CNUTCon 2017 全球运维技术大会

容器环境下智能运维技术研发与实践

才振功 博士

浙江大学SEL实验室

主办方 Geekbang 极客邦科技 InfoQ

Geekbang.
极客邦科技

极客搜索

全站干货，一键触达，只为技术

s.geekbang.org

扫描二维码立即体验

有没有一种搜索方式，能整合 InfoQ 中文站、极客邦科技旗下12大微信公众号矩阵的全部资源?
极客搜索，这款针对极客邦科技全站内容资源的轻量级搜索引擎，做到了!

扫描上方二维码，极客搜索!

EGO EXTRA GEEKS' ORGANIZATION NETWORKS

这里只有
技术领导者

EGO会员第二季招募季正式开启

报名时间：9月1日-9月15日

扫描添加E小欧，

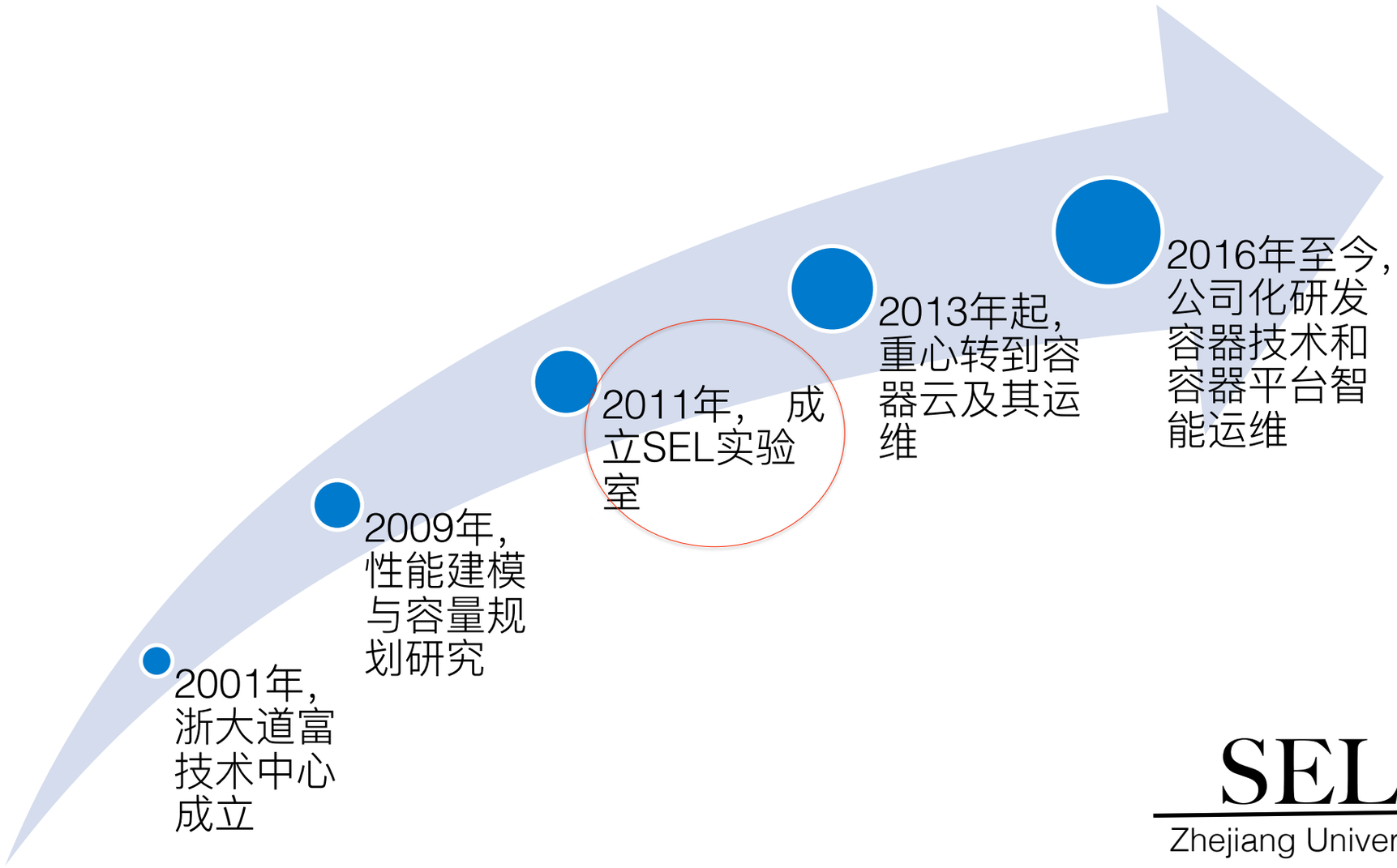
邀您进入EGO会员预报名群

立即报名

E小欧

TABLE OF **CONTENTS**

浙江大学SEL实验室



SEL
Zhejiang University

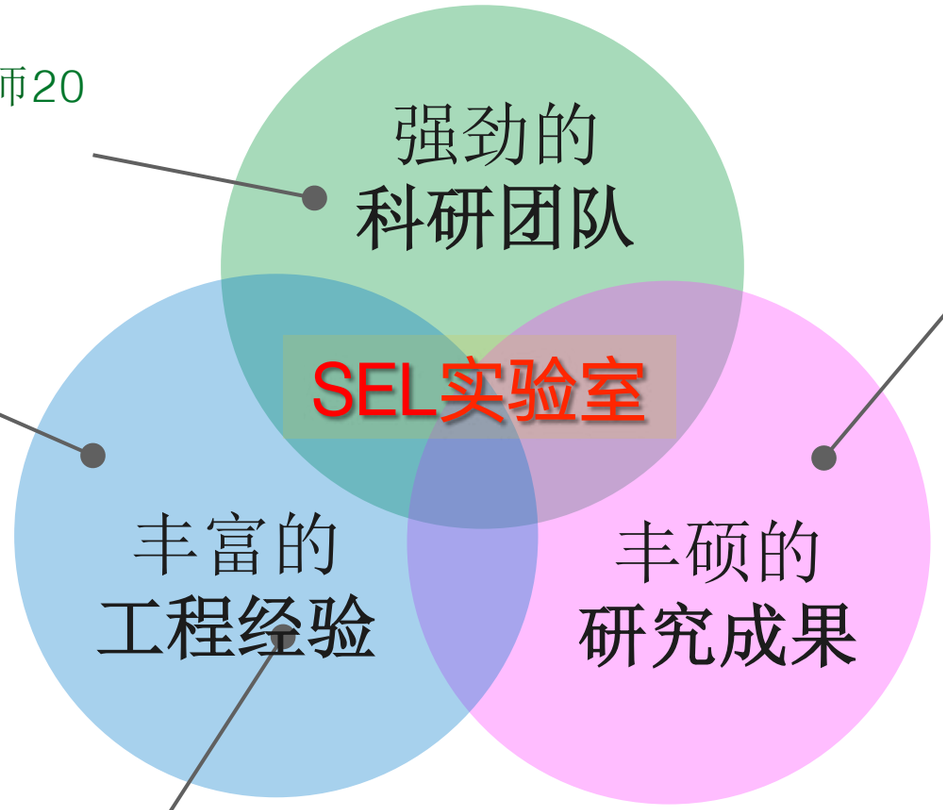
实验室团队

团队

- 教授/副教授/讲师20人
- 博士硕士100+人

媒体声音：

被美国CIO杂志誉为“一朵在中国开放的金融IT奇葩”



研究

- 容器云技术
- 企业级应用运维模型
- 机器学习及其应用
- 大规模信息系统件开发模型
- 300余篇高水平论文

工程

- 完成超过100个海外合作工程项目，掌握世界一流的大型信息系统建设核心工程技术
- 丰富的大型金融信息系统开发、云计算、大数据实践经验
- 具备全球化金融领域业务知识
- 拥有美国道富、DST、IFDS、路透社、中国外汇交易中心等合作伙伴

