

第2.1讲 模型设计基础



扫码试看/订阅

《MongoDB 高手课》视频课程

本节大纲

内容大纲	学习目标
<p>数据模型设计</p> <p>数据模型元素</p> <p>三层建模流程</p>	<p>了解模型设计的基本要素</p> <p>掌握关系模型的建模过程</p>

数据模型

什么是数据模型？

数据模型是一组由符号、文本组成的集合，用以准确表达信息，达到有效交流、沟通的目的。

Steve Hoberman 霍伯曼. 数据建模经典教程

数据模型设计的元素

实体 Entity

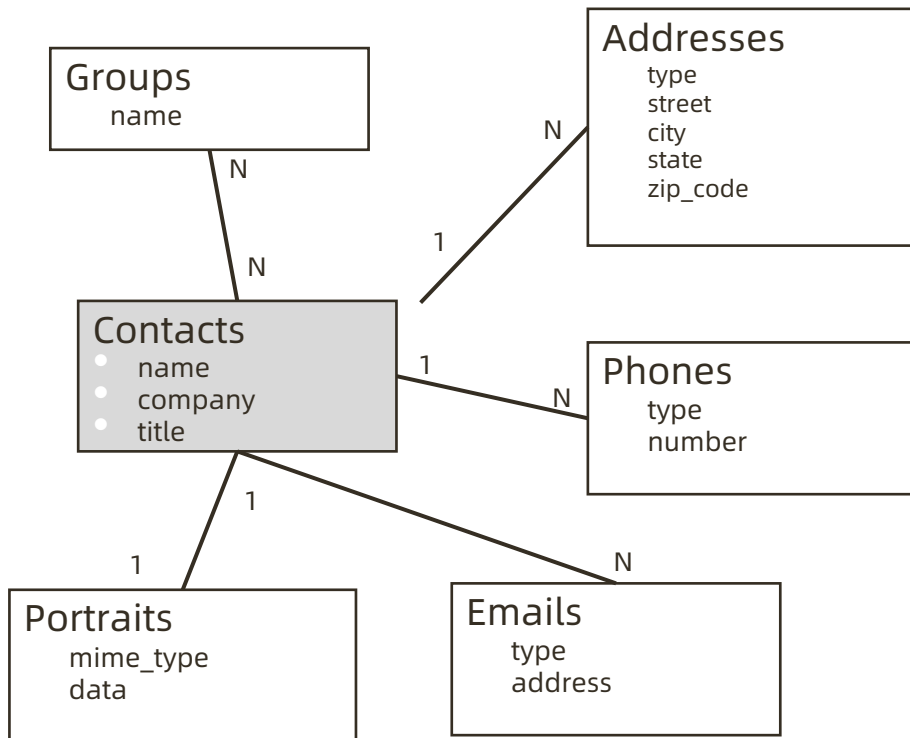
- 描述业务的主要数据集合
- 谁，什么，何时，何地，为何，如何

属性 Attribute

- 描述实体里面的单个信息

关系 Relationship

- 描述实体与实体之间的数据规则
- 结构规则：1-N, N-1, N-N
- 引用规则：电话号码不能单独存在



数据模型设计的元素

实体 Entity

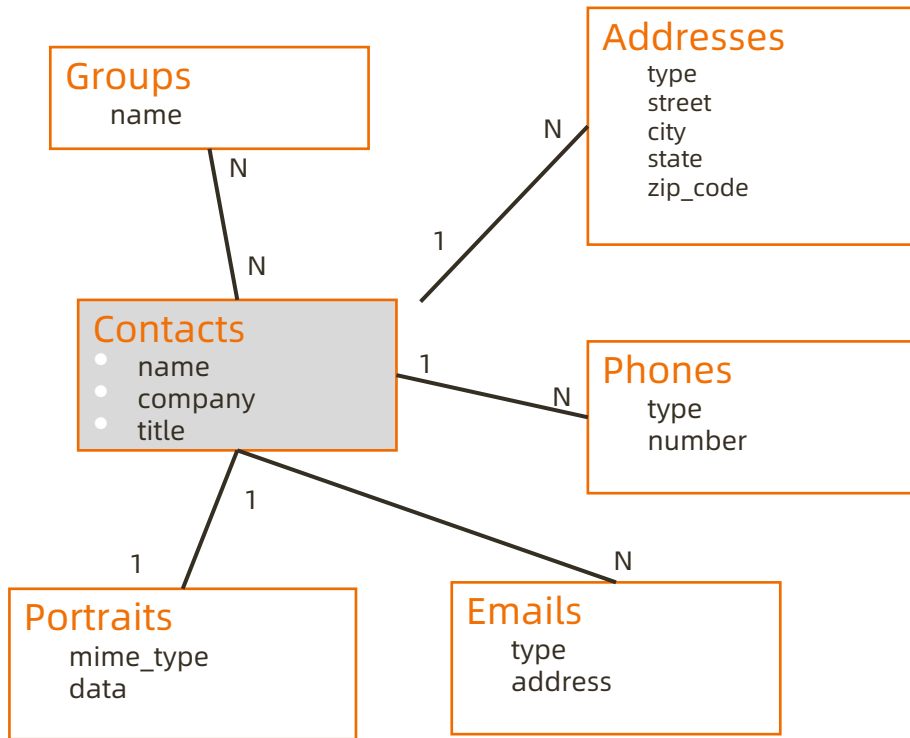
- 描述业务的主要数据集合
- 谁，什么，何时，何地，为何，如何

属性 Attribute

- 描述实体里面的单个信息

关系 Relationship

- 描述实体与实体之间的数据规则
- 结构规则：1-N, N-1, N-N
- 引用规则：电话号码不能单独存在



数据模型设计的元素

实体 Entity

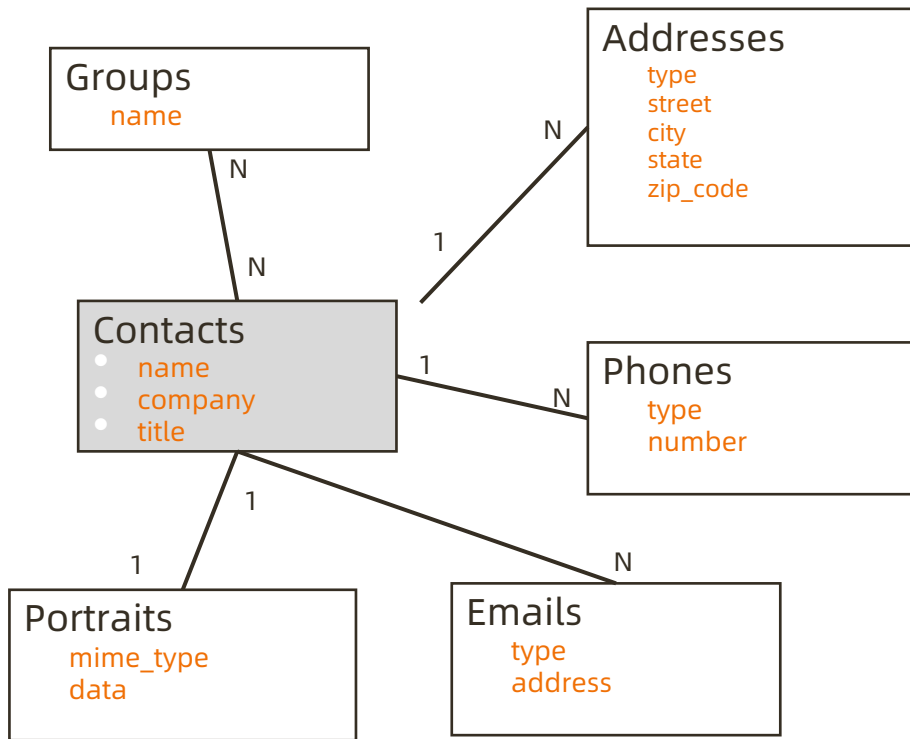
- 描述业务的主要数据集合
- 谁，什么，何时，何地，为何，如何

属性 Attribute

- 描述实体里面的单个信息

关系 Relationship

- 描述实体与实体之间的数据规则
- 结构规则：1-N, N-1, N-N
- 引用规则：电话号码不能单独存在



数据模型设计的元素

实体 Entity

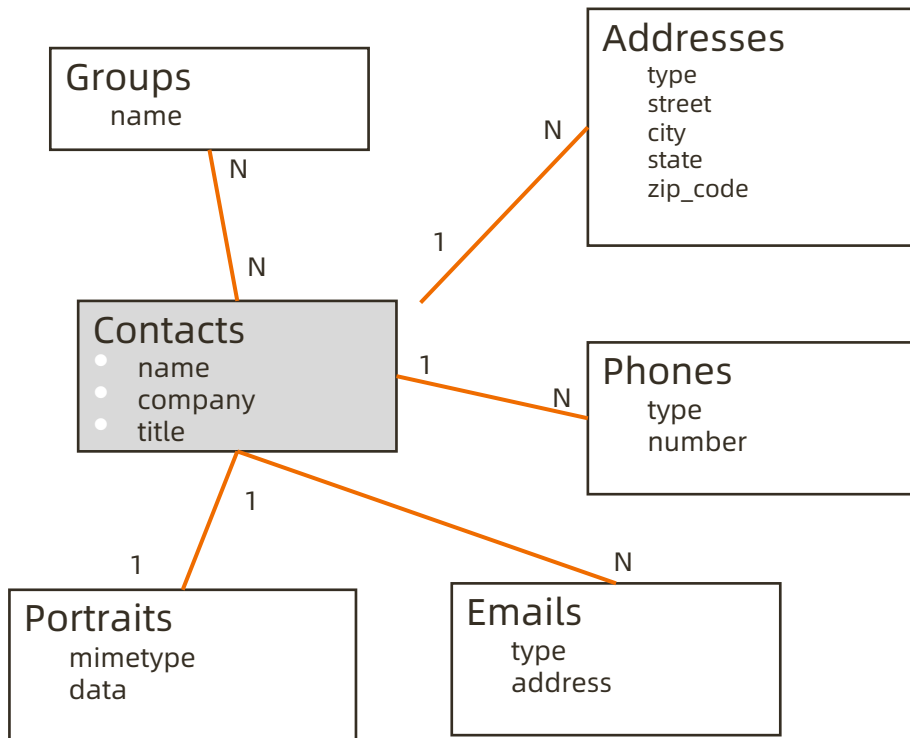
- 描述业务的主要数据集合
- 谁，什么，何时，何地，为何，如何

属性 Attribute

- 描述实体里面的单个信息

关系 Relationship

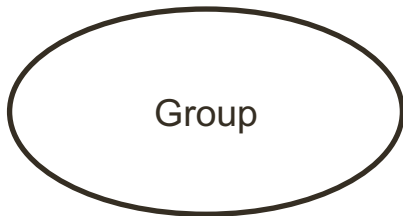
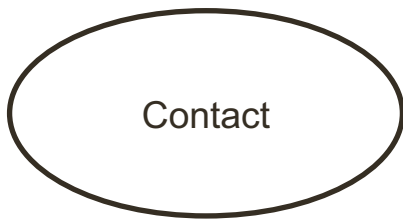
- 描述实体与实体之间的数据规则
- 结构规则：1-N, N-1, N-N
- 引用规则：电话号码不能单独存在



