamAggregatedResources gRPC config stream closed: <:NUM:>, connection error: desc = "transport: Error while dialing dial tcp: lookup istiod.istio-system.svc on <:IP:>:<:NUM:>: read udp <:IP:>:<:NUM:>-><:IP:>:<:NUM:>: i/o timeout"')] 1
```

方案说明 - 故障合并压制

- **结果合并：** 多个同Service下的不同Pod故障合并为Service故障提交，同时有不同层级故障时按更高层级故障提交。
- **结果压制：** 对于模型输出的故障基于置信度计算故障得分，通过故障得分判断是否进行提交。



第四章

总结展望

总结:

- 多个模型进行故障分类，通用性强，故障发现**更全面**；
- 各模型独立**可插拔**设计，单模型失效对整体效果影响有限；
- 性能高，无需改造，可直接用在生产环境，内存占用**峰值500M+**，单日全流程数据回测**15分钟**即可跑完。

展望:

- 优化异常检测算法，针对不同波形进行对应处理；
- 充分利用实时缓存的架构拓扑；
- 尝试用模型替代故障提交前的合并压制逻辑。





2022 CCF国际AIOps挑战赛决赛暨AIOps研讨会

THANKS