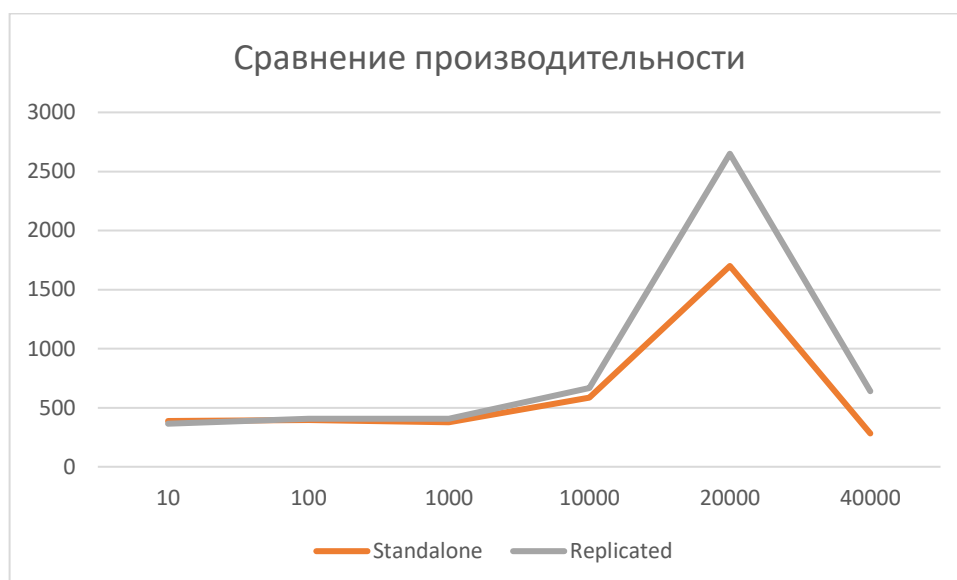


Пояснительная записка к домашнему заданию по теме Репликация

1. Асинхронная репликация

В качестве СУБД проекта используется MySQL 8.0.21 в среде CentOS 8. Согласно заданию (пункты 1 – 8), сначала реализована асинхронная репликация в конфигурации мастер и две реплики. Репликация настроена согласно справочному руководству по MySQL 8.0: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/replication.html>. На скриншотах ниже (рисунки 1 – 3) представлены конфигурации мастера и реплик.

Для тестирования нагрузки в разрабатываемом приложении реализован код API для ручной балансировки чтения из реплик - перебор по очереди (round-robin). На рисунке ниже представлен график сравнения количества обработанных запросов в секунду. Тестирование проводилось утилитой wrk.



В качестве тестового запроса использован следующий запрос:

```
SELECT id, PublishDate, Comments AS Text, (SELECT CONCAT(FirstName, ' ', LastName) FROM Users WHERE id = C.AuthorID) AS AuthorName FROM Comments AS C WHERE C.MessageID = ?
```

Запрос выполняет выборку комментариев к указанному сообщению, при этом осуществляется выборка автора комментария (подзапрос). Как видно, запрос не очень сложный, но он применяется к сравнительно большой таблице – 200 000 000 записей.

Следует отметить, что репликация действительно позволила увеличить производительность по чтению при высокой нагрузке, примерно в 1.5 раза. То, что производительность при малой нагрузке практически не отличается, я объясняю тем, что тестовый запрос выполняется сравнительно быстро, репликация срабатывает именно при очень большой нагрузке.

2. Полусинхронная репликация

Полусинхронная репликация включена в соответствии со справочным руководством <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/replication-semisync.html>. Режимы полусинхронной

репликации в формате ROW-based для мастера и каждой реплики представлены на скриншотах 4 – 6.

3. Включение GTID

Режим GTID включён согласно руководству по включению транзакций GTID онлайн <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/replication-mode-change-online-enable-gtids.html>. На рисунке 7 продемонстрирован режим репликации с использованием GTID-транзакций.