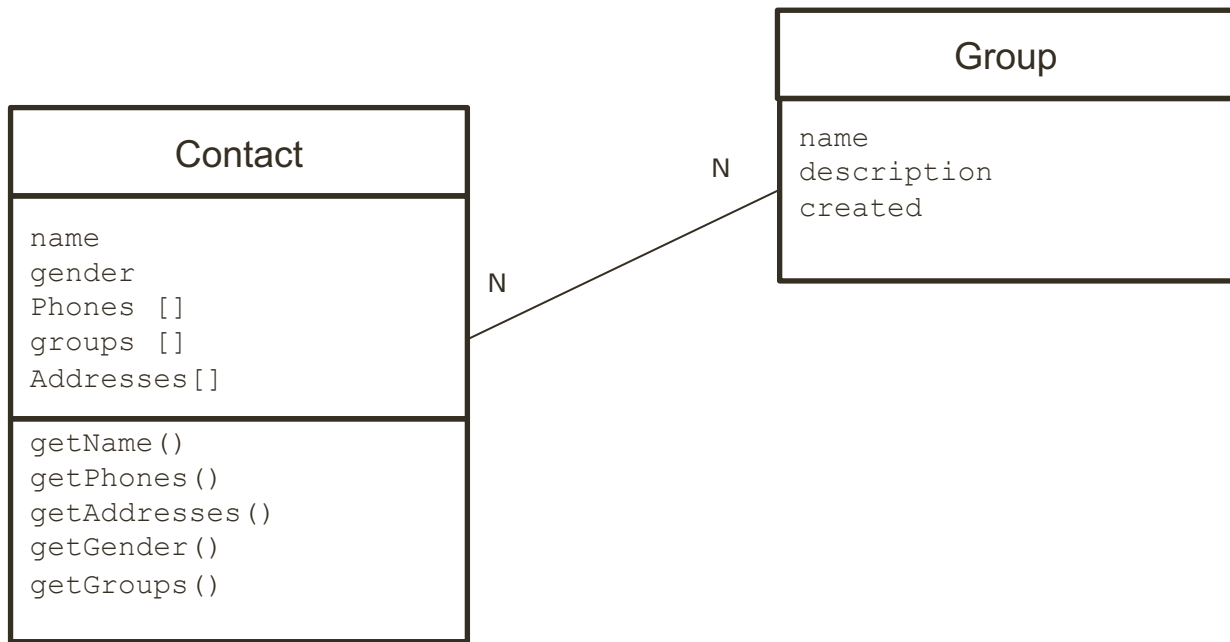
传统模型设计：从概念到逻辑到物理

	概念模型 CDM	逻辑模型 LDM	物理模型 PDM
目的	描述业务系统要管理的对象	基于概念模型，详细列出所有实体、实体的属性及关系	根据逻辑模型，结合数据库的物理结构，设计具体的表结构，字段列表及主外键
特点	用概念名词来描述现实中的实体及业务规则，如“联系人”	基于业务的描述和数据库无关	技术实现细节和具体的数据库类型相关
主要使用者	用户 需求分析师	需求分析师 架构师及开发者	开发者 DBA

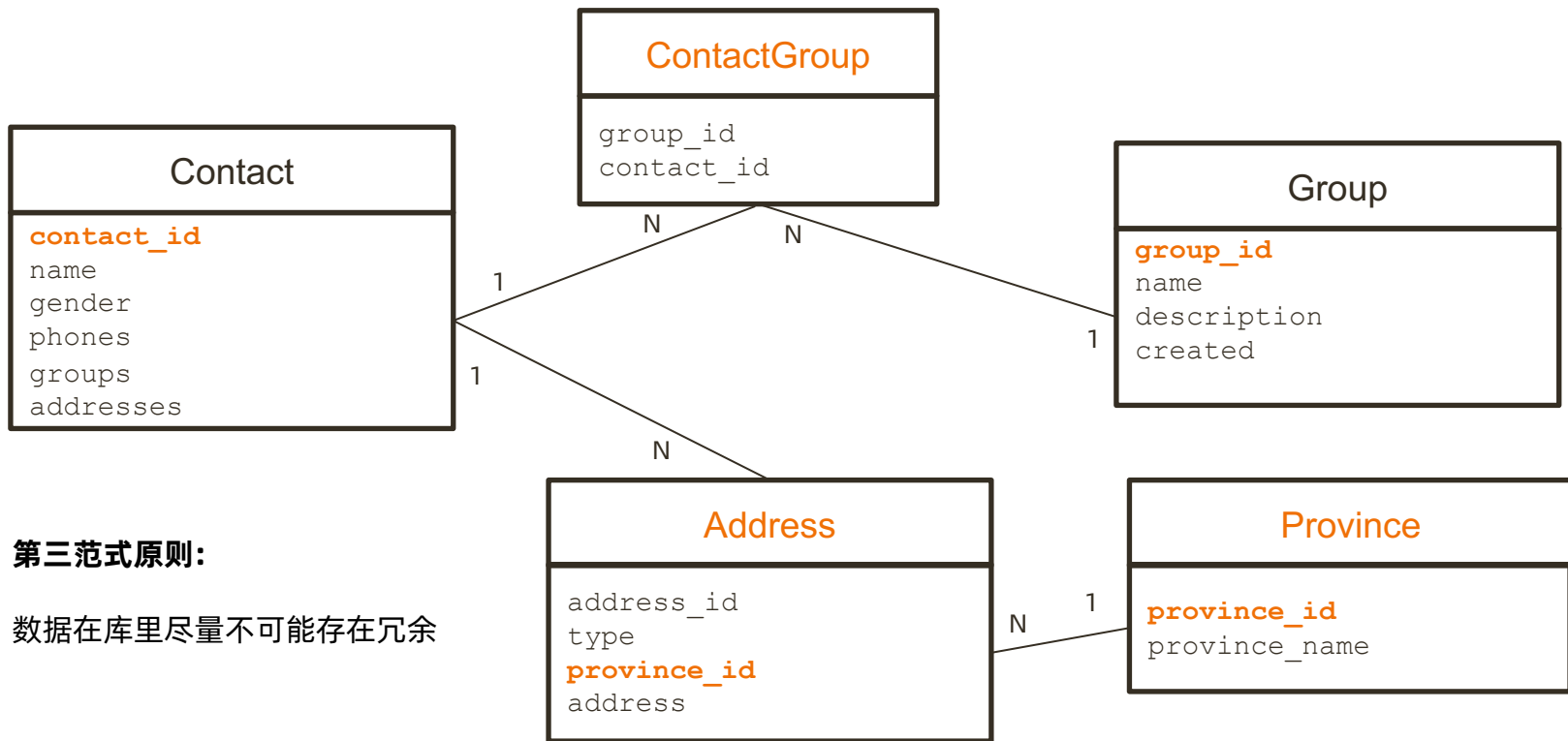
从开发者的视角：概念模型



从开发者的视角：逻辑模型



从开发者的视角：第三范式下的物理模型



模型设计小结

数据模型的三要素：

- 实体
- 属性
- 关系

数据模型的三层深度：

- 概念模型，逻辑模型，物理模型
- 一个模型逐步细化的过程

第2.2讲 JSON 文档模型设计特点

本节大纲

内容大纲	学习目标
<p>文档模型设计目标及原则</p> <p>关系模型和文档模型的区别</p>	<p>掌握文档模型设计的关键考量点</p> <p>掌握关系模型和文档模型的区分点</p>

MongoDB 文档模型设计的三个误区

- 1: 不需要模型设计
- 2: MongoDB 应该用一个超级大文档来组织所有数据
- 3: MongoDB 不支持关联或者事务

MongoDB 文档模型设计的三个误区

- 1: 不需要模型设计
- 2: MongoDB 应该用一个超级大文档来组织所有数据
- 3: MongoDB 不支持关联或者事务

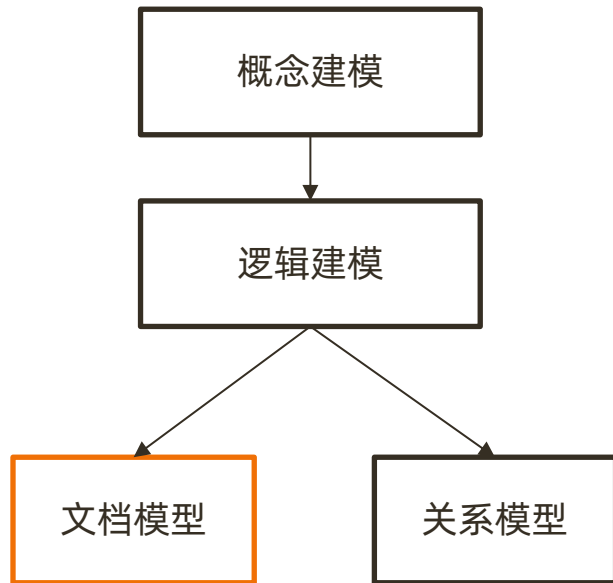
上述陈述均为错!

关于 JSON 文档模型设计

文档模型设计处于是物理模型设计阶段（PDM）

JSON 文档模型通过内嵌数组或引用字段来表示关系

文档模型设计不遵从第三范式，允许冗余。



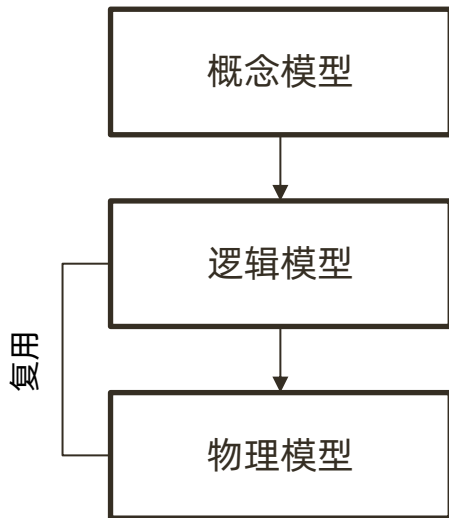
为什么人们都说 MongoDB 是无模式？

严格来说，MongoDB 同样需要概念/逻辑建模

文档模型设计的物理层结构可以和逻辑层类似

MongoDB 无模式由来：

可以省略物理建模的具体过程



逻辑模型 - JSON 模型



```
{  
  "name": "TJ Tang",  
  "gender": "M",  
  "created": "2019-01-01",  
  "groups": ["Friends", "Kitesurfers", "校友"]  
  "addresses": [  
    {  
      "type": "home",  
      "province": "广东",  
      "city": "深圳",  
      "address": "望海路1号"  
    },  
    {  
      "type": "work",  
      "province": "广东",  
      "city": "深圳",  
      "address": "前湾路2号"  
    }  
  ]  
}
```

文档模型的设计原则：性能和易用

性能

Performance

开发易用

Ease of Development

关系模型 vs 文档模型

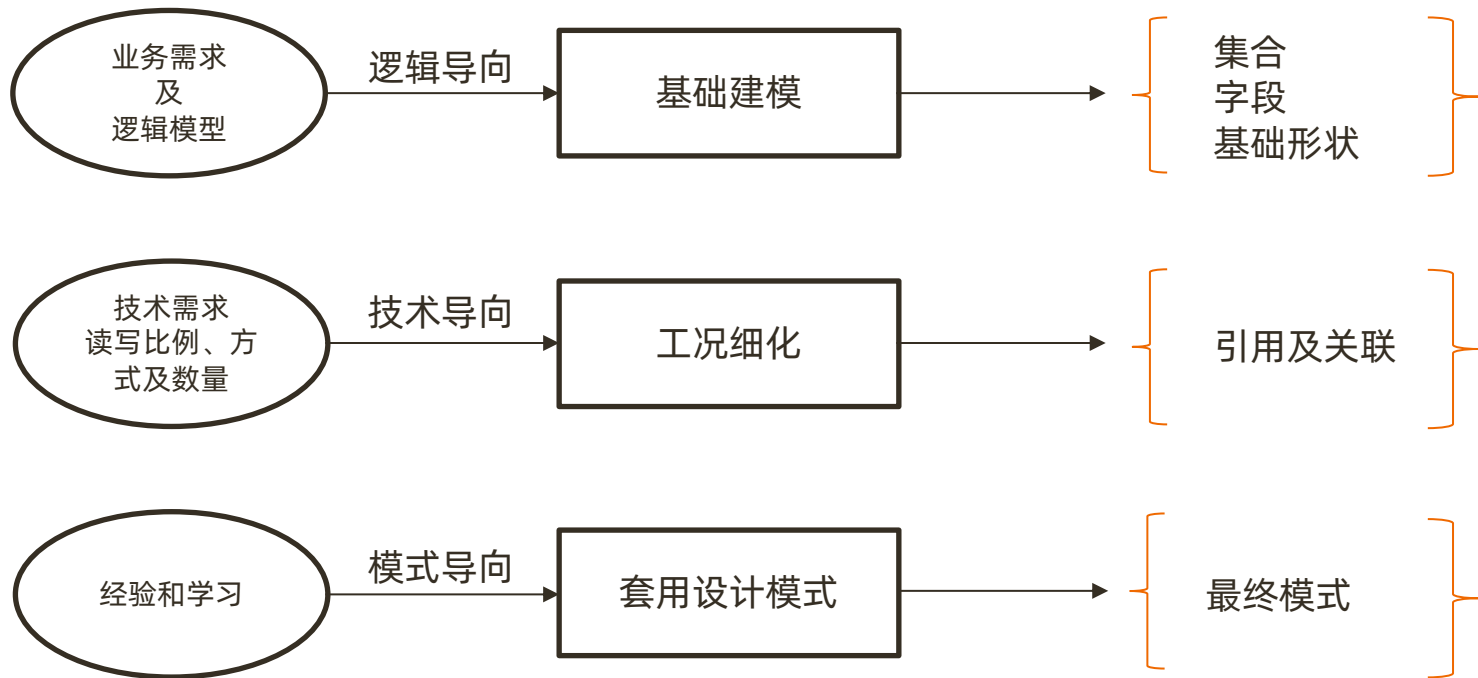
	关系数据库	JSON 文档模型
模型设计层次	概念模型 逻辑模型 物理模型	概念模型 逻辑模型
模型实体	表	集合
模型属性	列	字段
模型关系	关联关系，主外键	内嵌数组，引用字段

