MongoDB for Developer

IGS / ACD_RD7
duyhsieh
duyhsieh@igs.com.tw

source file available at:
https://github.com/mantisa1980/pythontutorial

Agenda

- NoSQL簡介
- MongoDB
  - mongo shell
  - query & index
  - pymongo CRUD
  - Replica set
  - Sharding
- 課程總結: 簡易帳號查詢系統實作

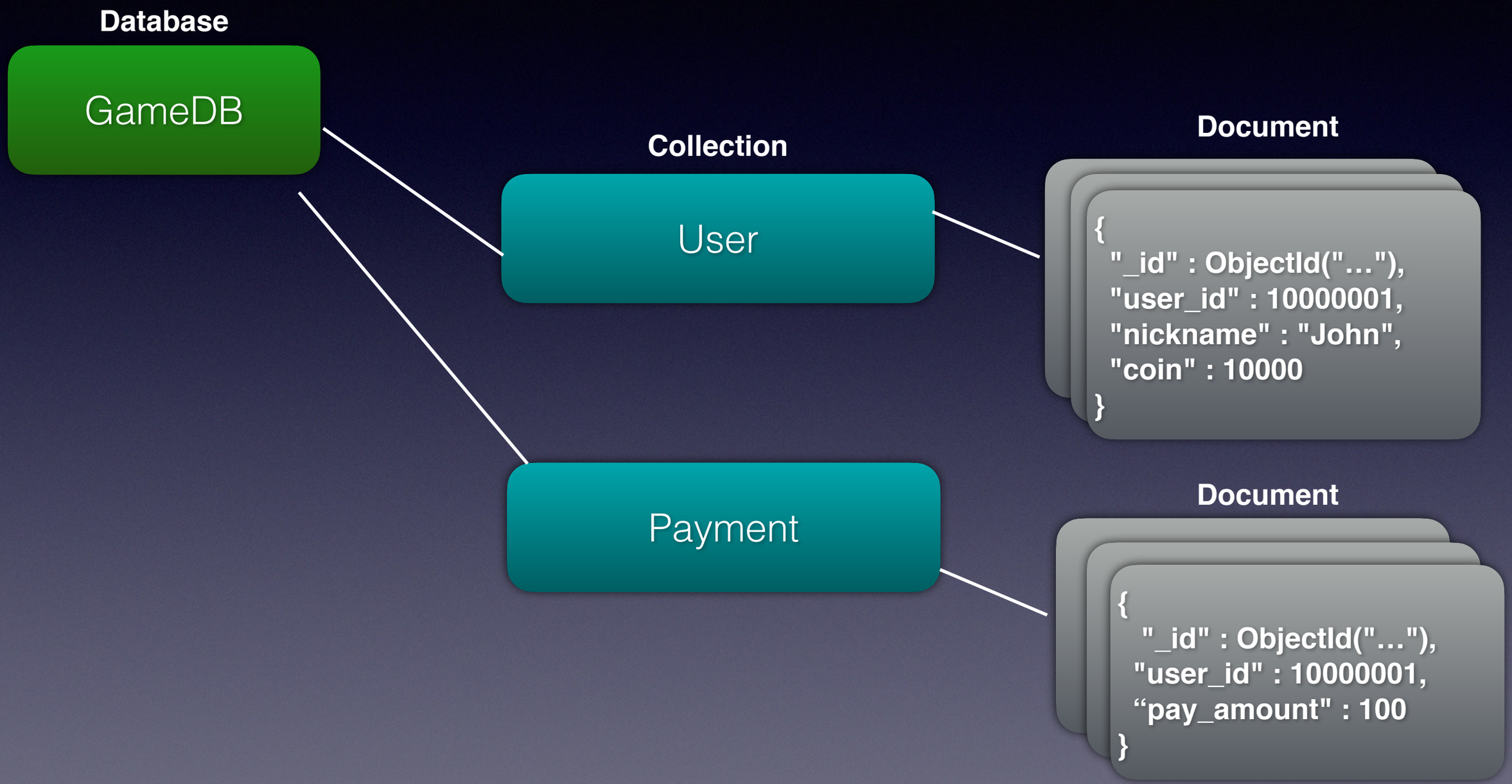
NoSQL: Not only SQL

- NoSQL: 2009年後開源社群對新興分散-非關聯式資料庫統稱
- 主流NoSQL類型
  - Key-value database: Google BigTable, Hadoop HBase, Cassandra
  - In-memory database: Memcached, Redis
  - Document database: MongoDB, CouchDB
  - Graph database: Neo4j