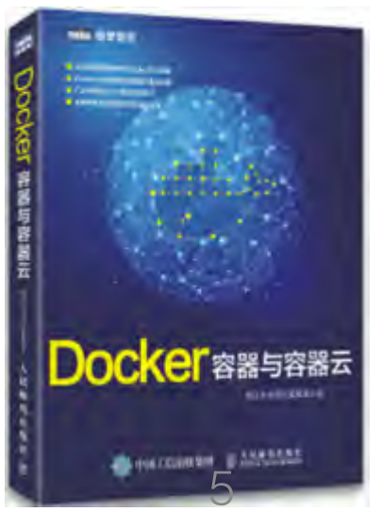
实验室容器云贡献

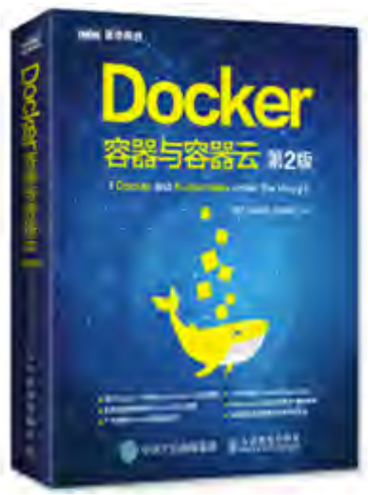
- CNCF创始会员，在容器开源项目Kubernetes等贡献核心代码200多万行，贡献度**国内第一**，**全球第五**，并出版了国内第一本深度解析容器技术的专业书籍《Docker容器与容器云》。
- 实验室容器管理平台2016年7月推出以来，迅速在电信，银行，电商，智能制造，智慧城市等行业服务于20多个合作伙伴。

开源项目	国内排名	全球排名
Kubernetes	1	5
Docker	5	24
Cloud Foundry	3	26

#	Company	Lines of code
1	Google	65530604
	*independent	36866996
2	Red Hat	28110737
3	FathomDB	16332008
4	Fujitsu	2767331
5	Zhejiang University	1321654
6	Intel	1134044
7	HarmonyCloud	934708
8	IBM	829507
9	Inspur	463112

