程序猿都该知道的MySQL秘籍

叶金荣 http://imysql.com
公众号：imysql_wx
2016.5.14

关于我

- 叶金荣
- Oracle MySQL ACE
- 国内最早的MySQL推广者
- From 2006，http://imysql.com
- 从事MySQL相关工作10余年
- 擅长MySQL性能优化
- 现专注MySQL DBA人才培养
- 公众号：imysql_wx（MySQL中文网）

Agenda

- MySQL优化秘籍
  - InnoDB or MyISAM?
  - InnoDB表应该怎么玩
  - 一些优化参考
  - 非典型DBA怎么玩好MySQL
- 值得期待的5.7新特性

先从一个成功开始

还死守MyISAM？ out了

- 读多写少的场景下，真的MyISAM就合适吗
- 源起：InnoDB还是MyISAM 再谈MySQL存储引擎的选择
- TA观点
  - MyISAM的读性能是比InnoDB强不少
  - MyISAM索引和数据分开，且索引有压缩，内存使用率相对更高
  - MyISAM可以直接覆盖MYD/MYI文件恢复数据，相对更快
  - count(*)和order by效率低，且count(*)会锁表
  - InnoDB的insert和update太快了，导致从库更不上
  - MyISAM有merge类型，可以快速count(*)

InnoDB的好处

- **我的观点**
  - 大多数业务中，95%以上的场景，都可以采用InnoDB引擎
  - InnoDB可以把数据、索引、有修改的数据放在内存buffer中，而且有自适应哈希索引、change buffer merge等等，事实上更高效
  - InnoDB也可直接导出表空间文件后，在目标服务器上导入。当然了，不能直接在线拷贝，需要稍加处理，但并不麻烦
  - 没有索引时，count(*)和order by肯定效率低，不区分引擎。InnoDB是事务表，所以全表（无WHERE条件时）count(*)确实会慢一些，但并不会锁表
  - InnoDB的insert和update太快了，导致从库更不上 —- 妹的，这个竟成了缺点?
  - MyISAM有merge类型，可以快速count(*) —- 可以采用表分区特性，如果仅仅只是为了COUNT(*)，则可以采用redis等第三方来计数

赶紧转投InnoDB怀抱

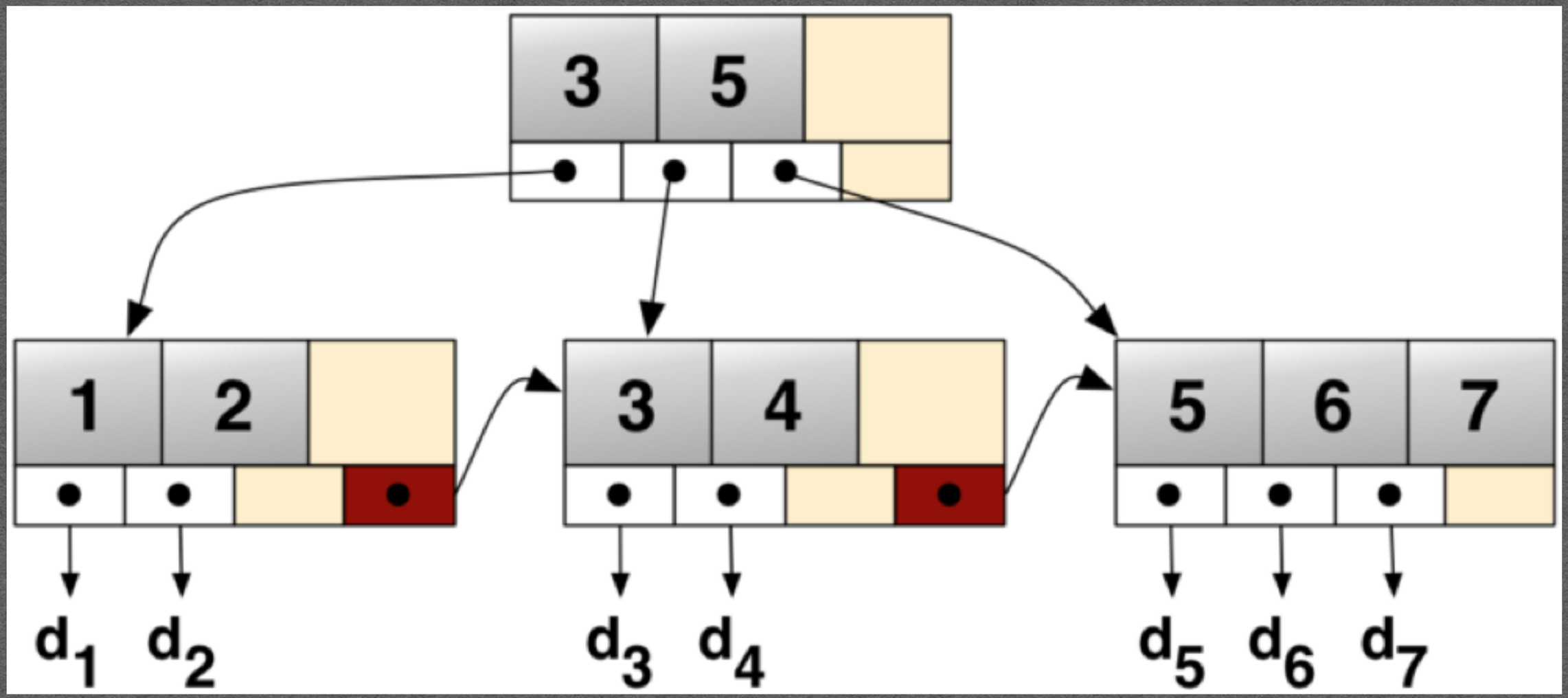
- 从MyISAM转成InnoDB的好处
  - 完整事务特性支持，获得更高并发TPS；
  - 支持crash recovery。MyISAM不能自动修复，且耗时更久；
  - 事实上，只读效率更高。因为InnoDB把数据及索引同时放在buffer中，而MyISAM则只缓存了索引；
- 参考：[MySQL FAQ]系列 — 从MyISAM转到InnoDB需要注意什么