About MongoDB

- Document database
  - Database: 包含一群collection
  - Collection: 包含一群documents
    - Document (Record): json data record
      - 實際儲存的是BSON: binary-encoded json structure
- 可替換的Storage engine: V3.0預設為WireTiger
  - V3.0以前: MMAPV1

MongoDB Document Database Model



MongoDB優點

- 寫入/讀取速度比傳統RDBMS快
- 容易水平擴充
    - 傳統資料庫較依賴垂直擴充
- 無強制schema限制: loose schema
    - 對於處理非結構化/半結構化的資料較方便
    - Note: 不要濫用loose schema做出難以維護的DB

MongoDB缺點

- 不支援join查詢 (普遍NoSQL特性)
  - 通常是由AP層手動作多次查詢
    - 雖然3.2以後有lookup 指令，但join先天非mongoDB強項故有限制 (ex. 無法用在分散式資料庫上)
- 不支援Transaction: 交易失敗無法rollback，也無跨collection寫入指令
  - 但對於single document 寫入是atomic: 若非成功，則必沒有寫入，不會只有寫一半
  - Update: Mongo 4.2.6宣稱full ACID transaction，但仍有許多測試指出有問題
- 做資料分析用傳統SQL較方便

Mongo Shell

- MongoDB 互動式介面
  - 常用來做簡單的操作
  - 為避免人為key錯，複雜的流程建議寫pymongo程式處理
- 基本指令練習: (tab for hints)
  - mongo 或mongo --port 27017 (連線: 預設主機127.0.0.1)
  - use DB1
  - db.Col1.insert({"name":"Hello"})
    db.Col1.insert({"name":"World"})
  - db.Col1.find({“name":"Hello"})

pymongo

- Python mongoDB client package
- 大部分mongo shell指令都可以用pymongo做
- 2.x和3.x介面不相容，若已用2.x開發請勿升級到3.x
  - Note: MongoDB 3.x 可相容pymongo 2.x / 3.x API
- 底下範例皆以pymongo 2.8為準
  - 安裝pymongo 2.8: pip install pymongo==2.8

MongoClient物件

- Import pymongo
  mc = pymongo.MongoClient(host="127.0.0.1")

- 取得名為User的database
  db = mc["User"]

- 取得User db內的Wallet collection
  col = db["Wallet"]

