TDSQL智能运维平台扁鹊架构与实践

雷海林

腾讯云数据库专家工程师

大纲

- 1.扁鹊的基本介绍
- 2.系统架构
- 3.智能诊断原理与实践
- 4.总结

1.1 扁鹊-TDSQL提供的智能运维平台

- TDSQL （Tencent Distributed MySQL）
  - 腾讯针对金融场景推出的高一致性，分布式数据库集群解决方案
  - 数据库引擎覆盖Percona/Mariadb分支，支持InnoDB和RocksDB引擎
  - 腾讯内部：腾讯 90% 的金融、计费、交易类业务核心
  - 公有云、**私有云**：覆盖政府、银行、保险、制造业、物流、电商等用户的核心系统

1.2 运营过程面临的挑战

- 数据库节点多，出现故障人工分析效率低下
- DB存在风险没法提前预警和处理
- 用户咨询量非常大，尤其是性能相关的问题
- 专有云的场景下，很多客户不具备很强的故障分析能力

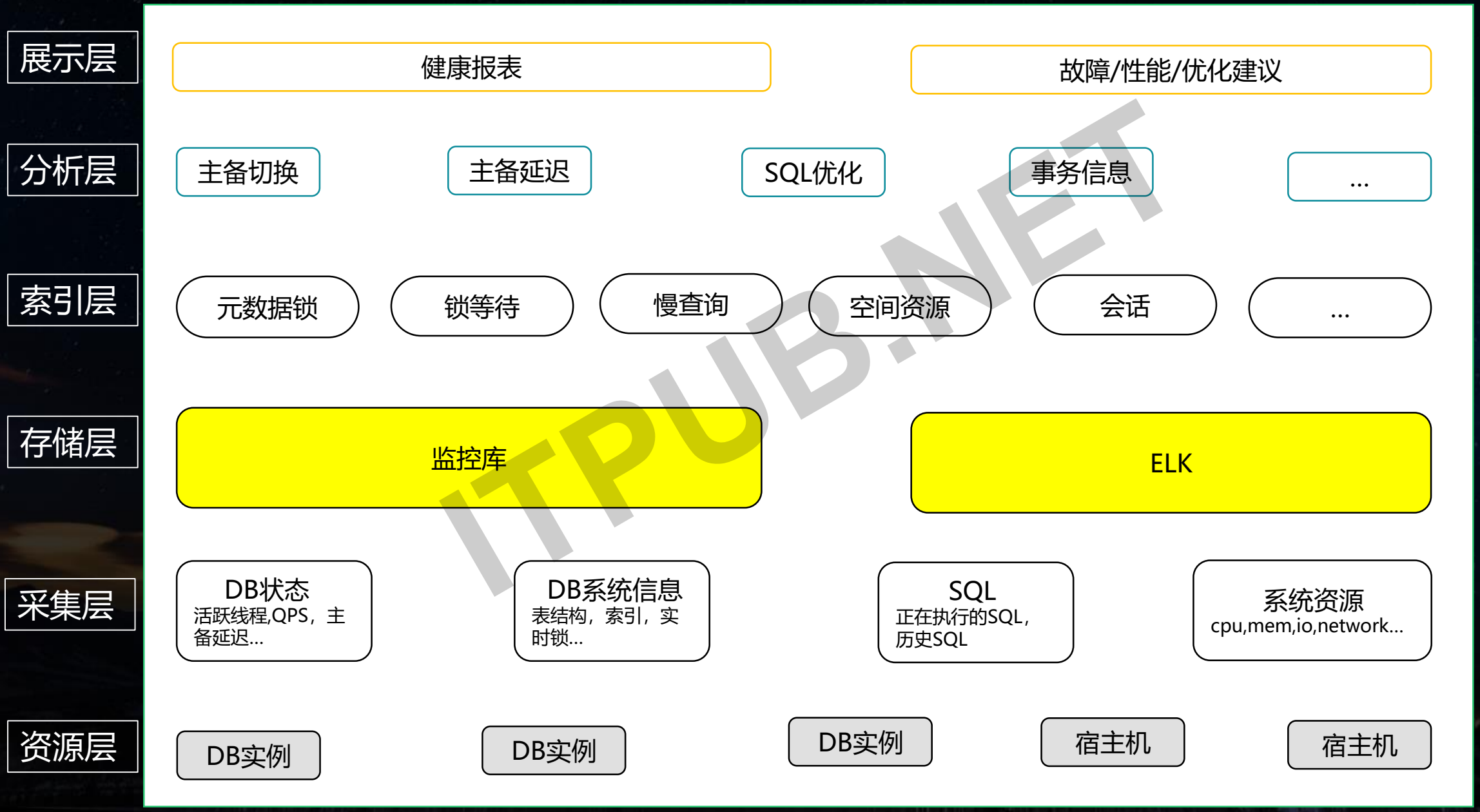
1.3 扁鹊-智能运营平台

- 故障预警
- 故障自动诊断
- 历史事件剖析
- 优化建议
- 操作通过管理台自助化，经验积累
- 降低DBA工作复杂度，提升幸福感