so，InnoDB怎么玩好?

InnoDB的正确玩法

- 首先，要正确认识InnoDB
  - 基于B+树结构的聚集索引组织表（类似ORACLE的IOT概念）
  - 表数据的逻辑存储顺序取决于聚集索引的顺序
    - 默认选择主键作为聚集索引，无合适主键时，就用内置生成的ROW_ID作为聚集索引
  - InnoDB的行锁是加在索引上的
  - 支持4个事务隔离级别，默认的RR解决了幻读问题

InnoDB的正确玩法



InnoDB的正确玩法

- InnoDB表都要有一个主键，且主键最好没有业务用途，不要修改主键值
- 主键最好是保持顺序递增，随机主键值会导致聚集索引树频繁分裂，随机I/O增多，数据离散，性能下降
- 若无特殊需要，要开启事务自动提交 autocommit=1。把大事务拆分成多个小事务，小步快跑方式分开提交，避免有大事务未提交导致长时间行锁等待
- 没有索引的更新，可能会导致全表数据都被锁住，和表级锁等同后果
- 定义列属性时，长度预估够用就好，没必要用特别大的数据类型。VARCHAR/TEXT等数据类型中实际存储数据长度越小越好，否则发生行溢出（off-page storage）时对性能影响可能很大
- 不要直接SELECT *读取全部列，可能会导致更多的I/O读

一些优化参考

联合索引怎么用

- 联合索引k1（c1, c2, c3）
- 下面哪个SQL不能完整用到整个联合索引的?
  - WHERE c1 = ? AND c2 IN (?, ?) AND c3 = ? √
  - WHERE c1 = ? AND c2 =? ORDER BY c3 √
  - WHERE c3 = ? AND c1 = ? AND c2 IN (?, ?) √
  - WHERE c1 = ? AND c2 IN (?, ?) ORDER BY c3 x
- 5.6以前建议新增 (c1, c3) 索引，5.6以后可以用ICP特性

JOIN怎么优化

- inner join

```
mysql> explain select a.* from t_user_log a inner join t_user b on
       a.uid = b.uid order by a.logintime desc limit 100;
*************************** 1. row ***************************
           id: 1
  select_type: SIMPLE
        table: b
         type: index
possible_keys: idx_uid
          key: idx_uid
      key_len: 4
          ref: NULL
         rows: 100105
        Extra: Using index; Using temporary; Using filesort
*************************** 2. row ***************************
           id: 1
  select_type: SIMPLE
        table: a
         type: ref
possible_keys: uid_logintime,idx_uid
          key: idx_uid
      key_len: 4
          ref: yejr.b.uid
         rows: 5
        Extra: NULL
```