4. Переключение на нового мастера

Повышение слейва до уровня мастера, после падения мастера, произведено в соответствии с инструкцией: <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/replication-solutions-switch.html>. На рисунке 8 представлен скриншот нового мастера и слейва: на мастере выполнена команда обновления данных – на слейве добавленные данные прочитаны.

В качестве нагрузки использована программа node.js, которая каждые 10 миллисекунд добавляла данные в таблицу комментариев к сообщениям пользователей.

Потерь транзакций не обнаружено.

```
mvkiselev@bxo:~  
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.  
  
mysql>  
mysql> SHOW SLAVE STATUS\G  
***** 1. row *****  
      Slave_IO_State: Waiting for master to send event  
      Master_Host: hla.group.legion.ru  
      Master_User: repl  
      Master_Port: 3306  
      Connect_Retry: 60  
      Master_Log_File: binlog.000013  
      Read_Master_Log_Pos: 2826  
      Relay_Log_File: bxo-relay-bin.000002  
      Relay_Log_Pos: 2454  
      Relay_Master_Log_File: binlog.000013  
      Slave_IO_Running: Yes  
      Slave_SQL_Running: Yes  
      Replicate_Do_DB:  
      Replicate_Ignore_DB:  
      Replicate_Do_Table:  
      Replicate_Ignore_Table:  
      Replicate_Wild_Do_Table:  
      Replicate_Wild_Ignore_Table:  
      Last_Errno: 0  
      Last_Error:  
      Skip_Counter: 0  
      Exec_Master_Log_Pos: 2826  
      Relay_Log_Space: 2661  
      Until_Condition: None  
      Until_Log_File:  
      Until_Log_Pos: 0  
      Master_SSL_Allowed: No  
      Master_SSL_CA_File:  
      Master_SSL_CA_Path:  
      Master_SSL_Cert:  
      Master_SSL_Cipher:  
      Master_SSL_Key:  
      Seconds_Behind_Master: 0  
      Master_SSL_Verify_Server_Cert: No  
      Last_IO_Errno: 0  
      Last_IO_Error:  
      Last_SQL_Errno: 0  
      Last_SQL_Error:  
      Replicate_Ignore_Server_Ids:  
      Master_Server_Id: 1  
      Master_UUID: da4a545c-a8fd-11eb-97a2-005056b76616  
      Master_Info_File: mysql.slave_master_info  
      SQL_Delay: 0  
      SQL_Remaining_Delay: NULL  
      Slave_SQL_Running_State: Slave has read all relay log; waiting for more updates  
      Master_Retry_Count: 86400  
      Master_Bind:  
      Last_IO_Error_Timestamp:  
      Last_SQL_Error_Timestamp:  
      Master_SSL_Crl:  
      Master_SSL_Crlpath:  
      Retrieved_Gtid_Set:  
      Executed_Gtid_Set:  
      Auto_Position: 0  
      Replicate_Rewrite_DB:  
      Channel_Name:  
      Master_TLS_Version:  
      Master_public_key_path:  
      Get_master_public_key: 0  
      Network_Namespace:  
1 row in set (0.07 sec)  
  
mysql>
```