Kubernetes 项目的代码贡献, 按照贡献行数统计,截止2017/8/30
-- by http://stackalytics.com/





我们为什么做容器平台的智能运维

深耕容器云

致力智能运维

扎实研究基础

业界广泛合作

SEL
Zhejiang University

TABLE OF **CONTENTS**

浙江大学SEL实验室

容器环境下智能运维的挑战

容器环境下智能运维研发实践

智能运维发展展望

传统运维挑战

事故报警以投诉为主

客服记录故障描述

故障诊断定位

现场跟踪处理

容器环境特点

- 容器化是IT架构主要发展趋势之一
- 组件和服务数量众多
- 部署模式多样化
- 自带服务治理功能

容器环境下智能运维挑战

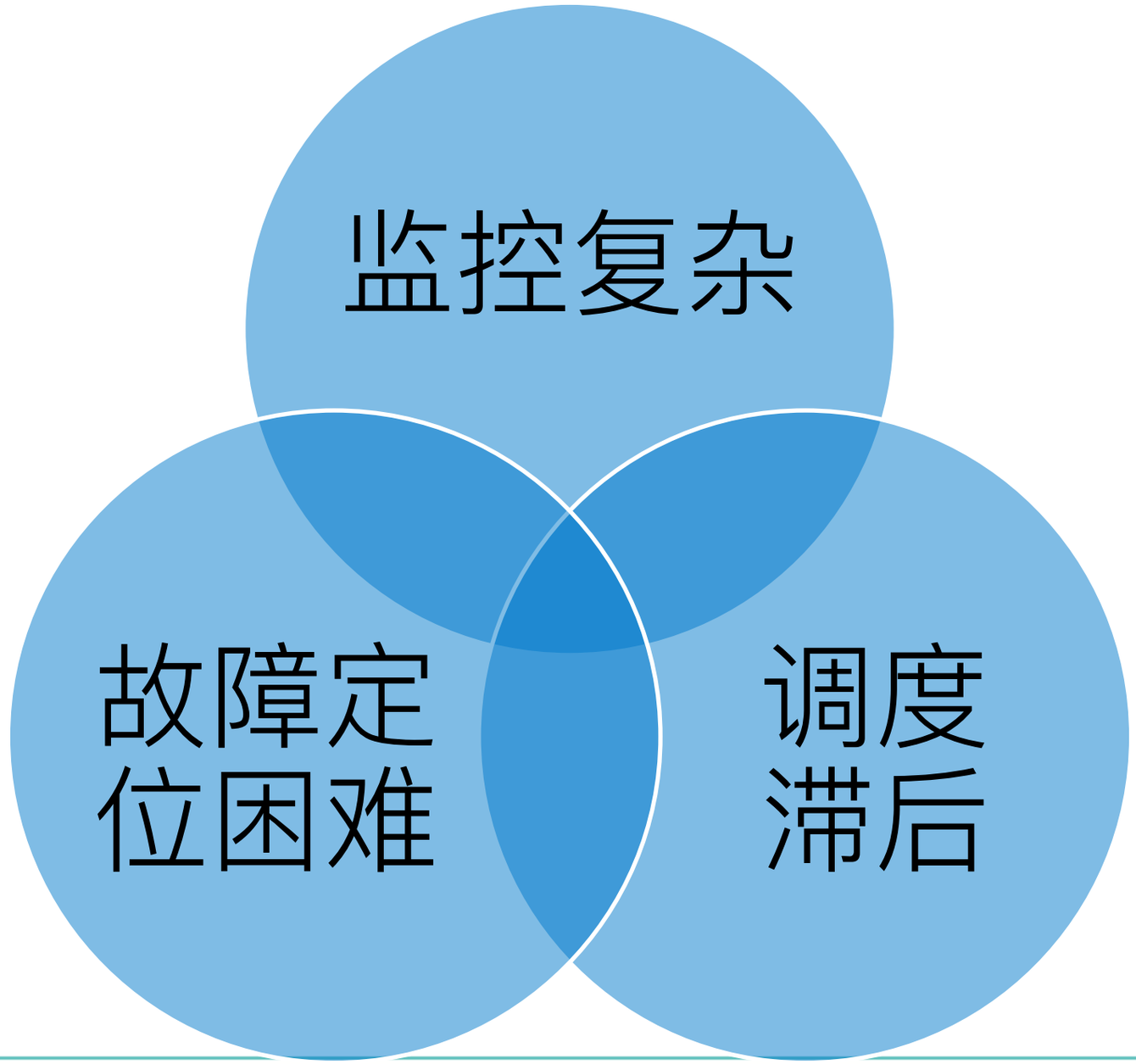


TABLE OF **CONTENTS**

浙江大学SEL实验室

容器环境下智能运维的挑战

容器环境下智能运维研发实践

智能运维发展展望

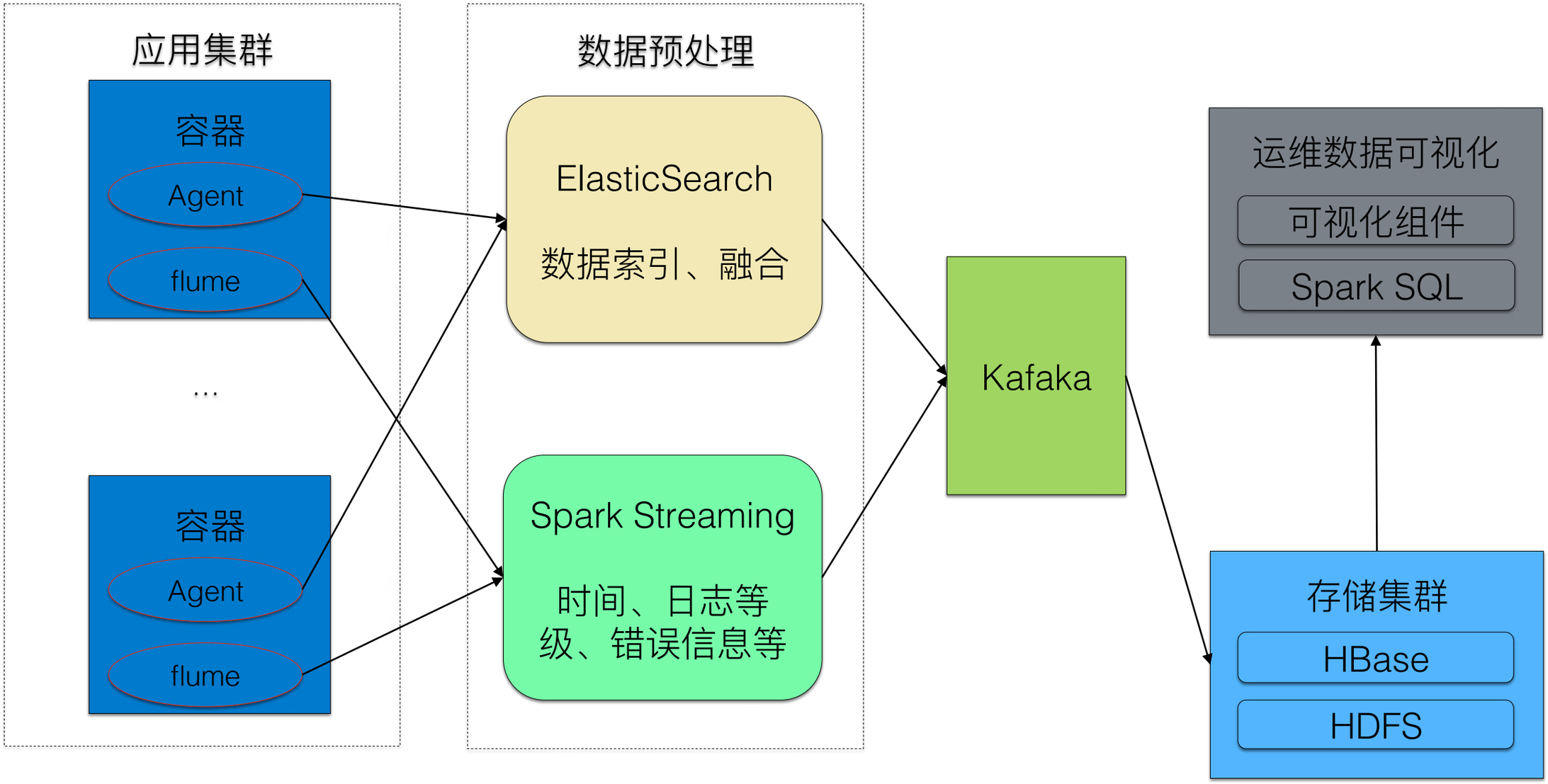
智能运维技术研发与实践

1. 容器统一监控
   - 容器监控
   - 链路数据跟踪
   - 日志数据汇聚
2. 故障根源定位
   - 动态拓扑分析
   - 因果关系提取
   - 变更影响分析
3. 智能调度
   - 性能瓶颈分析
   - 资源利用率估算
   - 资源调度

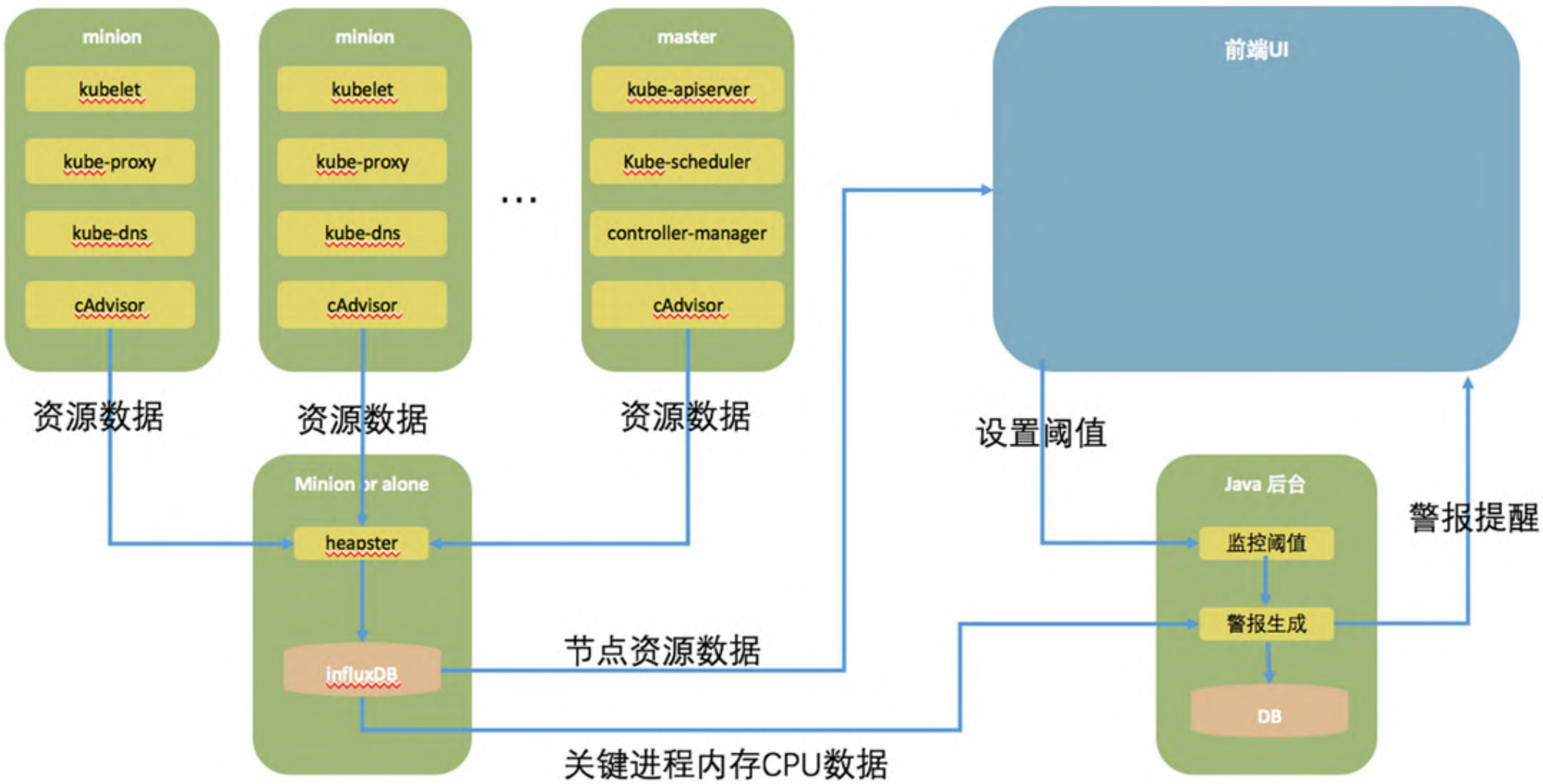
1. 容器统一监控

- 案例场景为某政务数据中心，采用IaaS+容器技术方案
- 主要业务：支撑各部门单位应用系统发布运维
- 特点：系统托管在数据中心，发现问题后，应用方请求数据中心提供相关数据进行故障诊断
- 目标：提供适合应用的监控数据，供运维运行分析

设计思路


应用集群
容器
Agent
flume
...
容器
Agent
flume
数据预处理
ElasticSearch
数据索引、融合
Spark Streaming
时间、日志等
级、错误信息等
Kafaka
运维数据可视化
可视化组件
Spark SQL
存储集群
HBase
HDFS

容器监控方案


minion
kubelet
kube-proxy
kube-dns
cAdvisor
minion
kubelet
kube-proxy
kube-dns
cAdvisor
master
kube-apiserver
Kube-scheduler
controller-manager
cAdvisor
前端UI
资源数据
资源数据
资源数据
设置阈值
Minion or alone
heapster
influxDB
节点资源数据
Java 后台
监控阈值
警报生成
DB
警报提醒
关键进程内存CPU数据

如何监控容器镜像

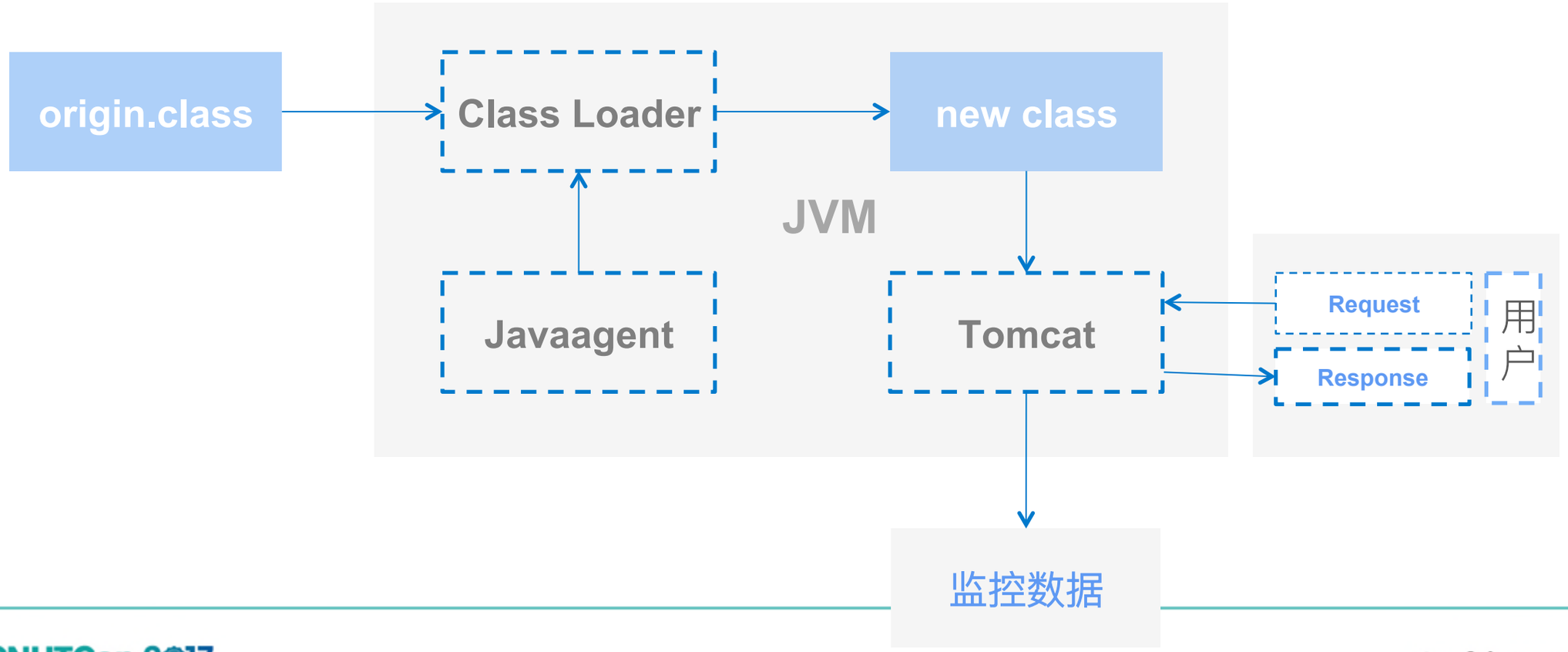
- Option1: 镜像提前做好，tomcat，jetty等启动命令提前加好
- Option 2: 脚本Batch 批量更新镜像
- 但： 根据只跟踪service ip， 没有pod ip，如何对应到pod

