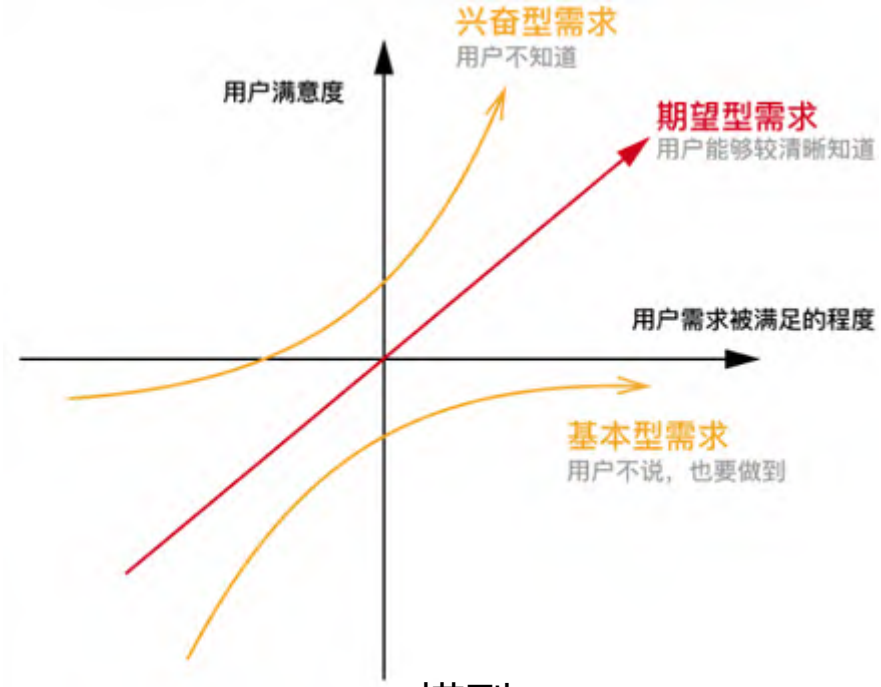
Tencent Big Data

腾讯移动分析Crash系统实时化建设与实践

李国栋
腾讯大数据高级工程师

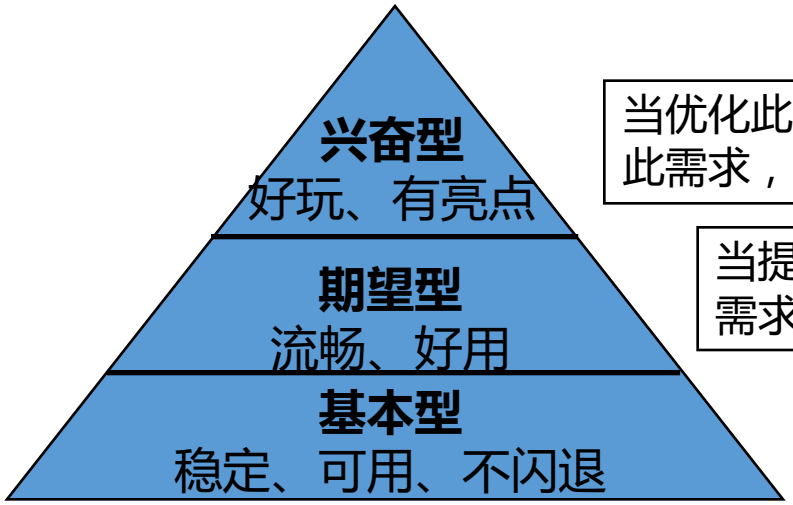
数据平台部

目录



KANO模型

体现产品性能和用户满意之间的**非线性**关系。



当优化此需求，用户满意度不会提升，当不提供此需求，用户满意度会大幅降低。

当提供此需求，用户满意度会提升，当不提供此需求，用户满意度会降低。

当优化此需求，用户满意度不会提升，当不提供此需求，用户满意度会大幅降低。

现在的移动App质量情况

60+%

用户遇到过Crash的比例

20+%

首次启动Crash，选择立即卸载的比例

70+%

使用过程中，Crash后用户给应用打差评比例

行业平均Crash率在**3%**以上！

面临的挑战

多平台覆盖

iOS
Android
游戏引擎

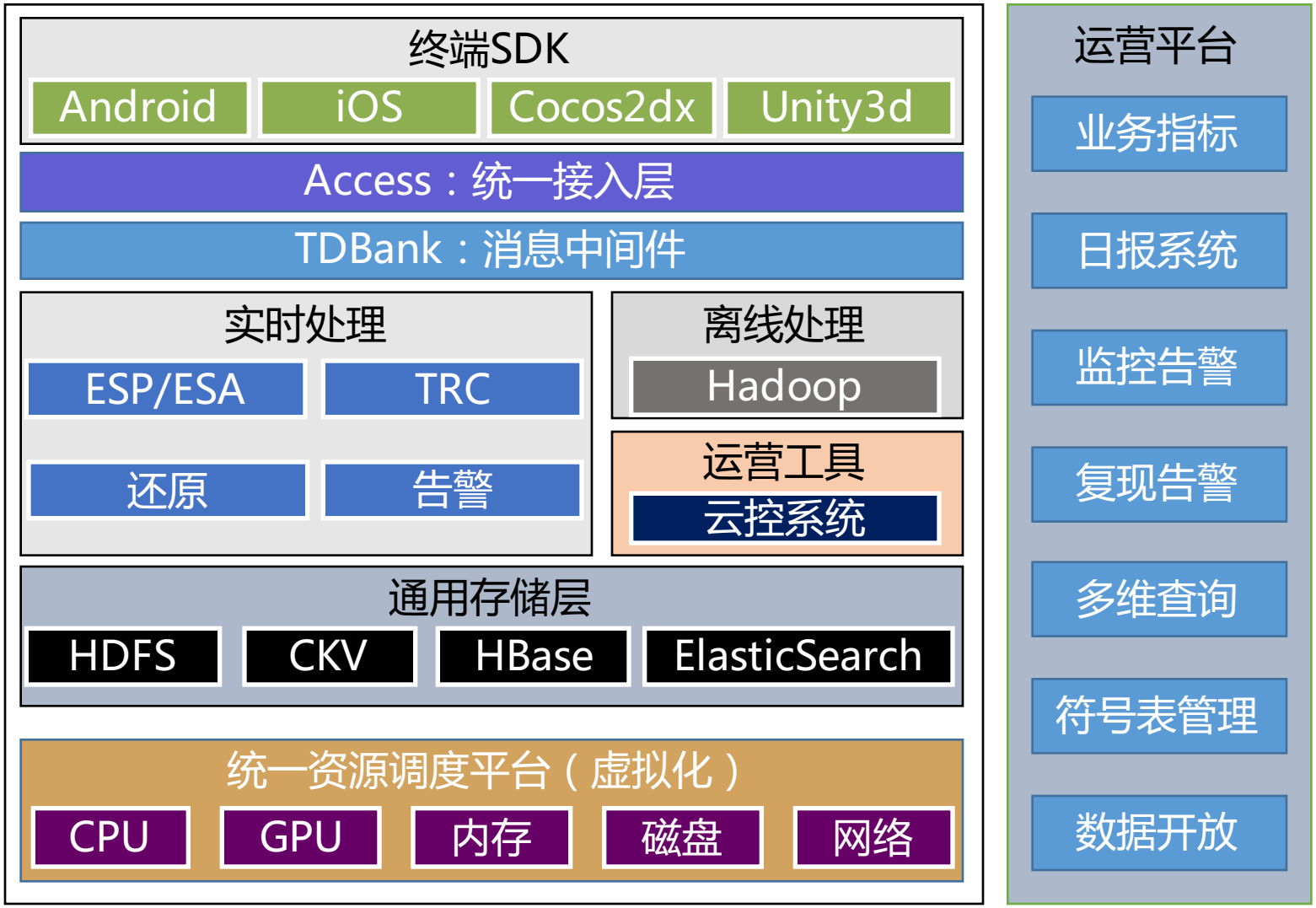
海量实时处理

亿级日流量
实时还原
实时计算
实时告警

智能合并检索

堆栈提取
智能合并
多维检索

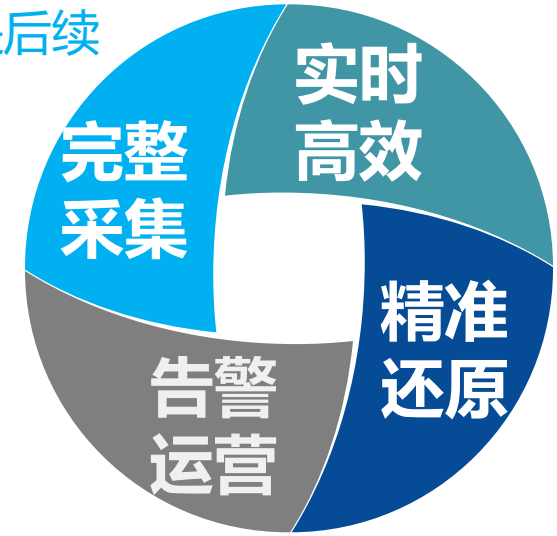
腾讯移动分析Crash系统解决方案



解决的问题

不同平台和CPU架构环境下的异常数据、堆栈、环境属性、运行参数等数据的完整获取，是后续定位的基础。

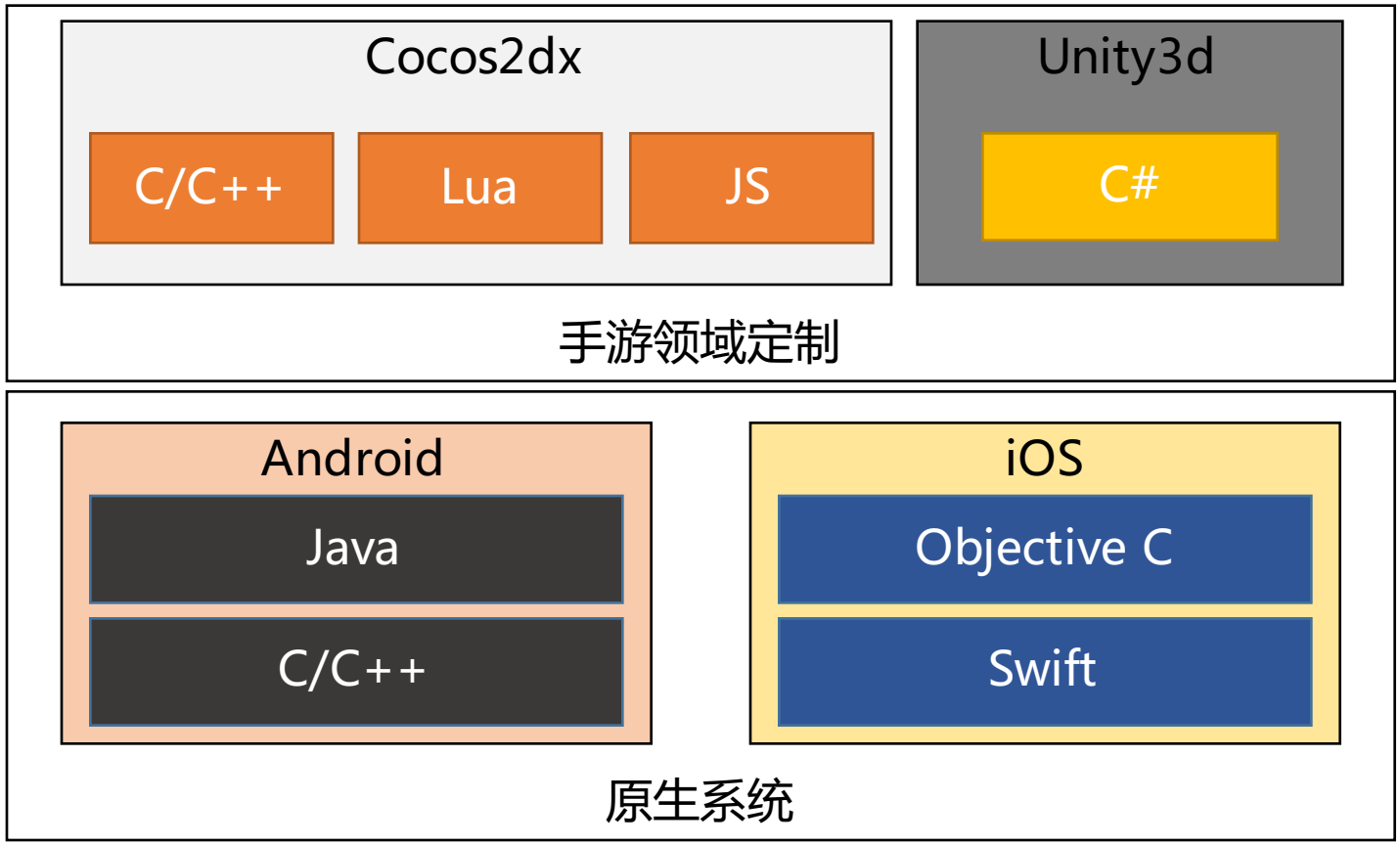
将异常数据实时化处理，第一时间展示给用户，了解产品质量。



完备的监控告警机制能及时监控App质量的波动，把握质量情况；云控助力远程解决问题。

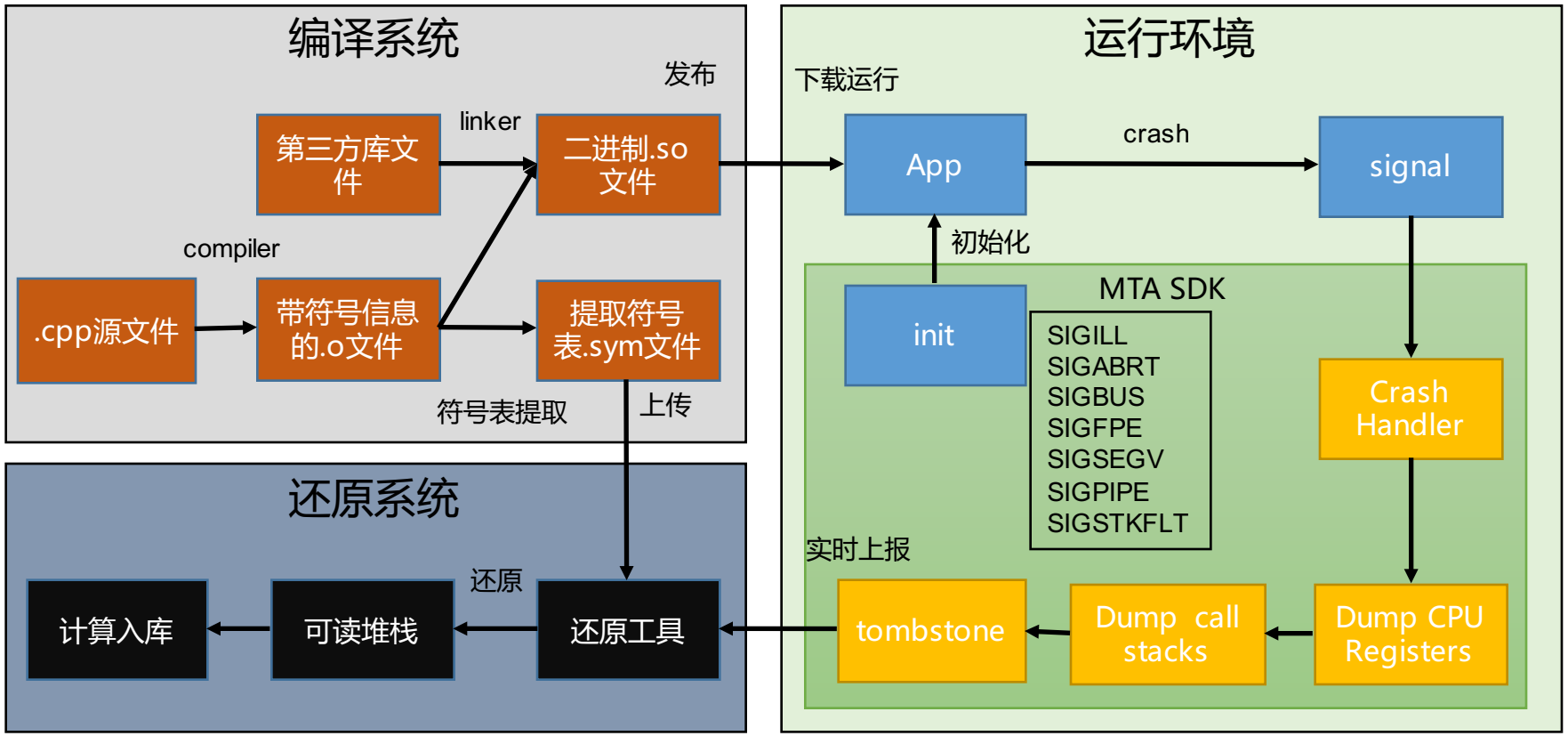
准确的异常追踪过程、精确到行号的堆栈还原，是还原Crash现场的最有力数据。

终端Crash采集平台建设概览

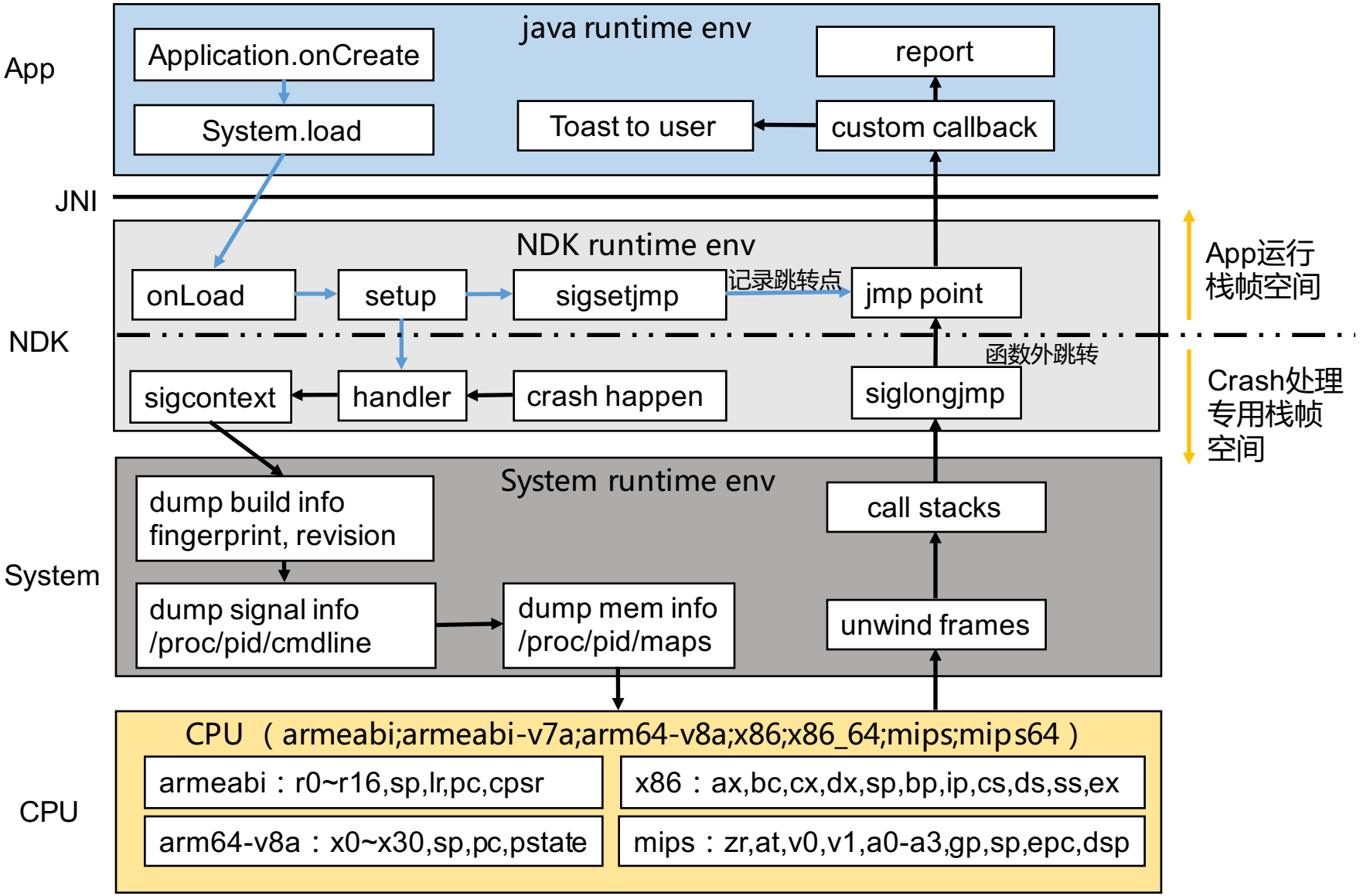


- 覆盖主流平台和语言
- 从系统底层到应用层
- 从通用领域到专业领域定制

Android C/C++ Crash处理全流程