第2.3讲 文档模型设计之一：基础设计

本节大纲

内容大纲	学习目标
<p>文档模型设计思路</p> <p>基础文档建模方法</p>	<p>了解文档建模的目标</p> <p>掌握第一阶段基础建模方法</p>

MongoDB 文档模型设计三步曲



第一步：建立基础文档模型

1. 根据概念模型或者业务需求推导出逻辑模型 - 找到对象
2. 列出实体之间的关系（及基数） - 明确关系
3. 套用逻辑设计原则来决定内嵌方式 - 进行建模
4. 完成基础模型构建



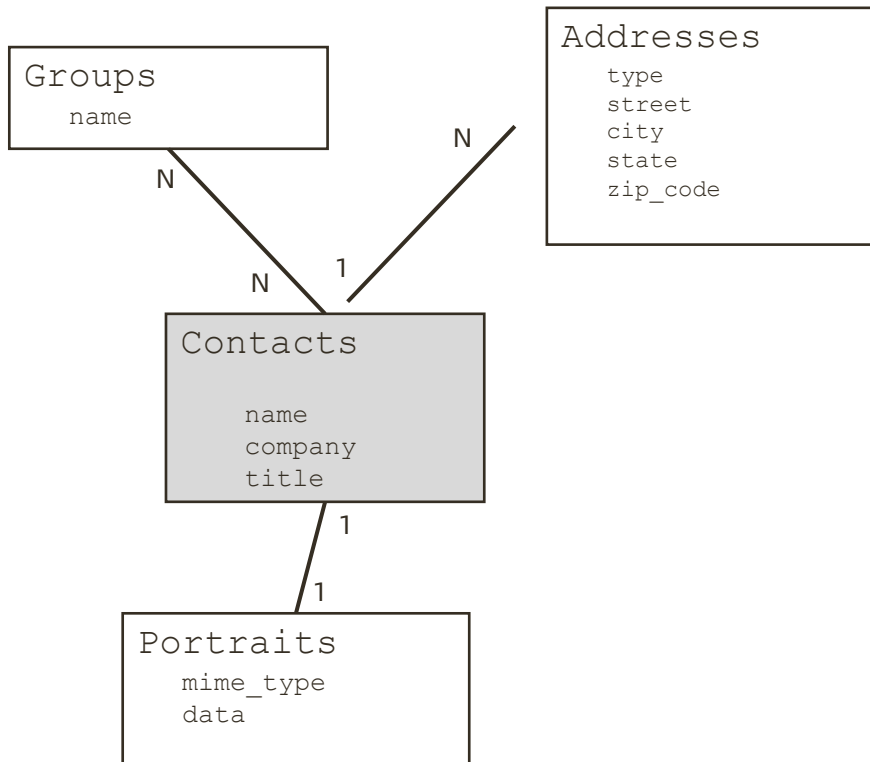
一个联系人管理应用的例子

1. 找到对象

- Contacts
- Groups
- Address
- Portraits

2. 明确关系

- 一个联系人有一个头像 (1-1)
- 一个联系人可以有多个地址 (1-N)
- 一个联系人可以属于多个组，一个组可以有多个联系人 (N - N)



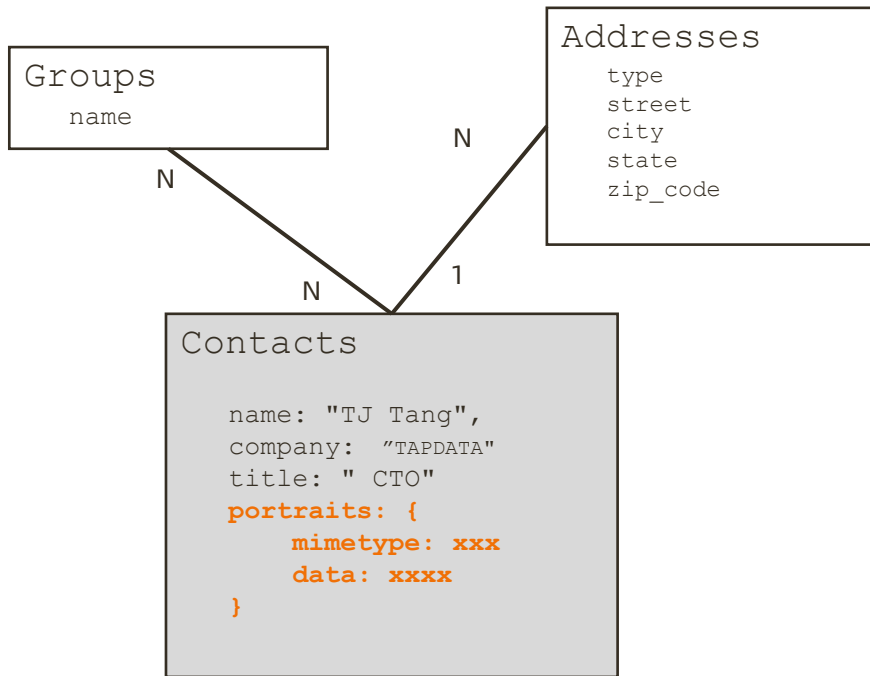
1-1 关系建模: portraits

基本原则

一对一关系以内嵌为主
作为子文档形式 或者直接在顶级
不涉及数据冗余

例外情况

如果内嵌后导致文档大小超过16MB



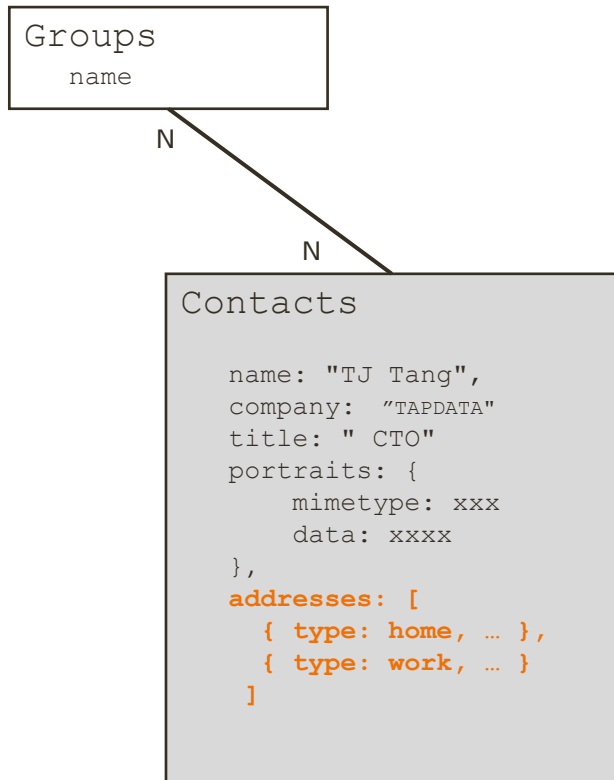
1-N 关系建模: Addresses

基本原则

一对多关系同样以内嵌为主
用数组来表示一对多
不涉及到数据冗余

例外情况

内嵌后导致文档大小超过16MB
数组长度太大（数万或更多）
数组长度不确定



N-N 关系建模：内嵌数组模式

基本原则

不需要映射表
一般用内嵌数组来表示一对多
通过冗余来实现N-N

例外情况

内嵌后导致文档大小超过16MB
数组长度太大（数万或更多）
数组长度不确定

Contacts

```
name: "TJ Tang",
company: "TAPDATA"
title: " CTO"
portraits: {
  mimetype: xxx
  data: xxxx
},
addresses: [
  { type: home, ... },
  { type: work, ... }
],
groups: [
  {name: "Friends" },
  {name: "Surfers" },
]
```

基础建模小结

90:10 规则： 大部分时候你会使用内嵌来表示 1-1, 1-N, N-N

内嵌类似于预先聚合（关联）

内嵌后对读操作通常有优势（减少关联）

第2.4讲 文档模型设计之二：工况细化

本节大纲

内容大纲	学习目标
<p>工况驱动的模式细化</p> <p>引用模式及关联查询</p> <p>引用模式的原则及限制</p>	<p>掌握通过技术场景来细化模型设计的方法</p>

第二步：根据读写工况细化



- 最频繁的数据查询模式
- 最常用的查询参数
- 最频繁的数据写入模式
- 读写操作的比例
- 数据量的大小

基于内嵌的文档模型
根据业务需求，
使用引用来避免性能瓶颈
使用冗余来优化访问性能

联系人管理应用的分组需求

1. 用于客户营销

2. 有千万级联系人

3. 需要频繁变动分组 (group)
的信息, 如增加分组及修改名称
及描述以及营销状态

4. 一个分组可以有百万级联系人

一个分组信息的改动意味着
百万级的 DB 操作

Contacts

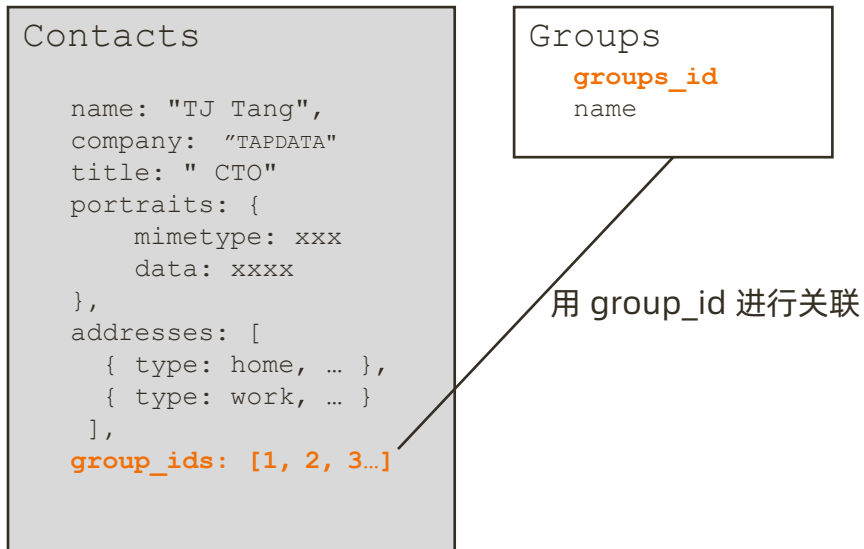
```
name: "TJ Tang",
company: "TAPDATA"
title: " CTO"
portraits: {
  mimetype: xxx
  data: xxxx
},
addresses: [
  { type: home, ...
  { type: work, ...
}],
groups: [
  {name: "本科毕业"
  {name: "金融行业"
]
```

Contacts

```
name: "Mona Zhang",
company: "HUAXIA"
title: " DIRECTOR"
portraits: {
  mimetype: xxx
  data: xxxx
},
addresses: [
  { type: home, ... },
  { type: work, ... }
],
groups: [
  {name: "本科毕业" },
  {name: "外企" },
]
```