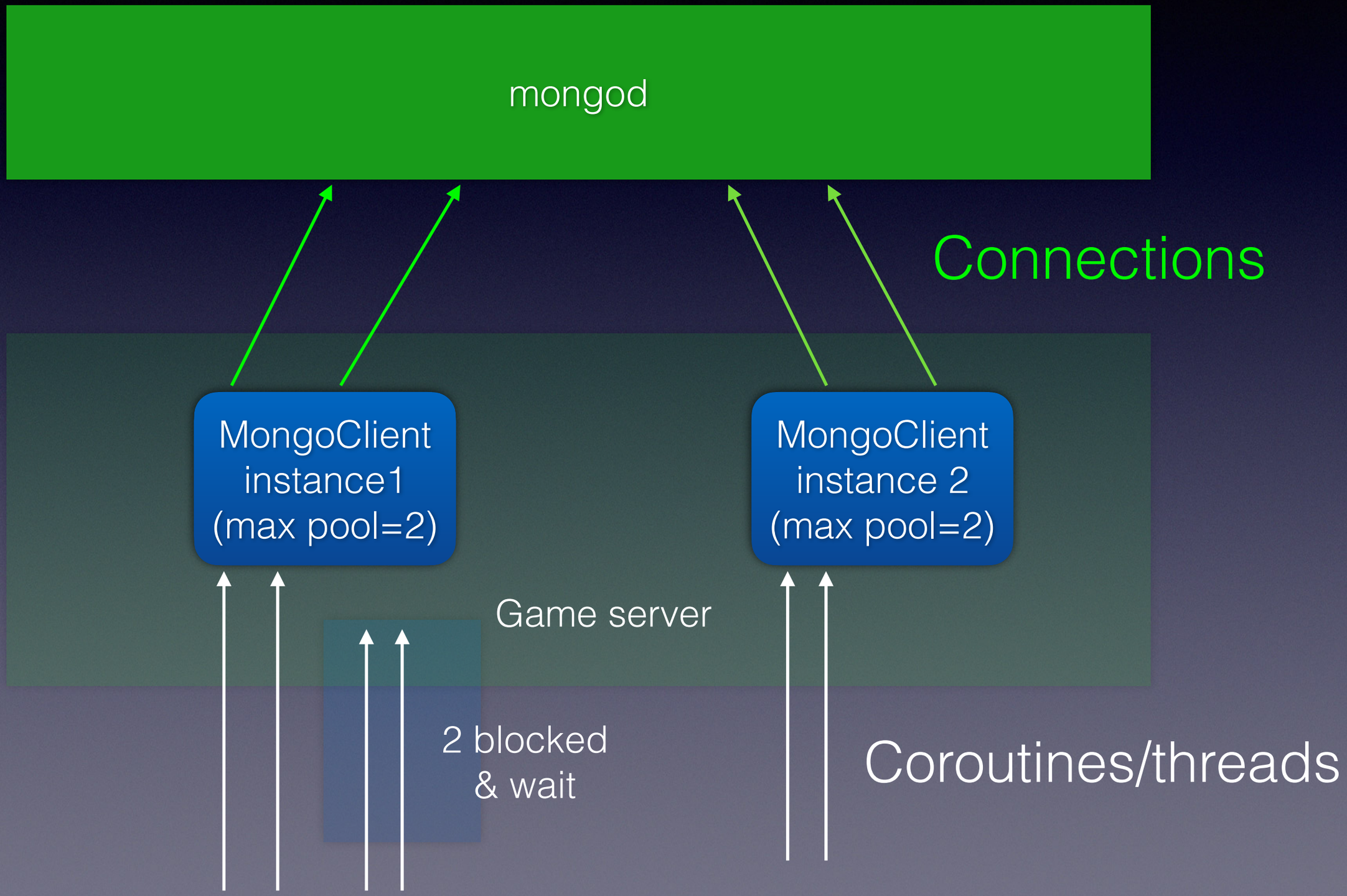
- **直接看Code練習：mongo_test1.py**

A More Complex Connection Example from Production

- mc = pymongo.MongoClient(
  host="127.0.0.1",
  port=27017,
  max_pool_size=10,
  socketTimeoutMS=3000,
  connectTimeoutMS=1000,
  waitQueueTimeoutMS=3000,
  waitQueueMultiple=4)

  - ***max_pool_size***: 該instance最大連線數
    connectTimeoutMS: 建立mongoDB等待回應的最長時間; 超過則觸發error
    socketTimeoutMS: 資料傳輸回應的最長等待時間；超過則觸發error
    waitQueueTimeoutMS: 最長等待可用連線的時間；超過則觸發error
    waitQueueMultiple: 最多可等待的請求者數目 (max_pool_size * waitQueueMultiple). 超過則不等待直接觸發error

Connection Pooling



CRUD

- Insert:
  doc = {"user_id": "10000001", "coin": 1234 }
  col.insert(doc)

- 把*docs*放在*list*中*insert*，*pymongo*會自動轉為*bulk insert*

  - *Bulk insert:* 把多筆資料一次一起送出去*(pipeline)*，資料量大時可以節省*round trip time*

  - *doc = [{"user_id": "10000001", "coin": 1234 },*
    {"user_id": "10000002", "coin": 5678 },
    ]
    col.insert(doc)

- **練習：*mongo_test2.py***

CRUD

- 搜尋全部資料:
  cursor = col.find()

- 搜尋特定條件:
  cursor = col.find({ "user_id":"10000001" })

  cursor = col.find({ "user_id":"10000001",
  "coin": {"$gte":0 }
  })

- cursor = col.find({"user_id":{"$in":["10000001","10000002","10000003"] }})

- comparison operators: $eq, $gt, $lt, $gte, $lte, $ne, $in, $nin...