Agent与K8S

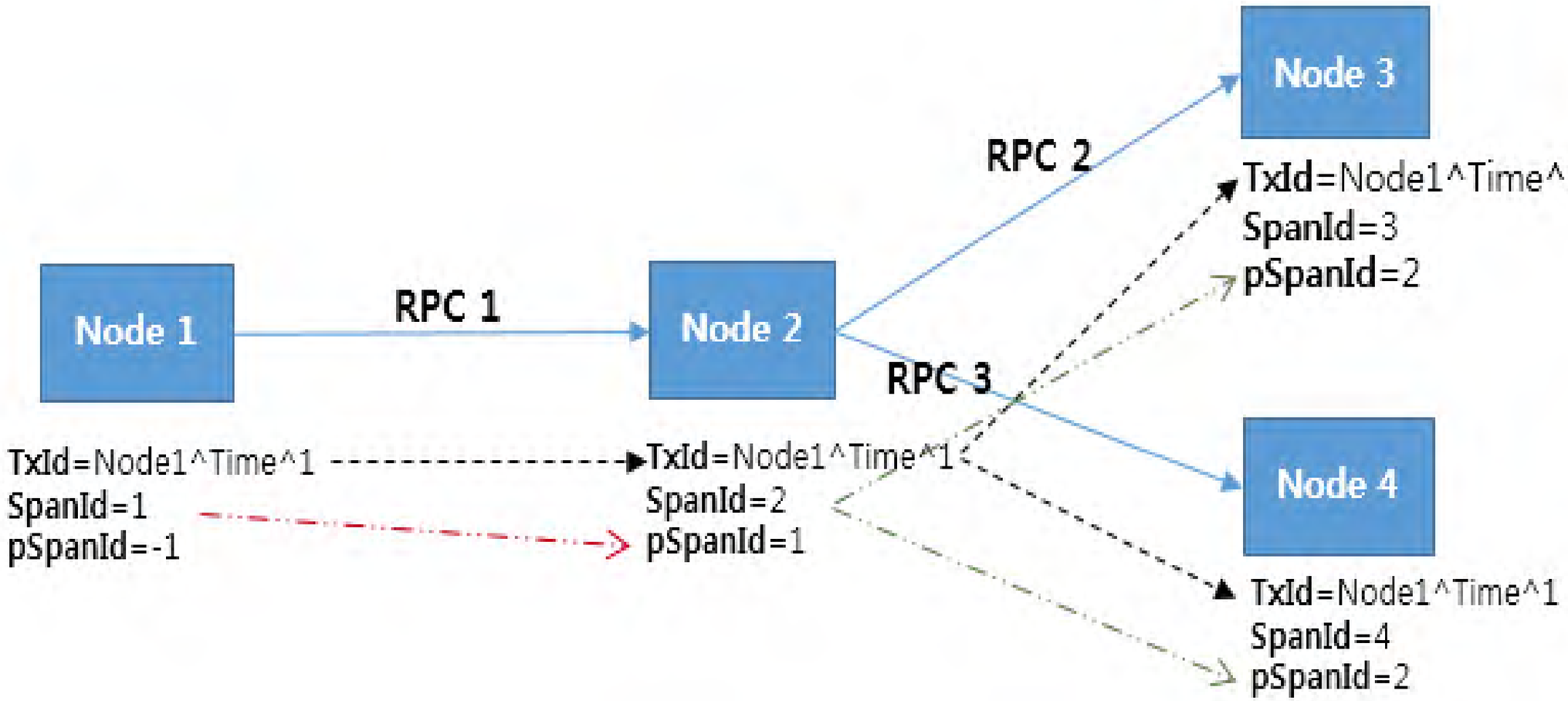
- Agent如何识别自己是哪个service？哪个POD？
  - ETCD维护着service与pod关系
  - Agent启动时查询自己所属的service

如何获取链路

- 对代码掌控能力较强采用OpenTracing
- 对代码进行插装实现Google Dapper的原理



Google Dapper



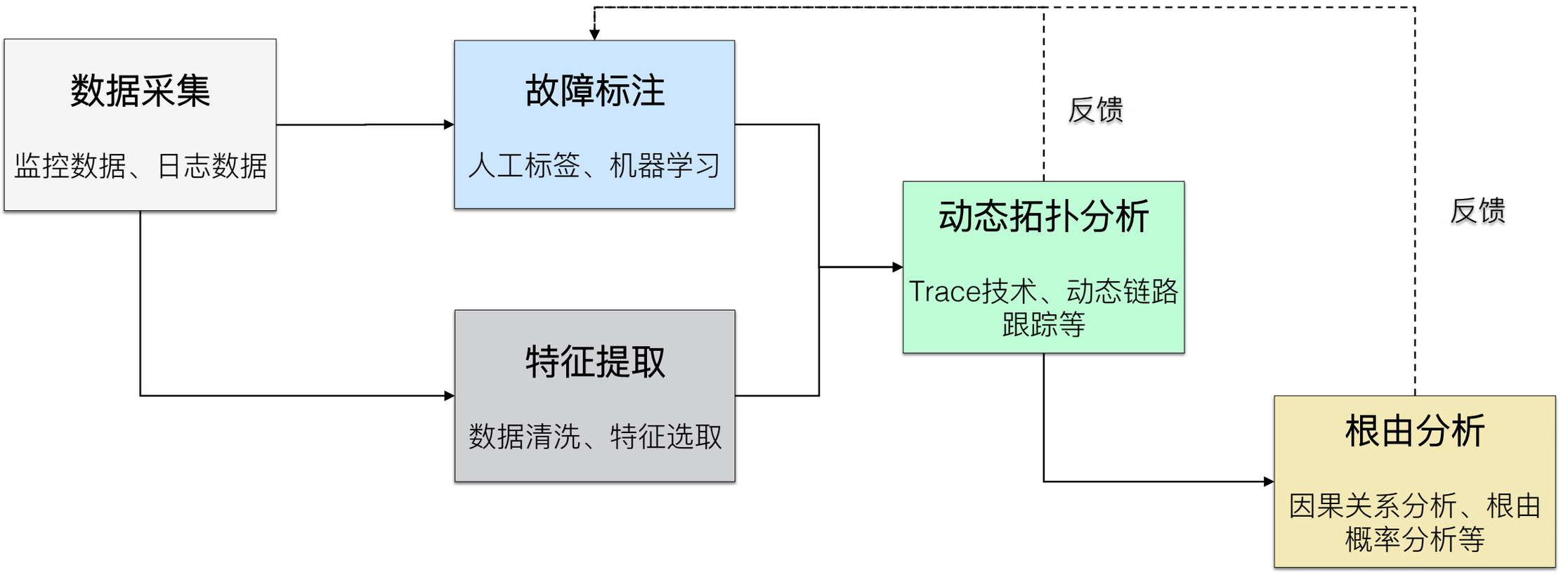
链路跟踪

- TraceID：识别用户一次请求，所有全链路上的节点共用一个TraceID
- SpanID：正在处理用户请求的节点
- ParentSpanID：正在处理用户请求节点的上一个节点