解决方案： Group 使用单独的集合

1. 类似于关系型设计
2. 用 id 或者唯一键关联
3. 使用 \$lookup 来提供一次查询多表的能力（类似关联）



引用模式下的关联查询

Contacts

```
name: "TJ Tang",  
company: "TAPDATA"  
group_ids: [1, 2, 3...]
```

Groups

```
groups_id: 1  
name: "Friends"
```

```
db.contacts.aggregate([  
  {  
    $lookup:  
    {  
      from: "groups",  
      localField: "group_ids",  
      foreignField: "group_id",  
      as: "groups"  
    }  
  }  
])
```



```
{  
  "_id" : ObjectId("5de26f197edd62c5d388babb"),  
  "name" : "TJ",  
  "company" : "Tapdata",  
  "group_ids" : [  
    1,  
    3  
  ],  
  "groups" : [  
    {  
      "_id" : ObjectId("5de26f4d7edd62c5d388babc"),  
      "name" : "Friends",  
      "group_id" : 1  
    },  
    {  
      "_id" : ObjectId("5de26f4d7edd62c5d388babe"),  
      "group_id" : 3,  
      "name" : "Surfers"  
    }  
  ]  
}
```

一个查询语句（用 aggregate）

得到 2 个或多个表的输出

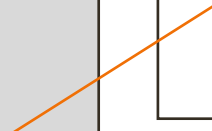
联系人的头像： 引用模式

1. 头像使用高保真，大小在 5MB-10MB
2. 头像一旦上传，一个月不可更换
3. 基础信息查询（不含头像）和 头像查询的比例为 9 : 1
4. 建议： 使用引用方式，把头像数据放到另外一个集合，可以显著提升 90% 的查询效率

Contacts

```
name: "TJ Tang",
company: "TAPDATA"
title: " CTO"
portrait_id: 123,
addresses: [
  { type: home, ... },
  { type: work, ... }
]
```

```
Contact_Portrait
_id: 123,
mimetype: "xxx",
data: "xxxxx..."
```



什么时候该使用引用方式？

内嵌文档太大，数 MB 或者超过 16MB

内嵌文档或数组元素会频繁修改

内嵌数组元素会持续增长并且没有封顶

MongoDB 引用设计的限制

MongoDB 对使用引用的集合之间并无主外键检查

MongoDB 使用聚合框架的 \$lookup 来模仿关联查询

\$lookup 只支持 left outer join

\$lookup 的关联目标 (from) 不能是分片表

```
db.contacts.aggregate([
  {
    $lookup:
    {
      from: "groups",
      localField: "group_ids",
      foreignField: "group_id",
      as: "groups"
    }
  }
])
```


第2.5讲 文档模型设计之三：模式套用

本节大纲

内容大纲	学习目标
设计模式的价值	了解设计模式
设计模式分类	了解分桶设计模式

第三步：套用设计模式

文档模型：无范式，无思维定式，充分发挥想象力

设计模式：实战过屡试不爽的设计技巧，快速应用

举例：一个 IoT 场景的分桶设计模式，可以帮助把存储空间降低 10 倍并且查询效率提升数十倍。



问题: 物联网场景下的海量数据处理 - 飞机监控数据

```
{
  "_id" : "20160101050000:CA2790",
  "icao" : "CA2790",
  "callsign" : "CA2790",
  "ts" : ISODate("2016-01-01T05:00:00.000+0000"),
  "events" : {
    "a" : 31418,
    "b" : 173,
    "p" : [115, -134],
    "s" : 91,
    "v" : 80
  }
}
```

520亿条，10TB - 海量数据

- 10万架飞机
- 1 年的数据
- 每分钟一条

	每分钟1条	
文档条数	52.6 B	
索引大小	6364 GB	
_id index	1468 GB	
{ts: 1, deviceId: 1}	4895 GB	
文档平均大小	92 Bytes	
数据大小	4503 GB	

520亿条，10TB - 海量数据

- 10万架飞机
- 1 年的数据
- 每分钟一条

$$100000 * 365 * 24 * 60$$

	每分钟1条	
文档条数	52.6 B	
索引大小	6364 GB	
_id index	1468 GB	
{ts: 1, deviceId: 1}	4895 GB	
文档平均大小	92 Bytes	
数据大小	4503 GB	

520亿条，10TB - 海量数据

- 10万架飞机
- 1 年的数据
- 每分钟一条

$$100000 * 365 * 24 * 60$$

$$100000 * 365 * 24 * 60 * 130$$

	每分钟1条	
文档条数	52.6 B	
索引大小	6364 GB	
_id index	1468 GB	
{ts: 1, deviceId: 1}	4895 GB	
文档平均大小	92 Bytes	
数据大小	4503 GB	

520亿条，10TB - 海量数据

- 10万架飞机
- 1 年的数据
- 每分钟一条

$$100000 * 365 * 24 * 60$$

$$100000 * 365 * 24 * 60 * 130$$

	每分钟1条	
文档条数	52.6 B	
索引大小	6364 GB	
_id index	1468 GB	
{ts: 1, deviceId: 1}	4895 GB	
文档平均大小	92 Bytes	
数据大小	4503 GB	

$$100000 * 365 * 24 * 60 * 92$$

解决方案: 分桶设计

```
{
  "_id" : "20160101050000:WG9943",
  "icao" : "WG9943",
  "ts" : ISODate("2016-01-01T05:00:00.000+0000"),
  "events" : [
    {
      "a" : 24293, "b" : 319, "p" : [41, 70], "s" : 56,
      "t" : ISODate("2016-01-01T05:00:00.000+0000")
    },
    {
      "a" : 33663, "b" : 134, "p" : [-38, -30], "s" : 385,
      "t" : ISODate("2016-01-01T05:00:01.000+0000")
    },
    ...
  ]
}
```

60 Events
==
1 小时数据

一个文档：一架飞机一个小时的数据

520亿条，10TB - 海量数据

可视化表现 24 小时的飞行数据

1440 次读

	每分钟1个文档	每小时一个文档
文档条数	52.6 B	876 M
索引大小	6364 GB	106 GB
_id index	1468 GB	24.5 GB
{ts: 1, deviceId: 1}	4895 GB	81.6 GB
文档平均大小	92 Bytes	758 Bytes
数据大小	4503 GB	618 GB

模式小结：分桶

场景	痛点	设计模式的方案及优点
时序数据 物联网 智慧城市 智慧交通	数据点采集频繁，数据量太多	利用文档内嵌数组，将一个时间段的数据聚合到一个文档里。 大量减少文档数量 大量减少索引占用空间

本讲小结

一个好的设计模式可以显著地：

- 提升数据读写的效率
- 降低资源的需求

更多的 MongoDB 设计模式：

表现形式类	数据访问类	组织结构类
列转行	子集	预聚合
文档版本	近似处理	分桶

第2.6讲 设计模式集锦

本节大纲

内容大纲	学习目标
<p>列转行模式</p> <p>版本字段</p> <p>近似计算</p> <p>预聚合</p>	<p>理解4个模式应用场景及使用方法</p>

问题: 大文档, 很多字段, 很多索引

```
{  
  title: "Dunkirk",  
  ...  
  release_USA: "2017/07/23",  
  release_UK: "2017/08/01",  
  release_France: "2017/08/01",  
  release_Festival_San_Jose:  
    "2017/07/22"  
}
```

需要很多索引

```
{ release_USA: 1 }  
  
{ release_UK: 1 }  
  
{ release_France: 1 }  
  
...  
  
{ release_Festival_San_Jose: 1 }  
...
```

解决方案: 列转行

```
{  
  title: "Dunkirk",  
  ...  
  release_USA: "2017/07/23",  
  release_UK: "2017/08/01",  
  release_France: "2017/08/01",  
  release_Festival_San_Jose:  
    "2017/07/22"  
}
```



```
{  
  title: "Dunkirk",  
  ...  
  releases: [  
    { country: "USA", date: "2017/07/23"},  
    { country: "UK", date: "2017/08/01"}  
  ]  
}
```

```
db.movies.createIndex({"releases.country":1, "releases.date":1})
```


模式小结：列转行

场景	痛点	设计模式方案及优点
产品属性 'color', 'size', 'dimensions', ... 多语言（多国家）属性	文档中有很多类似的字段 会用于组合查询搜索，需要见很多索引	转化为数组，一个索引解决所有查询问题

问题: 模型灵活了, 如何管理文档不同版本?

2019.01 版本1.0

```
{  
  "_id" : ObjectId("5de26f197edd62c5d388babb"),  
  "name" : "TJ",  
  "company" : "Tapdata",  
}
```

2019.03 版本2.0

```
{  
  "_id" : ObjectId("5de26f197edd62c5d388babb"),  
  "name" : "TJ",  
  "company" : "Tapdata",  
  "wechat": "tjttang826"  
}
```

解决方案: 增加一个版本字段

2019.01 版本1.0

```
{  
  "_id" : ObjectId("5de26f197edd62c5d388babb"),  
  "name" : "TJ",  
  "company" : "Tapdata",  
}
```

2019.03 版本2.0

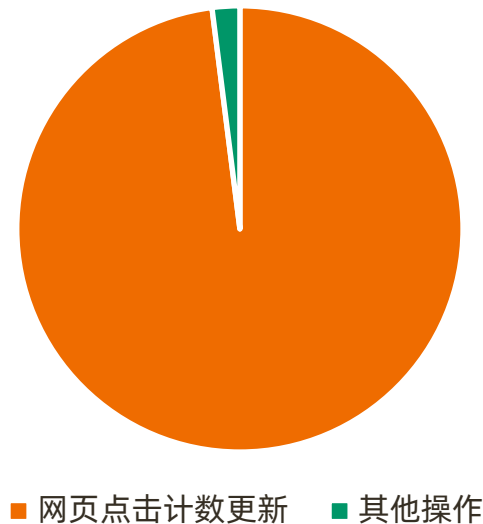
```
{  
  "_id" : ObjectId("5de26f197edd62c5d388babb"),  
  "name" : "TJ",  
  "company" : "Tapdata",  
  "wechat": "tjtang826",  
  "schema_version": "2.0"  
}
```

模式小结： 版本字段

场景	痛点	设计模式方案及优点
任何有版本衍变的数据库	文档模型格式多，无法知道其合理性 升级时候需要更新太多文档	增加一个版本号字段 快速过滤掉不需要升级的文档 升级时候对不同版本的文档做不同的处理

问题：统计网页点击流量

数据库写入操作分布



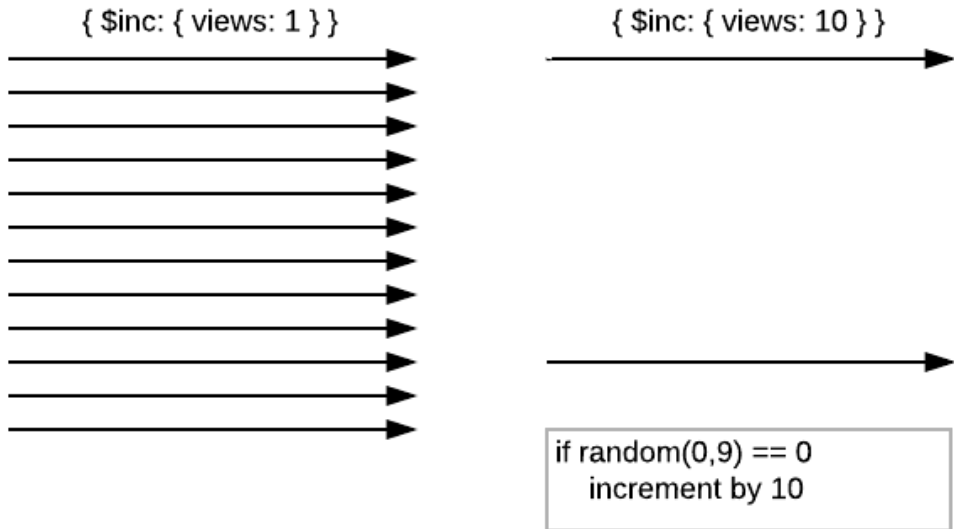
每访问一个页面都会产生一次数据库计数更新操作

统计数字准确性并不十分重要

解决方案: 用近似计算

每隔10 (X)次写一次

Increment by 10(X)