C/C++ Crash捕获流程



全面数据采集—辅助快速定位异常问题

单一堆栈到多维灵活数据，全面还原现场

When：时间维度

- 异常时间
- 上报时间
- 运行时长
- 使用时长

What：状态维度

- 内存使用
- 网络状态
- 上下文数据
- 埋点日志
- 页面执行路径
- 线程状态

Who：身份维度

- 厂商机型
- 用户账号
- 设备ID

Why：归因维度

- 异常堆栈
- 错误描述
- 信号量
- 关联子线程信息

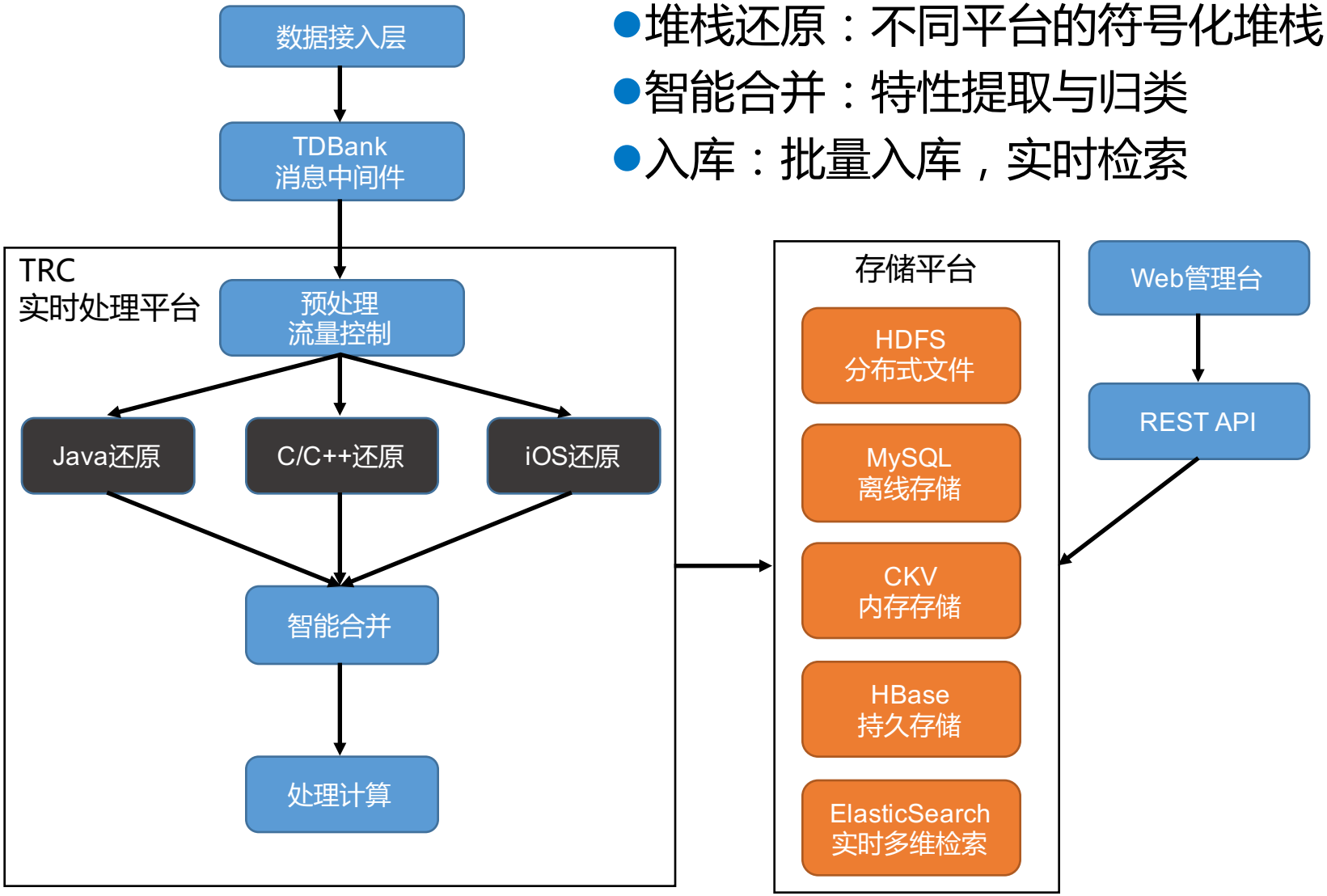
Where：位置维度

- 组件/模块/页面
- 类/方法/行号

实时系统建设主题

实时还原系统建设

- 预处理：流量控制、数据过滤
- 堆栈还原：不同平台的符号化堆栈内容
- 智能合并：特性提取与归类
- 入库：批量入库，实时检索



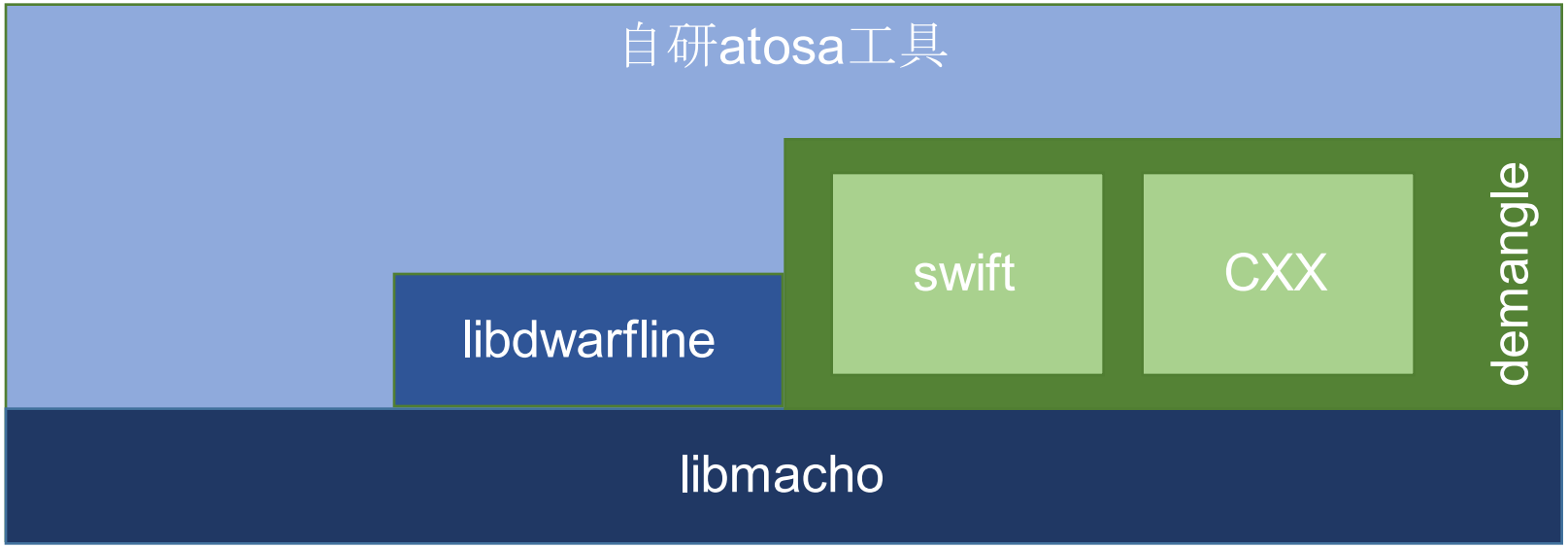
iOS符号还原

组成：

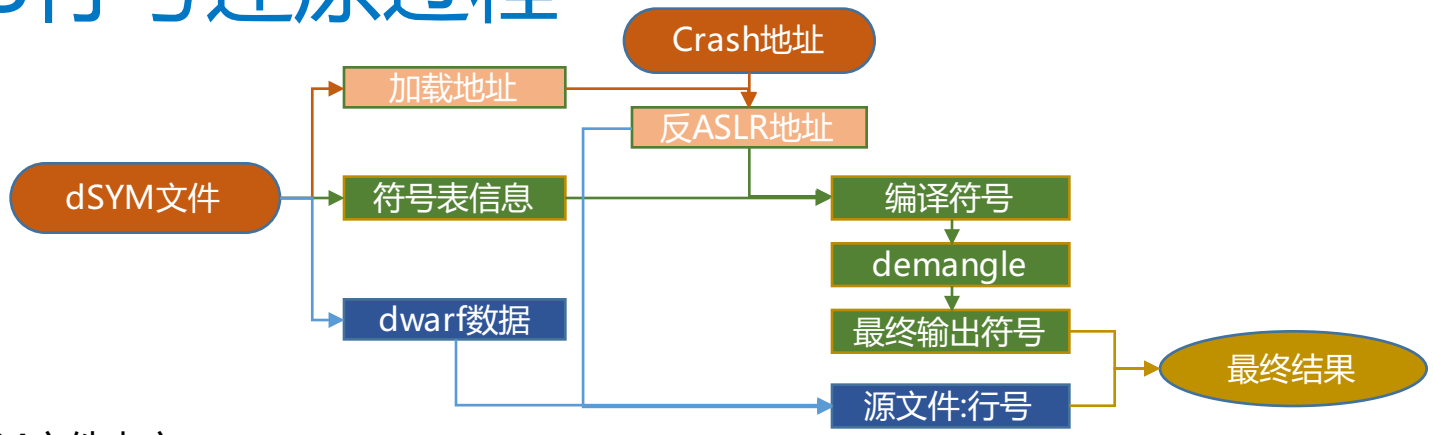
- atosa: 符号还原工具
- libmacho: 解析Mach-O二进制文件
- libdwarfline: 解析dwarf数据
- demangle: 还原swift、C++符号

特性：

- 不依赖于Mac OS系统
- 支持framwork符号还原
- 支持Swift语言
- 支持Demangle
- 精准到行号



iOS行号还原过程



1. dSYM文件内容

```
include_directories[  1] = '/Users/tyzual/code/gitcode/tencent/MTA/MTA_V1/public/MTA-Demo/sdk'
include_directories[  2] = '/Users/tyzual/code/gitcode/tencent/MTA/MTA_V1/public/MTA-Demo/MTA-Demo'
include_directories[  3] = '/Applications/Xcode.app/Contents/Developer/Platforms/iPhoneOS.platform/Developer/SDKs/iPhoneOS10.3.sdk/usr/include/objc'
