Mongodb 针对复杂查询的特性

场景：计费话单查询

计费话单条件查询

```
2019 - 02 - 22T09 : 32 : 16.777 + 0800 I COMMAND[conn163]command gzbsms.ucCallRecord command : find {
    find : "ucCallRecord",
    filter : {
        $and : [{
                tenementId : {
                    $in : ["880001"]}}, {calling : /^.*290727.*$/}, {called : /^.*1369.*$/}, {direction : "in"}, {trunkId : "SIPT_4_880001"},
                    {wireNumber : /^.*0551.*$/}, {beginTime : {$gte : 1548000000000}}, {beginTime : {$lte : 1550764799000}}]
    },
    sort : {
        beginTime : -1
    },
    limit : 15
}
planSummary : IXSCAN {
    direction : 1
}
keysExamined : 3511273 docsExamined : 3511273 hasSortStage : 1 cursorExhausted : 1 numYields : 27508 nreturned : 0 reslen : 107 locks : {
    Global : {acquireCount : {r : 55018},acquireWaitCount : {r : 114},timeAcquiringMicros : {r : 136482}},
    Database : {acquireCount : {r : 27509}},
    Collection : {acquireCount : {r : 27509}
    }
}
protocol : op_query 20453ms
```

如上图所示:

- 查询条件: 企业ID: 880001, 主叫：290727，被叫：1369，入局，中继：cop, 外线号：0551，时间范围：2019-01-21 -- 2019-2-21
- 分页数量为 15条
- 扫描数据量为3511273 个文档，3511273 个索引
- **查询到的数据为 0 条**
- **耗时 20.45秒**

查询慢的原因

- 查询条件多，需要过滤的文档多，导致扫描数据大
- 没有命中排序索引，需要排序的数据量大
- 索引选举耗时的耗时

优化思路：

- 分表： 尽可能地使扫描数据记录减少
- 分词：把模糊查询优化成，分词匹配，确保索引能够精确命中（模糊查询会扫描所有的索引记录）
- 保证内存空间：确保索引都在内存中扫描

针对 mongodb 的查询效率优化总结

- **扫描索引和文档越多，耗时也越多**
- **机器内存大小，影响查询效率**

优化建议如下：

查询数量优化

- 使用近似值（explain 中预测扫描行的数量）
- 简到优化（总数 - 已知小分数据的数量）
- 覆盖索引优化
- 汇总表/外部缓存数量（存储数量的数据）

对于复杂的模糊查询

- **索引优化策**略
  - *创建索引以支持查询*

    当索引包含了查询的所有键时，索引可以支持该查询。创建可以支持查询的索引会带来极大的查询性能提升。

    使用索引来排序查询结果

    为了支持高效的查询，当您需要指定被索引键的排列顺序和排序顺序时，请使用此处的策略。

    确保索引与内存相适应

    当您的索引可以整个存储于内存时，系统可以避免从磁盘读取索引，这时您的处理过程会变得更快。

    创建能确保选择力的查询

    选择力是查询使用索引来缩窄结果集范围的能力。选择力使得MongoDB可以使用索引来完成匹配查询过程中的更多工作
- **排序优化**
  - 按照指定索引顺序进行排序
- **尽量做到读写分离**
- **索引，集合加载到内存**
  - 预加载数据或者索引到内存: `db.runCommand({ touch: "collectionName", data: [true|false], index: [true|false] })`
- **查询方式优化**
  - 使得索引命中率提升
  - 缩小查询数据结果集的范围
  - 模糊查询尽量使用字段数据分词/左前缀索引匹配
  - 业务分离，能抽出来的业务，尽可能少去查询 数据量大的数据表
- **数据结构优化**
  - **如查询方式优化**
  - 分表
  - 分库

计费话单优化方案

1 查询方式优化

查询条件优化（呼叫，被叫，外线号码 三选一查询）

原因：因为三个字段都是单独的索引，减少索引选举和文档比较的次数

2 索引调整

旧索引列表

```
{
                "_id_" : 242565120,
                "callRecord_tenementId_beginTime_endTime_idx" : 347521024,
                "callRecord_beginTime_endTime_tenementId_idx" : 536272896,
                "tenementId" : 82497536,
                "direction" : 83247104,
                "trunkId" : 82489344,
                "monthSetId" : 83300352,
                "callRecord_direction_trunkId_idx" : 85852160,
                "callRecord_beginTime_tenementId_idx" : 261197824
        }
```