模式小结：近似计算

场景	痛点	设计模式方案及优点
网页计数 各种结果不需要准确的排名	写入太频繁，消耗系统资源	间隔写入，每隔10次或者100次 大量减少写入需求

问题：业绩排名，游戏排名，商品统计等精确统计

热销榜：某个商品今天卖了多少，这个星期卖了多少，这个月卖了多少？

电影排行：观影者，场次统计

传统解决方案：通过聚合计算

痛点：消耗资源多，聚合计算时间长

解决方案: 用预聚合字段

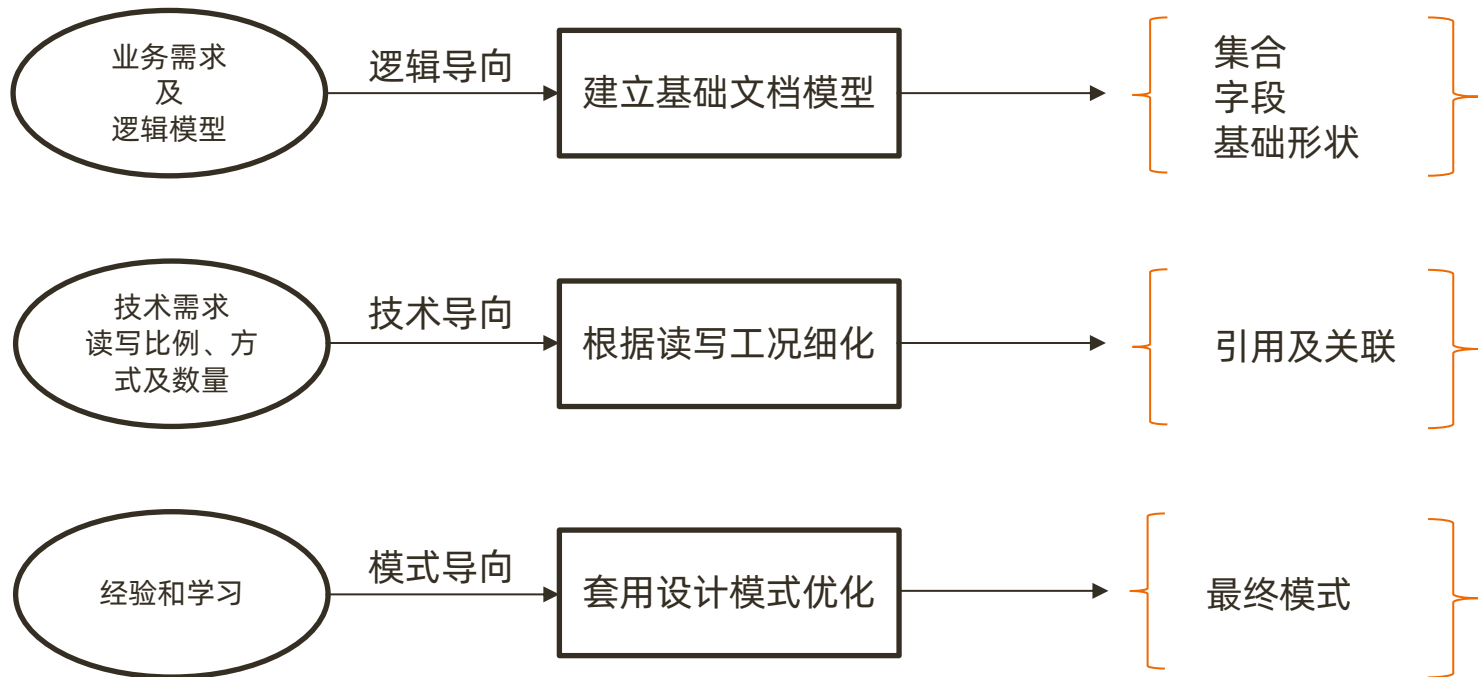
```
{  
  product: "Bike",  
  sku: "abc123456",  
  quantity: 20394,  
  daily_sales: 40,  
  weekly_sales: 302,  
  monthly_sales: 1419  
}
```

```
db.inventory.update({_id:123},  
  
  {$inc: {  
  
    quantity: -1,  
    daily_sales: 1,  
    weekly_sales: 1,  
    monthly_sales: 1,  
  
  }}  
  
)
```

模式小结：预聚合

场景	痛点	设计模式方案及优点
准确排名 排行榜	统计计算耗时，计算时间长	模型中直接增加统计字段 每次更新数据时候同时更新统计值

MongoDB 文档模型设计：小结



第2.7讲 事务开发：写操作事务

本节大纲

内容大纲	学习目标
<p>什么是 writeConcern</p> <p>writeConcern 的意义</p> <p>writeConcern vs journal</p>	<p>了解并学会正确使用 writeConcern</p>

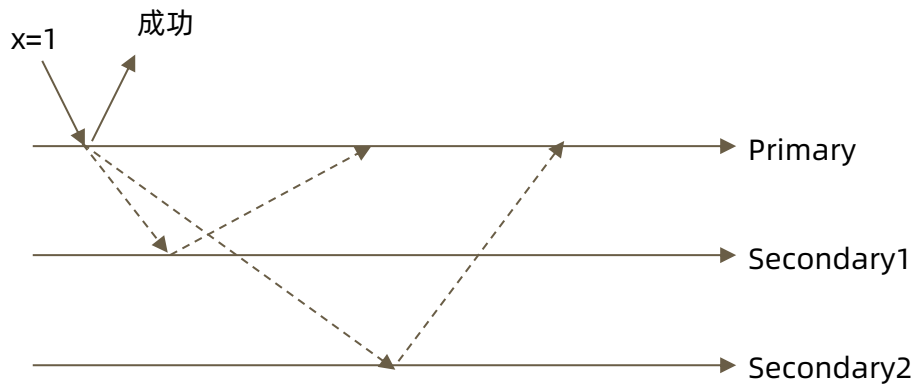
什么是 writeConcern ?

writeConcern 决定一个写操作落到多少个节点上才算成功。writeConcern 的取值包括：

- 0：发起写操作，不关心是否成功；
- 1~集群最大数据节点数：写操作需要被复制到指定节点数才算成功；
- majority：写操作需要被复制到大多数节点上才算成功。

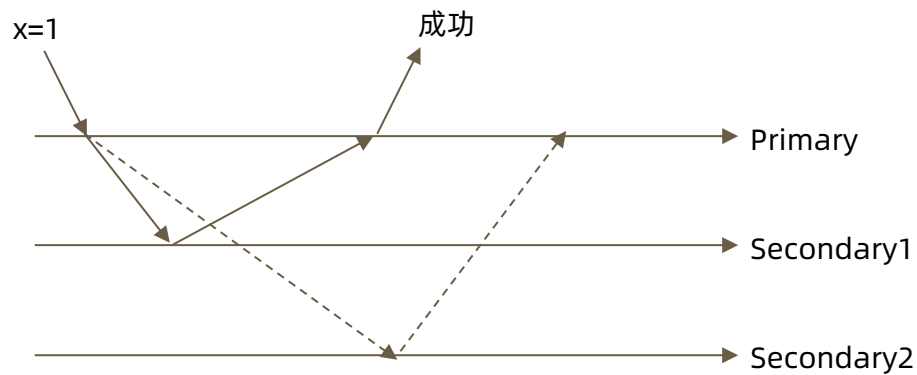
发起写操作的程序将阻塞到写操作到达指定的节点数为止

3 节点复制集不作任何特别设定（默认值）：



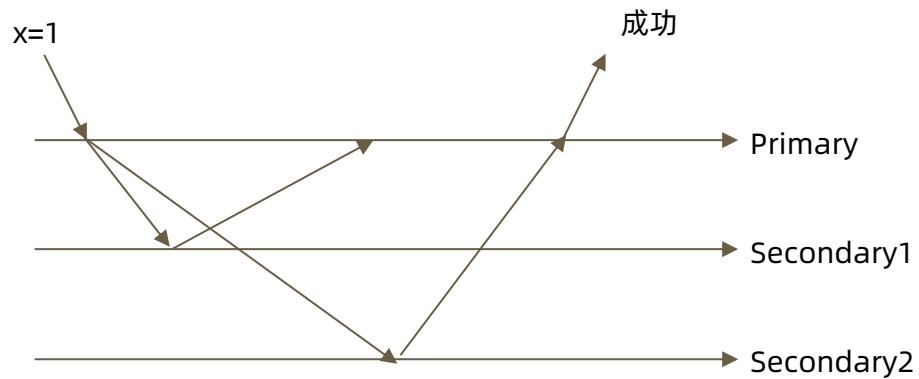
w: "majority"

大多数节点确认模式



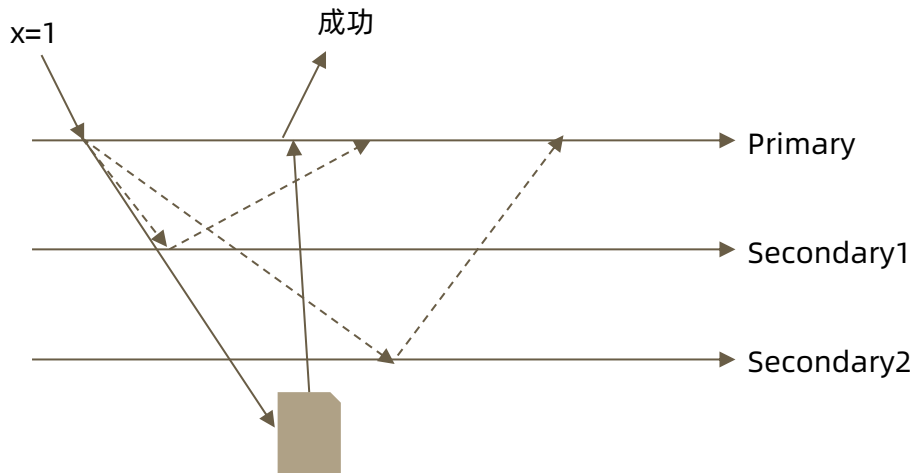
w: "all"

全部节点确认模式



writeConcern 可以决定写操作到达多少个节点才算成功，journal 则定义如何才算成功。取值包括：

- true: 写操作落到 journal 文件中才算成功；
- false: 写操作到达内存即算作成功。



writeConcern 的意义

对于5个节点的复制集来说，写操作落到多少个节点上才算是安全的？

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- majority

writeConcern 的意义

对于5个节点的复制集来说，写操作落到多少个节点上才算是安全的？

- 1
- 2
- 3 ✓
- 4 ✓
- 5 ✓
- majority ✓

writeConcern 实验

在复制集测试writeConcern参数

```
db.test.insert( {count: 1}, {writeConcern: {w: "majority"}})
```

```
db.test.insert( {count: 1}, {writeConcern: {w: 3 }})
```

```
db.test.insert( {count: 1}, {writeConcern: {w: 4 }})
```

配置延迟节点，模拟网络延迟（复制延迟）

```
conf=rs.conf()
```

```
conf.members[2].slaveDelay = 5
```

```
conf.members[2].priority = 0
```

```
rs.reconfig(conf)
```

观察复制延迟下的写入，以及timeout参数

```
db.test.insert( {count: 1}, {writeConcern: {w: 3}})
```

```
db.test.insert( {count: 1}, {writeConcern: {w: 3, wtimeout:3000 }})
```

注意事项

- 虽然多于半数的 writeConcern 都是安全的，但通常只会设置 majority，因为这是等待写入延迟时间最短的选择；
- 不要设置 writeConcern 等于总节点数，因为一旦有一个节点故障，所有写操作都将失败；
- writeConcern 虽然会增加写操作延迟时间，但并不会显著增加集群压力，因此无论是否等待，写操作最终都会复制到所有节点上。设置 writeConcern 只是让写操作等待复制后再返回而已；
- 应对重要数据应用 {w: “majority” }，普通数据可以应用 {w: 1} 以确保最佳性能。

第2.8讲 事务开发：读操作事务之一

readPreference

本节大纲

内容大纲	学习目标
<p>什么是 readPreference</p> <p>readPreference 的使用场景</p>	<p>了解并学会正确使用 readPreference</p>