               Dir  Mod Time   File Len   File Name
               ---- ---------- ---------- ----------------------------
file_names[  1]    1 0x00000000 0x00000000 MTAConfig.h
file_names[  2]    2 0x00000000 0x00000000 AppDelegate.h
file_names[  3]    2 0x00000000 0x00000000 AppDelegate.m
file_names[  4]    3 0x00000000 0x00000000 objc.h
0x00003860: DW_LNE_set_address( 0x00009f5e )
0x00003867: DW_LNS_set_file( 3 )
0x00003869: DW_LNS_advance_line( 23 )
0x0000386b: DW_LNS_copy
            0x0000000000009f5e      3     24      0 is_stmt
```

2. 解析后地址与文件行号映射关系

地址	文件：行号
000000010000626c	FirstViewController.m:29
0000000100006270	FirstViewController.m:36
0000000100006298	FirstViewController.m:37
000000010000629c	FirstViewController.m:37
00000001000062bc	FirstViewController.m:39

3. 计算目标地址行号

FirstViewController.m:37　　目标地址　　FirstViewController.m:39

000000010000629c < **00000001000062a8** < 00000001000062bc

00000001000062a8 -> FirstViewController.m:37

特征堆栈提取

```
NSRangeException
*** -[__NSArray0 objectAtIndex:]: index 23 beyond bounds for empty NSArray
0   CoreFoundation      ___exceptionPreprocess
1   libobjc.A.dylib     _objc_exception_throw
2   CoreFoundation      ___CFArrayGetCallBacks
3   MTA-Demo            -[MTAEvent toJsonString]
4   MTA-Demo            -[MTACustomEvent encode:]
5   MTA-Demo            -[FirstViewController clickNormaltButton:](FirstViewController.m:37)
6   UIKit               -[UIApplication sendAction:to:from:forEvent:]
7   UIKit               -[UIControl touchesEnded:withEvent:]
8   UIKit               -[UIWindow sendEvent:]
9   UIKit               -[UIApplication sendEvent:]
10  UIKit               ___dispatchPreprocessedEventFromEventQueue
11  CoreFoundation      _CFRunLoopRunSpecific
12  GraphicsServices    _GSEventRunModal
13  UIKit               _UIApplicationMain
14  MTA-Demo            _main(main.m:20)
15  libdyld.dylib       _start
```