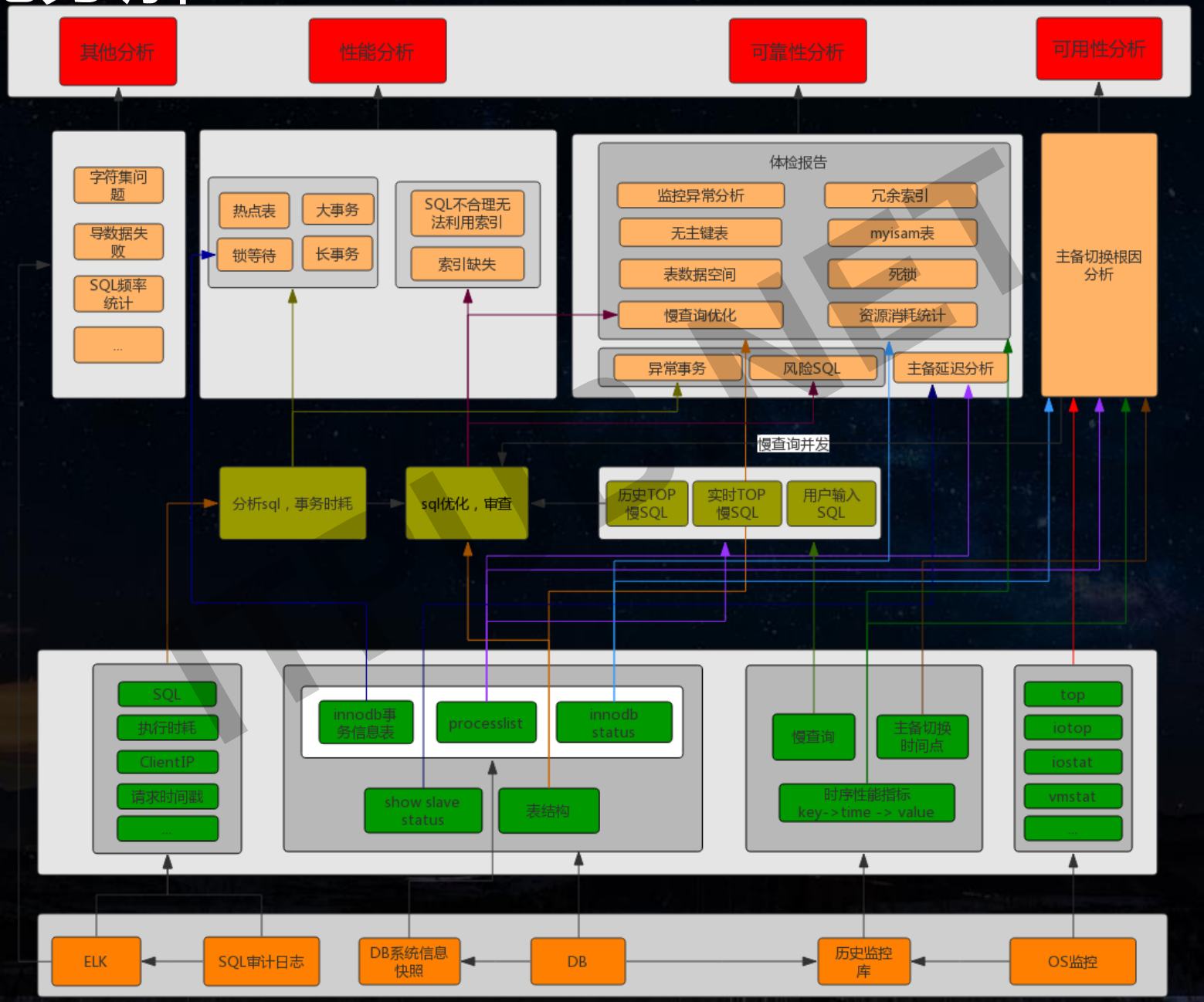
大纲

- 1.扁鹊的基本介绍
- 2.系统架构
- 3.智能诊断原理与实践
- 4.总结

2.1 系统分层结构



2.2 功能分解


其他分析
性能分析
可靠性分析
可用性分析
字符集问题
导数据失败
SQL频率统计
...
热点表
大事务
锁等待
长事务
SQL不合理无法利用索引
索引缺失
体检报告
监控异常分析
冗余索引
无主键表
myisam表
表数据空间
死锁
慢查询优化
资源消耗统计
异常事务
风险SQL
主备延迟分析
主备切换根因分析
慢查询并发
分析sql，事务时耗
sql优化，审查
历史TOP慢SQL
实时TOP慢SQL
用户输入SQL
SQL
执行时耗
ClientIP
请求时间戳
...
innodb事务信息表
processlist
innodb status
show slave status
表结构
慢查询
主备切换时间点
时序性能指标 key->time -> value
top
iotop
iostat
vmstat
...
ELK
SQL审计日志
DB系统信息快照
DB
历史监控库
OS监控