Рисунок 1

```
mvkiselev@bxu:~  
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.  
  
mysql>  
mysql> SHOW SLAVE STATUS\G  
***** 1. row *****  
      Slave_IO_State: Waiting for master to send event  
      Master_Host: hla.group.legion.ru  
      Master_User: repl  
      Master_Port: 3306  
      Connect_Retry: 60  
      Master_Log_File: binlog.000013  
      Read_Master_Log_Pos: 2826  
      Relay_Log_File: bxu-relay-bin.000002  
      Relay_Log_Pos: 647  
      Relay_Master_Log_File: binlog.000013  
      Slave_IO_Running: Yes  
      Slave_SQL_Running: Yes  
      Replicate_Do_DB:  
      Replicate_Ignore_DB:  
      Replicate_Do_Table:  
      Replicate_Ignore_Table:  
      Replicate_Wild_Do_Table:  
      Replicate_Wild_Ignore_Table:  
      Last_Errno: 0  
      Last_Error:  
      Skip_Counter: 0  
      Exec_Master_Log_Pos: 2826  
      Relay_Log_Space: 854  
      Until_Condition: None  
      Until_Log_File:  
      Until_Log_Pos: 0  
      Master_SSL_Allowed: No  
      Master_SSL_CA_File:  
      Master_SSL_CA_Path:  
      Master_SSL_Cert:  
      Master_SSL_Cipher:  
      Master_SSL_Key:  
      Seconds_Behind_Master: 0  
      Master_SSL_Verify_Server_Cert: No  
      Last_IO_Errno: 0  
      Last_IO_Error:  
      Last_SQL_Errno: 0  
      Last_SQL_Error:  
      Replicate_Ignore_Server_Ids:  
      Master_Server_Id: 1  
      Master_UUID: da4a545c-a8fd-11eb-97a2-005056b76616  
      Master_Info_File: mysql.slave_master_info  
      SQL_Delay: 0  
      SQL_Remaining_Delay: NULL  
      Slave_SQL_Running_State: Slave has read all relay log; waiting for more updates  
      Master_Retry_Count: 86400  
      Master_Bind:  
      Last_IO_Error_Timestamp:  
      Last_SQL_Error_Timestamp:  
      Master_SSL_Crl:  
      Master_SSL_Crlpath:  
      Retrieved_Gtid_Set:  
      Executed_Gtid_Set:  
      Auto_Position: 0  
      Replicate_Rewrite_DB:  
      Channel_Name:  
      Master_TLS_Version:  
      Master_public_key_path:  
      Get_master_public_key: 0  
      Network_Namespace:  
1 row in set (0.06 sec)  
  
mysql>
```

Рисунок 2

```
mvkiselev@hla:~/mysocnet
| binlog.000013 |      2826 |
|
+-----+-----+-----+-----+
-+
1 row in set (0.05 sec)

mysql> SELECT @@VERSION;
+-----+
| @@VERSION |
+-----+
| 8.0.21    |
+-----+
1 row in set (0.04 sec)

mysql> SHOW MASTER STATUS\G
***** 1. row *****
      File: binlog.000013
      Position: 2826
      Binlog_Do_DB:
      Binlog_Ignore_DB:
      Executed_Gtid_Set:
1 row in set (0.00 sec)

mysql>
```

Рисунок 3

```
mvkiselev@bxc:~
      Replicate_Rewrite_DB:
      Channel_Name:
      Master_TLS_Version:
      Master_public_key_path:
      Get_master_public_key: 0
      Network Namespace:
1 row in set (0.00 sec)

mysql> SHOW STATUS LIKE 'Rpl_semi_sync%';
+-----+-----+
| Variable_name | Value |
+-----+-----+
| Rpl_semi_sync_slave_status | ON    |
+-----+-----+
1 row in set (0.22 sec)

mysql> SHOW GLOBAL VARIABLES LIKE 'binlog_format';
+-----+-----+
| Variable_name | Value |
+-----+-----+
| binlog_format | ROW   |
+-----+-----+
1 row in set (0.12 sec)

mysql>
```

Рисунок 4

```
mvkiselev@bxu:~  
mysql> STOP SLAVE IO_THREAD;  
Query OK, 0 rows affected (0.06 sec)  
  
mysql> START SLAVE IO_THREAD;  
Query OK, 0 rows affected (0.03 sec)  
  
mysql> SHOW STATUS LIKE 'Rpl_semi_sync%';  
+-----+-----+  
| Variable_name | Value |  
+-----+-----+  
| Rpl_semi_sync_slave_status | ON |  
+-----+-----+  
1 row in set (0.21 sec)  
  
mysql> SHOW GLOBAL VARIABLES LIKE 'binlog_format';  
+-----+-----+  
| Variable_name | Value |  
+-----+-----+  
| binlog_format | ROW |  
+-----+-----+  
1 row in set (0.00 sec)  
  
mysql>
```