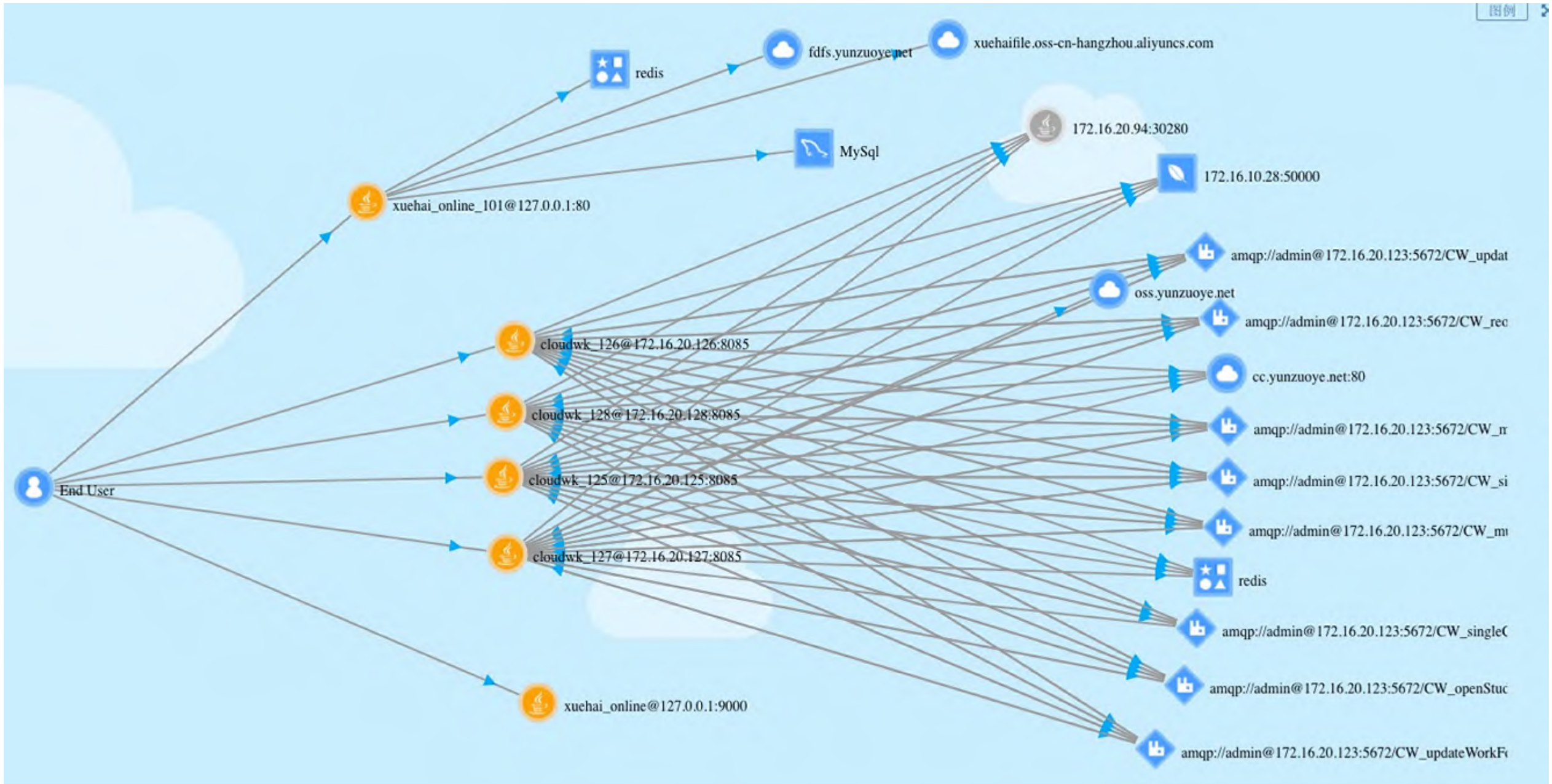
2. 故障根源分析

- 案例场景为某在线教育平台
- 提供各类教育资源分享，用户广泛，IT技术能力差异显著
- 客服经常接到比较奇葩的投诉，很难给出合理建议
- 发生故障后，IT团队修复问题需要花费较长时间定位问题根源
- 目标：减轻客服和运维工作量，快速定位故障或投诉根由

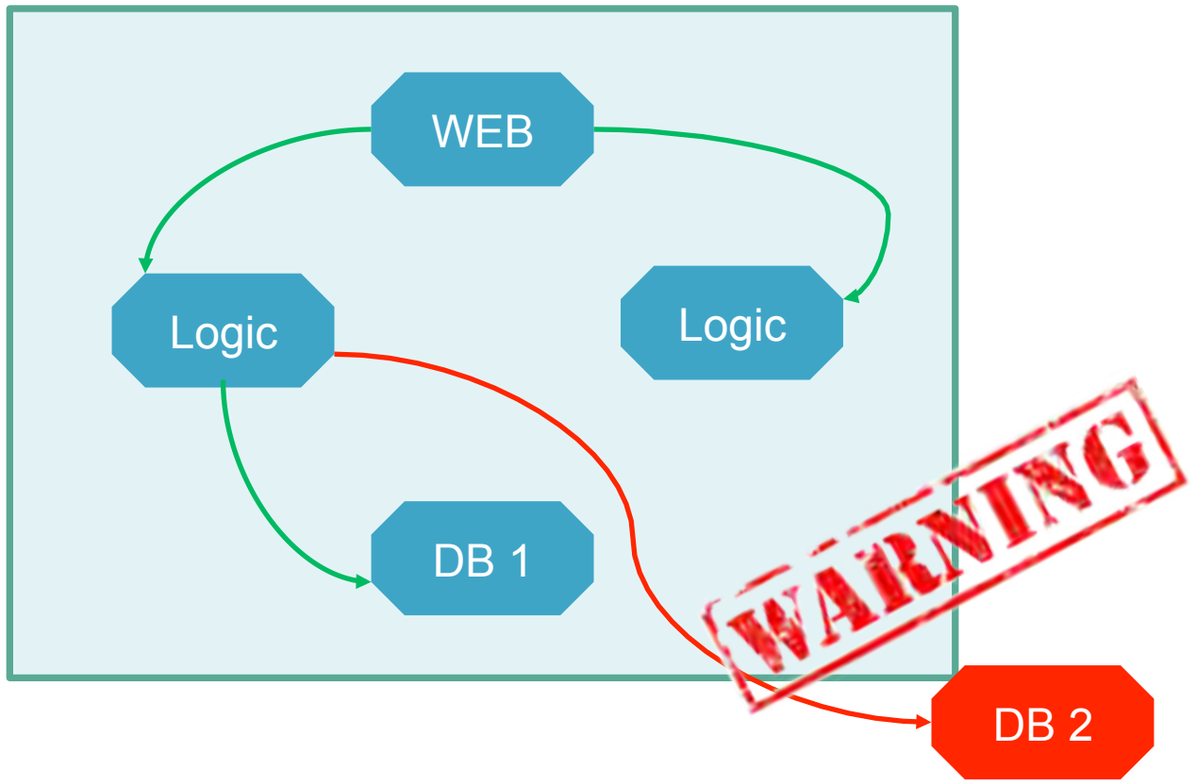
分析流程


数据采集
监控数据、日志数据
故障标注
人工标签、机器学习
特征提取
数据清洗、特征选取
动态拓扑分析
Trace技术、动态链路跟踪等
根由分析
因果关系分析、根由概率分析等
反馈
反馈

动态拓扑结构


图例
redis
fdfs.yunzuoye.net
xuehaifile.oss-cn-hangzhou.aliyuncs.com
MySql
172.16.20.94:30280
172.16.10.28:50000
xuehai_online_101@127.0.0.1:80
amqp://admin@172.16.20.123:5672/CW_updat
oss.yunzuoye.net
amqp://admin@172.16.20.123:5672/CW_rec
cloudwk_126@172.16.20.126:8085
cc.yunzuoye.net:80
cloudwk_128@172.16.20.128:8085
amqp://admin@172.16.20.123:5672/CW_m
cloudwk_125@172.16.20.125:8085
amqp://admin@172.16.20.123:5672/CW_si
amqp://admin@172.16.20.123:5672/CW_m
End User
cloudwk_127@172.16.20.127:8085
redis
amqp://admin@172.16.20.123:5672/CW_singleC
amqp://admin@172.16.20.123:5672/CW_openStuc
xuehai_online@127.0.0.1:9000
amqp://admin@172.16.20.123:5672/CW_updateWorkFc