大纲

- 1.扁鹊的基本介绍
- 2.系统架构
- 3.智能诊断原理与实践
- 4.总结

3.1.1 主备切换的诊断


仲裁
心跳
探测
1.模拟客户建立连接
2.对数据库进行读写操作
3.将结果上报到仲裁
主
Agent
探测
DB实例
心跳
心跳
主备同步
主备同步
备
Agent
探测
DB实例
备
Agent
探测
DB实例

3.1.2 触发主备切换常见因素

- DB意外重启
- 内核BUG引起系统hang住等
- 磁盘故障，文件系统故障等
- 资源竞争引起DB异常
  - IO耗尽
  - innodb并发线程耗尽
  - binlog写入竞争

3.1.3 解决方案

- 采集DB的启动时间，监控DB是否重启
- 每分钟采集show processlist信息
- 每秒采集宿主机各种状态信息
- 切换前，保存系统状态信息

```
drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Apr 28 00:00 dstatlog
drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Apr 28 00:00 iostatlog
drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Apr 28 00:00 iotoplog
drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Apr 28 00:00 meminfo
drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Apr 28 00:01 toplog
drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Apr 28 00:01 vmstat
```

```
5100_innodb_status_20190428.log
5100_threadpool_20190428.log
5100_metalock_20190428.log
5100_innodb_trx_20190428.log
5100_innodb_lock_waits_20190428.log
5100_innodb_locks_20190428.log
5100_innodb_processlist_20190428.log
5100_lock_analysis_20190428.log
5100_sysdump_20190428.log
```

3.1.4 主备切换: 高并发

- innodb状态日志看到活跃线程有64个（配置值就是64）
- Session状态看到大量查询处于执行或者等待状态

```
ROW OPERATIONS
--------------
64 queries inside InnoDB, 53 queries in queue
64 read views open inside InnoDB
3 RW transactions active inside InnoDB
```

```
18956044                    b    Query   1696   Sending to client   select * from  where
((1))   1695371
18955360                         Query   1692   Sending to client   select * from  where
((1))   169212
18955416                         Query   1686   Sending to client   select * from  where
((1))   168553
18956147                         Query   1675   Sending to client   select * from  where
((1))   1675147
18956174                         Query   1671   Sending to client   select * from  where
((1))   1670328
18956178                         Query   1661   Sending to client   select * from  where
((1))   1660717
```

3.1.5 主备切换: 大binlog事务

- 心跳探测线程被阻塞
- 大量事务已经完成了prepared，等待写入binlog

```
3                   localhost       NULL    Query   19      Sending data    show global status where Variable_name in('Com_insert','Com_select',
'Com_update','Com_delete','Com_replace','Com_replace_select','slow_queries')    18397   0       0
12                  localhost       sysdb   Query   19      query end       replace into SysDB.StatusTable set ts = from_unixtime(1544778177),ip
='[redacted]',port=4022       18609   0       0
13                  localhost       NULL    Query   19      query end       replace into SysDB.StatusTableForHb set tid='7f3ac4ff9700',ts = from
_unixtime(1544778177),ip='[redacted],port=4022       18609   0       0
923989              localhost       sysdb   Query   16      update  replace into SysDB.StatusTable set ts = from_unixtime(1544778180),ip='[redacted]
[redacted],port=4022       15599   0       0
21                  localhost       NULL    Query   16      query end       replace into SysDB.StatusTableForHb set tid='7f3ab7fff700',ts = from
_unixtime(1544778180),ip='[redacted],port=4022       15600   0       0
```

```
---TRANSACTION 215881534, ACTIVE (PREPARED) 17 sec
6 lock struct(s), heap size 1136, 3 row lock(s), undo log entries 1
MySQL thread id 843095, OS thread handle 140179633829632, query id 19009306997 [redacted] starting
commit
---TRANSACTION 215881533, ACTIVE (PREPARED) 18 sec
mysql tables in use 1, locked 1
2 lock struct(s), heap size 1136, 1 row lock(s), undo log entries 1
MySQL thread id 13, OS thread handle 140184281028352, query id 19009302629 localhost [redacted] query end
replace into SysDB.StatusTableForHb set tid='7f3ac4ff9700',ts = from_unixtime(1544778177),ip='[redacted]',port=4022
```

3.1.6 扁鹊自动化诊断样例

- 主机宕机引起切换

3.1.7 扁鹊自动化诊断样例

- 大量慢SQL引起切换

3.1.8 扁鹊自动化诊断样例

- 由大事务（binlog写入竞争）引发的主备切换

实例详情 | 慢查询 | 主备切换 | DBA日志 | 控制台操作日志 | 网关日志

主备切换详情

0.00 inserts/s, 0.00 updates/s, 0.00 deletes/s, 3.80 reads/s
切换前innodb中的活跃线程数为: 0, 等待线程数为: 0
切换前运行时间超过15s的查询有3条,未达到innodb最大并发线程的限制