JOIN怎么优化

- straight join

```
mysql< explain select a.* from t_user_log a straight_join t_user b on
    a.uid = b.uid order by a.logintime desc limit 100;
*************************** 1. row ***************************
           id: 1
  select_type: SIMPLE
        table: a
         type: index
possible_keys: uid_logintime,idx_uid
          key: logintime
      key_len: 4
          ref: NULL
         rows: 100
        Extra: NULL
*************************** 2. row ***************************
           id: 1
  select_type: SIMPLE
        table: b
         type: ref
possible_keys: idx_uid
          key: idx_uid
      key_len: 4
          ref: yejr.a.uid
         rows: 1
        Extra: Using index
```

JOIN怎么优化

- INNER JOIN是自动选择JOIN顺序，可能不是最优
- LEFT JOIN & STRAIGHT_JOIN 都是强制左边的表作为驱动表
- RIGHT JOIN则相反
- 多表JOIN中，排序列如果不属于驱动表，则无法利用索引完成排序

硬件、系统、配置选项

优化

硬件优化

- BIOS配置优化
  - CPU设置最大性能模式，关闭C1E，C-stats
  - 内存设置最大性能模式
  - 关闭NUMA
- RAID配置优化
  - RAID-10
  - CACHE & BBU
  - WB & FORCE WB
- 使用PCIe-SSD等高速I/O设备

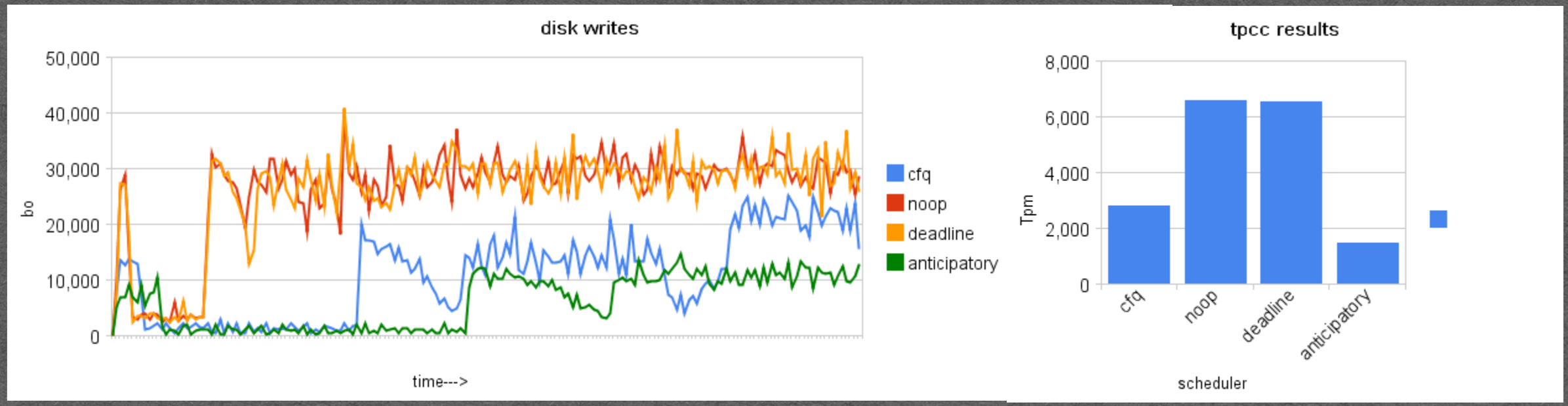
I/O子系统一般是最大瓶颈所在，提高IOPS能力的几种方法：

1. 换SSD，PCIE-SSD（提高IO效率，普通SAS盘5000以内的iops，而新设备可达到数万或者数十万iops）
2. 少做IO的活（合并多次读写为一次，或者前端加内存CACHE；或者优化业务，消除IO）
3. 加大内存（更多hot data和dirty data放在内存中，减少物理IO）
4. 调整文件系统为xfs（相比ext3、ext4提高IOPS能力，高io负载下表现更佳）
5. 调整raid级别为raid 1+0（相比raid1、raid5等提高IOPS能力）
6. 调整写cache策略为wb或force wb（利用阵列卡cache，提高iops）
7. io scheduler（优先使用deadline，如果是SSD，则使用noop）

