# A-OPS在分布式存储Ceph中应用研究

张道龙

软通动力openEule研究中心

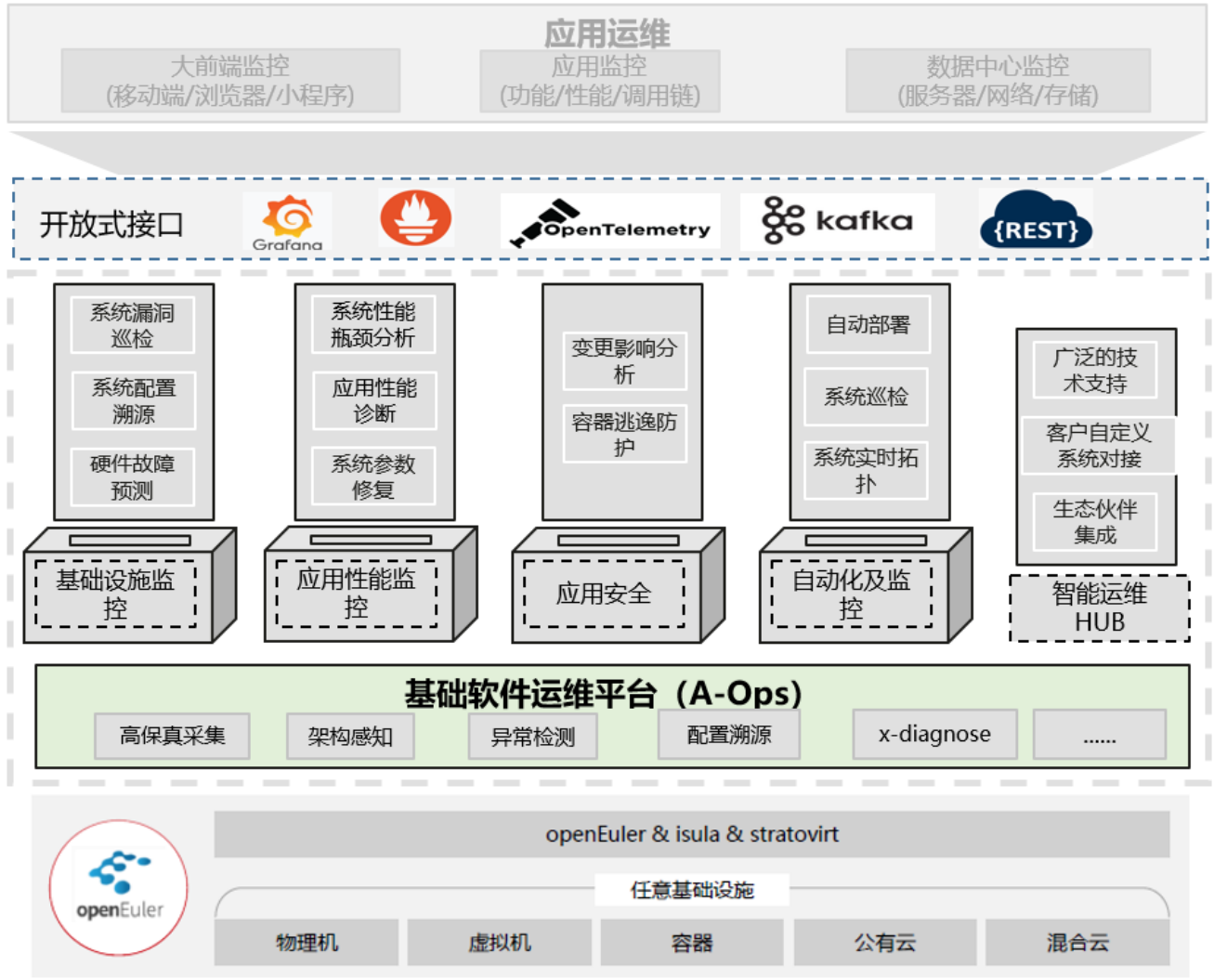
# A-Ops简介

A-Ops是一款智能运维工具，通过实现智能运维基本框架，提供配置溯源，架构感知，故障定位基础能力，支持快速排障和运维成本降低，主要功能:

- 资产管理
- CVE管理
- 异常检测
- 配置溯源

关键技术:

- eBPF
- AI分析

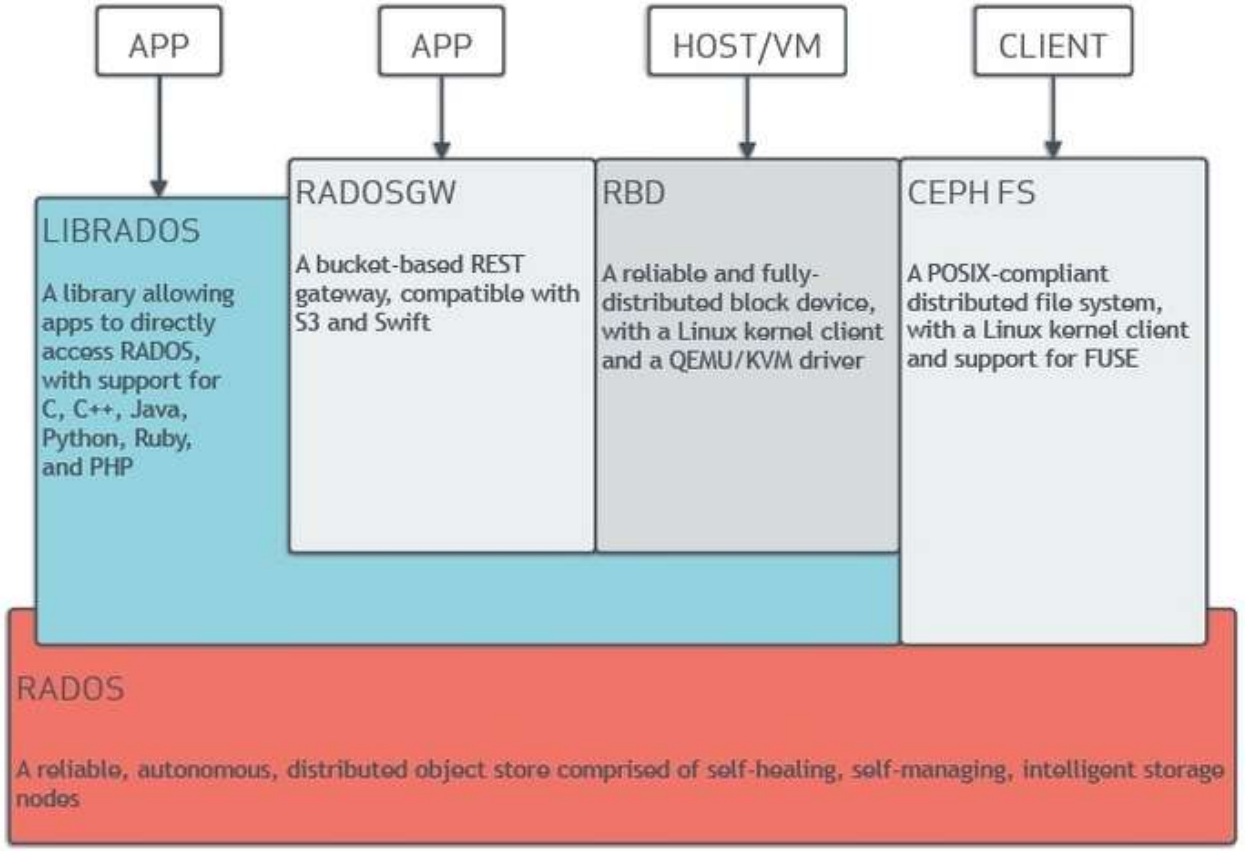


# 分布式存储Ceph简介

Ceph 是一个统一的分布式存储软件，并提供分布式、横向扩展，高度可靠性的存储系统。对外提供了:

- 对象存储
- 块设备存储
- 文件存储

主要开发语言C++，Python。



# Ceph监控和问题

Ceph是分布式存储系统，影响ceph运行资源比较多:

- ceph进程(ceph-osd,ceph-mon.....)
- 磁盘
- 网络
- CPU
- 内存

分布式存储Ceph的组件多，监控起来相对比较复杂，目前存在问题:

- 发现问题和定位问题之间衔接
- 随机性故障诊断能力不足
- 监控数据和问题衔接
- 缺乏系统性的监控分析

ceph中常现block io告警

```
[root@ceph1 ~]# ceph -s
  cluster:
    id:     70be1e2f-7da6-4770-a226-6ad7e7a264ae
    health: HEALTH_WARN
            Degraded data redundancy: 2188389/4412944 objects degraded (49.590%), 1 pg degraded, 1 pg undersized
            20 slow ops, oldest one blocked for 123 sec, osd.0 has slow ops

  services:
    mon: 1 daemons, quorum ceph1 (age 2d)
    mgr: ceph1(active, since 2d)
    osd: 3 osds: 3 up (since 2h), 3 in (since 2h); 1 remapped pgs

  data:
    pools:   1 pools, 1 pgs
    objects: 2.21M objects, 5.6 GiB
    usage:   13 GiB used, 6.5 TiB / 6.5 TiB avail
    pgs:     2188389/4412944 objects degraded (49.590%)
             1 active+undersized+degraded+remapped+backfilling
```