-分析是否有SQL阻塞了TDSQL探活语句binlog的写入
切换前3条TDSQL探活语句被阻塞在写入binlog状态
切换前1条commit语句被阻塞在写入binlog状态
可能是有TDSQL探活语句在写入binlog阶段被阻塞至超时引起心跳检测失败引发主备切换
引起binlog阻塞的SQL可能是
ID: 173291050
USER:
HOST:
DB:
COMMAND:
TIME: 392
STATE: query end
INFO: UPDATE c SET c.SUB .08*c.PAYM

-运行时间超过15s的processlist聚合信息:
MAX_TIME: 18
MIN_TIME: 18
COUNT: 1
DIGEST_HASH: 09a9c81f7e6ab41133cfe0c7dc5a1616
QUERY_DIGEST: UPDATE T LAS E = ? WHERE ? AND ?
EXAMPLE_QUERY:
ID: 172344113

3.2 DB性能问题诊断

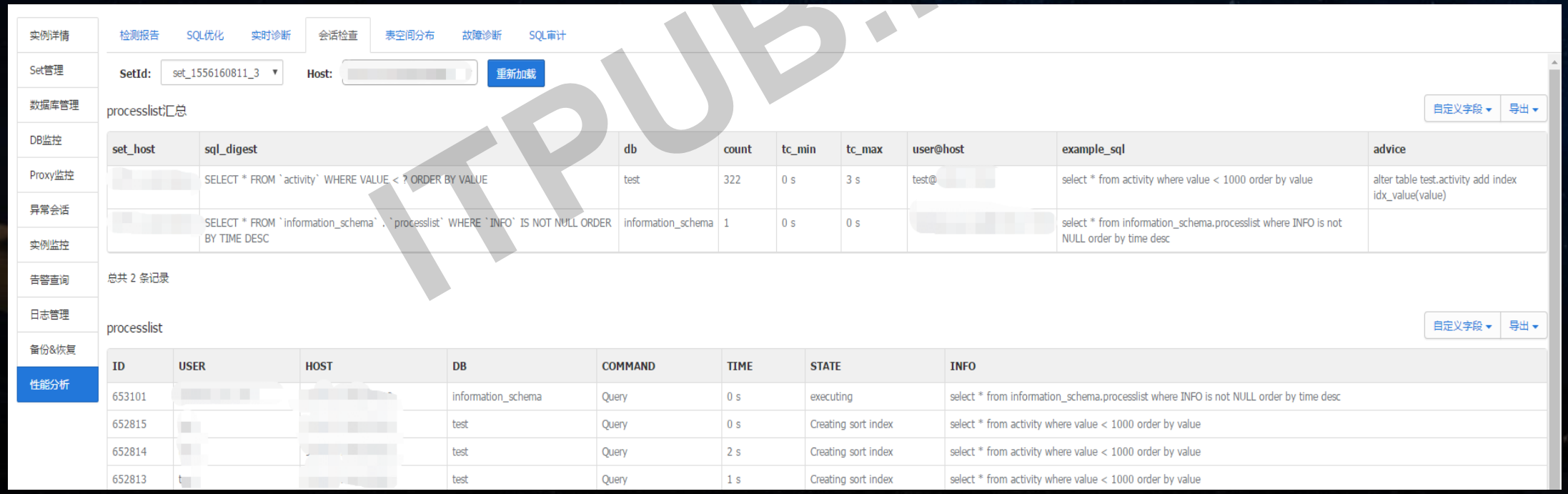
- 通常表现为用户请求耗时较长
  - 网络因素，如延迟，丢包等
  - SQL自身执行较慢
  - 系统资源被其他慢SQL占用
  - 锁等待

3.2.1 SQL执行慢的诊断与优化

- 索引不合理，SQL写法效率低等原因导致SQL执行时耗较高
- 对某个慢查询使用扁鹊的SQL优化分析，得优化建议
- 如果是SELECT也可以建议采用读写分离

3.2.2 资源饱和

- 当前CPU/IO等系统资源利用率彪升
- 利用扁鹊的会话诊断功能
- 将processlist汇总，按照SQL摘要进行聚合，统计出当前会话执行的TOP SQL
- 然后对TOP SQL给出优化建议



3.2.3 锁等待

- 常见现象
  - SQL单独执行很快
  - 负载低的环境中时快时慢
  - 偶尔还会出现Lock wait timeout错误
- 常见原因
  - 事务未提交
  - 事务时耗长

