CS213 project3 报告

12313202 曾子华

github仓库地址：[sgweo8ys/CS213project3]

数据库的评估标准

用于评估数据库的标准有很多，如性能，可拓展性，安全性，易用性和用户社区等。

其中最重要的是数据库的性能，本次 project 重点比较了两种数据库的性能差异。

首先使用对数据库命令进行记时统计的方法，得到两种数据库在运行数据库命令时的速度比值。

之后使用 benchmarksql 对两个数据库进行 TPC-C 压力测试，测试两种数据库在处理复杂事务时的效率差距。

openGauss 与 PostgreSQL 的比较

环境准备

使用华为云服务器完成本次 project，型号与下发文档一致。

安装 opengauss

按照下发文档的过程，安装 OpenGauss 5.0.1 版本至服务器目录 `/opt/sofware/openGauss`

安装 postgresql

1. 安装依赖包

```
yum install -y perl-ExtUtils-Embed readline-devel zlib-devel pam-devel
libxml2-devel libxslt-devel openldap-devel python-devel gcc-c++ openssl-devel
cmake
```

2. 类似安装 OpenGauss 的过程，在 `/opt/software` 目录下新建目录 `pgsql` ，并从官网下载压缩包并解压

```
wget https://ftp.postgresql.org/pub/source/v12.4/postgresql-12.4.tar.gz
tar -xvf postgresql-12.4.tar.gz
```

3. 进入解压后的文件夹，编译源码，安装

```
cd postgresql-12.4
./configure --prefix=/opt/software/pgsql/postgresql
make && make install
```

4. 创建 postgres 用户操作 postgresql

```
groupadd postgres
useradd -g postgres postgres
mkdir /opt/software/pgsql/postgresql/data
chown postgres:postgres /opt/software/pgsql/postgresql/data
```

5. 将 postgresql 放入环境变量

```
vim .bash_profile
```

加入

```
export PGHOME=/opt/software/pgsql/postgresql
export PGDATA=/opt/software/pgsql/postgresql/data
PATH=$PATH:$HOME/bin:$PGHOME/bin
```

```
source .bash_profile
```

少量数据下的性能比较

使用一张大小为 10^5 的表，对比 postgresql 和 opengauss 运行数据库增删改查命令的时间。

数据生成

在服务器上使用 C++ 程序随机生成一张大小为 10^5 的表，包含以下属性：

名称	类型
id	integer
name	string
value	int

并将其输出到 `/opt/test/tu1.csv` 中：

```
#include <cstdio>
#include <ctime>
#include <cstdlib>
int main()
{
    srand((int)time(0));
    freopen("tu1.csv", "w", stdout);
    puts("id,name,value");
    int n = 100000;
    for(int i = 1; i <= n; i++){
        char s[30];
        for(int j = 0; j < 20; j++) s[j] = rand() % 26 + 'a';
        printf("%d,", i);
        for(int j = 0; j < 20; j++) printf("%c",s[j]);
        printf(",%d\n",rand() % 300);
    }
    return 0;
}
```

性能比较

将数据分别导入 postgresql 和 opengauss 后，运行数据库命令。

```
create table test(id int, name varchar(30), value int);
copy test(id, name, value) from '/opt/test/tu1.csv' DELIMITER ',' CSV HEADER;
```

使用 `explain analyse` 命令统计在两种不同数据库下命令的运行时间，单位均为毫秒。

1. 查询命令/精确查询

   测试命令1：

   ```
   explain analyse select * from test where id = 1;
   ```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	7.69	7.387	7.389	7.489
opengauss	26.211	16.607	16.561	19.793

   速度比值：2.64

   测试命令2：

   ```
   explain analyse select * from test where id = 67364;
   ```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	7.374	7.436	7.377	7.396
opengauss	16.721	16.518	16.428	16.556

   速度比值：2.24

   测试命令3：

   ```
   explain analyse select * from test where name = 'okvqibkayswynkfbkprk';
   ```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	11.553	11.438	11.441	11.477
opengauss	20.663	20.75	20.566	20.660