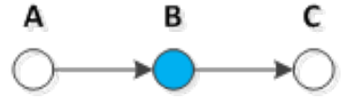
基于拓扑的异常检测



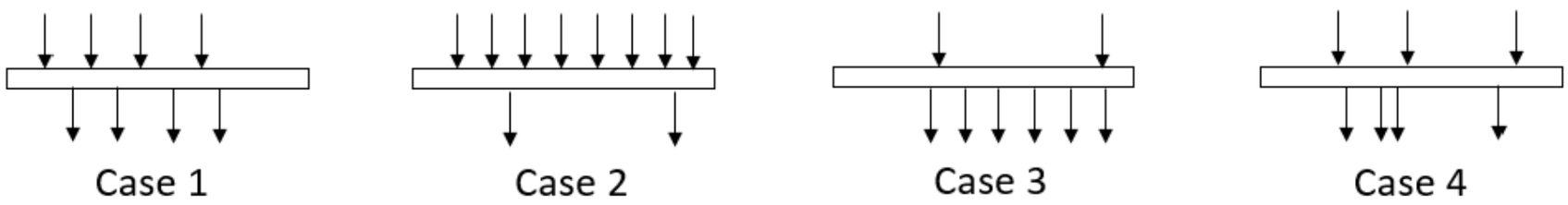
- 构建执行链正常模型
  - 资源访问
  - 性能基线
- 异常行为检测
  - 行为异常
  - 性能异常
  - 访问量异常

因果关系分析

- 因果关系分析定义
  - 构建数据中心服务拓扑结构图，如右图A调用B触发B调用C，A->B称为B的因边，B->C称为B的果边

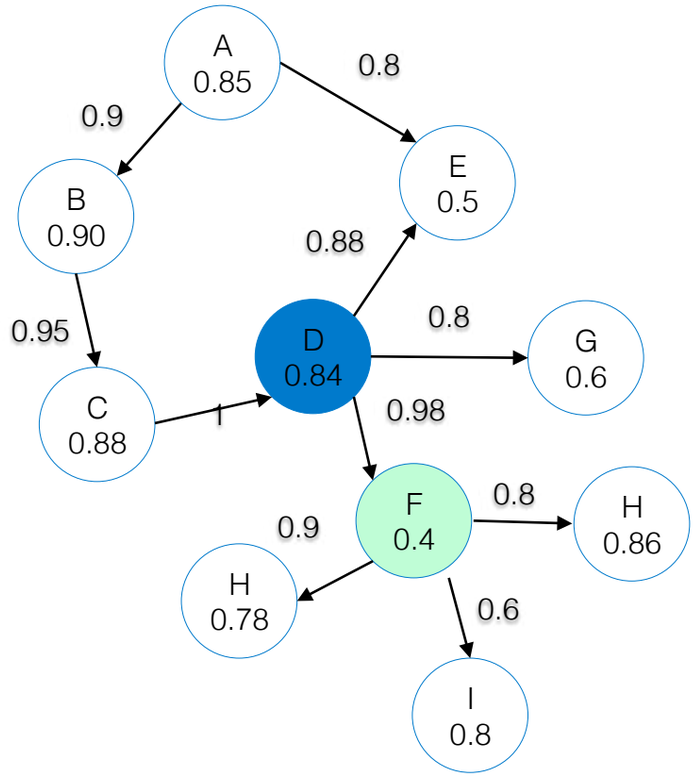


- 如何判定因果关系
  - 果边应发生在因边之后的一个特定的时间段，即服务延时
  - 服务延时不能超过超时时间也不能低于服务处理时间
  - 通过关联分析，判断潜在因果关系



故障根由定位

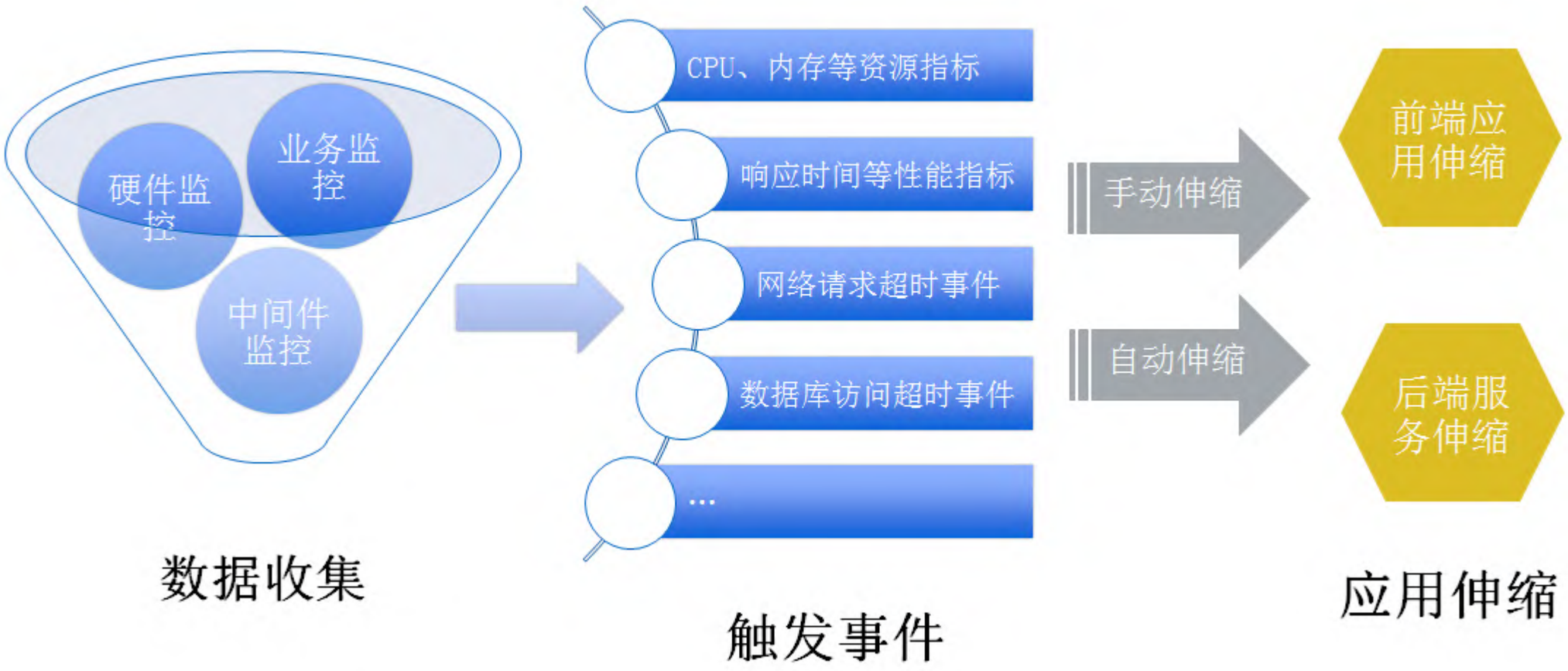
- 对故障相关容器节点的可能性进行量化分析
  - 形成故障因果关系链，执行链的历史执行频度将作为该链路上节点权重
  - 计算因果链上每个节点的影响
    - ✓ 以右图D为例，影响D的节点为E，F等，受D影响的节点为C，B，A
  - 量化单个节点对其他节点影响
    - $P(D|F)=P(DF)*w_F/P(F)$
    - $P(C|F)=P(C|D)*P(D|F)$，其中权重由节点历史执行频率决定
    - 异常发生时，可快速计算出其他节点的嫌疑程度



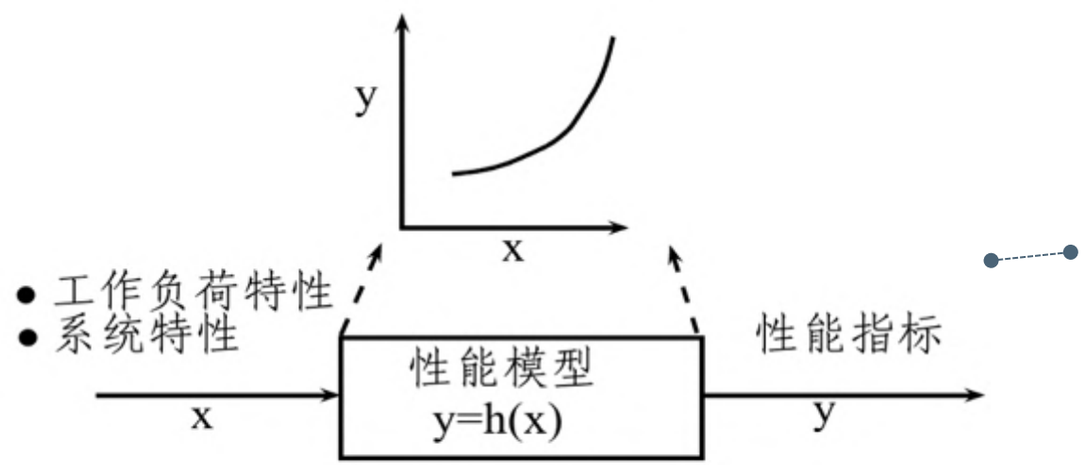
3. 智能调度

- 案例场景为智慧物流信息共享和监控管理平台
- 支持一个地级市范围内，10+万物流车辆，数百家物流快递公司
- 秒级实时信息更新和发布
- 采用云平台增强其弹性伸缩能力