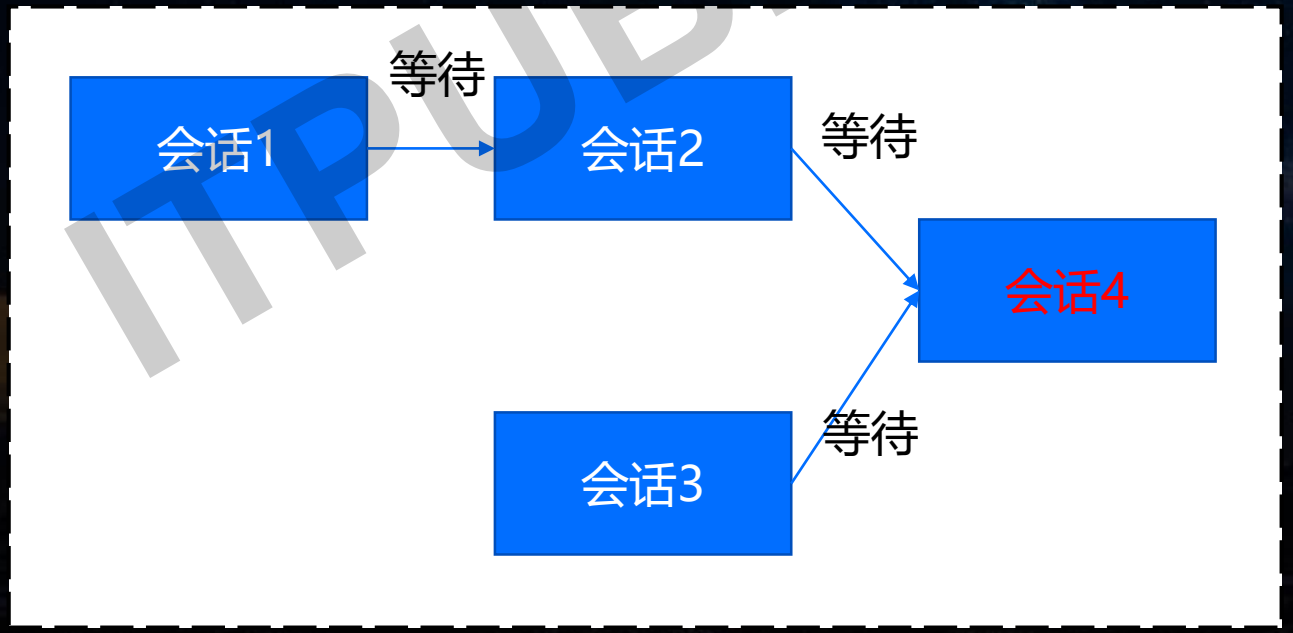
锁: 事务未提交

- 请求响应时间
  - 执行时间
  - 锁等待时间
- 执行时间短
- 等待事务锁的时间长

时间	session1	session2
10:00:00	begin	begin
10:00:01	Update t1 set value=1 where id=1	
10:00:10		Update t1 set value=2 where id=1（阻塞）
10:10:00	(事务一直没结束，行锁一直没释放，阻塞了session2)	Lock wait timeout exceeded, try restarting transaction

锁: 事务未提交（续）

- MySQL的information_schema库下有三张表（innodb_trx，innodb_lock_waits，innodb_locks）记录了会话之间锁等待的依赖关系
- 分析这三张表的信息分析锁等待关系中并找出当前持有锁的领头的会话



锁: 事务未提交（续）

- 扁鹊自动化诊断样例

锁等待诊断（lock_wait） 分数： -10

未提交事务（uncommited_trx）

trx_id	trx_state	trx_started	trx_requested_lock_id	trx_wait_started	trx_weight	trx_mysql_thread_id	trx_query	trx_operation_state	trx_tables_in_use	trx_tables_locked	trx_lock_structs	trx_lock_memory_bytes	trx_rows_locked	trx_rows_modified	trx_concurrency_tickets	trx_is
1477448	RUNNING	2018-08-29 11:24:34	NULL	NULL	3	2149	NULL	NULL	0	1	2	1160	1	1	0	REPEA

未提交事务线程（uncommited_trx_processlist）

ID	USER	HOST	DB	COMMAND	TIME	STATE	INFO
2149	agent	localhost	test1	Sleep	85		NULL

等待线程（request_trx_processlist）

ID	USER	HOST	DB	COMMAND	TIME	STATE	INFO
2150	agent	localhost	test1	Query	19	updating	update sbtest1 set k = 10 where id = 1

innodb锁等待（innodb_lock_waits）

requesting_trx_id	requested_lock_id	blocking_trx_id	blocking_lock_id	requesting_thd_id	blocking_thd_id
1477450	1477450:93860:5:2	1477448	1477448:93860:5:2	2150	2149

innodb锁（innodb_locks）

lock_id	lock_trx_id	lock_mode	lock_type	lock_table	lock_index	lock_space	lock_page	lock_rec	lock_data
1477450:93860:5:2	1477450	X	RECORD	`test1`.`sbtest1`	PRIMARY	93860	5	2	1
1477448:93860:5:2	1477448	X	RECORD	`test1`.`sbtest1`	PRIMARY	93860	5	2	1

建议

未提交事务会导致后续相关事务陷入锁等待，建议根据业务情况kill会话 2149

锁: 事务时耗长

- 事务持锁时间长
- 其他会话等锁时间长，执行时间并不长
- 等锁时间超过innodb_lock_wait_timeout会返回锁超时错误

时间	session1	session2
10:00:00	begin	begin
10:00:01	Update t1 set value=1 where id=1	
10:00:10	间隔50s	Update t1 set value=2 where id=1（阻塞）
10:10:00	commit	1. 执行结束，返回，时耗50s 2. Lock wait timeout exceeded, try restarting transaction