# A-Ops实现对Ceph端到端的监控

从客户端的卷，文件，对象，到服务端的磁盘，A-Ops可以实现端到端的监控。

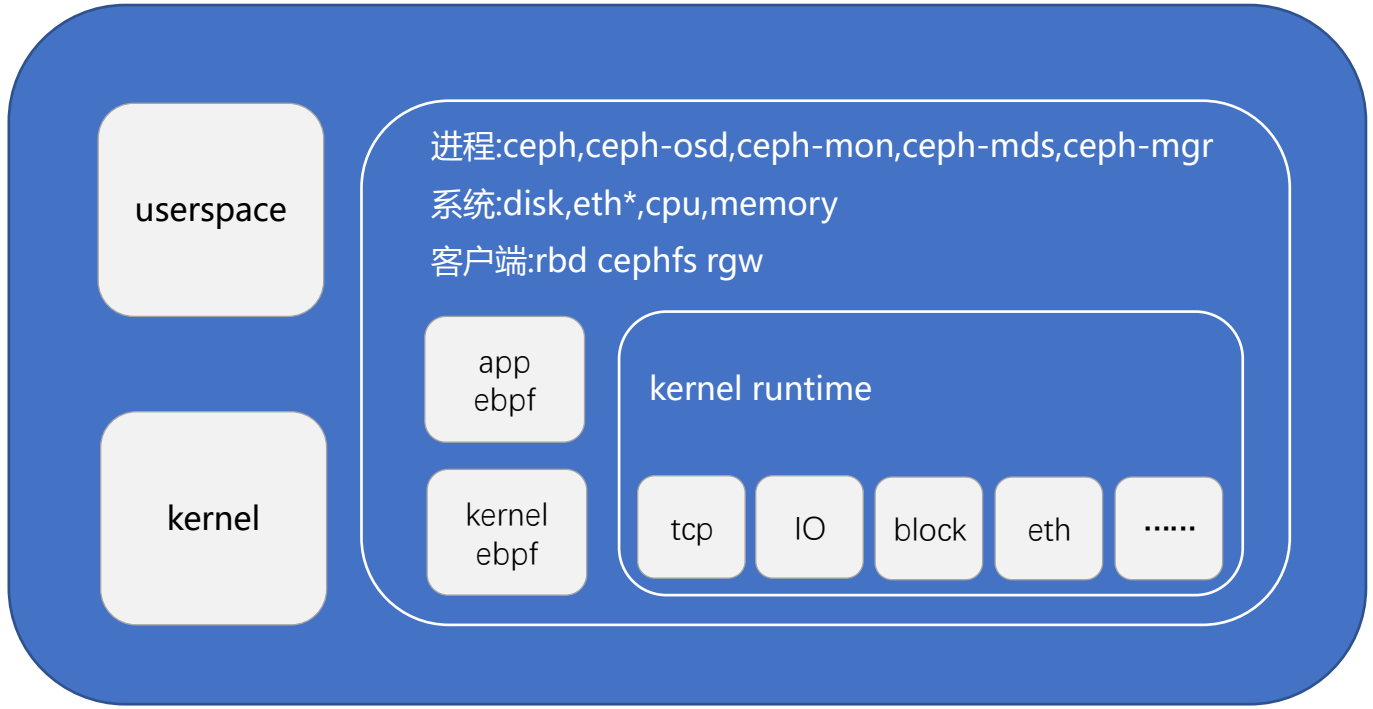
整体监控可以分为用户空间按和内核空间层面：

- 用户空间监控

  aops-ceres可以收集节点基本信息。

- 内核空间监控

  gala-gopher定位OS系统后台服务，提供基础软件全方位的观测能力，基于eBPF技术，持续性、低底噪的方式为采集基础软件运行时数据。



# A-Ops监控Ceph问题分析案例—ceph-osd通信故障

通过模拟Ceph 中通信故障，来具体分析A-ops监控能力，故障是通过模拟进程ceph-osd通信模块故障,延时主要是通过sleep方式实现。

```
[root@ceph1 ~]#
[root@ceph1 ~]#
[root@ceph1 ~]# ceph daemon osd.0 config set osd_debug_inject_dispatch_delay_duration 15
{
    "success": "osd_debug_inject_dispatch_delay_duration = '15.000000' (not observed, change may require restart) "
}
[root@ceph1 ~]#
[root@ceph1 ~]#
[root@ceph1 ~]# ceph daemon osd.0 config set osd_debug_inject_dispatch_delay_probability 0.5
{
    "success": "osd_debug_inject_dispatch_delay_probability = '0.500000' (not observed, change may require restart) "
}
[root@ceph1 ~]#
[root@ceph1 ~]#
```

```
void maybe_inject_dispatch_delay() {
  if (g_conf()->osd_debug_inject_dispatch_delay_probability > 0) {
    if (rand() % 10000 <
        g_conf()->osd_debug_inject_dispatch_delay_probability * 10000) {
      utime_t t;
      t.set_from_double(g_conf()->osd_debug_inject_dispatch_delay_duration);
      t.sleep();
    }
  }
}
```

注入延时后，fio测试的IO延时会逐渐增加。

```
fio -filename=/dev/rbd0 -iodepth 64  -direct=1 -thread -rw=write -bs=512K -runtime=60  -name=mytest -ioengine=posixaio -numjobs=1
```

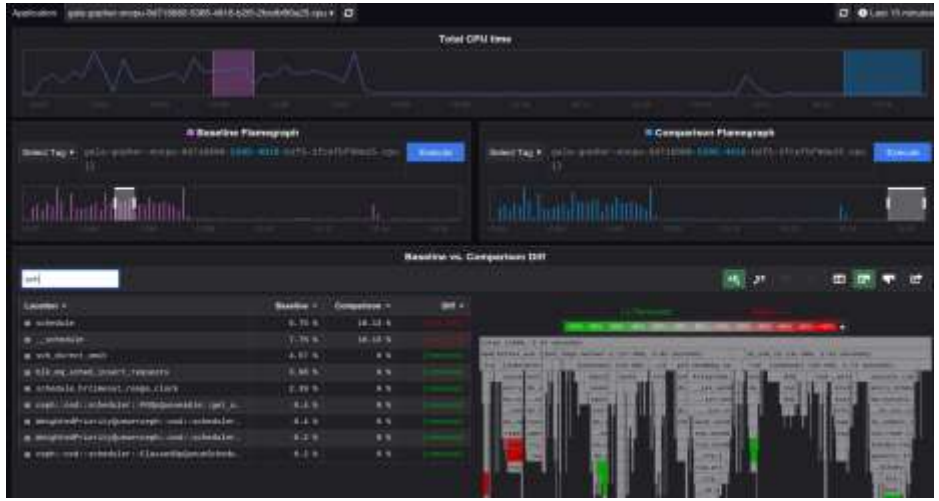
ceph集群会出现以下错误：

```
[root@ceph1 ~]#
[root@ceph1 ~]#
[root@ceph1 ~]# ceph health detail
HEALTH_WARN 6 slow ops, oldest one blocked for 982 sec, daemons [osd.0,osd.2] have slow ops.
[WRN] SLOW_OPS: 6 slow ops, oldest one blocked for 982 sec, daemons [osd.0,osd.2] have slow ops.
[root@ceph1 ~]#
```

# A-Ops监控Ceph问题分析案例—ceph-osd通信故障

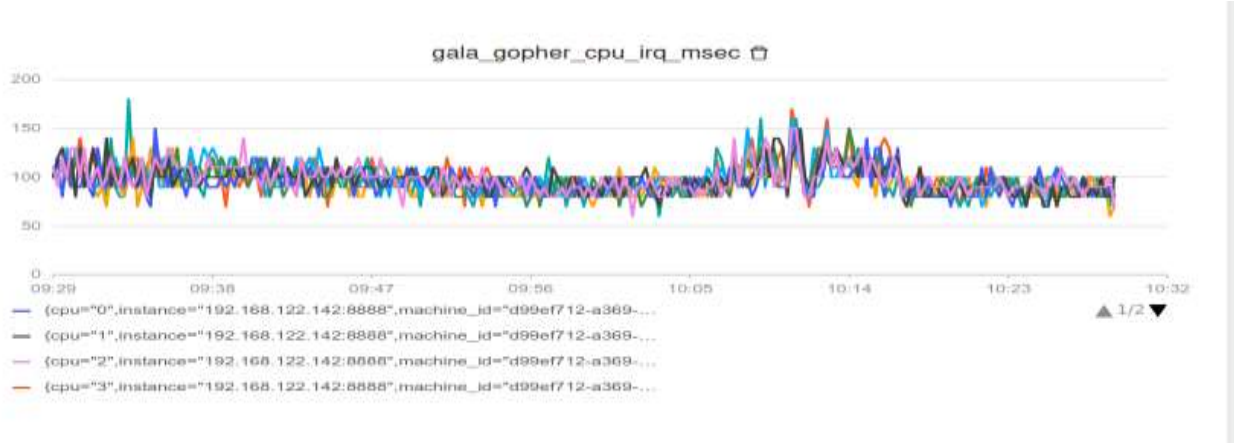
ceph-osd在单位时间内占用cpu时间降低，scheduler占用时间增加。

