

Проектування високонавантажених систем.

Лабораторна 3, звіт

Михайло Голуб

9 грудня 2025 р.

1 Завдання лабораторної роботи

1.1 Загальне

Необхідно декількома способами реалізувати оновлення значення каунтера в СКБД PostgreSQL та оцінити час кожного із варіантів.

Таблиця `user_counter` з колонками `USER_ID`, `Counter`, `Version`.

1. Lost-update
2. Serializable update
3. In-place update
4. Row-level locking
5. Optimistic concurrency control

1.2 Вимоги до звіту та реалізації

- Мова реалізації будь-яка
- Не використовувати ORM-фреймворки (Hibernate, SQLAlchemy, ...)
- Не забувати про необхідність окремої транзакції на кожен запис

2 Хід роботи

2.1 Реалізація MongoDB

MongoDB запущена через Docker відповідним docker-compose:

Лістинг 1: docker-compose.yml

```
1 version: "3.9"  
2
```

```

3 services:
4   mongo1:
5     image: mongo:7
6     container_name: mongo1
7     hostname: mongo1
8     restart: unless-stopped
9     ports:
10       - "27017:27017"
11     command: ["mongod", "--replSet", "rs0", "--bind_ip_all"]
12     volumes:
13       - mongo1_data:/data/db
14   mongo2:
15     image: mongo:7
16     container_name: mongo2
17     hostname: mongo2
18     restart: unless-stopped
19     ports:
20       - "27018:27017"
21     command: ["mongod", "--replSet", "rs0", "--bind_ip_all"]
22     volumes:
23       - mongo2_data:/data/db
24   mongo3:
25     image: mongo:7
26     container_name: mongo3
27     hostname: mongo3
28     restart: unless-stopped
29     ports:
30       - "27019:27017"
31     command: ["mongod", "--replSet", "rs0", "--bind_ip_all"]
32     volumes:
33       - mongo3_data:/data/db
34
35 volumes:
36   mongo1_data:
37   mongo2_data:
38   mongo3_data:

```

Після запуску контейнерів, виконано наступні команди для ініціалізації:

```

C:\Users\misha>docker exec -it mongo1 mongosh
Current Mongosh Log ID: 6937fe96dd0696c23c9dc29c
Connecting to:      mongodb://127.0.0.1:27017/?directConnection=true&serverSelectionTimeoutMS=2000&appName=mongosh+2.5.9
Using MongoDB:      7.0.26
Using Mongosh:      2.5.9
For mongosh info see: https://www.mongodb.com/docs/mongodb-shell/
-----
The server generated these startup warnings when booting
2025-12-09T10:33:29.459+00:00: Using the XFS filesystem is strongly recommended with the WiredTiger storage engine. See http://dochub.mongodb.org/c...