CRUD

- 讀取出cursor全部的資料:

```
cursor = col.find()
for document in cursor:
    print document
```

- cursor實作了python generator介面: Iterable (類似C++ iterator)

- generator可以用for尋訪全部的元素

CRUD: Aggregate

- Group syntax:
  - { $group:{ _id:<expression>,<field1>:{ <accumulator1>:<expression1> }, ... } }
    - _id為Group Key(s)，不能省略；用$取得要group的keys
- 假設collection內的資料為
  - {"store_id": "A", "item_id":1, "capacity": 50 }, {"store_id": "A", "item_id":2, "capacity": 100 }, {"store_id": "B", "item_id":1, "capacity": 20 },{"store_id": "B", "item_id":3, "capacity": 40 }, {"store_id": "C", "item_id":1, "capacity": 50 },

```
query = [{"$match": {"store_id": {"$in":["A","B"]} } },
         {"$group":  {"_id": "$store_id", "total": {"$sum": "$capacity"}}}  ]
ret = col.aggregate(query, cursor={ }) #  note: mongo 3.6強制要給cursor參數(舊版直接傳Array全部回來)
for i in ret:
    print i
Result:
{'total': 60.0,   '_id': 'B'}
{'total': 150.0, '_id': 'A'}
```

CRUD: Aggregate

Group by 多欄位: _id後面接object

```
query = [ {"$match": { } },
          {"$group":  {"_id": {"STORE": "$store_id","ITEM":"$item_id"  } , "Total":
{"$sum": "$capacity"} } } ]
ret = col.aggregate(query, cursor={ })
for i in ret:
    print i
```

Result:

```
{'total': 40.0, '_id':  {'ITEM': 3.0, 'STORE': 'B'}}
{'total': 20.0, '_id':  {'ITEM': 1.0, 'STORE': 'B'}}
{'total': 100.0, '_id':{'ITEM': 2.0, 'STORE': 'A'}}
{'total': 50.0, '_id':  {'ITEM': 1.0, 'STORE': 'A'}}
{'total': 30.0, '_id': {'ITEM': 1.0, 'STORE':  'C'}}
```

- **練習：*aggregate_test.py***

CRUD

- db.col.update(<query>, <update>, <options>): 可update多個document
  - 也可以用find_and_modify (只會更新第一個找到的document)
- col.update(
  {"user_id":"10000001"},
  {"$set": {"coin": 0}},
  upsert=True)
- col.update(
  {"user_id":"10000001"},
  {"$inc": {"coin": 10000}},
  upsert=True)
- $set / $inc 可以包辦大部份update應用

CRUD

- document可以有array欄位
  col.insert({"name":1, "data":[1,2,3,4,5] })

- Array建議只放固定設定檔，不要做array搜尋
  - 雖然有pop/push等操作也能建index，但mongodb query是針對document model設計，array使用上有些限制，query也不直覺
  - array塞太多東西撈出時難以檢視 (讀出一定是全讀，無法過濾)

- **練習:mongo_test3.py**
  - **Try fixing empty document problem**

Atomic Operation

- 又稱隔離性: 一個指令執行期間不會有其他指令介入
- Wire Tiger engine=document level lock
  - 寫入同一document指令為atomic，需排隊
- MMAPV1為Collection-level lock

Atomic Operation(Cont.)

- update / find_and_modify
  - single document: atomic
  - multiple document —>not atomic，update過程中可能有其他指令修改同一批documents
    - 若要atomic可用$isolated功能，將整群document鎖住，但會使mongodb變成單執行緒執行且其他request需要等待，效能很差
    - 註: find_and_modify只會修改符合的第一筆document

Atomic Update:售票系統

- 如何確保票不超賣？
  假設原始document為: {"id":"spiderman", "ticket_count": 50 }

```
def buy_ticket():
    doc = col.find_one({"id":"spiderman"})
    if doc["ticket_count"] > 0:
        col.update({"id":"spiderman"}, {$inc:{"ticket_count":-1}}
        return True, doc["ticket_count"]
    return False, None
```

- Any Problem ?

Atomic Update:售票系統(Cont.)

- 正解: 利用atomic指令，讓動作在DB內完成，不要將邏輯寫在 game server

- r = col.find_and_modify({"id":"spiderman", "ticket_count":{"$gt":0} },
  {"$inc":{"ticket_count":-1} },
  fields={"_id":False}, new=False)
  if r != None:
  return True, r["ticket_count"] # new=False:r為未inc之前的document
  return False, None

- 若要做json serialize，要去除_id fields (ObjectId type無法序列化)

Atomic Update(Cont.)