Рисунок 5

```
mvkiselev@hla:~/mysocnet  
mysql> SET GLOBAL rpl_semi_sync_master_enabled = 1;  
Query OK, 0 rows affected (0.21 sec)  
  
mysql> SHOW STATUS LIKE 'Rpl_semi_sync%';  
+-----+-----+  
| Variable_name | Value |  
+-----+-----+  
| Rpl_semi_sync_master_clients | 2 |  
| Rpl_semi_sync_master_net_avg_wait_time | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_net_wait_time | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_net_waits | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_no_times | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_no_tx | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_status | ON |  
| Rpl_semi_sync_master_timefunc_failures | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_tx_avg_wait_time | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_tx_wait_time | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_tx_waits | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_wait_pos_backtraverse | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_wait_sessions | 0 |  
| Rpl_semi_sync_master_yes_tx | 0 |  
+-----+-----+  
14 rows in set (0.27 sec)  
  
mysql> SHOW GLOBAL VARIABLES LIKE 'binlog_format';  
+-----+-----+  
| Variable_name | Value |  
+-----+-----+  
| binlog_format | ROW |  
+-----+-----+  
1 row in set (0.00 sec)  
  
mysql>
```

Рисунок 6

```
mvkiselev@hla:~/mysocnet
, ultricies eu, nibh. |
| 200012822 | 24658384 | 124123 | 2021-08-17 00:00:00 | REPLICATION TEST
| 200012823 | 24658384 | 124123 | 2021-08-17 00:00:00 | REPLICATION TEST
| 200012824 | 24658384 | 124123 | 2021-08-17 00:00:00 | REPLICATION TEST
| 200012825 | 24658384 | 124123 | 2021-08-17 00:00:00 | REPLICATION TEST
| 200012826 | 24658384 | 124123 | 2021-08-18 00:00:00 | REPLICATION TEST_2
| 200012827 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 19:00:30 | GTID_Replication
+-----+-----+-----+-----+
13 rows in set (0.00 sec)

mysql> SHOW MASTER STATUS\G
***** 1. row *****
      File: binlog.000016
      Position: 484
      Binlog_Do_DB:
      Binlog_Ignore_DB:
      Executed_Gtid_Set: da4a545c-a8fd-11eb-97a2-005056b76616:1
1 row in set (0.00 sec)

mysql>
```

Рисунок 7

```
mvkiselev@bxo:~
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 5 | event_scheduler | localhost | NULL | Daemon | 1072137 | Waiting on empty queue | NULL |
| 19 | system user | | NULL | Query | 778 | Slave has read all relay log; waiting for more updates | NULL |
| 1266 | mvkiselev | localhost | TEST | Query | 0 | starting | SHOW PROCESSLIST |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.00 sec)

mysql> STOP SLAVE;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> RESET MASTER;
Query OK, 0 rows affected (2.21 sec)

mysql> INSERT INTO Comments (MessageID, AuthorID, Comments ) VALUES (24658384, 124123, 'MASTER AFTER FAILOVER');
Query OK, 1 row affected (0.12 sec)

mysql>

mvkiselev@bxo:~
200013108 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_240
200013109 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_241
200013110 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_242
200013111 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_243
200013112 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_244
200013113 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_245
200013114 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_246
200013115 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_247
200013116 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_248
200013117 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_249
200013118 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_250
200013119 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:20:03 | GTID Transactions Payload_251
200013120 | 24658384 | 124123 | 2021-08-28 20:42:04 | MASTER AFTER FAILOVER
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
106 rows in set (0.00 sec)

mysql>
```

Рисунок 8