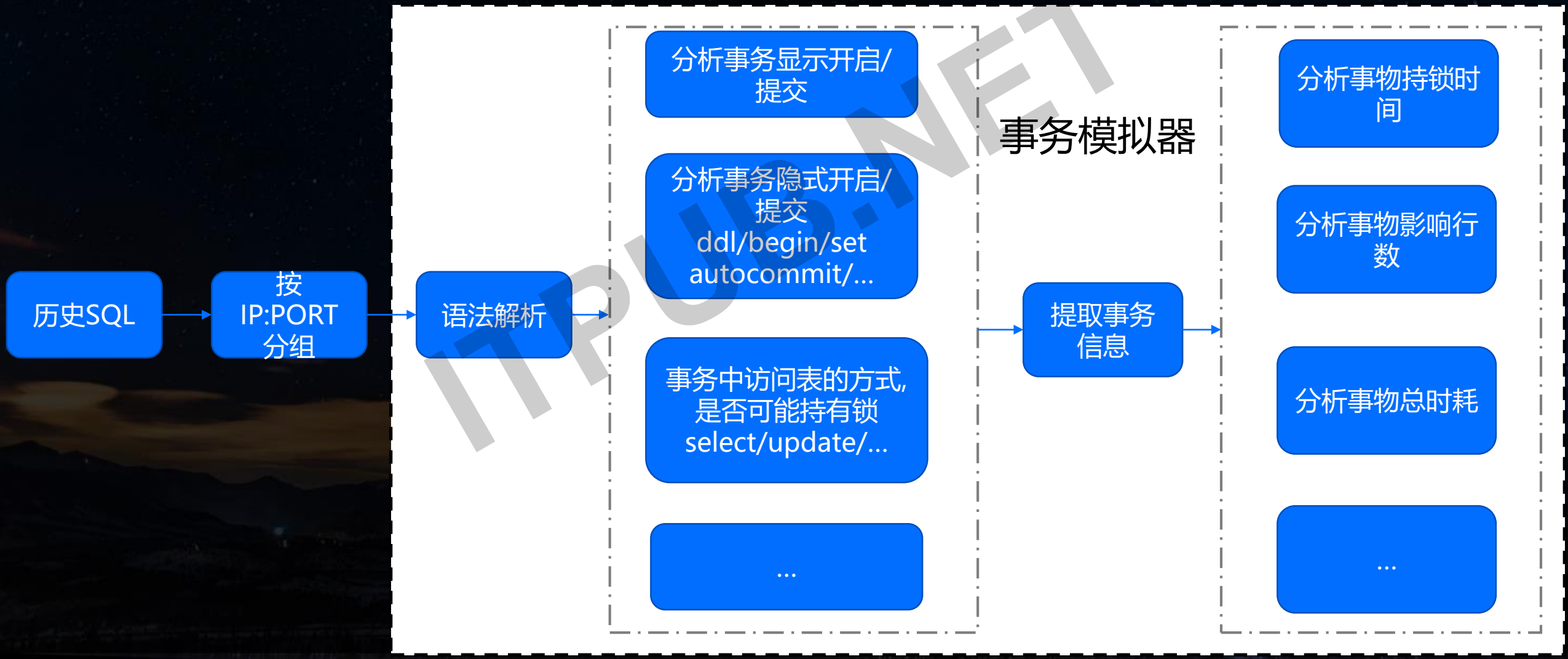
锁: 事务时耗长（续）

- 审计日志
  - 日志记录了SQL，时耗，源IP:PORT等信息
  - 通过分析审计日志可以提取会话的事务信息

```
[2019-04-30 15:17:05 882071] INFO topic=group_1534163729_3647346&tid=14361&con=0x7f2f843d5000&clientIP=xxxxx:xxxx&sql_size=695&sql_type=3&sub_sql_ty
pe=5&sql=begin&db=xx&user=xx&backend=xxx:xx&autocommit=1&new_connnum=0&conn_tc=0&select_result_sum=0&affect_num=1&hold_conns=2&resultcode=0&timecost
=1&join_createtable_table=0&join_filling_table=0&join_do_query=0
[2019-04-30 15:17:05 882071] INFO topic=group_1534163729_3647346&tid=14361&con=0x7f2f843d5000&clientIP=xxxxx:xxxx&sql_size=695&sql_type=3&sub_sql_ty
pe=5&sql=insert into xxxx values('xxxx')&db=xx&user=xx&backend=xxx:xx&autocommit=1&new_connnum=0&conn_tc=0&select_result_sum=0&affect_num=1&hold_con
ns=2&resultcode=0&timecost=1&join_createtable_table=0&join_filling_table=0&join_do_query=0
[2019-04-30 15:17:05 882071] INFO topic=group_1534163729_3647346&tid=14361&con=0x7f2f843d5000&clientIP=xxxxx:xxxx&sql_size=695&sql_type=3&sub_sql_ty
pe=5&sql=commit&db=xx&user=xx&backend=xxx:xx&autocommit=1&new_connnum=0&conn_tc=0&select_result_sum=0&affect_num=1&hold_conns=2&resultcode=0&timecos
t=1&join_createtable_table=0&join_filling_table=0&join_do_query=0
```