综述

在读取数据的过程中我们需要关注以下两个问题：

- 从哪里读？
- 什么样的数据可以读？

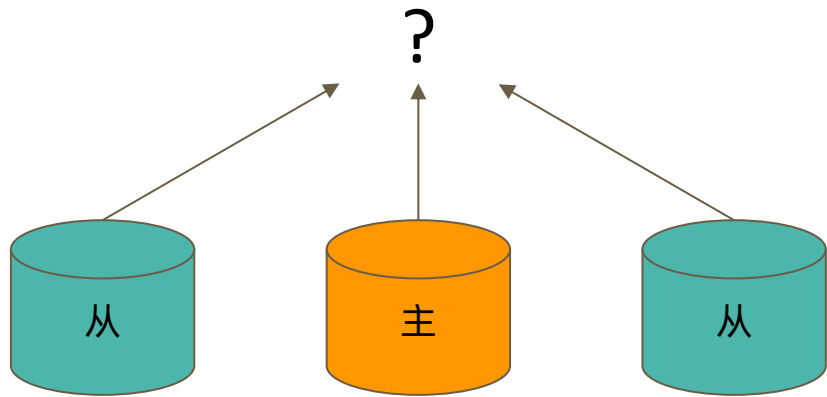
第一个问题是是由 `readPreference` 来解决

第二个问题则是由 `readConcern` 来解决

什么是 readPreference?

readPreference 决定使用哪一个节点来满足正在发起的读请求。可选值包括：

- primary: 只选择主节点;
- primaryPreferred: 优先选择主节点, 如果不可用则选择从节点;
- secondary: 只选择从节点;
- secondaryPreferred: 优先选择从节点, 如果从节点不可用则选择主节点;
- nearest: 选择最近的节点;



readPreference 场景举例

- 用户下订单后马上将用户转到订单详情页——primary/primaryPreferred。因为此时从节点可能还没复制到新订单；
- 用户查询自己下过的订单——secondary/secondaryPreferred。查询历史订单对时效性通常没有太高要求；
- 生成报表——secondary。报表对时效性要求不高，但资源需求大，可以在从节点单独处理，避免对线上用户造成影响；
- 将用户上传的图片分发到全世界，让各地用户能够就近读取——nearest。每个地区的应用选择最近的节点读取数据。

readPreference 与 Tag

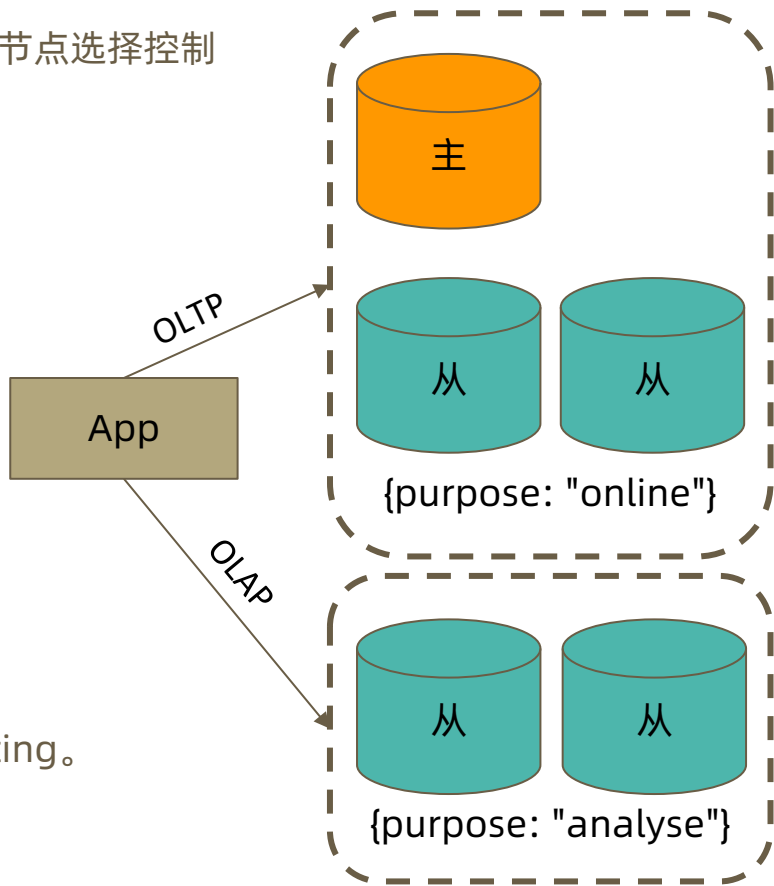
readPreference 只能控制使用一类节点。Tag 则可以将节点选择控制到一个或几个节点。考虑以下场景：

- 一个 5 个节点的复制集；
- 3 个节点硬件较好，专用于服务线上客户；
- 2 个节点硬件较差，专用于生成报表；

可以使用 Tag 来达到这样的控制目的：

- 为 3 个较好的节点打上 {purpose: "online"};
- 为 2 个较差的节点打上 {purpose: "analyse"};
- 在线应用读取时指定 online，报表读取时指定 reporting。

更多信息请参考文档：[readPreference](#)



readPreference 配置

通过 MongoDB 的连接串参数:

- `mongodb://host1:27107,host2:27107,host3:27017/?replicaSet=rs&readPreference=secondary`

通过 MongoDB 驱动程序 API:

- `MongoCollection.withReadPreference(ReadPreference readPref)`

Mongo Shell:

- `db.collection.find({}).readPref("secondary")`

readPreference 实验: 从节点读

- 主节点写入 {x:1}, 观察该条数据在各个节点均可见
- 在两个从节点分别执行 `db.fsyncLock()` 来锁定写入 (同步)
- 主节点写入 {x:2}
 - `db.test.find({a: 123})`
 - `db.test.find({a: 123}).readPref("secondary")`
- 解除从节点锁定 `db.fsyncUnlock()`
 - `db.test.find({a: 123}).readPref("secondary")`

注意事项

- 指定 readPreference 时也应注意高可用问题。例如将 readPreference 指定 primary，则发生故障转移不存在 primary 期间将没有节点可读。如果业务允许，则应选择 primaryPreferred；
- 使用 Tag 时也会遇到同样的问题，如果只有一个节点拥有一个特定 Tag，则在这个节点失效时将无节点可读。这在有时候是期望的结果，有时候不是。例如：
 - 如果报表使用的节点失效，即使不生成报表，通常也不希望将报表负载转移到其他节点上，此时只有一个节点有报表 Tag 是合理的选择；
 - 如果线上节点失效，通常希望有替代节点，所以应该保持多个节点有同样的 Tag；
- Tag 有时需要与优先级、选举权综合考虑。例如做报表的节点通常不会希望它成为主节点，则优先级应为 0。

第2.9讲 事务开发：读操作事务之二

readConcern

本节大纲

内容大纲	学习目标
<p>什么是 readConcern</p> <p>readConcern 的不同级别</p> <p>readPreference 的使用场景</p> <p>readPreference 的演示</p>	<p>了解并学会正确使用 readConcern</p>

什么是 readConcern?

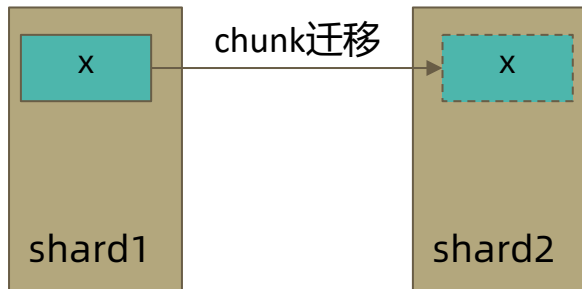
在 readPreference 选择了指定的节点后，readConcern 决定这个节点上的数据哪些是可读的，类似于关系数据库的隔离级别。可选值包括：

- available：读取所有可用的数据；
- local：读取所有可用且属于当前分片的数据；
- majority：读取在大多数节点上提交完成的数据；
- linearizable：可线性化读取文档；
- snapshot：读取最近快照中的数据；

readConcern: local 和 available

在复制集中 local 和 available 是没有区别的。两者的区别主要体现在分片集上。考虑以下场景：

- 一个 chunk x 正在从 shard1 向 shard2 迁移；
- 整个迁移过程中 chunk x 中的部分数据会在 shard1 和 shard2 中同时存在，但源分片 shard1 仍然是 chunk x 的负责方：
 - 所有对 chunk x 的读写操作仍然进入 shard1；
 - config 中记录的信息 chunk x 仍然属于 shard1；
- 此时如果读 shard2，则会体现出 local 和 available 的区别：
 - local：只取应该由 shard2 负责的数据（不包括 x）；
 - available：shard2 上有什么就读什么（包括 x）；



readConcern: local 和 available

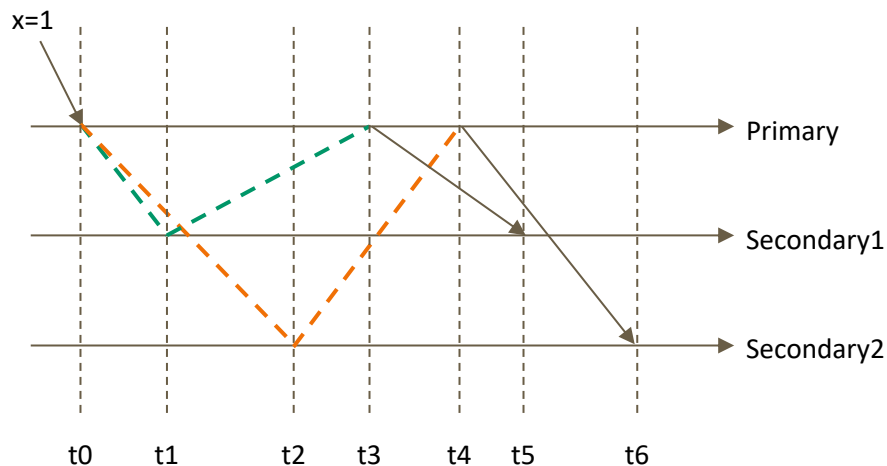
注意事项：

- 虽然看上去总是应该选择 local，但毕竟对结果集进行过滤会造成额外消耗。在一些无关紧要的场景（例如统计）下，也可以考虑 available；
- MongoDB <=3.6 不支持对从节点使用 {readConcern: "local"}；
- 从主节点读取数据时默认 readConcern 是 local，从从节点读取数据时默认 readConcern 是 available（向前兼容原因）。

readConcern: majority

只读取大多数数据节点上都提交了的数据。考虑如下场景：

- 集合中原有文档 {x: 0};
- 将x值更新为 1;



如果在各节点上应用
{readConcern: "majority"} 来读取数据：

	P	S1	S2
t0	x=0	x=0	x=0
t1	x=0	x=0	x=0
t2	x=0	x=0	x=0
t3	x=1	x=0	x=0
t4	x=1	x=0	x=0
t5	x=1	x=1	x=0
t6	x=1	x=1	x=1

readConcern: majority 的实现方式

考虑 t_3 时刻的 Secondary1, 此时:

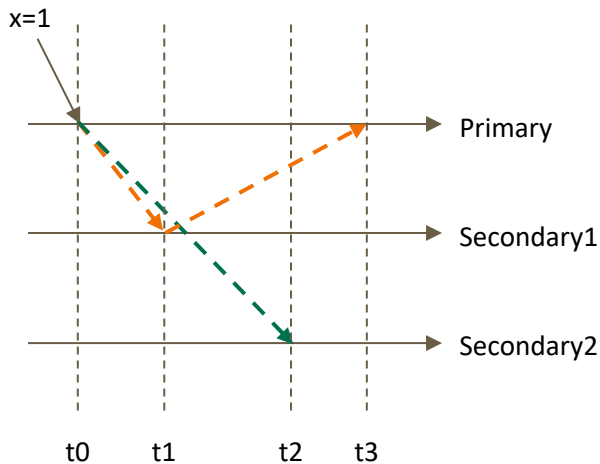
- 对于要求 majority 的读操作, 它将返回 $x=0$;
- 对于不要求 majority 的读操作, 它将返回 $x=1$;

如何实现?