设计思路


硬件监控
业务监控
中间件监控
CPU、内存等资源指标
响应时间等性能指标
网络请求超时事件
数据库访问超时事件
...
手动伸缩
自动伸缩
前端应用伸缩
后端服务伸缩
数据收集
触发事件
应用伸缩

性能瓶颈定位



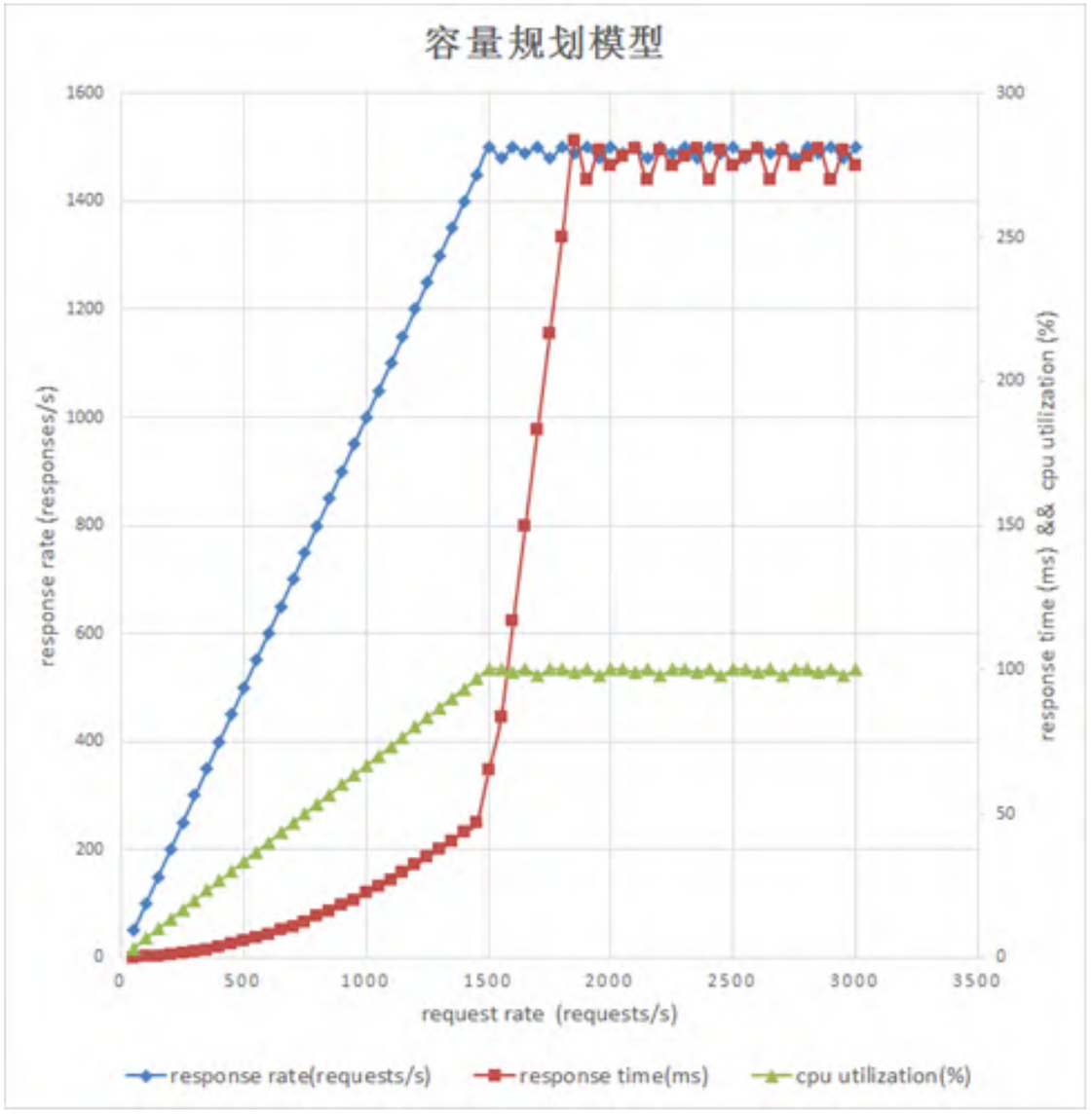
工作负荷特性： 到达率、到达间隔分布、分类

系统特性： 调度策略、负载均衡策略

性能指标： 响应时间、吞吐量和资源的利用率

性能瓶颈定位

- 资源利用率
  - 服务时间估算（多元线性回归）
  - 资源利用率预测
- 响应时间预测
  - MVA队列模型
  - BP神经网络 + 遗传算法



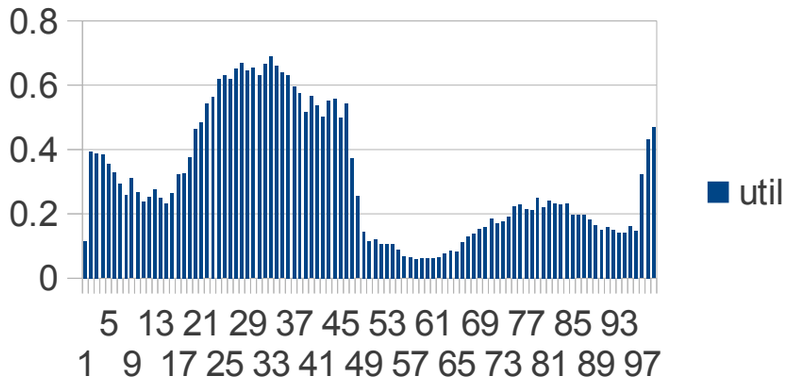
应用容量估算相关方法

负载模型	流量分析	资源利用率估算	响应时间预测	容量估算
• 基于资源需求的事务分类，CPU密集型、IO密集型等	• 隐马尔科夫模型 • 自适应平滑Holt-Winters	• Regression Analysis	• Neural network • Queue network	• 基于性能和资源利用率的估算，资源满足应用需求的同时应性能不会明显下降

Access log

```
111.111.111.111 - [2/May/08 - 00:23:48] "GET /reportAAA.HTML"
123.123.123.123 - [2/May/08 - 00:23:48] "GET /reportBBB.HTML"
222.222.333.444 - [2/May/08 - 00:25:48] "GET /formAAA.HTML"
333.333.333.333 - [2/May/08 - 00:25:55] "GET /formBBB.HTML"
444.444.444.444 - [2/May/08 - 00:26:01] "GET /consolidationAAA.HTML"
555.555.555.555 - [2/May/08 - 00:26:03] "GET /login.HTML"
```

Resource log



ETL

1

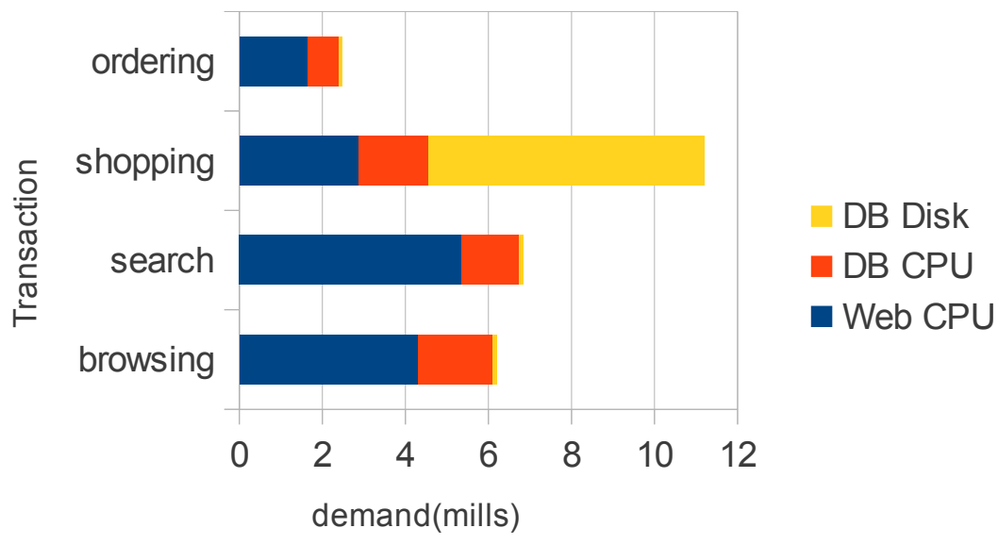
Transaction profile

Time (hour)	N_1	N_2	N_3	N_4	…	N_{756}	$U_{CPU}(\%)$
1	21	15	21	16	…	0	13.3201
2	24	6	8	5	…	0	8.4306
3	18	2	5	4	…	0	7.4107
4	22	2	4	7	…	0	6.4274
5	38	5	6	7	…	0	7.5458
…							