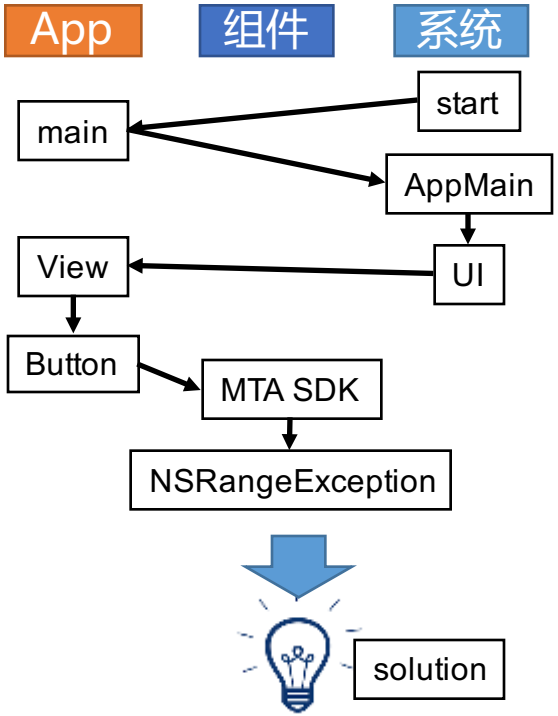
直接相关性

```
NSRangeException
*** -[__NSArray0 objectAtIndex:]: index 23 beyond bounds for empty NSArray
-[MTAEvent toJsonString]
-[MTACustomEvent encode:]
-[FirstViewController clickNormaltButton:](FirstViewController.m:37)
_main(main.m:20)
```

二次优化

```
NSRangeException
-[MTAEvent toJsonString]
-[MTACustomEvent encode:]
```

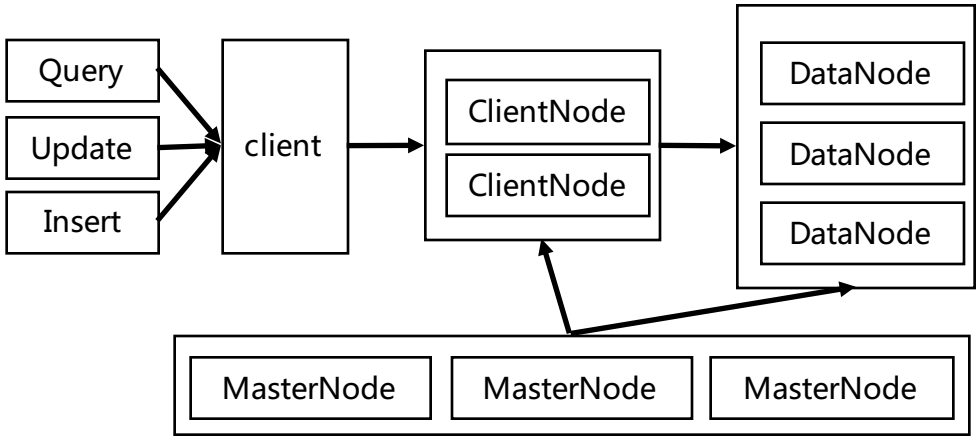
- 结构化数据
- 分级优化
- 智能路径分析

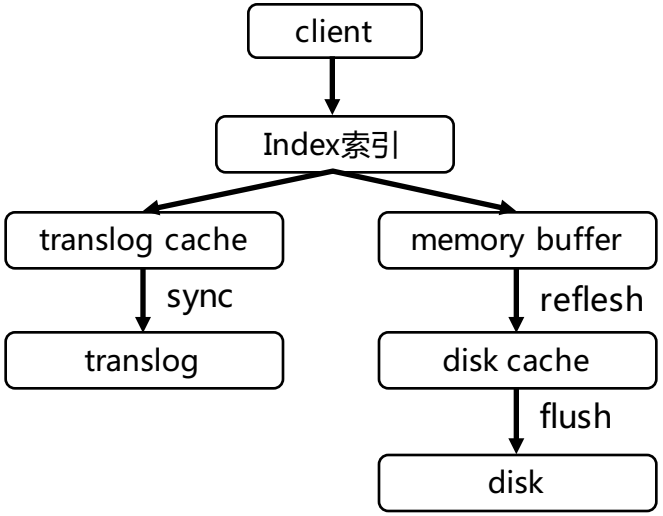


实时多维检索--ElasticSearch

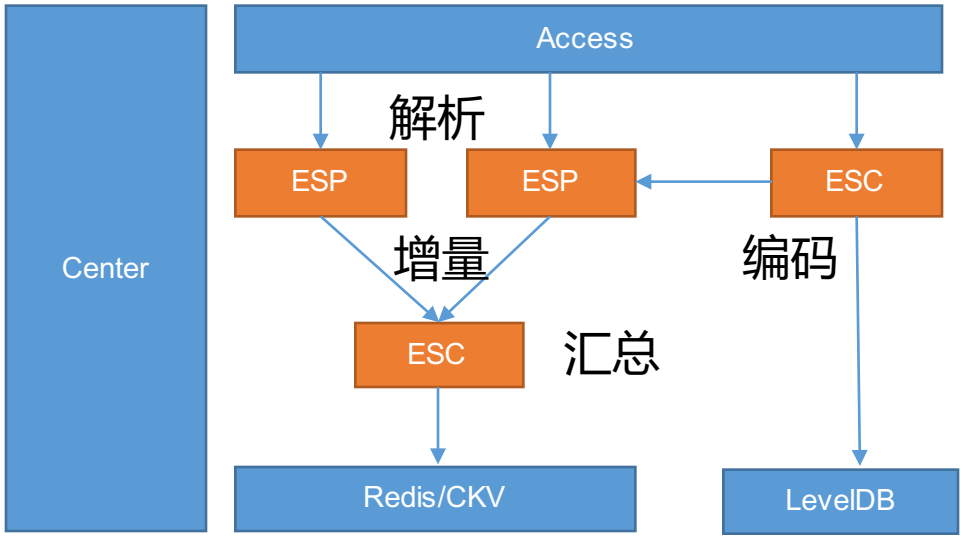
- 批量插入/更新
  - cache
- 按时间维度冷热数据分离
  - 3个月之前数据迁移到磁盘
- 按数据维度切割
  - 结构化数据
    - 版本
    - 机型
  - 全文搜索
    - 堆栈
    - 特性堆栈
- 按前台访问LRU分级
  - 天访问 > 周访问 > 月访问
- 按应用规模分库

产品规模	数量（万）	库表数量	刷新时间（秒）
小型	小于10	固定10个	3
中型	10-100	单个App专用	10
大型	超过100	多个，别名访问	30





秒级实时计算系统



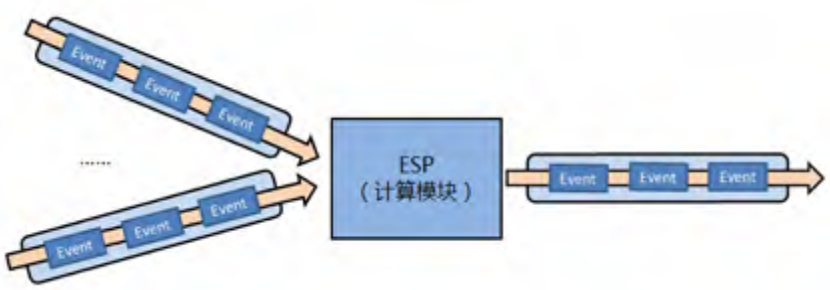
Access：协议的解析，数据的清洗及格式化
ESP: Event Streaming Processor，数据按照app、UID重新组织并计算PV、UV等app分析指标
ESA：Event Streaming Aggregator，ESP实时计算后的数据汇总，并将汇总结果写入到存储节点中
ESC：Event Streaming Coder，将系统不可枚举的数据类型编码成为整型，并将对应关系持久化
Center：系统的中心节点，系统配置、数据路由的管理，并承担容灾切换功能

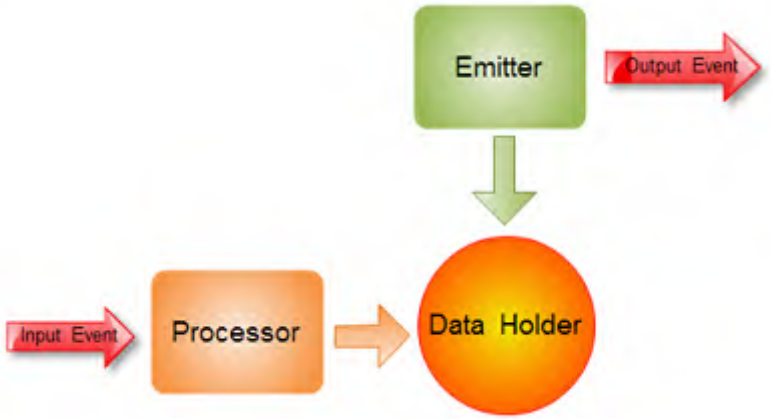
特点：

- 增量计算模型：单层单节点内计算小段时间（秒级）的增量，定期发送到下一层节点进行汇总
- 全整数运算：减少字符串处理开销
- 全内存处理：文件持久化支持，保证端到端的消息可靠传输
- 智能容灾策略：本地文件备份、双机热备、一致性hash