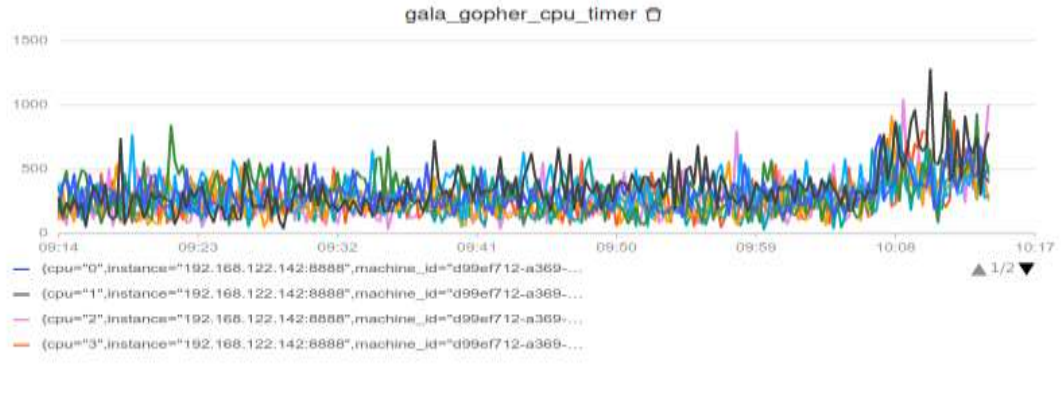




# A-Ops监控Ceph问题分析案例—ceph-osd通信故障

ceph存在负载的情况，softirq和cputimer占用时间在一个相对稳定区间，延时注入后，ceph-osd处理速度降低，总体cpu负载也随着降低。CPU的监控指标和程序业务类型有关系，具体表现看程序业务类型。

# A-Ops监控Ceph问题分析案例—ceph-osd读故障

通过模拟ceph-osd数据校验错误，来实现模拟ceph-osd读故障。

```
[root@ceph1 ~]#  ceph daemon osd.0 config set   bluestore_retry_disk_reads 10
{
    "success": "bluestore_retry_disk_reads = '10' (not observed, change may require restart) "
}
[root@ceph1 ~]#  ceph daemon osd.0 config set   bluestore_debug_inject_csum_err_probability 1
{
    "success": "bluestore_debug_inject_csum_err_probability = '1.000000' (not observed, change may require restart) "
}
```

注入延时后，客户端跑fio。

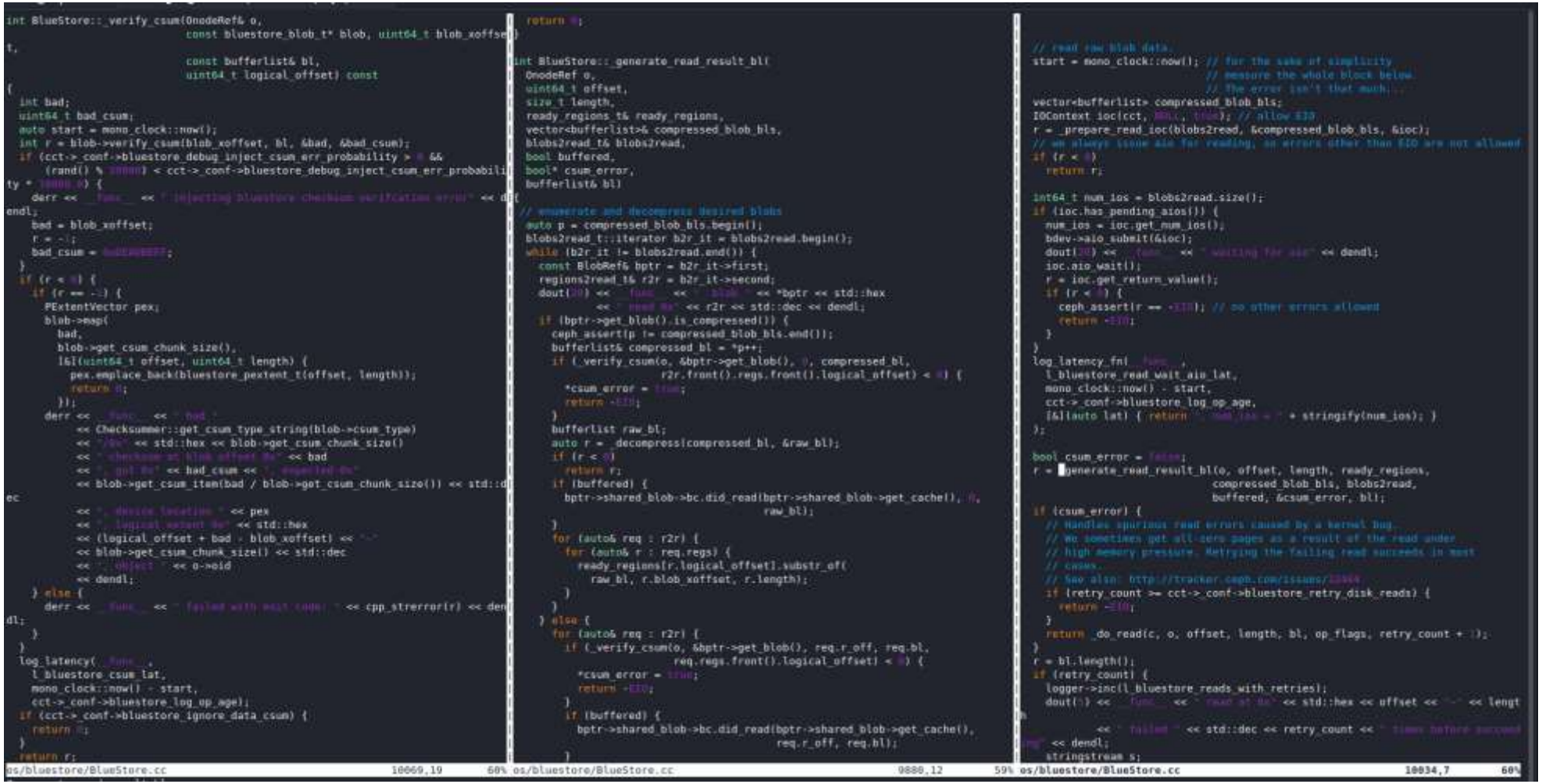
```
# fio -filename=/dev/rbd0 -iodepth 16  -direct=1 -thread -rw=read -bs=4K -runtime=600  -name=mytest -ioengine=posixaio -numjobs=1
```

ceph集群会出现以下错误：

```
root@ceph1 ~]# ceph -s
 cluster:
   id:     769e1e2f-7da0-4770-a226-6ad7e7a264ae
   health: HEALTH_WARN
           Too many repaired reads on 1 OSDs
           Degraded data redundancy: 1/1536 objects degraded (0.065%), 1 pg degraded
```