- 真實錯誤案例:產生玩家流水號ID
- 假設有個文件記錄目前流水號 : {"serial":1000}
    - def create_player_id():
        doc = col.find_one()
        new_id = doc["serial"] + 1
        col.update({}, {$inc:{"serial":1}}
        return new_id
        - 2個玩家同時觸發request，可能會得到1001, 1001重複ID，造成災難
- 補充註解: 目前(2017/8/8) mongoDB有個issue: 對於find_and_modify搭配setOnInsert無法從find到insert都atomic，可能會重複insert到，或(有unique constraint) 觸發duplicate key error
    - issue: https://jira.mongodb.org/browse/SERVER-14322?focusedCommentId=1130310&page=com.atlassian.jira.plugin.system.issuetabpanels%3Acomment-tabpanel#comment-1130310

CRUD

- col.remove({"user_id":"10000001"}) #移除符合條件的全部document
- col.remove({"user_id":"10000001"}, multi=False) #只移除符合條件的第一個document
- col.remove({ }) # 移除全部document
- col.drop() # 移除整個collection (不會釋放空間，但空間會續用)
  - indexes也一併移除
- mc.drop_database(db_name) # 移除db_name DB，會釋放硬碟空間 (mc = mongo client instance)

Indexing

- 定義於Collection級別，非database
- 預設索引: _id (unique)
- 可建立ascending 遞增(1) 或descending遞減索引(-1)
    - (ascending) : 1 <-> 2 <-> 3 <-> 4 <-> 5
    - (ascending, descending): (1, 3) <-> (1, 2) <-> (1, 1) <-> (2, 3) <-> (2, 2) <-> (2, 1)
- 會佔用額外硬碟空間
- 更新document時要連同index一起更新
    - 不需要搜尋的database不要建索引.ex. dump backend logs

Indexing Types

- Example schema
  {
    "name": "John",
    "age": 25,
    "weight": 50
  }

- Single key example: {name:1}
- Compound key example: {name:1, age:-1}
- Others:
  - multi-key index(ex. a.b), hash index, geospatial index, text, index, partial index, sparse index

Query Sorting with Index

- 可依照想要的排序查詢資料，但必須符合index設定規則
  - 若不符合規則，index就無法發揮作用，造成搜尋效率低落
    - 若資料庫無法滿足排序條件，建議拉到game server排序，但須注意資料量IO
- 注意:若建立索引，讀出來的資料預設就是依照index排好的，不需要額外sort

Query Sorting with Index(Cont.)

- Sort syntax: db.records.sort(***sort_criteria***)
  - Single key: db.records.createIndex({"a":1})
  - Ex : 1 <-> 2 <-> 3 <-> 4 <-> 5
    - sort_criteria: {"a":1} (頭) / {"a":-1} (尾) : OK
- Compound key: db.records.createIndex({"a":1, "b":-1})
- Ex: (1, 3) <-> (1, 2) <-> (1, 1) <-> (2, 3) <-> (2, 2) <-> (2, 1)
  - sort_criteria: {"a":1,"b":-1} (頭), {"a":-1,"b":1} (尾): OK
  - sort_criteria: {"a":1,"b":1},{"a":-1,"b":-1}: **not OK**

Covered Query

- 定義: 只使用index就能回傳結果，不需要從document取得資料，速度更快
    - 條件1: query全部fields都在對應index中
    - 條件2: query result return的field全都在對應index中
    - ex. db.inventory.createIndex({type:1, item:1})
    - db.inventory.find(
      {"type": "food", "item":"pork"}, // 符合條件1
      { "item": 1, "_id": 0 }) // 排除_id field才符合條件2