```

```

2025-12-09T10:33:30.143+00:00: Access control is not enabled for the database. Read and write access to data and configuration is unrestricted
2025-12-09T10:33:30.143+00:00: For customers running MongoDB 7.0, we suggest changing the contents of the following sysfsFile
2025-12-09T10:33:30.143+00:00: vm.max_map_count is too low
-----
test> rs.initiate({
...   _id: "rs0",
...   members: [
...     { _id: 0, host: "mongo1:27017" },
...     { _id: 1, host: "mongo2:27017" },
...     { _id: 2, host: "mongo3:27017" }
...   ]
... })
{ ok: 1 }
rs0 [direct: other] test> rs.status()
{
  set: 'rs0',
  date: ISODate('2025-12-09T10:53:43.182Z'),
  myState: 1,
  term: Long('1'),
  syncSourceHost: '',
  syncSourceId: -1,
  heartbeatIntervalMillis: Long('2000'),
  majorityVoteCount: 2,
  writeMajorityCount: 2,
  votingMembersCount: 3,
  writableVotingMembersCount: 3,
  optimes: {
    lastCommittedOpTime: { ts: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 }), t: Long('1') },
    lastCommittedWallTime: ISODate('2025-12-09T10:53:30.172Z'),
    readConcernMajorityOpTime: { ts: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 }), t: Long('1') },
    appliedOpTime: { ts: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 }), t: Long('1') },
    durableOpTime: { ts: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 }), t: Long('1') },
    lastAppliedWallTime: ISODate('2025-12-09T10:53:30.172Z'),
    lastDurableWallTime: ISODate('2025-12-09T10:53:30.172Z')
  },
  lastStableRecoveryTimestamp: Timestamp({ t: 1765277569, i: 1 }),
  electionCandidateMetrics: {
    lastElectionReason: 'electionTimeout',
    lastElectionDate: ISODate('2025-12-09T10:49:09.524Z'),
    electionTerm: Long('1'),
    lastCommittedOpTimeAtElection: { ts: Timestamp({ t: 1765277339, i: 1 }), t: Long('1') },
    lastSeenOpTimeAtElection: { ts: Timestamp({ t: 1765277339, i: 1 }), t: Long('1') },
    numVotesNeeded: 2,
    priorityAtElection: 1,
    electionTimeoutOutMillis: Long('10000'),
    numCatchupOps: Long('0'),
    newTermStartDate: ISODate('2025-12-09T10:49:09.567Z'),
    wMajorityWriteAvailabilityDate: ISODate('2025-12-09T10:49:10.083Z')
  },
  members: [
    {
      _id: 0,
      name: 'mongo1:27017',
      health: 1,
      state: 1,
      stateStr: 'PRIMARY',
      uptime: 1214,
      optime: { ts: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 }), t: Long('1') },
      optimeDate: ISODate('2025-12-09T10:53:30.000Z'),
      lastAppliedWallTime: ISODate('2025-12-09T10:53:30.172Z'),
      lastDurableWallTime: ISODate('2025-12-09T10:53:30.172Z'),
      syncSourceHost: '',
      syncSourceId: -1,
      infoMessage: '',
      electionTime: Timestamp({ t: 1765277349, i: 1 }),
      electionDate: ISODate('2025-12-09T10:49:09.000Z'),
      configVersion: 1,
      configTerm: 1,
      self: true,
      lastHeartbeatMessage: ''
    },
    {
      _id: 1,
      name: 'mongo2:27017',
      health: 1,
      state: 2,
      stateStr: 'SECONDARY',
      uptime: 283,
      optime: { ts: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 }), t: Long('1') },
      optimeDurable: { ts: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 }), t: Long('1') },
      optimeDate: ISODate('2025-12-09T10:53:30.000Z'),
      optimeDurableDate: ISODate('2025-12-09T10:53:30.000Z'),
      lastAppliedWallTime: ISODate('2025-12-09T10:53:30.172Z'),
      lastDurableWallTime: ISODate('2025-12-09T10:53:30.172Z'),
      lastHeartbeat: ISODate('2025-12-09T10:53:41.546Z'),
      lastHeartbeatRecv: ISODate('2025-12-09T10:53:42.547Z'),
      pingMs: Long('0'),
      lastHeartbeatMessage: '',
      syncSourceHost: 'mongo1:27017',
      syncSourceId: 0,
      syncSourceTerm: 1
    }
  ]
}

```

```

    infoMessage: '',
    configVersion: 1,
    configTerm: 1
},
{
    _id: 2,
    name: 'mongo3:27017',
    health: 1,
    state: 2,
    stateStr: 'SECONDARY',
    uptime: 283,
    optime: { ts: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 }), t: Long('1') },
    optimeDurable: { ts: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 }), t: Long('1') },
    optimeDate: ISODate('2025-12-09T10:53:30.000Z'),
    optimeDurableDate: ISODate('2025-12-09T10:53:30.000Z'),
    lastAppliedWallTime: ISODate('2025-12-09T10:53:30.172Z'),
    lastDurableWallTime: ISODate('2025-12-09T10:53:30.172Z'),
    lastHeartbeat: ISODate('2025-12-09T10:53:41.546Z'),
    lastHeartbeatRecv: ISODate('2025-12-09T10:53:42.546Z'),
    pingMs: Long('0'),
    lastHeartbeatMessage: '',
    syncSourceHost: 'mongo1:27017',
    syncSourceId: 0,
    infoMessage: '',
    configVersion: 1,
    configTerm: 1
}
],
ok: 1,
'$clusterTime': {
    clusterTime: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 }),
    signature: {
        hash: Binary.createFromBase64('AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA='),
        keyId: Long('0')
    }
},
operationTime: Timestamp({ t: 1765277610, i: 4 })
}

```

Як видно з логу, вибори проведені і є Primary.

3 Результати

Варіант	Час роботи	Пропускна здатність	Значення лічильника
Lost-update	15.21	6573	10661
Serializable	3	—	10k
Ser. з повтором	860	116.15	100k
Inplace update	12.56	7963	100k
Row-level locking	20.06	4985	100k
Optimistic concurrency control	88	1136.31	100k