优化后的索引

```
{
        "_id_" : 437186560,
        "monthSetId_1" : 448692224,
        "beginTime_-1" : 526671872,
        "duration_1_beginTime_-1" : 244002816,
        "trunkId_1_beginTime_-1" : 148099072,
        "calling_arr_1_beginTime_-1" : 149823488,              // 主叫分词之后的数组
        "called_arr_1_beginTime_-1" : 448135168,               // 被叫分词之后的数组
        "wireNumber_arr_beginTime_-1" : 147931136,             // 外线号码叫分词之后的数组
    }
```

3 模糊查询字段进行分词

```
*   **分词后的数据结构**
*   **使用查询前缀查询**（默认索引前缀匹配）
```

```
{
        "_id" : ObjectId("5b23db5faeee1022a08b8e8a"),
        "_class" : "com.ejiahe.bms.bean.mongobean.CallRecord",
        "tenementId" : "880001",
        "callingNumID" : "249999",
        "calledNumID" : "4444",
        "callingUserId" : "u110002",
        "calledUserId" : "",
```

```
        "direction" : "inner",
        "beginTime" : NumberLong("1529076539000"),
        "endTime" : NumberLong("1529076551000"),
        "duration" : 12,
        "billUserId" : "u110002",
        "calledRes" : "OK",
        "calling" : "249999(249999)",
        "called" : "4444",
        "wireNumber":"12345",
        "calling_arr":['24','99','2499','24999','249999'],
        "called_arr":['44','444','4444'],
        "wireNumber_arr":['12','23','34','45','123','234','345','1234','2345','12345'],
        "durationTime" : "00:00:12",
        "createTime" : NumberLong("1529076575673")
}
```

4 按月分表

- **按月分表查询**(分页尽量避免跨月操作)
- 根据时间进行分页查询，减少扫描数据量

5 保证足够内存

- 当前德邦 `mongdb` 内存中的数据状况

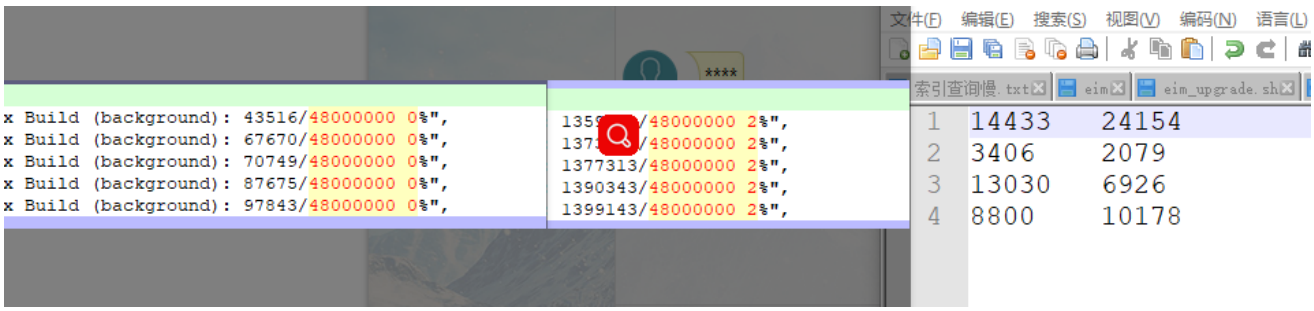
```
{
        "bits" : 64,
        "resident" : 17660,             // 17G 物理内存 单位 M
        "virtual" : 22261,              // 20G 虚拟内存 单位 M
        "supported" : true,
        "mapped" : 0,
        "mappedWithJournal" : 0
}
```

- 当前德邦 `mongodb` 实际存储数据状况

```
{
        "db" : "gzbsms",
        "collections" : 20,
        "views" : 0,
        "objects" : 26362385,
        "avgObjSize" : 845.233533119253,
        "dataSize" : 22282371815,          // 20G 数据的数据大小 单位 b
        "storageSize" : 6578077696,        // 6.5G 磁盘中文件大小 单位 b
        "numExtents" : 0,
        "indexes" : 59,
        "indexSize" : 1806274560,          // 1.6G 索引的大小  单位 b
        "ok" : 1
}
```

左缀索引和分词比较（基于本地数据库进行比较）

建立索引速度



> 左边为 `callingarr_endTime`, 数组 + 结束时间
>
> 右边 `calling_beginTime`

结果显示： 索引创建结果相差不大

数据准备

- 左前缀： 无需修改数据，只是添加索引即可
- 分词： 需要额外，对模糊查询的字段进行分词，然后当作做一个数组的查询字段（当前测试版本是使用js脚本进行插入的，一百万一次会比较慢）； 当前本地库已经插入240万条带有calling 分词的数据