锁: 事务时耗长（续）

- 扁鹊历史会话分析



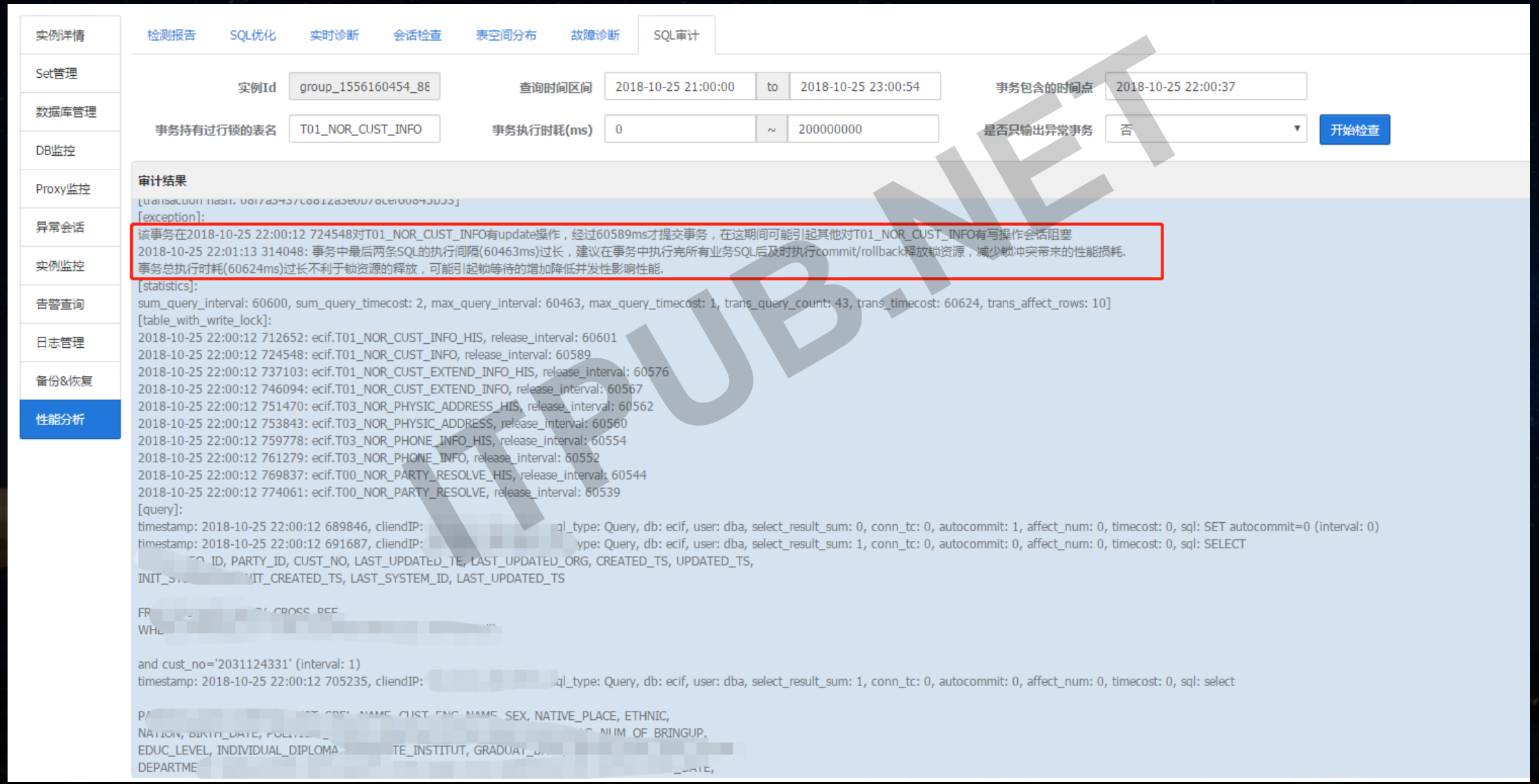
锁: 事务时耗长（续）

- 扁鹊的历史会话分析功能可以根据
  - 22:00:37
  - T01_NOR_CUST_INFO

两个条件找出begin...commit包含22:00:37且执行过对表T01_NOR_CUST_INFO有写操作的事务信息

时间	session1	session2
	begin	
	Insert/update/delete /select ... for update T01_NOR_CUST_INFO	
22:00:37		update T01_NOR_CUST_INFO... WHERE ... ERROR: Lock wait timeout exceeded, try restarting transaction
	commit	