全内存实时Event处理系统

- 数据组织
  - 万物皆”整型”
  - 所有非整型的数据类型通过算法映射为整型
- 可扩展的Event结构
  - 支持半自动化的序列化/反序列化机制
  - 紧凑的二进制编码
- 增量计算模型
  - Processor：负责具体业务逻辑的计算处理
  - Data Holder：负责保存增量结果数据，以及计算依赖的中间状态数据
  - Emitter：负责定期输出清空增量计算结果





增量计算算法--计算特征堆pv、uv

时间	用户id	特性堆栈
1	user_A	RuntimeException XXX
1	user_A	NullPointerException XXX
1	user_B	NullPointerException XXX
2	user_A	SecurityException XXX
2	user_A	NullPointerException XXX
2	user_B	RuntimeException XXX

编码

ESC状态（编码）	
非int类型	int类型
user_A	1
user_B	2
RuntimeException XXX	3
SecurityException XXX	4
NullPointerException XXX	5

输出

时间	用户id	特性堆栈
1	1	3
1	1	5
1	2	5
2	1	4
2	1	5
2	2	3

增量计算

ESP计数状态（计算新增）			
时间=1	特性堆栈	pv	uv
	3	1	1
	5	2	2
时间=2	清空计数		
	3	1	1
	5	1	0
	4	1	1

累加

ESC计数状态（计算汇总）			
时间=1	特性堆栈	pv	uv
	3	1	1
	5	2	2
时间=2	周期内保留计数		
	3	2	2
	5	3	2
	4	1	1

汇总输出

最终输出		
特性堆栈	pv	uv
RuntimeException XXX	2	2
NullPointerException XXX	3	2
SecurityException XXX	1	1

```
set total_du = 60s, pv=uv=0
for sec in total_du:
    pv[err] += 1
    if userid not in useridSet:
        uv[err] += 1
end
send err,pv,uv to ESA
```

```
set compute_du = 10*60s
set total_pv=total_uv = 0
for sec in compute_du:
    receive err,pv,uv from ESP
    total_pv[err] += pv[err]
    total_uv[err] += uv[err]
end
output: err, total_pv, total_uv
```

备注：
pv：page view，次数
vv：user view，去重过的用户数

单机性能优化--海量并发连接

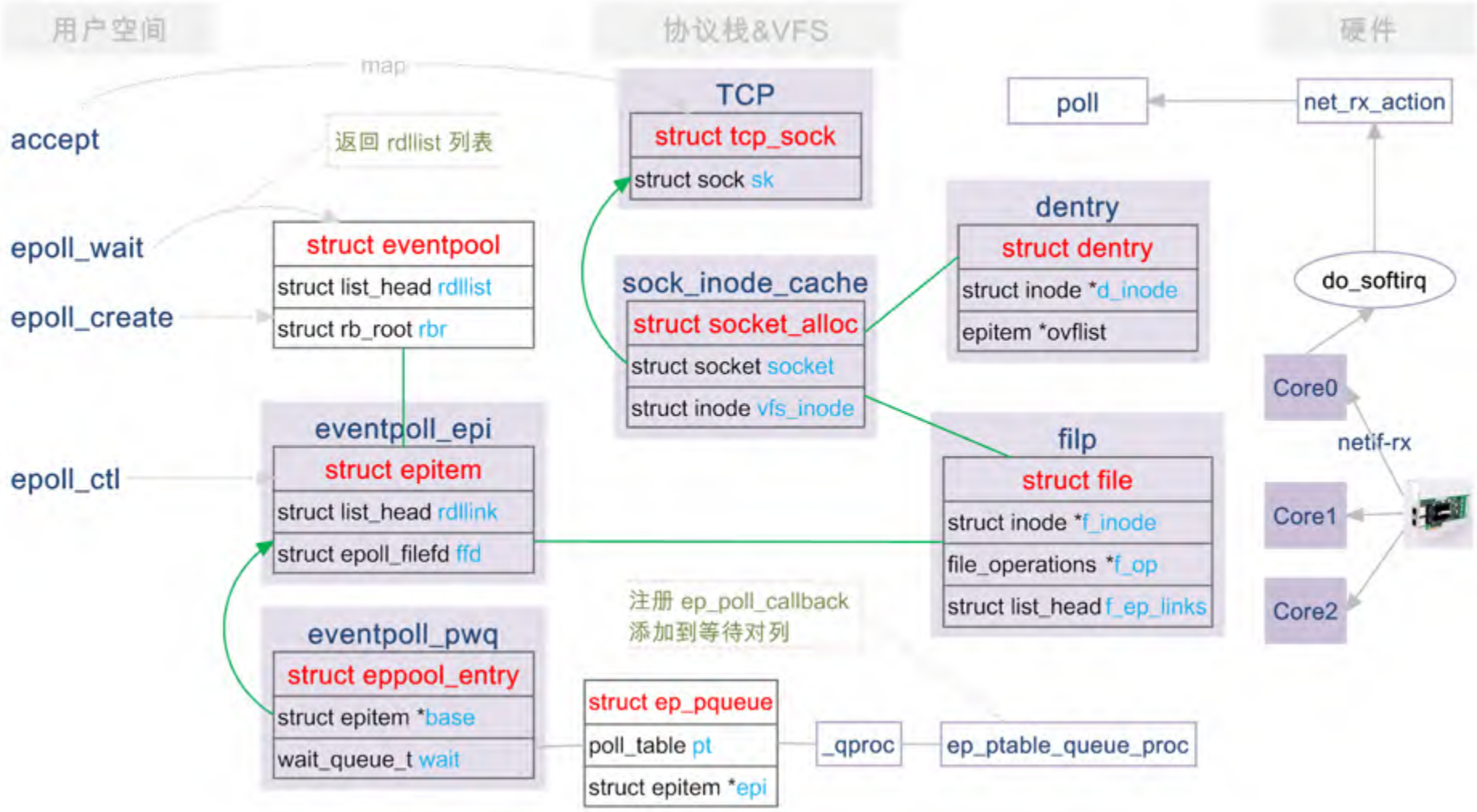
```
Active / Total Objects (% used)    : 15078299 / 15185017 (99.3%)
Active / Total Slabs (% used)      : 1437021 / 1437093 (100.0%)
Active / Total Caches (% used)     : 90 / 215 (41.9%)
Active / Total Size (% used)       : 6638525.50K / 6651639.44K (99.8%)
Minimum / Average / Maximum Object : 0.02K / 0.44K / 4096.00K

  OBJS ACTIVE  USE OBJ SIZE  SLABS OBJ/SLAB CACHE SIZE NAME
3492460 3491904  99%    0.19K 174623       20    698492K dentry
2001840 2001624  99%    0.19K 100092       20    400368K filp
2000273 1999995  99%    0.07K  37741       53    150964K eventpoll_pwq
2000100 1999995  99%    0.12K  66670       30    266680K eventpoll_epi
2000095 2000084  99%    0.69K 400019        5   1600076K sock_inode_cache
2000020 1999996  99%    1.44K 400004        5   3200032K TCP
1490376 1490039  99%    0.63K 248396        6    993584K proc_inode_cache
```

- C1机型：四核3.3Ghz/8GB/500GB
- 单个TCP长连接消耗 **3KB**
- 单机支持 **200W+** 并发连接

优化：硬件->驱动->系统->协议栈->架构

- TCP（1.6K）
- sock_inode_cache（0.8K）
- eventpoll_epi（0.13K）
- eventpoll_pwq（0.07K）
- filp（0.2K）
- dentry（0.2K）

单机性能优化--关键环节


用户空间
协议栈&VFS
硬件
map
accept
返回 rdllist 列表
epoll_wait
epoll_create
epoll_ctl
TCP
struct tcp_sock
struct sock sk
struct eventpool
struct list_head rdllist
struct rb_root rbr
sock_inode_cache
struct socket_alloc
struct socket socket
struct inode vfs_inode
dentry
struct dentry
struct inode *d_inode
epitem *ovflist
poll
net_rx_action
do_softirq
Core0
netif-rx
Core1
Core2
eventpoll_epi
struct epitem
struct list_head rdllink
struct epoll_filefd ffd
filp
struct file
struct inode *f_inode
file_operations *f_op
struct list_head f_ep_links
注册 ep_poll_callback
添加到等待对列
eventpoll_pwq
struct eppool_entry
struct epitem *base
wait_queue_t wait
struct ep_pqueue
poll_table pt
struct epitem *epi
_qproc
ep_ptable_queue_proc