  JS执行代码

```
// 获取指定长度的数字随机数
function RndNum(n){
    var rnd="";
    for(var i=0;i<n;i++)
        rnd+=Math.floor(Math.random()*10);
    return rnd;
}

// 数组元素去重
Array.prototype.push2 =function(args){

        if(this.indexOf(args) == -1){
            this.push(args);

    }
};
```

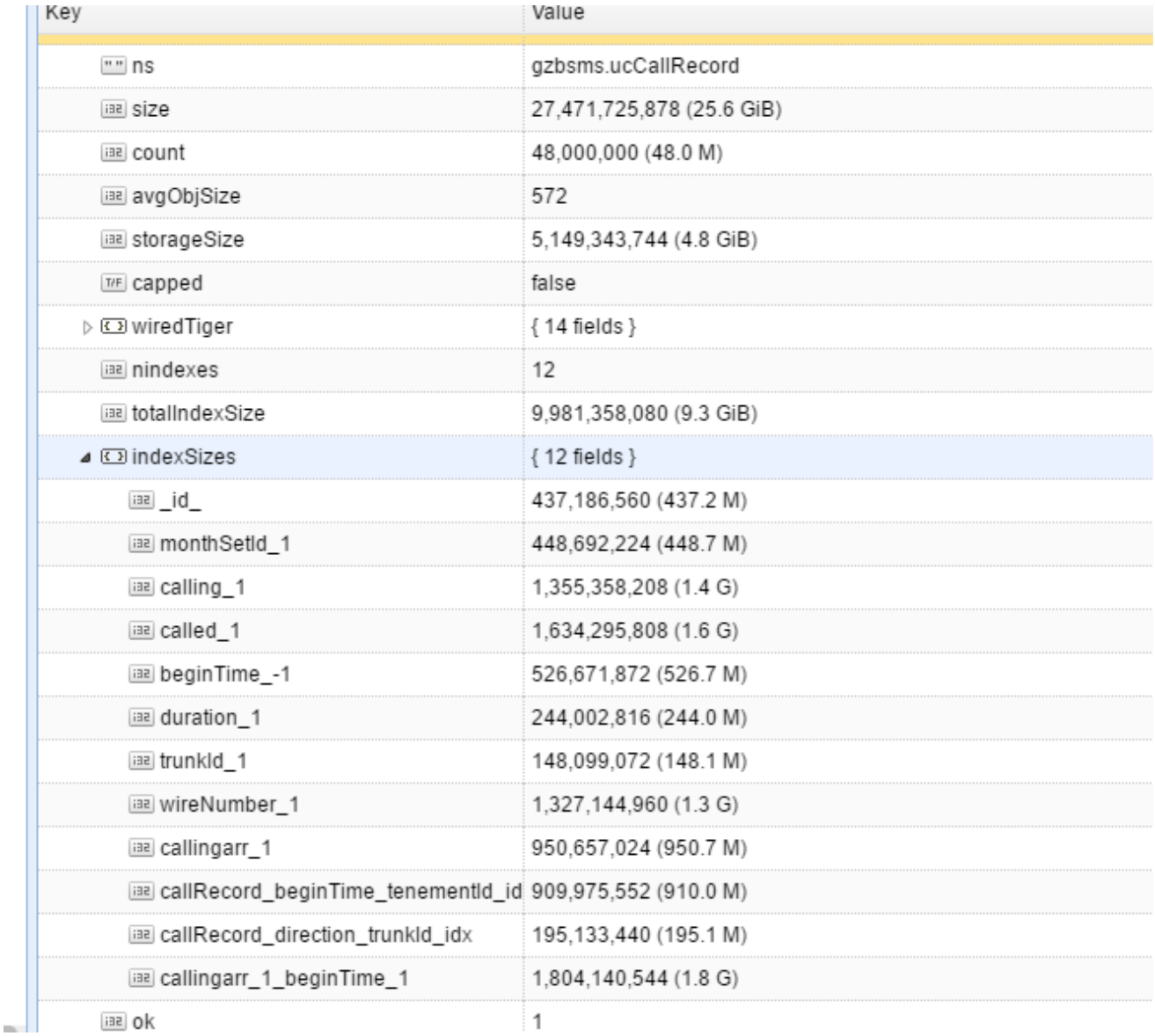
```
// 数组元素进行分词
Array.prototype.splitWord=function(str,len){

  if(len <= 0) len = 0;
 var size = str.length;
 if(size == 0) return;

  if(len >= size + 1) return;

 var temLen = 0;

 for(;temLen < size; temLen ++){
      if(temLen + len > size){
                continue;
     }

     var ele = str.substring(temLen,temLen + len);
     this.push2(ele);
 }

  this.splitWord(str,len + 1);
};

// 执行分词插入
db.ucCallRecord.find().forEach(function(item){
    var arr1 = new Array();
    arr1.splitWord(RndNum(11),1); // 11 位字符进行分词插入
    db.ucCallRecord.update({_id:item._id},{$set:
{calling:arr1,called:arr1,wireNumber:arr1}},{upsert:true});

});
```