节点上维护多个 x 版本, MVCC 机制

MongoDB 通过维护多个快照来链接不同的版本:

- 每个被大多数节点确认过的版本都将是一个快照;
- 快照持续到没有人使用为止才被删除;



实验：readConcern：“majority” vs “local”

- 安装 3 节点复制集。
- 注意配置文件内 server 参数 enableMajorityReadConcern

```
replication:  
  replSetName: rs0  
  enableMajorityReadConcern: true
```

- 将复制集中的两个从节点使用 db.fsyncLock() 锁住写入（模拟同步延迟）

readConcern 验证

- `db.test.save({ "A" :1})`
- `db.test.find().readConcern("local")`
- `db.test.find().readConcern("majority")`
- 在某一个从节点上执行 `db.fsyncUnlock()`
- 结论：
 - 使用 `local` 参数，则可以直接查询到写入数据
 - 使用 `majority`，只能查询到已经被多数节点确认过的数据
 - `update` 与 `remove` 与上同理。

readConcern: majority 与脏读

MongoDB 中的回滚：

- 写操作到达大多数节点之前都是不安全的，一旦主节点崩溃，而从节还没复制到该次操作，刚才的写操作就丢失了；
- 把一次写操作视为一个事务，从事务的角度，可以认为事务被回滚了。

所以从分布式系统的角度来看，事务的提交被提升到了分布式集群的多个节点级别的“提交”，而不再是单个节点上的“提交”。

在可能发生回滚的前提下考虑脏读问题：

- 如果在一次写操作到达大多数节点前读取了这个写操作，然后因为系统故障该操作回滚了，则发生了脏读问题；

使用 {readConcern: “majority” } 可以有效避免脏读

readConcern: 如何实现安全的读写分离

考虑如下场景：

向主节点写入一条数据；
立即从从节点读取这条数据。

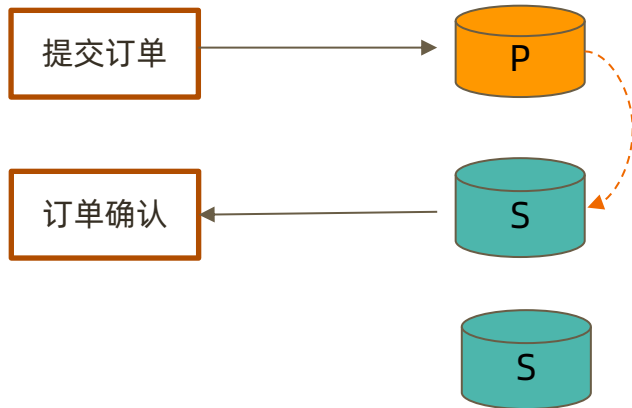
如何保证自己能够读到刚刚写入的数据？

下述方式有可能读不到刚写入的订单

```
db.orders.insert({ oid: 101, sku: "kite", q: 1})  
db.orders.find({oid:101}).readPref("secondary")
```

使用 writeConcern + readConcern majority 来解决

```
db.orders.insert({ oid: 101, sku: "kiteboard", q: 1}, {writeConcern:{w: "majority"}})  
db.orders.find({oid:101}).readPref("secondary").readConcern("majority")
```



readConcern 主要关注读的隔离性，ACID 中的 Isolation，但是是分布式数据库里特有的概念

readCocnern: majority 对应于事务中隔离级别中的哪一级？

Read Uncommitted

Read Committed

Repeatable Read

Serializable

readConcern 主要关注读的隔离性，ACID 中的 Isolation，但是是分布式数据库里特有的概念

readCocnern: majority 对应于事务中隔离级别中的哪一级？

Read Uncommitted

Read Committed

Repeatable Read

Seriazable

readConcern: linearizable

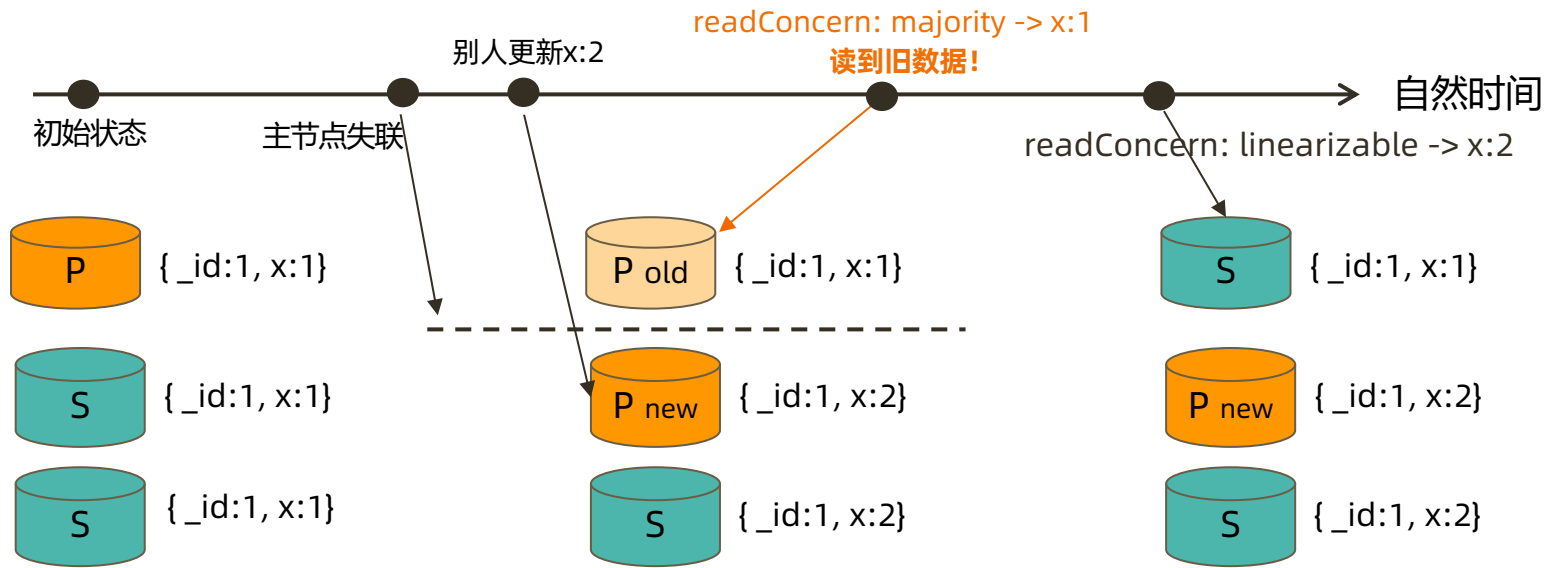
只读取大多数节点确认过的数据。和 majority 最大差别是保证绝对的操作线性顺序 - 在写操作自然时间后面发生的读，一定可以读到之前的写

- 只对读取单个文档时有效；
- 可能导致非常慢的读，因此总是建议配合使用 maxTimeMS；

readConcern: linearizable

只读取大多数节点确认过的数据。和 majority 最大差别是保证绝对的操作线性顺序 - 在写操作自然时间后面发生的读，一定可以读到之前的写

- 只对读取单个文档时有效；
- 可能导致非常慢的读，因此总是建议配合使用 maxTimeMS；



readConcern: snapshot

{readConcern: "snapshot" } 只在多文档事务中生效。将一个事务的 readConcern 设置为 snapshot, 将保证在事务中的读:

- 不出现脏读;
- 不出现不可重复读;
- 不出现幻读。

因为所有的读都将使用同一个快照, 直到事务提交为止该快照才被释放。

readConcern: 小结

- available: 读取所有可用的数据
- local: 读取所有可用且属于当前分片的数据, 默认设置
- majority: 数据读一致性的充分保证, 可能你最需要关注的
- linearizable: 增强处理 majority 情况下主节点失联时候的例外情况
- snapshot: 最高隔离级别, 接近于 Serializable

第2.10讲 事务开发：多文档事务

开始之前.....

MongoDB 虽然已经在 4.2 开始全面支持了多文档事务，但并不代表大家应该毫无节制地使用它。相反，对事务的使用原则应该是：能不用尽量不用。

通过合理地设计文档模型，可以规避绝大部分使用事务的必要性

为什么？事务 = 锁，节点协调，额外开销，性能影响

MongoDB ACID 多文档事务支持

事务属性	支持程度
Atomocity 原子性	单表单文档：1.x 就支持 复制集多表多行：4.0 复制集 分片集群多表多行4.2
Consistency 一致性	writeConcern, readConcern (3.2)
Isolation 隔离性	readConcern (3.2)
Durability 持久性	Journal and Replication

使用方法

MongoDB 多文档事务的使用方式与关系数据库非常相似：

```
try (ClientSession clientSession = client.startSession()) {  
    clientSession.startTransaction();  
    collection.insertOne(clientSession, docOne);  
    collection.insertOne(clientSession, docTwo);  
    clientSession.commitTransaction();  
}
```

事务的隔离级别

- 事务完成前，事务外的操作对该事务所做的修改不可访问
- 如果事务内使用 {readConcern: "snapshot" }，则可以达到可重复读 Repeatable Read

实验：启用事务后的隔离性

```
db.tx.insertMany([{ x: 1 }, { x: 2 }]);  
var session = db.getMongo().startSession();  
session.startTransaction();  
var coll = session.getDatabase('test').getCollection("tx");  
coll.updateOne({x: 1}, {$set: {y: 1}});  
coll.findOne({x: 1});  
db.tx.findOne({x: 1});  
session.abortTransaction();
```

} 事务内操作 {x:1, y:1}

// 事务外的操作 {x:1}

实验：可重复读 Repeatabl Read

```
var session = db.getMongo().startSession();  
session.startTransaction({  
    readConcern: {level: "snapshot"},  
    writeConcern: {w: "majority"}});  
var coll = session.getDatabase('test').getCollection("tx");
```

```
coll.findOne({x: 1}); // 返回: {x: 1}  
db.tx.updateOne({x: 1}, {$set: {y: 1}});  
db.tx.findOne({x: 1}); // 返回: {x: 1, y: 1}  
coll.findOne({x: 1}); // 返回: {x: 1}  
session.abortTransaction();
```



Repeatabl Read

MongoDB 的事务错误处理机制不同于关系数据库：

- 当一个事务开始后，如果事务要修改的文档在事务外部被修改过，则事务修改这个文档时会触发 Abort 错误，因为此时的修改冲突了；
- 这种情况下，只需要简单地重做事务就可以了；
- 如果一个事务已经开始修改一个文档，在事务以外尝试修改同一个文档，则事务以外的修改会等待事务完成才能继续进行（write-wait.md 实验）。

实验：写冲突

继续使用上个实验的tx集合

开两个 mongo shell 均执行下述语句

```
var session = db.getMongo().startSession();  
session.startTransaction({ readConcern: {level: "snapshot"},  
                           writeConcern: {w: "majority"}});  
var coll = session.getDatabase('test').getCollection("tx");
```

窗口1:

```
coll.updateOne({x: 1}, {$set: {y: 1}});  
// 正常结束
```

窗口2:

```
coll.updateOne({x: 1}, {$set: {y: 2}});  
// 异常 - 解决方案：重启事务
```

实验：写冲突 (续)

窗口1：第一个事务，正常提交

```
coll.updateOne({x: 1}, {$set: {y: 1}});
```

窗口2：另一个事务更新同一条数据，异常

```
coll.updateOne({x: 1}, {$set: {y: 2}});
```

窗口3：事务外更新，需等待

```
db.tx.updateOne({x: 1}, {$set: {y: 3}});
```

注意事项

- 可以实现和关系型数据库类似的事务场景
- 必须使用与 MongoDB 4.2 兼容的驱动；
- 事务默认必须在 60 秒（可调）内完成，否则将被取消；
- 涉及事务的分片不能使用仲裁节点；
- 事务会影响 chunk 迁移效率。正在迁移的 chunk 也可能造成事务提交失败（重试即可）；
- 多文档事务中的读操作必须使用主节点读；
- readConcern 只应该在事务级别设置，不能设置在每次读写操作上。