锁: 事务时耗长（续）


实例详情
Set管理
数据库管理
DB监控
Proxy监控
异常会话
实例监控
告警查询
日志管理
备份&恢复
性能分析
检测报告
SQL优化
实时诊断
会话检查
表空间分布
故障诊断
SQL审计
实例Id
group_1556160454_88
查询时间区间
2018-10-25 21:00:00
to
2018-10-25 23:00:54
事务包含的时间点
2018-10-25 22:00:37
事务持有过行锁的表名
T01_NOR_CUST_INFO
事务执行时耗(ms)
0
~
200000000
是否只输出异常事务
否
开始检查
审计结果
[exception]:
该事务在2018-10-25 22:00:12 724548对T01_NOR_CUST_INFO有update操作，经过60589ms才提交事务，在这期间可能引起其他对T01_NOR_CUST_INFO有写操作会话阻塞
2018-10-25 22:01:13 314048: 事务中最后两条SQL的执行间隔(60463ms)过长，建议在事务中执行完所有业务SQL后及时执行commit/rollback释放锁资源，减少锁冲突带来的性能损耗.
事务总执行时耗(60624ms)过长不利于锁资源的释放，可能引起锁等待的增加降低并发性影响性能.
[statistics]:
sum_query_interval: 60600, sum_query_timecost: 2, max_query_interval: 60463, max_query_timecost: 1, trans_query_count: 43, trans_timecost: 60624, trans_affect_rows: 10]
[table_with_write_lock]:
2018-10-25 22:00:12 712652: ecif.T01_NOR_CUST_INFO_HIS, release_interval: 60601
2018-10-25 22:00:12 724548: ecif.T01_NOR_CUST_INFO, release_interval: 60589
2018-10-25 22:00:12 737103: ecif.T01_NOR_CUST_EXTEND_INFO_HIS, release_interval: 60576
2018-10-25 22:00:12 746094: ecif.T01_NOR_CUST_EXTEND_INFO, release_interval: 60567
2018-10-25 22:00:12 751470: ecif.T03_NOR_PHYSIC_ADDRESS_HIS, release_interval: 60562
2018-10-25 22:00:12 753843: ecif.T03_NOR_PHYSIC_ADDRESS, release_interval: 60560
2018-10-25 22:00:12 759778: ecif.T03_NOR_PHONE_INFO_HIS, release_interval: 60554
2018-10-25 22:00:12 761279: ecif.T03_NOR_PHONE_INFO, release_interval: 60552
2018-10-25 22:00:12 769837: ecif.T00_NOR_PARTY_RESOLVE_HIS, release_interval: 60544
2018-10-25 22:00:12 774061: ecif.T00_NOR_PARTY_RESOLVE, release_interval: 60539
[query]:
timestamp: 2018-10-25 22:00:12 689846, cliendIP:
ql_type: Query, db: ecif, user: dba, select_result_sum: 0, conn_tc: 0, autocommit: 1, affect_num: 0, timecost: 0, sql: SET autocommit=0 (interval: 0)
timestamp: 2018-10-25 22:00:12 691687, cliendIP:
ype: Query, db: ecif, user: dba, select_result_sum: 1, conn_tc: 0, autocommit: 0, affect_num: 0, timecost: 0, sql: SELECT
ID, PARTY_ID, CUST_NO, LAST_UPDATED_TE, LAST_UPDATED_ORG, CREATED_TS, UPDATED_TS,
IT_CREATED_TS, LAST_SYSTEM_ID, LAST_UPDATED_TS
and cust_no='2031124331' (interval: 1)
timestamp: 2018-10-25 22:00:12 705235, cliendIP:
ql_type: Query, db: ecif, user: dba, select_result_sum: 1, conn_tc: 0, autocommit: 0, affect_num: 0, timecost: 0, sql: select
NUM_OF_BRINGUP,
TE_INSTITUT, GRADUAT
DEPARTME

3.3可靠性问题

- DB当前运行良好，检查潜在风险
  - 主备延迟
  - 空间不足，碎片空间过大
  - 冗余索引
  - ...
- DB体检，风险预估
  - 系统状态
  - 表空间分布
  - 冗余索引
  - 死锁诊断
  - 锁等待诊断
  - 慢查询分析
  - DB状态检查
  - 表检查

检测报告

- 综合分析一段时间内DB统计信息，监控信息等对DB的健康状态评分
- 低评分通常表示DB可能处于风险状态

4. 总结

- 扁鹊的基本情况
- 扁鹊的基本架构
- 诊断原理与实践
  - 主备切换
  - 性能问题
  - 锁等待
  - 可靠性问题
  - 诊断报告

腾讯云数据库客户案例


bilibili
深圳地铁 SHENZHEN METRO
永辉超市 YONGHUI SUPERSTORES
猫眼电影
拼多多
mobike 摩拜单车
小红书
蘑菇街 女装精选
SANY
Kingdee
中国银行 BANK OF CHINA
WeBank
泰康人寿 TAIKANGLIFE
乐逗游戏 iDREAMSKY GAMES
畅游 changyou
wesure 微保
数字广东 Digital Guangdong
猎豹移动
珍爱网 zhenai.com
中國東方航空 CHINA EASTERN

关注“**腾讯云数据库**”官方微信

体验**移动端一键管理数据库**

获取数据库技术干货和最新资讯

立享**10元腾讯云代金券**

TencentDB