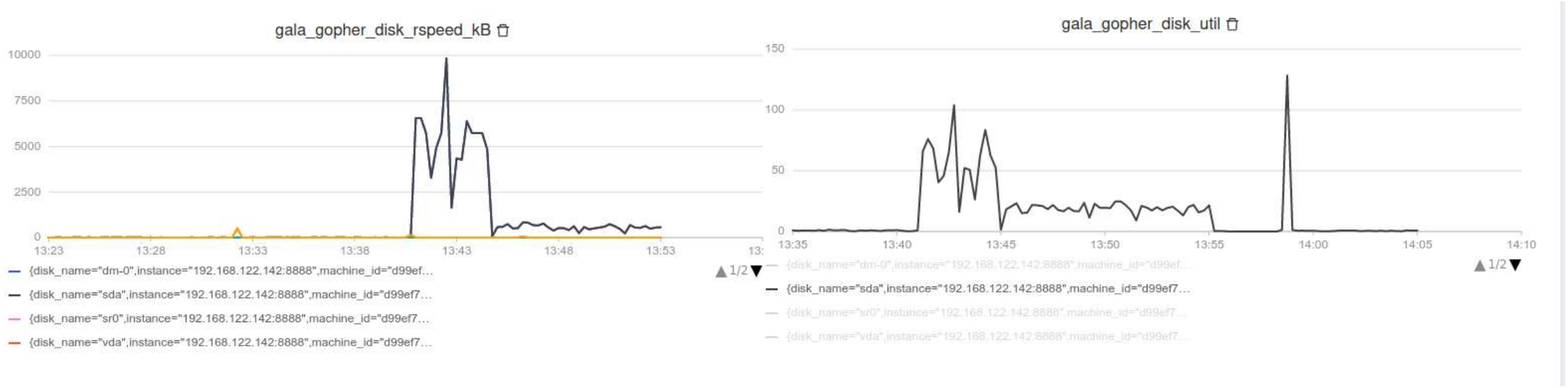
# A-Ops监控Ceph问题分析案例—ceph-osd读故障

模拟读故障实现方式是模拟读取数据crc检验失败，然后retry read。主要代码分析:



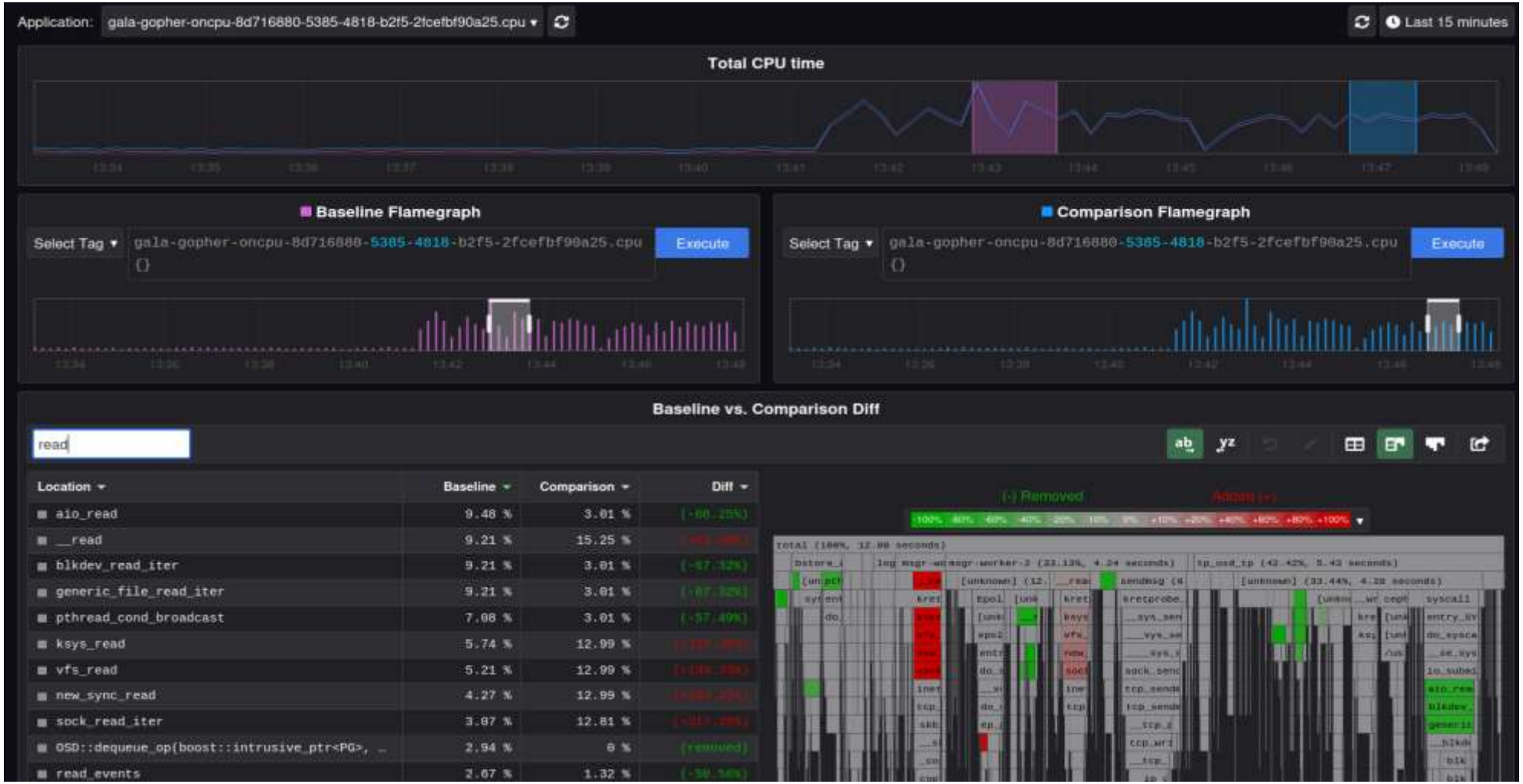
# A-Ops监控Ceph问题分析案例—ceph-osd读故障

a-ops监控信息，13：45后磁盘的带宽和使用都在下降。



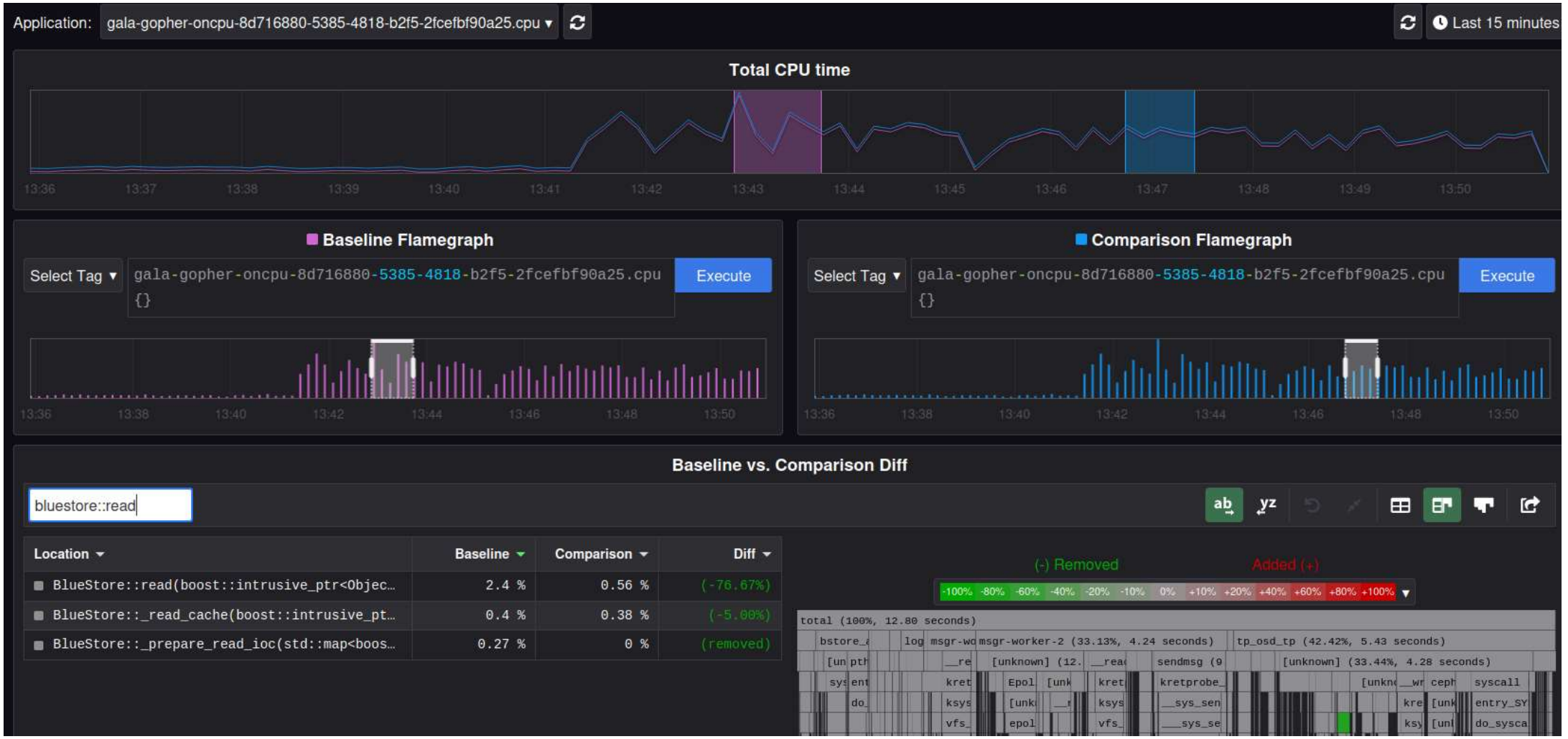
# A-Ops监控Ceph问题分析案例—ceph-osd读故障

13：45开始故障注入，系统调用read函数的占用时间陡增。



# A-Ops监控Ceph问题分析案例—ceph-osd读故障

read上层调用，bluestore::read在单位时间内占用时间在相对在减少。



# A-Ops监控Ceph问题分析案例—TC注入网络丢包

read上层调用，bluestore::read在单位时间内占用时间在相对在减少。

```
[root@ceph1 ~]# tc qdisc add dev ens3 root netem loss 30% 25%
```

注入丢包前fio性能：

```
[root@worker3 ~]# sleep 60;fio -filename=/dev/rbd0 -iodepth 16  -direct=1 -thread -rw=read -bs=4K -runtime=300  -name=mytest -ioengine=posixaio -numjobs=1
mytest: (g=0): rw=read, bs=(R) 4096B-4096B, (W) 4096B-4096B, (T) 4096B-4096B, ioengine=posixaio, iodepth=16
fio-3.29
Starting 1 thread
Jobs: 1 (f=1): [R(1)][100.0%][r=8640KiB/s][r=2160 IOPS][eta 00m:00s]
mytest: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=21910: Wed Apr 19 16:45:41 2023
  read: IOPS=2062, BW=8249KiB/s (8447kB/s)(2417MiB/300005msec)
    slat (nsec): min=110, max=199590, avg=879.42, stdev=737.71
    clat (usec): min=2003, max=83925, avg=7750.24, stdev=5099.56
     lat (usec): min=2003, max=83926, avg=7751.12, stdev=5099.64
    clat percentiles (usec):
     |  1.00th=[ 2311],  5.00th=[ 5145], 10.00th=[ 5407], 20.00th=[ 5800],
     | 30.00th=[ 6063], 40.00th=[ 6390], 50.00th=[ 6652], 60.00th=[ 6980],
     | 70.00th=[ 7439], 80.00th=[ 8029], 90.00th=[10421], 95.00th=[15795],
     | 99.00th=[23987], 99.50th=[48497], 99.90th=[66847], 99.95th=[71828],
     | 99.99th=[76022]
   bw (  KiB/s): min= 3192, max=19552, per=100.00%, avg=8256.22, stdev=2003.11, samples=599
   iops        : min=  798, max= 4888, avg=2063.99, stdev=500.77, samples=599
  lat (msec)   : 4=2.83%, 10=86.53%, 20=9.11%, 50=1.07%, 100=0.46%
```