单机性能优化--硬件性能挖掘

```
int check_support_sse4_2() {
    int res=0;
    __asm__ __volatile__(
                        "movl $1,%%eax\n\t"
                        "cpuid\n\t"
                        "test $0x0100000,%%ecx\n\t"
                        "jz 1f\n\t"
                        "movl $1,%0\n\t"
                        "1:\n\t"
                        :"=m"(res)
                        :
                        :"eax","ebx","ecx","edx");
    return res;
}
```

SSE4.2检测

```
unsigned int _mm_crc32_u8(...)
unsigned int _mm_crc32_u16(...)
unsigned int _mm_crc32_u32(...)
unsinged __int64 _mm_crc32_u64(...)
```

SSE4.2 CRC32支持

local_clock	122.000ms	308,660,000
ip_queue_xmit	121.000ms	111,320,000
tcp_transmit_skb	117.000ms	331,430,000
MD::BinUtil::crc32	116.000ms	212,520,000
igb_xmit_frame_ring	111.000ms	427,570,000
sched_clock_cpu	106.000ms	199,870,000
tcp_recvmsg	103.000ms	88,550,000

__errno_location	0ms	5,060,000
update_cfs_shares	20.000ms	15,180,000
retransmits_timed_out	20.000ms	32,890,000
MD::BinUtil::crc32csse	20.000ms	48,010,000
ipv4_dst_check	20.000ms	43,010,000
ip_output	20.000ms	50,600,000
inode_init_once	20.000ms	22,770,000

Intel SSE4.2 CRC32与常规CRC32性能对比

执行 35W 次计算结果（SSE 快接近 **6** 倍）

单机性能优化--操作系统--配置部分

配置类型	配置项	值
系统打开文件资源限制	/proc/sys/fs/file-max	2500000
进程打开文件句柄限制	/proc/sys/fs/nr_open	2500000
Epoll监听fd个数限制	/proc/sys/fs/epoll/max_user_watches	2500000
内核分配给TCP内存	/proc/sys/net/ipv4/tcp_mem	754752 1006336 1509504
Listen fd backlog	/proc/sys/net/core/somaxconn	1024
fast recycling of TWsocketsv	/proc/sys/net/ipv4/tcp_tw_recycle	1
Reuse TW socket	/proc/sys/net/ipv4/tcp_tw_reuse	1
拥塞控制算法	/proc/sys/net/ipv4/tcp_westwood	0
Eth scatter-gather	Eth sg	Off
Eth generic-segmentation-offload	Eth gso	Off

单机性能优化--协议栈

- 通过 Hook ，同步 sock 异步化改造；
- 协程调度管理，进一步减少上下文切换，提升处理性能。

```
##
#  @brief save_context
##
    .text
    .align 4
    .globl save_context
    .type save_context, @function
save_context:
    pop  %rsi
    xorl %eax,%eax
    movq %rbx,(%rdi)
    movq %rsp,8(%rdi)
    push %rsi
```

汇编优化

A： Kernel Socket 函数调用

```
int iSock = socket(PF_INET, SOCK_STREAM, 0);
```

B： mTCP 的函数函数调用

```
int iSock = mtcp_socket(g_pMctx, PF_INET, SOCK_STREAM, 0);
```

C： 业务无感知的 mTCP 协议栈改造

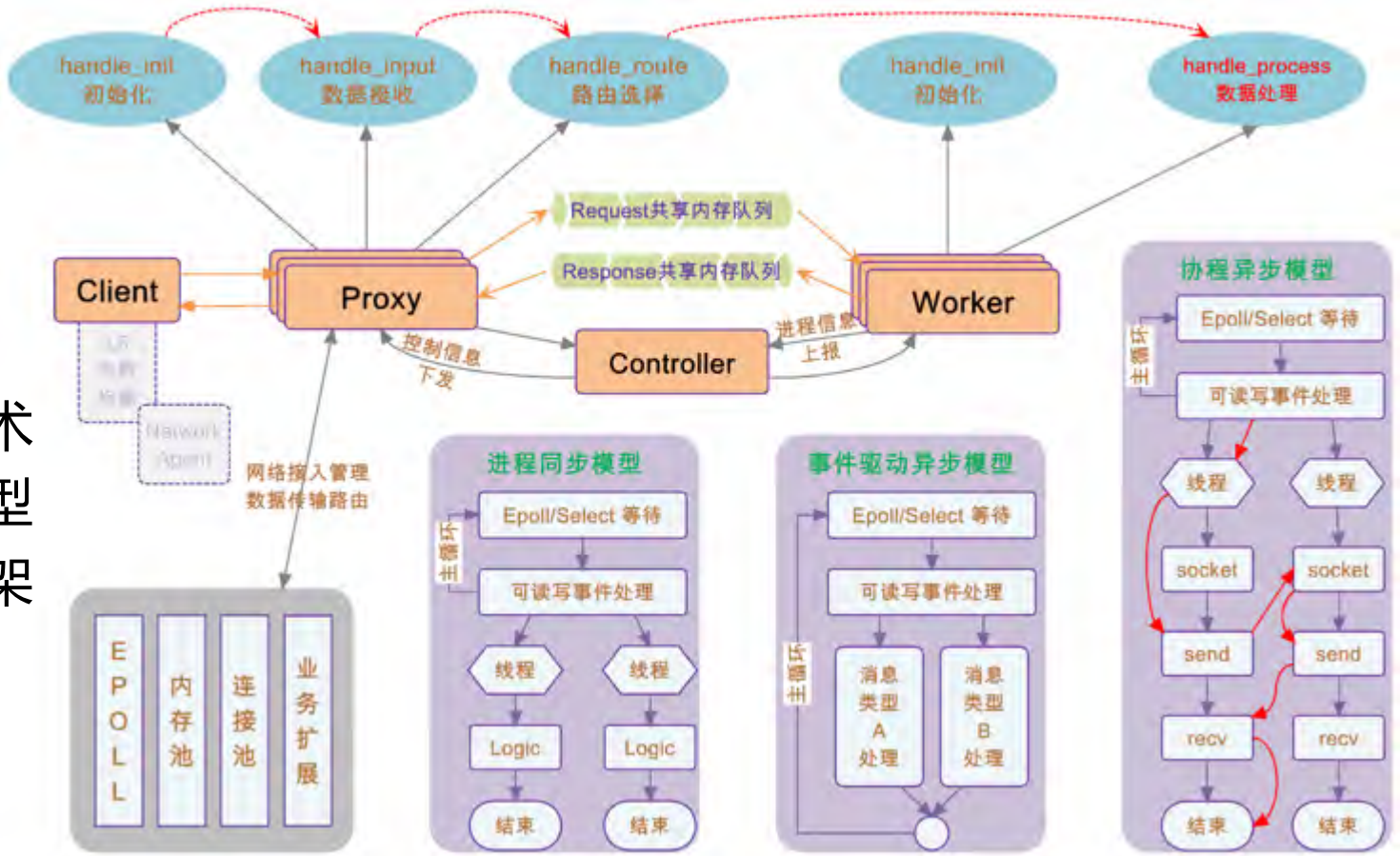
```
typedef int (mTcpHookSock*)(int socket_family, int socket_type, int protocol);
int realSocketFunc(int socket_family, int socket_type, int protocol) {
    return mtcp_socket(g_pMctx, socket_family, socket_type, protocol);
}

typedef struct {
    mTcpHookSock      hookSockFunc;
    mTcpHookAccept    hookAcceptFunc;
} stMTCPHooFuncTable;

g_syncHookTable.hookSockFunc = dlsym(RTLD_NEXT, "socket");
```