第2.11讲 Change Stream

本节大纲

内容大纲	学习目标
<p>什么是 Change Stream</p> <p>Change Stream 的实现原理；</p> <p>Change Stream 的使用场景；</p> <p>Change Stream 注意事项</p>	<p>了解并学会正确使用 Change Stream</p>

什么是 Change Stream

Change Stream 是 MongoDB 用于实现变更追踪的解决方案，类似于关系数据库的触发器，但原理不完全相同：

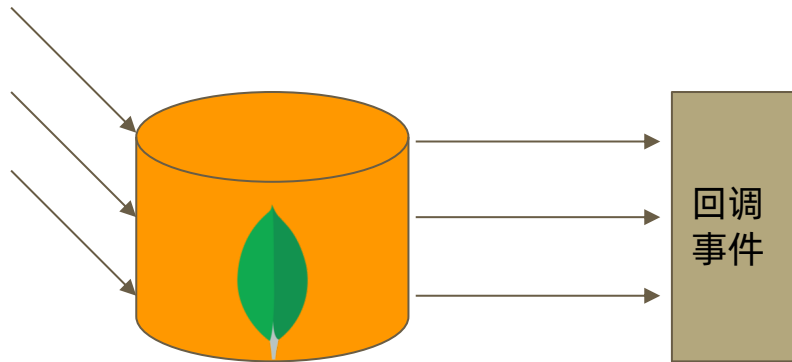
	Change Stream	触发器
触发方式	异步	同步（事务保证）
触发位置	应用回调事件	数据库触发器
触发次数	每个订阅事件的客户端	1次（触发器）
故障恢复	从上次断点重新触发	事务回滚

Change Stream 的实现原理

Change Stream 是基于 oplog 实现的。它在 oplog 上开启一个 tailable cursor 来追踪所有复制集上的变更操作，最终调用应用中定义的回调函数。

被追踪的变更事件主要包括：

- insert/update/delete：插入、更新、删除；
- drop：集合被删除；
- rename：集合被重命名；
- dropDatabase：数据库被删除；
- invalidate：drop/rename/dropDatabase 将导致 invalidate 被触发，并关闭 change stream；



Change Stream 与可重复读

Change Stream 只推送已经在大多数节点上提交的变更操作。即“可重复读”的变更。这个验证是通过 {readConcern: “majority”} 实现的。因此：

- 未开启 majority readConcern 的集群无法使用 Change Stream;
- 当集群无法满足 {w: “majority”} 时，不会触发 Change Stream（例如 PSA 架构中的 S 因故障宕机）。

Change Stream 变更过滤

如果只对某些类型的变更事件感兴趣，可以使用使用聚合管道的过滤步骤过滤事件。

例如：

```
var cs = db.collection.watch([{\n  $match: {\n    operationType: {\n      $in: ['insert', 'delete']\n    }\n  }\n}])
```

Change Stream 示例

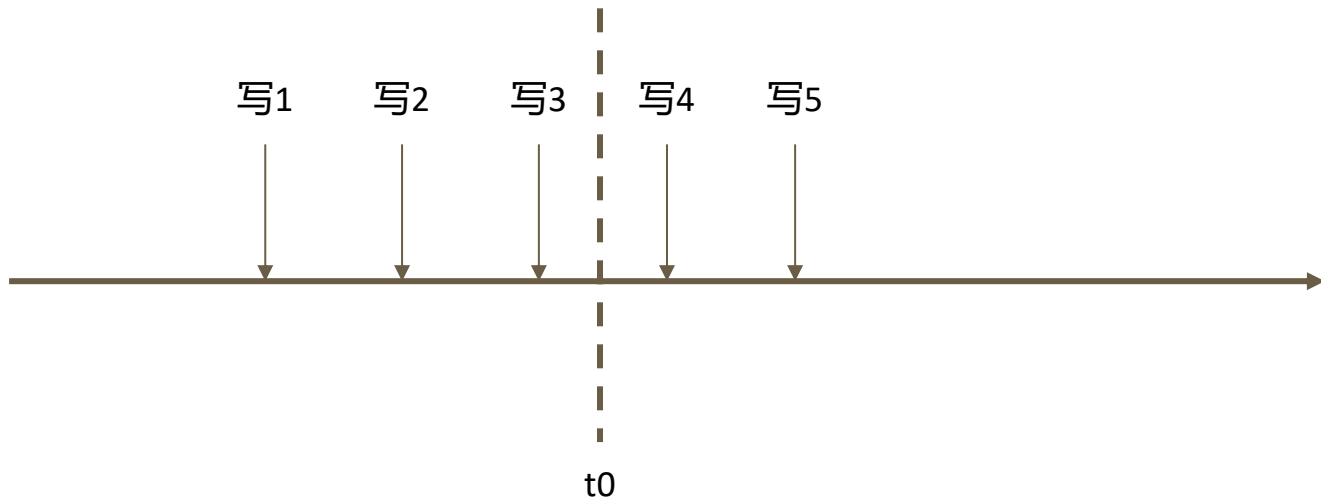
```
> db.collection.watch([],  
  {maxAwaitTimeMS: 30000}).pretty()
```

```
> db.collection.insert({  
  _id: 1,  
  text: "hello"  
})
```

```
{  
  _id : (resumeToken),  
  operationType : "insert",  
  ...  
  fullDocument : {  
    _id : 1,  
    text: "hello"  
  }  
}
```

Change Stream 故障恢复

假设在一系列写入操作的过程中，订阅 Change Stream 的应用在接收到“写3”之后于 t_0 时刻崩溃，重启后后续的变更怎么办？



Change Stream 故障恢复

想要从上次中断的地方继续获取变更流，只需要保留上次变更通知中的 `_id` 即可。

右侧所示是一次 Change Stream 回调所返回的数据。每条这样的数据都带有一个 `_id`，这个 `_id` 可以用于断点恢复。例如：

```
var cs = db.collection.watch([], {resumeAfter: <_id>})
```

即可从上一条通知中断处继续获取后续的变更通知。

```
{
  "_id": { "_data":
    BinData(0,"gl3dBycAAAABRmRfaWQAZF3dB
    ycMPJGagxioigBaEASFV+UNajtBdbj2j5fOD+3
    GBA==") },
  operationType: "insert",
  ns: {
    db: "test",
    coll: "collection"
  },
  documentKey: {
    _id: 1
  },
  fullDocument: {
    _id: 1,
    text: "hello"
  }
}
```

Change Stream 使用场景

- 跨集群的变更复制——在源集群中订阅 Change Stream，一旦得到任何变更立即写入目标集群。
- 微服务联动——当一个微服务变更数据库时，其他微服务得到通知并做出相应的变更。
- 其他任何需要系统联动的场景。

注意事项

- Change Stream 依赖于 oplog，因此中断时间不可超过 oplog 回收的**最大时间窗**；
- 在执行 update 操作时，如果只更新了部分数据，那么 Change Stream 通知的也是增量部分；
- 同理，删除数据时通知的仅是**删除数据的 _id**。

第2.12讲 MongoDB 开发最佳实践

本章内容

关于连接到 MongoDB

关于查询及索引

关于写入操作

关于文档结构

关于事务

连接到 MongoDB

- 关于驱动程序：总是选择与所用之 MongoDB 相兼容的驱动程序。这可以很容易地从[驱动兼容对照表](#)中查到；
 - 如果使用第三方框架（如 Spring Data），则还需要考虑框架版本与驱动的兼容性；
- 关于连接对象 MongoClient：使用 MongoClient 对象连接到 MongoDB 实例时总是应该保证它单例，并且在整个生命周期中都从它获取其他操作对象。
- 关于连接字符串：连接字符串中可以配置大部分连接选项，建议总是在连接字符串中配置这些选项；

// 连接到复制集

mongodb://节点1,节点2,节点3.../database?[options]

// 连接到分片集

mongodb://mongos1,mongos2,mongos3.../database?[options]

常见连接字符串参数

- maxPoolSize
 - 连接池大小
- Max Wait Time
 - 建议设置，自动杀掉太慢的查询
- Write Concern
 - 建议 majority 保证数据安全
- Read Concern
 - 对于数据一致性要求高的场景适当使用

连接字符串节点和地址

- 无论对于复制集或分片集，连接字符串中都应尽可能多地提供节点地址，建议全部列出；
 - 复制集利用这些地址可以更有效地发现集群成员；
 - 分片集利用这些地址可以更有效地分散负载；
- 连接字符串中尽可能使用与复制集内部配置相同的域名或 IP；

使用域名连接集群

在配置集群时使用域名可以为集群变更时提供一层额外的保护。例如需要将集群整体迁移到新网段，直接修改域名解析即可。

另外，MongoDB 提供的 `mongodb+srv://` 协议可以提供额外一层的保护。该协议允许通过域名解析得到所有 mongos 或节点的地址，而不是写在连接字符串中。

```
mongodb+srv://server.example.com/
```

```
Record TTL Class Priority Weight Port Target _mongodb._tcp.server.example.com. 86400  
IN SRV 0 5 27317 mongodb1.example.com.
```

```
_mongodb._tcp.server.example.com. 86400 IN SRV 0 5 27017 mongodb2.example.com.
```

不要在 mongos 前面使用负载均衡

基于前面提到的原因，驱动已经知晓在不同的 mongos 之间实现负载均衡，而复制集则需要根据节点的角色来选择发送请求的目标。如果在 mongos 或复制集上层部署负载均衡：

- 驱动会无法探测具体哪个节点存活，从而无法完成自动故障恢复；
- 驱动会无法判断游标是在哪个节点创建的，从而遍历游标时出错；

结论：不要在 mongos 或复制集上层放置负载均衡器，让驱动处理负载均衡和自动故障恢复。

游标使用

如果一个游标已经遍历完，则会自动关闭；如果没有遍历完，则需要**手动调用 `close()`** 方法，否则该游标将在服务器上存在 10 分钟（默认值）后超时释放，造成不必要的资源浪费。

但是，如果不能遍历完一个游标，通常意味着查询条件太宽泛，更应该考虑的问题是如何将条件收紧。

关于查询及索引

- 每一个查询都必须要有对应的索引
- 尽量使用覆盖索引 Covered Indexes （可以避免读数据文件）
- 使用 projection 来减少返回到客户端的文档的内容

关于写入

- 在 update 语句里只包括需要更新的字段
- 尽可能使用批量插入来提升写入性能
- 使用TTL自动过期日志类型的数据

关于文档结构

- 防止使用太长的字段名（浪费空间）
- 防止使用太深的数组嵌套（超过2层操作比较复杂）
- 不使用中文，标点符号等非拉丁字母作为字段名

处理分页问题 - 避免使用 count

尽可能不要计算总页数，特别是数据量大和查询条件不能完全命中索引时。

考虑以下场景：假设集合总共有 1000w 条数据，在没有索引的情况下考虑以下查询：

```
db.coll.find({x: 100}).limit(50);
```

```
db.coll.count({x: 100});
```

- 前者只需要遍历前 n 条，直到找到 50 条队伍 x=100 的文档即可结束；
- 后者需要遍历完 1000w 条找到所有符合要求的文档才能得到结果。

为了计算总页数而进行的 count() 往往是拖慢页面整体加载速度的原因

处理分页问题 - 巧分页

避免使用skip/limit形式的分页，特别是数据量大的时候；

替代方案：使用查询条件+唯一排序条件；

例如：

第一页：db.posts.find({}).sort({_id: 1}).limit(20);

第二页：db.posts.find({_id: {\$gt: <第一页最后一个_id>}}).sort({_id: 1}).limit(20);

第三页：db.posts.find({_id: {\$gt: <第二页最后一个_id>}}).sort({_id: 1}).limit(20);

.....

关于事务

使用事务的原则：

- 无论何时，事务的使用总是能避免则避免；
- 模型设计先于事务，尽可能用模型设计规避事务；
- 不要使用过大的事务（尽量控制在 1000 个文档更新以内）；
- 当必须使用事务时，尽可能让涉及事务的文档分布在同一个分片上，这将有效地提高效率；

本章小结

文档模型

读写操作的事务处理

Change Stream

开发最佳实践



扫码试看/订阅

《MongoDB 高手课》视频课程