注入丢包后fio性能：

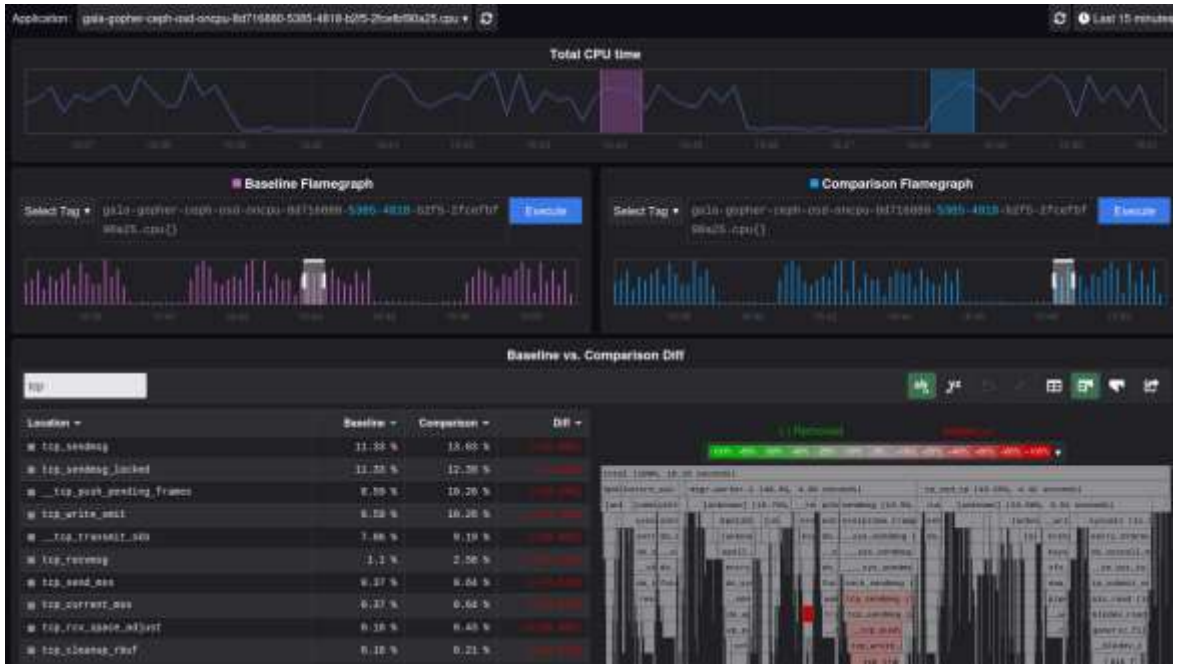
```
[root@worker3 ~]# sleep 60;fio -filename=/dev/rbd0 -iodepth 16  -direct=1 -thread -rw=read -bs=4K -runtime=300  -name=mytest -ioengine=posixaio -numjobs=1
mytest: (g=0): rw=read, bs=(R) 4096B-4096B, (W) 4096B-4096B, (T) 4096B-4096B, ioengine=posixaio, iodepth=16
fio-3.29
Starting 1 thread
Jobs: 1 (f=1): [R(1)][6.0%][r=8392KiB/s][r=2098 IOPS][eta 04m:42s]
Jobs: 1 (f=1): [R(1)][100.0%][r=8720KiB/s][r=2180 IOPS][eta 00m:00s]
mytest: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=22071: Wed Apr 19 16:53:09 2023
  read: IOPS=2044, BW=8177KiB/s (8373kB/s)(2396MiB/300007msec)
    slat (nsec): min=132, max=263364, avg=857.48, stdev=763.07
    clat (usec): min=1709, max=265346, avg=7818.73, stdev=6952.27
     lat (usec): min=1710, max=265347, avg=7819.59, stdev=6952.33
    clat percentiles (msec):
     |  1.00th=[    3],  5.00th=[    6], 10.00th=[    6], 20.00th=[    6],
     | 30.00th=[    6], 40.00th=[    7], 50.00th=[    7], 60.00th=[    8],
     | 70.00th=[    8], 80.00th=[    9], 90.00th=[   11], 95.00th=[   16],
     | 99.00th=[   25], 99.50th=[   53], 99.90th=[   72], 99.95th=[   88],
     | 99.99th=[  220]
   bw (  KiB/s): min= 3224, max=20464, per=100.00%, avg=8182.13, stdev=2081.00, samples=599
   iops        : min=  806, max= 5116, avg=2045.47, stdev=520.26, samples=599
  lat (msec)   : 2=0.07%, 4=2.70%, 10=86.70%, 20=9.06%, 50=0.93%
  lat (msec)   : 100=0.49%, 250=0.05%, 500=0.01%
```