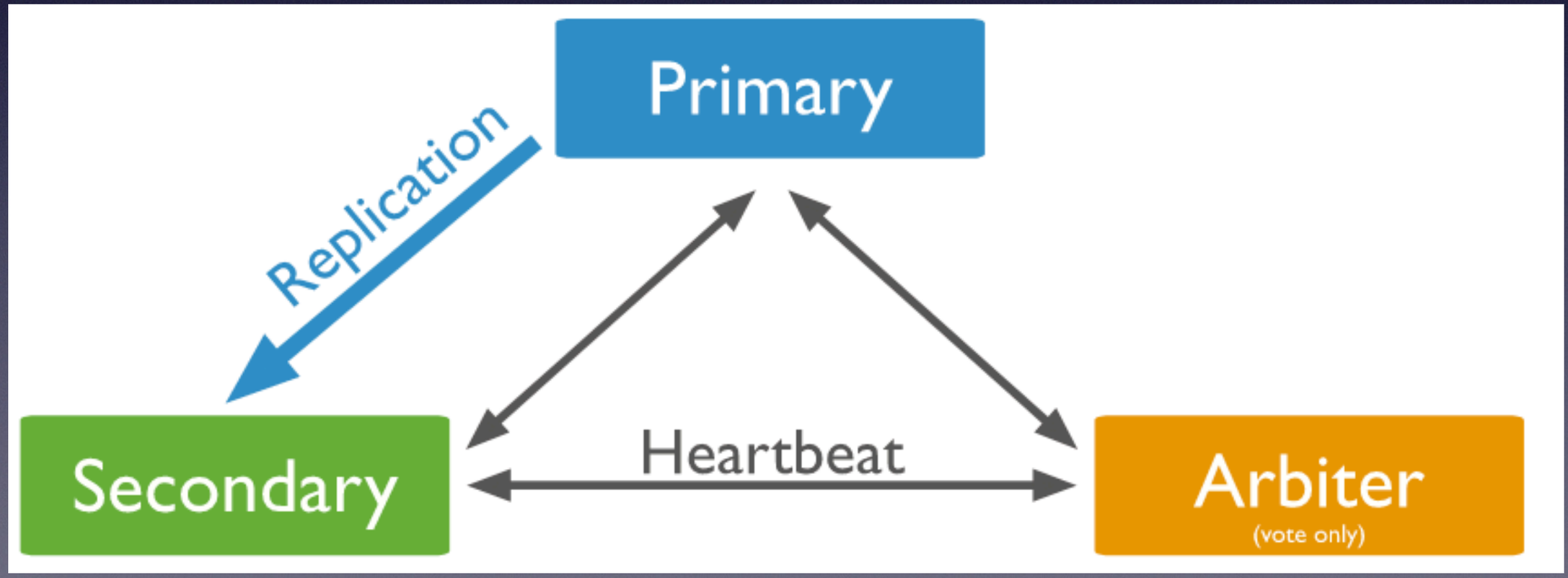
Error Recovery

- WireTiger每60秒做一次checkpoints (recovery point)更新
  - 但60秒中間的資料若中途shutdown必須靠journal
- Journal: sequential binary transaction log
  - 對資料庫的變更先寫入journal file
  - 寫入journal後的資料都可以recovery
  - 每隔一段時間再從journal file寫回disk的data file
- 關掉journal，mongoDB TPS會隨Core數增加，但不建議

Replica Set

- 備援機制
- 1 primary (RW)+ N secondary (R) + 1 arbiter
  - primary: 可讀寫
  - secondary: 可讀
  - Arbiter: 仲裁者，負責協調指派成員的primary/secondary角色. 消耗很少硬體資源

Replica Set(Cont.)



Replica Set特性

- 保持奇數成員: smooth election
  - 最小集合: 1 primary + 1 secondary+ 1 arbiter
- Secondary sync oplog from primary
  - oplog: high level database operations(insert/update..)
    - 屬於Statement-based replication (compared to row-based replication)
    - Journal: low-level disk operations