系统优化

- io scheduler
  - deadline
  - noop
  - 坚决不能cfq

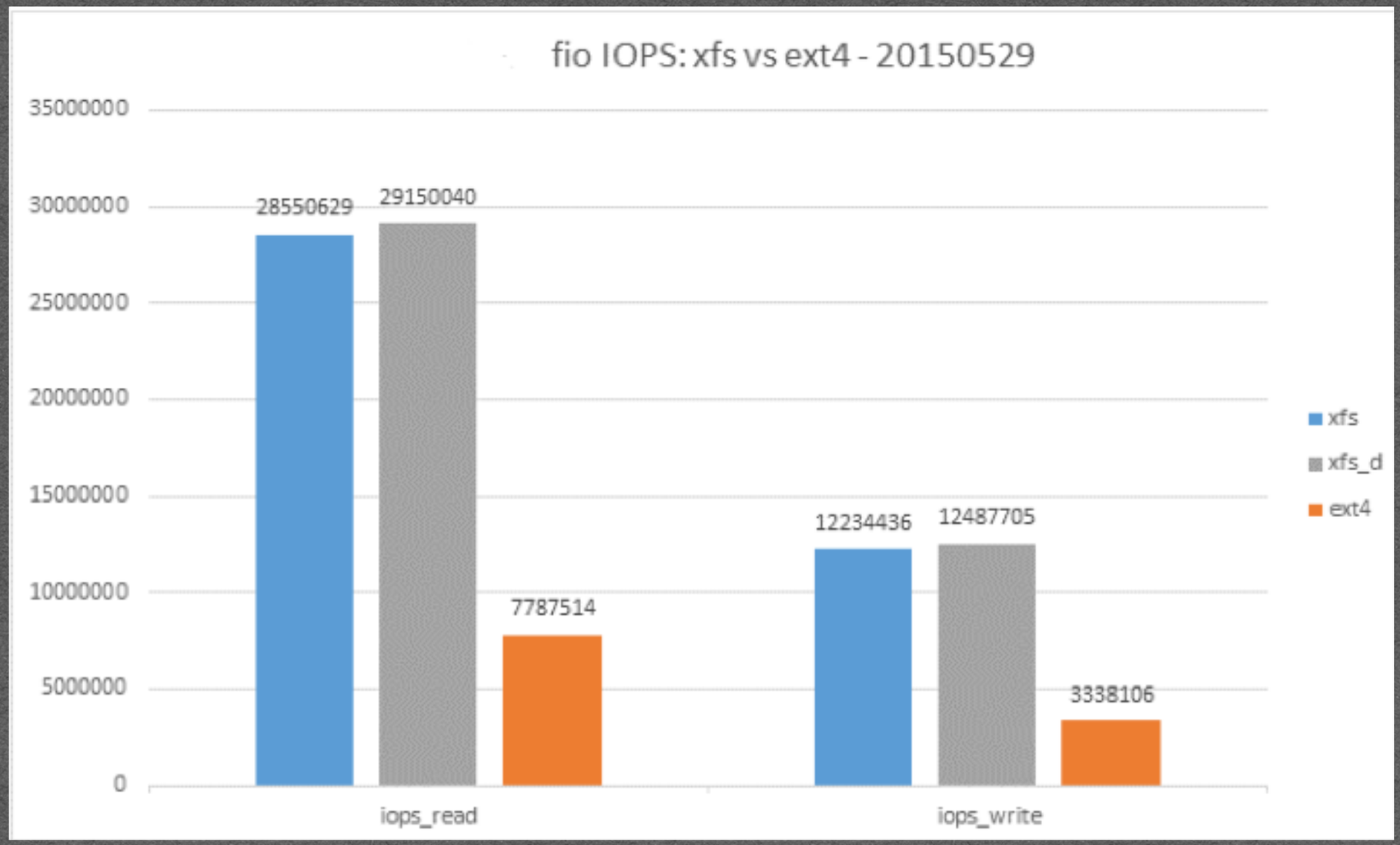
系统优化


disk writes
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
bo
time--->
cfq
noop
deadline
anticipatory
tpcc results
8,000
6,000
4,000
2,000
0
Tpm
cfq
noop
deadline
anticipatory
scheduler