Regression Analysis

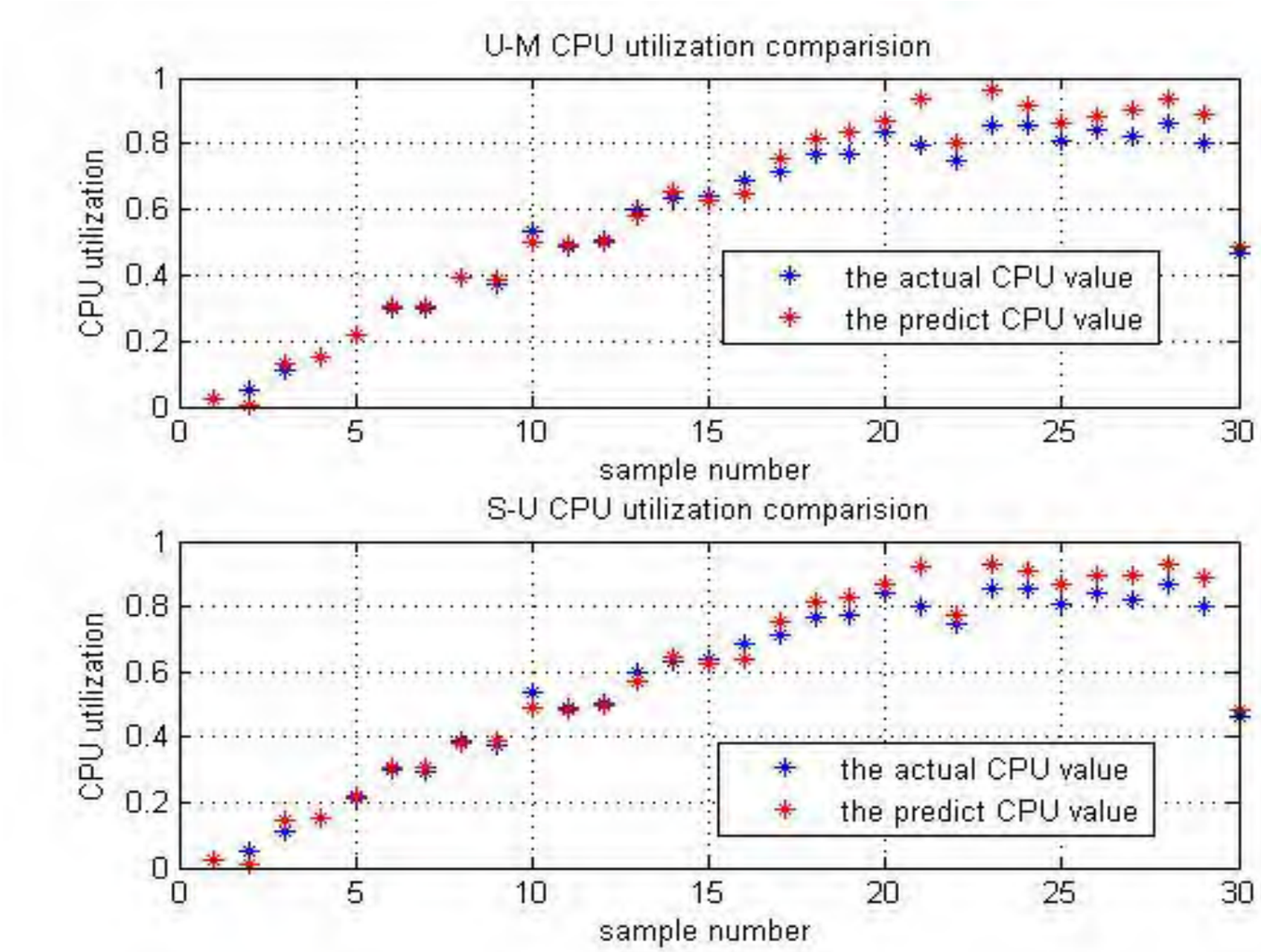
2

Transaction resource demand



应用资源需求估算

- MySQL 节点　CPU利用率 vs 负载



容器动态资源调度

- Kubernetes容器资源调度：Predicates和Priority
- 业务指标驱动资源调度
  - 容器业务访问量预测 →
  - 容器资源需求 / 应用性能分析 →
  - 如可能过载，容器弹性伸缩或迁移

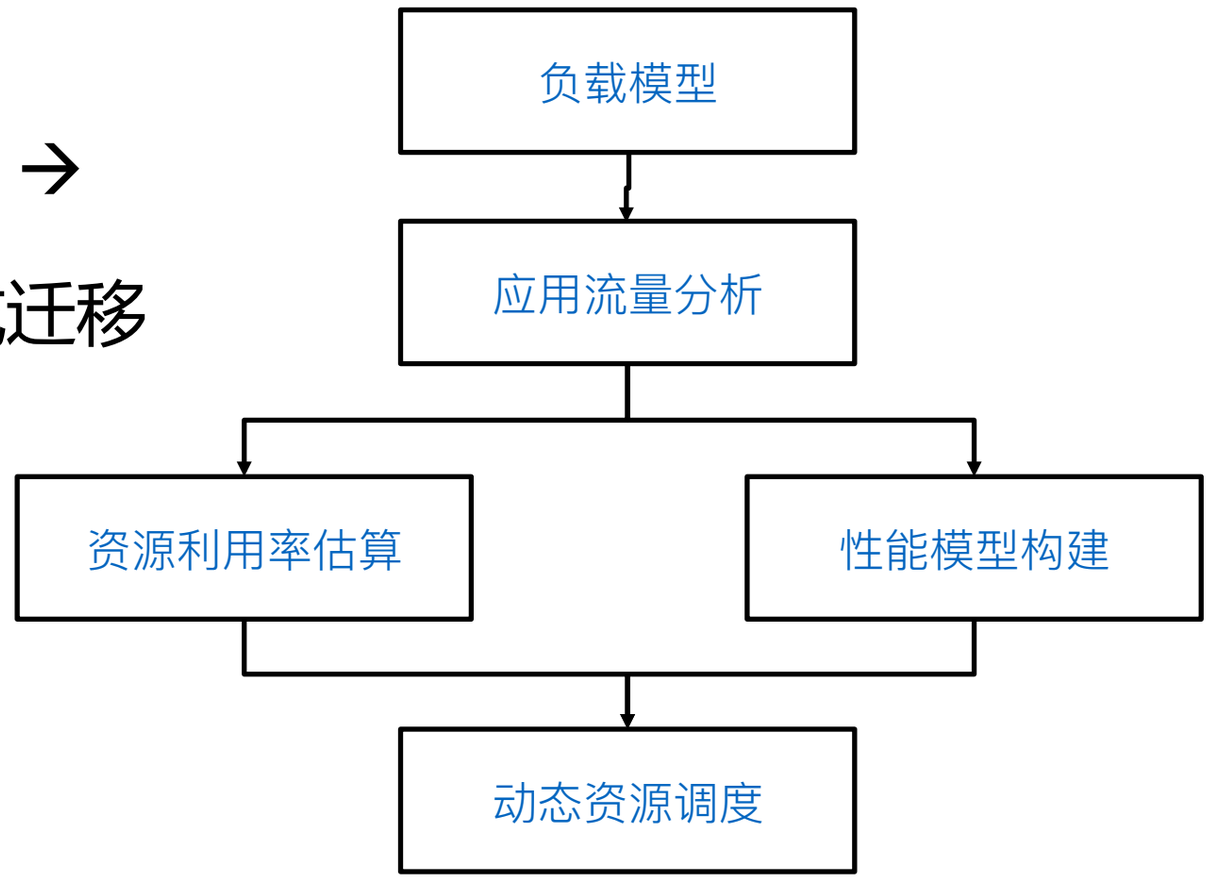


TABLE OF **CONTENTS**

浙江大学SEL实验室

容器环境下智能运维的挑战

容器环境下智能运维实践案例

智能运维发展展望

智能运维展望

被动故障告警到主动预防	用户行为分析到服务行为分析	人工故障恢复到自动故障恢复
• 用预测代替传统的单纯监控 • 实时高性能运维数据处理	• 服务资源访问 • 服务性能基线 • …	• 改变传统人工or规则修复故障的模式 • 通过机器学习，不断完善故障恢复知识库

进一步交流请加微信

THANKS!

智 能 时 代 的 新 运 维

CNUTCon 2017