文档大小限制

- 集合的最大所有个数：64
- 索引名称长度：包括数据库于集合名称总共不超过125字符。
- 联合索引最大字段个数：31
- 单个文档大小不能超过16M

查询速度比较

记录表信息：



Key	Value
ns	gzbsms.ucCallRecord
size	27,471,725,878 (25.6 GiB)
count	48,000,000 (48.0 M)
avgObjSize	572
storageSize	5,149,343,744 (4.8 GiB)
capped	false
wiredTiger	{ 14 fields }
nindexes	12
totalIndexSize	9,981,358,080 (9.3 GiB)
indexSizes	{ 12 fields }
_id_	437,186,560 (437.2 M)
monthSetId_1	448,692,224 (448.7 M)
calling_1	1,355,358,208 (1.4 G)
called_1	1,634,295,808 (1.6 G)
beginTime_-1	526,671,872 (526.7 M)
duration_1	244,002,816 (244.0 M)
trunkId_1	148,099,072 (148.1 M)
wireNumber_1	1,327,144,960 (1.3 G)
callingarr_1	950,657,024 (950.7 M)
callRecord_beginTime_tenementId_id	909,975,552 (910.0 M)
callRecord_direction_trunkId_idx	195,133,440 (195.1 M)
callingarr_1_beginTime_1	1,804,140,544 (1.8 G)
ok	1

查询条件

左前缀查询

```
db.ucCallRecord.find({calling:
{$regex:/^12345.*/}}).sort({"beginTime":-1}).limit(100).explain('executionStats');
```

分词查询

```
db.ucCallRecord.find({callingarr:'12345'}).sort({"beginTime":-1}).limit(100).explain('e
xecutionStats');
```

查询条件	左前缀	分词
12345	索引扫描：353，文档扫描：94，耗时：3 ms,返回：94	索引扫描：77，文档扫描：77，耗时：1 ms,返回：77
123	索引扫描：64900，文档扫描：13738，耗时：974 ms,返回：100	索引扫描：100，文档扫描：100，耗时：23 ms,返回：100
12	索引扫描：789842，文档扫描：147286，耗时：6521 ms,返回：100	索引扫描：100，文档扫描：100，耗时：33 ms,返回：100
1	索引扫描：8814688，文档扫描：1073952，耗时：77368 ms,返回：100	索引扫描：100，文档扫描：100，耗时：1 ms,返回：100

测试小结：

左前缀匹配索引方式进行模糊查询

优点

- 无需做业务上的修改，后期开发灵活，只需要查询时使用正则表达式即可
- 在查询越精确的数据速度越快，若没有查询到匹配的记录会返回很快， 基本上都是毫秒级别
- 内存，存储压力较少

缺点

- 当匹配到的记录越多是，返回数据越慢（因为需要对查询到的记录进行排序）

分词方式进行模糊查询

优点

- 数据按照索引顺序，进行精确匹配，查询速度很快

缺点

- 空间换时间： 数据大小增加
- 逻辑复杂: 需要对模糊匹配字段进行分词，同时需要添加数组索引， 在逻辑复杂度增加
- 操作不灵活： 当需求变更是，若添加/删除模糊字段，需要重新定义数据结构
- 若是有多个模糊查询需要命中到索引，则会扫描匹配分词数组，测试若分词数量大是，查询会相对的慢很多

分词数据兼容问题：

- 在系统升级之前，使用程序对文档进行分词补充，可以写要专门的程序用来做分词更新的库

- 查询兼容：
  - 记录在分词插入数据前的最后一条记录的创建时间（或者一个升序的唯一标识）
  - 标识此创建时间之前的使用 不适用分词查询， 创建时间之后的使用分词查询

针对查询方式优化建议：

- 查询条件尽可能简单（不建议条件组合太复杂）
- 模糊查询并且数据量（1000w以上）时建议： 查询字段的值进行分词
- 查询数量：大数据查询数量是相对慢的，见： 查询数量优化
- 排序字段若是查询条件时建议选为必填字段
- 尽可能减少两个以上的模糊查询字段同时查询，
- 模糊查询字段长度需要控制，具体长度需和研发讨论