系统优化

- fs
  - xfs
  - ext4、zfs等
  - 坚决不能ext3

系统优化


fio IOPS: xfs vs ext4 - 20150529
35000000
30000000
25000000
20000000
15000000
10000000
5000000
0
28550629
29150040
7787514
12234436
12487705
3338106
iops_read
iops_write
xfs
xfs_d
ext4

MySQL参数优化

- innodb_buffer_pool_size，约物理内存的50% ~ 70%
- innodb_data_file_path，初始化大小至少1G
- 5.6以上版本，设置独立undo表空间
- innodb_log_file_size，5.5及以上1G以上，5.5以下建议不超512M
- innodb_flush_log_at_trx_commit，0=>最快数据最不安全，1=>最慢最安全，2=>折中
- innodb_max_dirty_pages_pct，25%~50%为宜
- innodb_io_capacity，普通机械盘=>1000左右，SSD=>10000左右，PCIe SSD=>20000以上

MySQL参数优化

- key_buffer_size，设置32M以下
- sync_binlog，0=>最快数据最不安全，系统自己决定刷新binlog的频率；1=>最慢最安全，每个event刷新一次；N=>每N个事务刷一次binlog
- long_query_time，建议设置小于0.5秒
- open_files_limit & innodb_open_files，建议65535
- max_connections，突发最大连接数的80%为宜，过大容易导致全部卡死
- thread_handling = “pool-of-thread”，启用线程池
- query_cache_size & query_cache_type，关闭

没踩过 坑 的都非正常人

有哪些坑

- QUERY CACHE，简称QC
- 绝大多数情况下鸡肋，最好关闭
- QC锁是全局锁，每次更新QC的内存块锁代价高，很容易出现Waiting for query cache lock状态
- query_cache_size =0 & query_cache_type = 0，关闭
- 参考：http://t.cn/RAF4d7z http://t.cn/RAF4d7Z

ibdata1文件暴增

- ibdata1文件都存储了什么内容?
  - Data dictionary
  - Double write buffer
  - Insert buffer
  - **Rollback segments**
  - **UNDO space**
  - Foreign key constraint system tables

ibdata1文件暴增

- ibdata1文件暴增原因
  - 大量事务，产生大量的undo log
  - 有旧事务长时间未提交，产生大量旧undo log
  - file i/o性能差，purge进度慢
  - 32bit系统下有bug

ibdata1文件暴增

- ibdata1文件暴增解决
  - 升级到5.6及以上（64-bit），采用独立undo表空间
  - 增加purge线程数 innodb_purge_threads
  - 提高file i/o能力
  - 事务及时提交，不要积压
  - 默认打开autocommit = 1
  - 检查开发框架，确认autocommit=0的地方，事务结束后都有提交或回滚

隐式类型转换

- 有个手机号码列
  - iphone CHAR(11) NOT NULL DEFAULT ”
- 有下面这个查询
  - WHERE iphone = 13900000000

id	select_type	table	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	Extra
1	SIMPLE	t1	ALL	vid	NULL	NULL	NULL	5	Using where

隐式类型转换

- 怎么破
  - 改成WHERE iphone = ’13900000000’
  - 或 iphone 列类型改成 BIGINT UNSIGNED

```
+----+-------------+-------+-------+---------------+-----+---------+-------+------+-----------------------+
| id | select_type | table | type  | possible_keys | key | key_len | ref   | rows | Extra                 |
+----+-------------+-------+-------+---------------+-----+---------+-------+------+-----------------------+
|  1 | SIMPLE      | t1    | ref   | vid           | vid | 30      | const |    1 | Using index condition |
+----+-------------+-------+-------+---------------+-----+---------+-------+------+-----------------------+
```

```
+----+-------------+-------+-------+---------------+-----+---------+-------+------+-------+
| id | select_type | table | type  | possible_keys | key | key_len | ref   | rows | Extra |
+----+-------------+-------+-------+---------------+-----+---------+-------+------+-------+
|  1 | SIMPLE      | t1    | ref   | vid           | vid | 4       | const |    1 | NULL  |
+----+-------------+-------+-------+---------------+-----+---------+-------+------+-------+
```