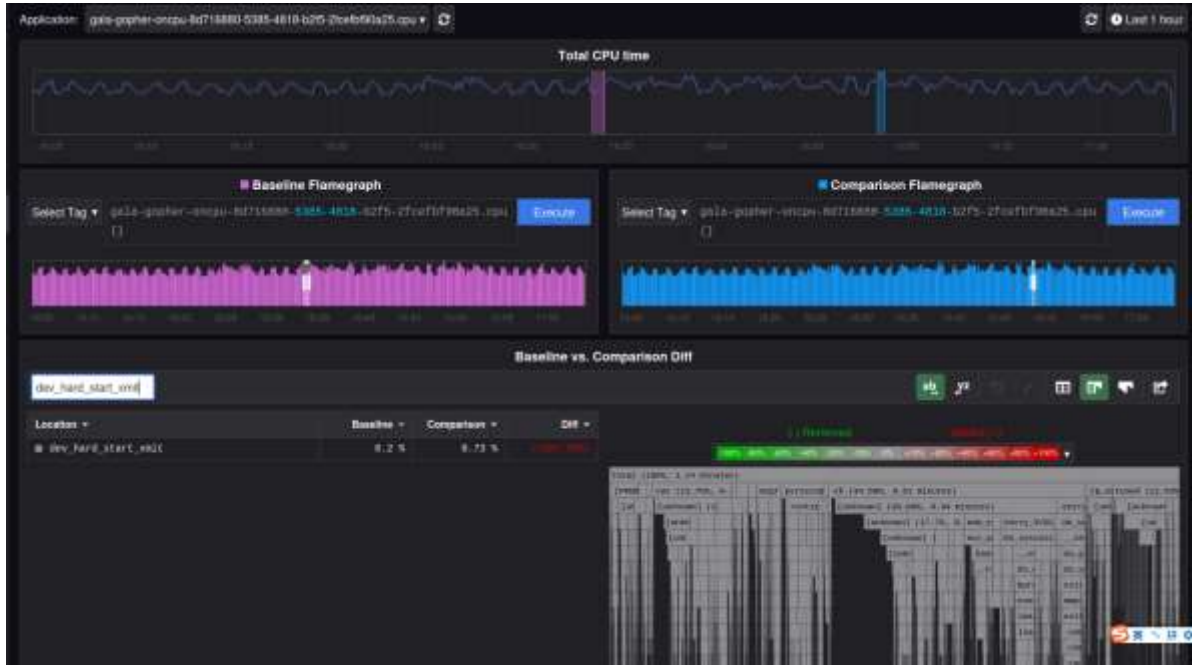
# A-Ops监控Ceph问题分析案例—TC注入网络丢包

read上层调用，bluestore::read在单位时间内占用时间在相对在减少。

# A-Ops监控Ceph问题分析案例—TC注入网络丢包

ceph-osd和系统的火焰图，网络发送包处理函数tcp_sendmsg，dev_hard_start_xmit占用时间在增加。



# A-Ops拓扑功能在Ceph中应用

A-Ops拓扑图构建：

根据gala-gopher 采集的所有观测对象实例的数据，并计算它们之间的拓扑关系，将生成的拓扑图保存到图数据库 arangodb 中。拓扑类型可分为：

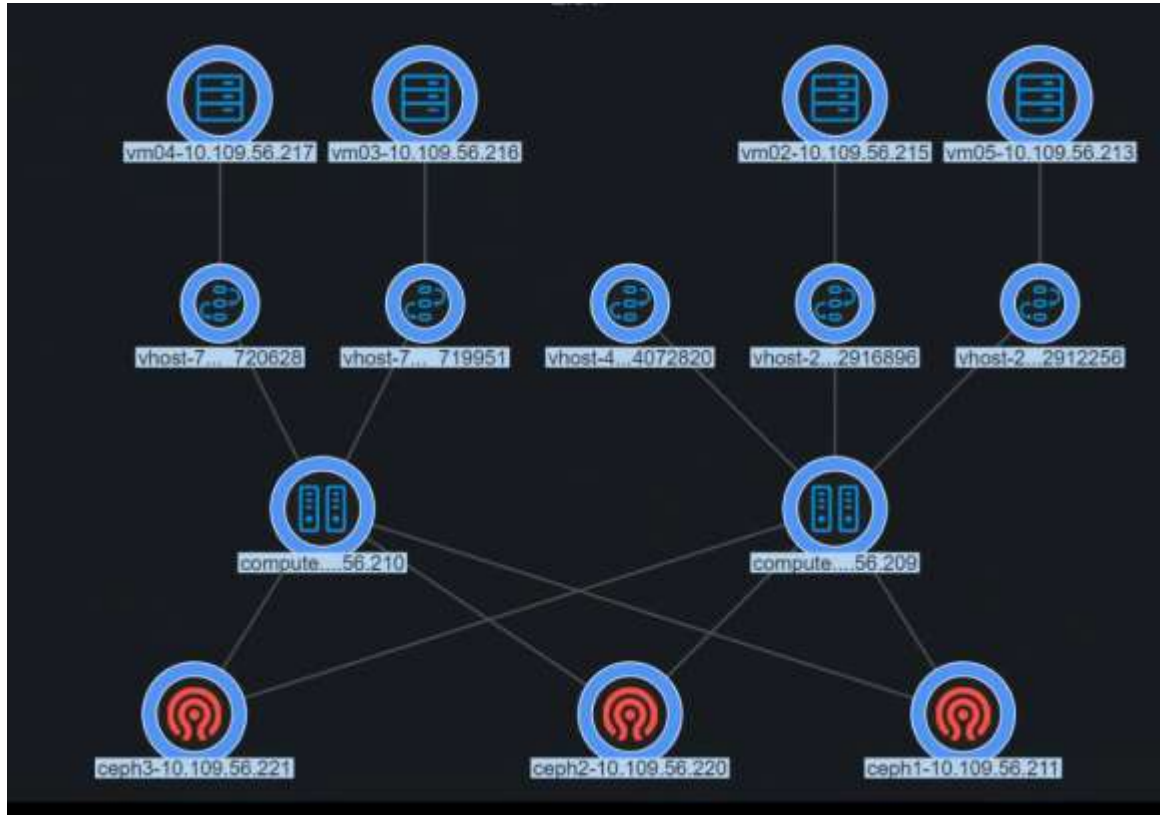
- host 级别拓扑
- 应用级别拓扑
- 从属拓扑（比如主机和主机的磁盘）

在Ceph集群中，构建OS或者应用之间关系拓扑，可以对ceph进程问题溯源。

**问题**

Ceph涉及的进程比较多，在一个节点上可能存在上十万个链接，一个集群几十个节点，如果是app级别这里是否存在性能问题。

host级别的拓扑



# A-Ops的智能分析功能在Ceph应用

A-Ops的智能分析功能：

- 异常检测

针对操作系统，提供异常检测能力，能够及时发现潜在影响客户

端时延的系统级异常，快速跟踪并解决问题。

- 异常上报

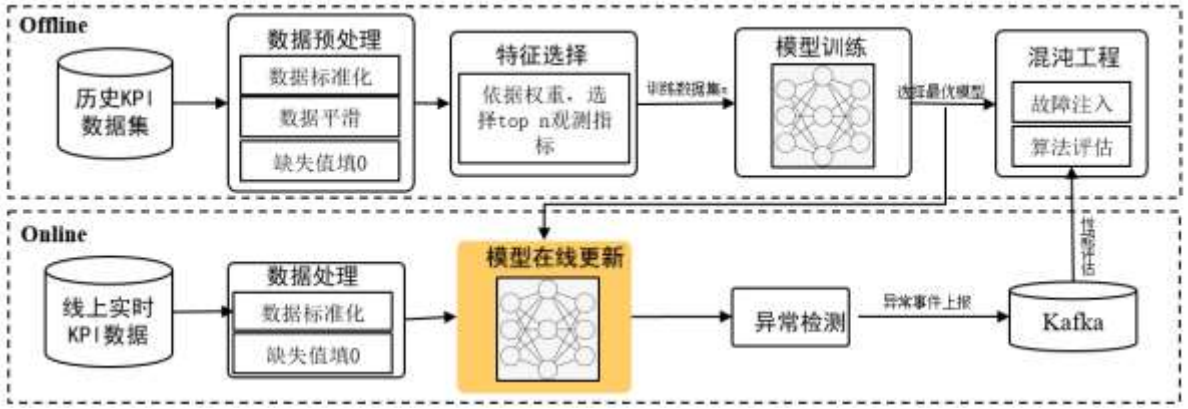
当发现异常行为，平台能够实时上报至Kafka，运维人员只需订阅Kafka消息队列，了解当前系统是否潜在风险。

- AI分析

基于线下预训练、线上模型的增量学习与模型更新，能够很好地适应于多维多模态数据故障诊断。

利用A-Ops的AI对Ceph以下资源监控预测分析：

- 磁盘坏盘的预测
- 分析ceph-osd性能
- 分析集群性能瓶颈




**问题**

去噪问题，比如客户端争抢问题。

# 我们的目标

我们正在做的：

- 部署工具开发
- 主机sos信息收集
- 整合pyroscope提供火焰图
- 等等...

A-Ops改进：

- 可视化加强,比如页面提供火焰图
- 具体应用场景功能强化
- 磁盘生命周期状态监控
- 等等...


OpenEuler