拦截系统调用

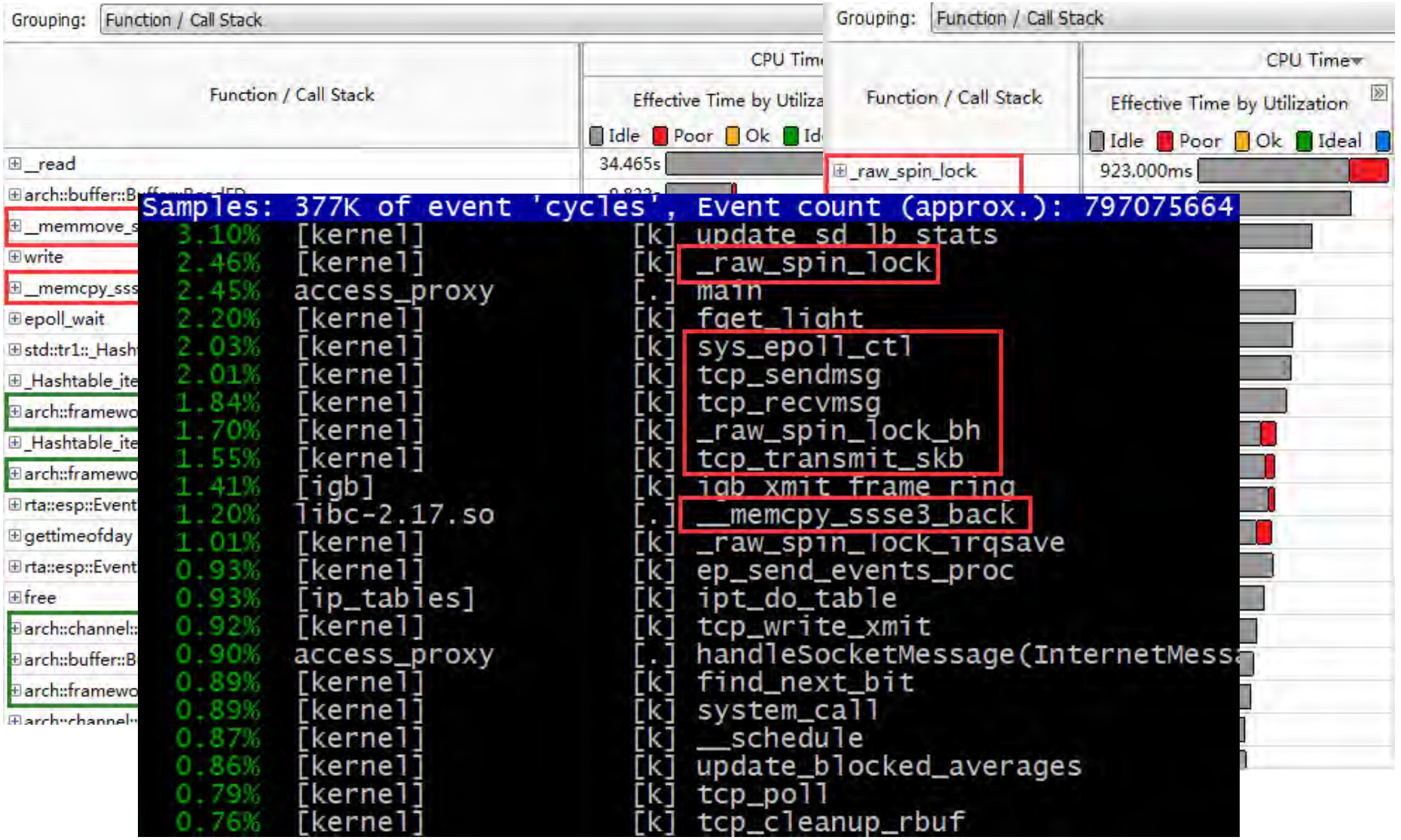
指向 mtcp_socket WRAP 函数

单机性能优化--高性能框架

- 池化技术
- 协程模型
- 无锁框架



单机性能优化--性能评测


Grouping: Function / Call Stack
Function / Call Stack
CPU Time
Effective Time by Utilization
Idle Poor Ok Ideal
_read
34.465s
_raw_spin_lock
923.000ms
write
epoll_wait
Samples: 377K of event 'cycles', Event count (approx.): 797075664
3.10% [kernel] [k] update_sd_lb_stats
2.46% [kernel] [k] _raw_spin_lock
2.45% access_proxy [.] main
2.20% [kernel] [k] fget_light
2.03% [kernel] [k] sys_epoll_ctl
2.01% [kernel] [k] tcp_sendmsg
1.84% [kernel] [k] tcp_recvmsg
1.70% [kernel] [k] _raw_spin_lock_bh
1.55% [kernel] [k] tcp_transmit_skb
1.41% [igb] [k] igb_xmit_frame_ring
1.20% libc-2.17.so [.] __memcpy_ssse3_back
1.01% [kernel] [k] _raw_spin_lock_irqsave
0.93% [kernel] [k] ep_send_events_proc
0.93% [ip_tables] [k] ipt_do_table
0.92% [kernel] [k] tcp_write_xmit
0.90% access_proxy [.] handleSocketMessage(InternetMess
0.89% [kernel] [k] find_next_bit
0.89% [kernel] [k] system_call
0.87% [kernel] [k] __schedule
0.86% [kernel] [k] update_blocked_averages
0.79% [kernel] [k] tcp_poll
0.76% [kernel] [k] tcp_cleanup_rbuf

实时监控告警

周期轮询

周期性定期全量查询
- 资源消耗大
- 存在一定延迟
- 适合离线告警、日报

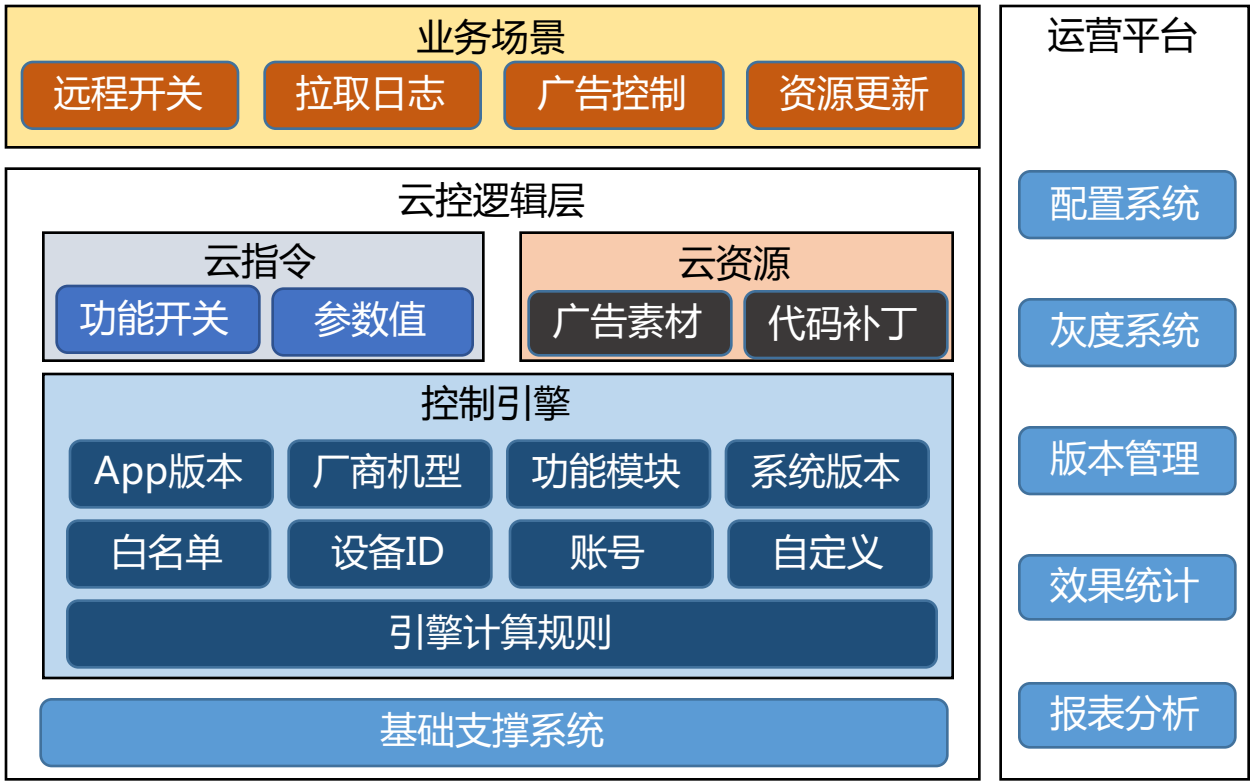
VS

On-Call机制

计算入库后检查
- 新结果入库的App
- 入库后检查
- 适合实时告警

云控系统--远程助力Crash修复

- 预埋逻辑
- 轻重分离
- 精准控制
- 灵活下发



一行代码，一个系统

Android：StatService.startStatService();　iOS：[MTA startWithAppkey:@"xxxx"];

更多精彩，请访问MTA官网：http://mta.qq.com

感谢聆听，更多请关注：腾讯移动分析

技术支持
dtsupport@tencent.com

商务咨询
data@tencent.com