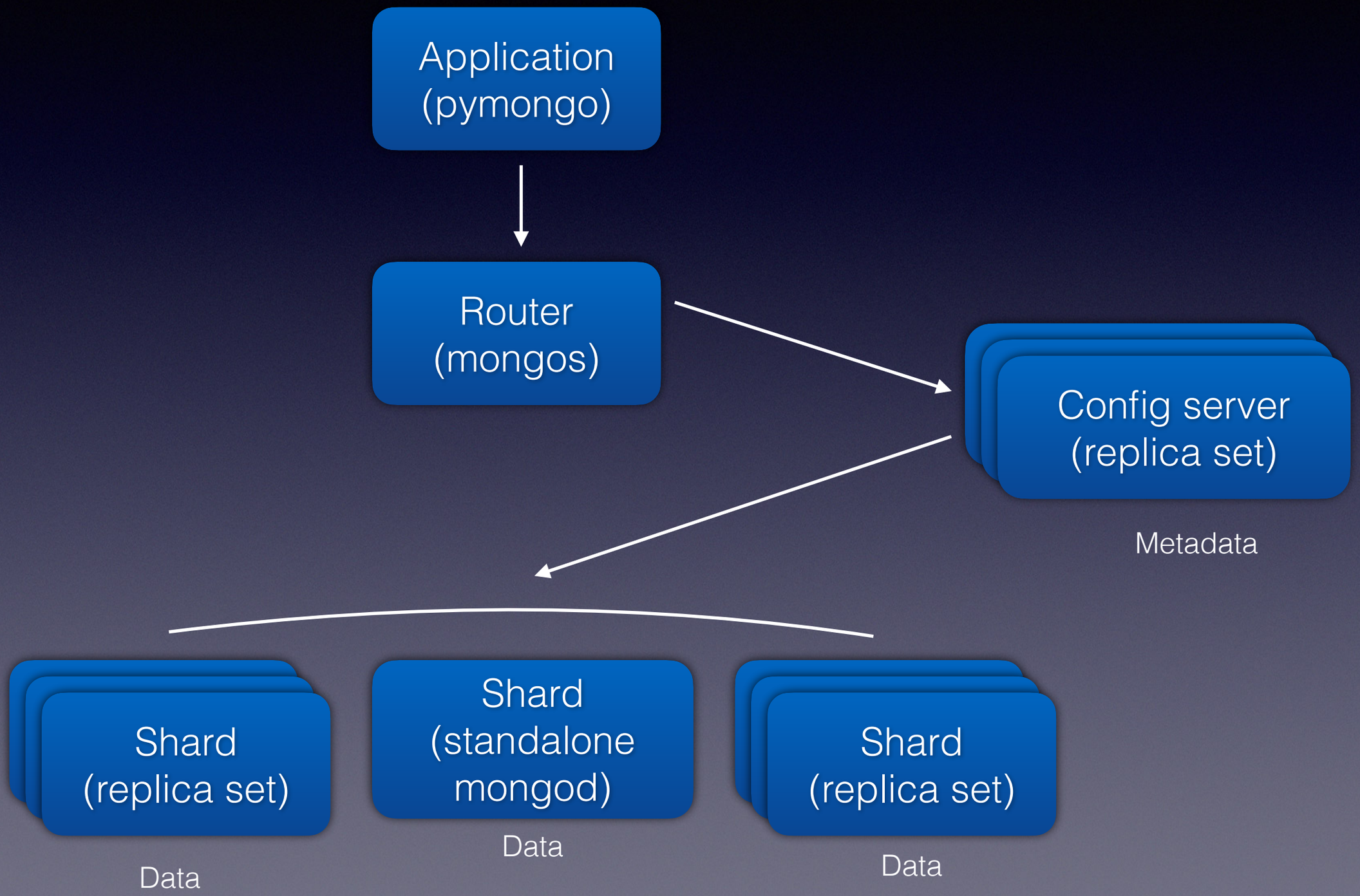
Replica Set特性((Cont.)

- eventually consistency: delayed update in secondaries
- 應用上常用replica set做讀寫分離，降低primary負載
  - 需注意secondary可能會讀到舊的 (eventually consistency)

Sharding

- 將資料切割到不同Shard上，分散負載
  - Shard(分片): 每個資料節點稱為一個shard
  - mongos透過config server同步shard metadata
- Chunk: Shard資料儲存單元，預設64MB
  - 當大於64MB會被分割成兩個chunks，再分散到其他shard上
- AP層透過mongos router存取；AP並不知道有分片機制
  - 不透過mongos直接進某shard查詢，只能查詢到部分資料

Shard(分片)


Application
(pymongo)
Router
(mongos)
Config server
(replica set)
Metadata
Shard
(replica set)
Data
Shard
(standalone
mongod)
Data
Shard
(replica set)
Data

Shard Key

- 用來分配資料分佈的index
- 不可指定會變動的欄位：ex. coin / exp
- Shard key種類:
  - ***range-based***: 根據key範圍做分割 ex. min~20000000->chunk1，20000001 ~ max -> chunk 2 …
    - Note:流水號類型可能造成分佈不平衡
  - ***hash-based***: 根據key的hash值做分配 partition. ex. 77->hash(77)-> chunk1， 102->hash(102)->chunk2
    - Hash碰撞特性: 無法建立unique key，不適用於玩家資料

建立Shard Key

- 注意: 需在mongos上操作

- sh.enableSharding("UserDatabase")

- sh.shardCollection("UserDatabase.Account",
  {"user_id":1 },
  { unique:true })

課後練習

- src/answer資料夾下有一個簡易的server範例 (server.py)
- server跑起來連上首頁，web server會吐出一個簡易的jQuery網頁，方便操作CRUD功能
- 請修改程式碼新增新的web api或是mongoDB欄位 / Collection