连接数过高

- too many connections的处理
- 常规的做法：想办法杀掉多余的连接，加大连接数
- 其实应该是这样：限制连接数，设定max_user_connections
- 如果是这样呢：extra-port
- 建议：定时检查，干掉慢查询，避免阻塞，自我保护

非典型DBA怎么玩好MySQL

小规模集群怎么运维

- 备份
  - 从mysqldump（字符集） => xtrabackup（混合引擎）
  - 自动(异地)备份、检查、恢复验证
- 高可用、故障转移
  - 双机+keepalived高可用（脑裂）
  - 多机MHA高可用（节点多）
  - 备用异地机房（成本高）
  - 利用延迟复制特性预防严重误操作

表数据从十万到千万表怎么玩

- 10万表，一般靠简单索引就能搞定
- 100万表，需要开始考虑在线DDL的风险了，以及一些超过1秒的SQL
- 1000万，怎么做备份，上线前预先做SQL解析，预防严重新更难问题
- 需要有辅助手段，监视超过N秒的SQL，能快速自动处理，并且报警出来，后续跟进优化
- 大数据量下，分库分表未必是银弹，反而可能是累赘，优先做冷热数据分离或归档
- 分库分表时优先在同一个实例下，跨实例一般需要靠谱的proxy才行
- pt-query-digest + anemometer

大量日志如何存储

- 存储入库优先用tokudb引擎
- 历史归档导入大数据分析平台
- 日志表可以按时间段分表（分区）
- 定期创建/删除/归档分表（分区）

拥抱5.7

从5.6升级方案

- 逻辑升级方案
  - mysqldump导出
  - 新建实例，导入，恢复数据
- 物理升级方案
  - fast_shutdown=0
  - 拷贝物理文件或xtrabackup备份
  - 新建实例，恢复数据（redo、undo log格式不一样，需要重新初始化）
  - 用mysql_upgrade升级P_S、I_S、mysql库
- 不推荐从5.5到5.7直接升级

5.7重大变化

- 禁用的功能
  - innodb monitor table功能
    - 用innodb_status_output、innodb_status_output_locks开关
- old-password格式
  - 不安全，赶紧升级好了
- skip-innodb选项（不能禁用InnoDB了）

值得关注的MySQL 5.7新特性

- **安全性**提升，强化账户管理及密码策略
  - 初始安装默认会设置随机密码（首次登入后需修改）
    - 初始化随机密码保存于error log中
    - 只有root@localhost账号，再无匿名账号
    - 新账号创建后密码默认有过期时间
      - 5.7.10前默认360天，5.7.10后默认0天（不过期）
    - 支持SSL/TLS链接方式

值得关注的MySQL 5.7新特性

- **标准化**提升，不再兼容一些“不规范”用法
  - 默认启用**STRICT_TRANS_TABLES**、**NO_ZERO_IN_DATE**、**ERROR_FOR_DIVISION_BY_ZERO** 等几种规则
  - 例如：向CHAR(20)写入30个字符会报错，而不仅是告警
  - 不再被诟病“太智能”了

值得关注的MySQL 5.7新特性

- **功能性**提升，使用起来更便利
  - Online DDL增强
    - InnoDB引擎修在线调整VARCHAR长度
    - 增加/修改非主键列瞬间完成
    - 修改索引名（非主键）
- InnoDB buffer pool管理增强
  - 在线动态调整
  - 导出导入增强

值得关注的MySQL 5.7新特性

- **性能**大幅提升
  - InnoDB对Fusion-io Non-Volatile Memory (NVM)原生支持
  - InnoDB索引创建、重建批量加载，提高效率
  - Optimizer Hints
  - 重写了大部分解析器，优化器和成本模型
  - InnoDB只读事务性能提升
  - 改进 InnoDB 的可扩展性和临时表的性能，从而实现更快的网络和大数据加载等操作

值得关注的MySQL 5.7新特性

- 复制功能提升
  - 并行复制提升
  - 多源复制
  - 在线修改replication filter
  - 在线启用 GTIDs，和增强的半同步复制
  - 支持Group Replication（实验中）

值得关注的MySQL 5.7新特性

- 新特性
  - MySQL Router
  - 支持Generated Columns
  - 支持JSON
  - 增加sys schema
  - 支持多个trigger
  - 支持GIS