   速度比值：1.80

2. 查询命令/其他查询

   测试命令1：

```
explain analyse select * from test where id > 46736 and id < 46759;
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	8.125	8.117	8.088	8.110
opengauss	19.166	19.213	19.427	19.269

速度比值：2.38

测试命令2：

```
explain analyse select * from test where name like '%abc%';
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	19.156	19.198	19.078	19.144
opengauss	27.486	27.457	27.603	27.515

速度比值：1.44

3. 更新命令

```
begin;
explain analyse update test set name = 'hello' where id = 4762;
rollback;
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	7.392	7.387	7.358	7.379
opengauss	17.597	16.46	16.581	16.879

速度比值：2.29

4. 单行插入命令

```
begin;
explain analyse insert into test values(100001, 'hello world', 176);
rollback;
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	0.057	0.057	0.054	0.056
opengauss	0.126	0.116	0.133	0.125

速度比值：2.23

5. 删除命令

```
begin;
explain analyse delete from test where value < 100;
rollback;
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	38.735	33.464	34.043	35.414
opengauss	77.596	78.14	84.287	80.008

速度比值：2.26

结论：少量数据下的各种命令，postgresql 均明显快于 opengauss，二者的速度比值在 1.44 到 2.64之间。

大量数据下的性能比较

使用一张大小为 10^7 的表，对比 postgresql 和 opengauss 运行数据库增删改查命令的时间。

使用三张大小为 10^5 的表，使用 `join` 合并得到一张大小约为 3×10^6 的表，对比 postgresql 和 opengauss 运行数据库查询命令的时间。

数据生成

使用与少量数据类似的方法，生成列一样但行数为 10^7 的表，使用类似的方法导入到两个数据库的表 test 中。

用 C++ 程序生成用于测试 `join` 的数据，并将其输出到 csv 文件中，下面展示第一个数据的生成代码：

```
// joindata1.cpp
#include <cstdio>
#include <ctime>
#include <cstdlib>
int main()
{
    srand((int)time(0));
    freopen("jointest1.csv", "w", stdout);
    int n = 100000;
    puts("id1,name,grp");
    for(int i = 1; i <= n; i++){
        char s[30];
        for(int j = 0; j < 20; j++) s[j] = rand() % 26 + 'a';
        printf("%d,", i);
        for(int j = 0; j < 20; j++) printf("%c",s[j]);
        printf(",%d\n", i / 3);
    }
    return 0;
}
```

这样生成的表具有 id, name, grp 三个属性，其中 grp 每相邻三行相同，以保证 `join` 得到的表不会太大。

性能比较

同样的，将数据分别导入 postgresql 和 opengauss 后，运行数据库命令。

```
delete from test;
copy test(id, name, value) from '/opt/test/tu1.csv' DELIMITER ',' CSV HEADER;
```

使用 `explain analyse` 命令统计在两种不同数据库下命令的运行时间，单位均为毫秒。

1. 精确查询命令

```
explain analyse select * from test where id = 3987654;
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	424.025	427.914	424.186	425.375
opengauss	2088.824	2085.112	2082.3	2085.412

速度比值：4.90

2. 更新命令

```
begin;
explain analyse update test set name = 'hello' where value = 101;
rollback;
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	424.025	427.914	424.186	425.375
opengauss	2088.824	2085.112	2082.3	2085.412

速度比值：15.35

3. 删除命令

```
begin;
explain analyse delete from test where value < 15;
rollback;
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	7277.684	3678.181	4053.929	5003.265
opengauss	41663.23	41112.84	42309.1	41695.06

速度比值：8.33

4. 单条多行插入命令

使用 C++ 程序生成一条进行 1000 行插入的命令：

```
#include <cstdio>
int main()
{
    freopen("insertsql.out", "w", stdout);
    int n = 1000;
    printf("begin;\n"
           "explain analyse insert into test values\n");
    for(int i = 1; i <= n; i++){
        printf("(%d,'cstowonethree',%d)", i, i % 300);
        if(i < n) printf(",\n");
        else printf(";\n");
    }
    printf("rollback;\n");
}
```

比较二者的运行时间：

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	3.291	2.632	2.565	2.829
opengauss	2.786	2.873	2.87	2.843

速度比值：1.00

5. 循环插入命令

由于循环无法使用 `explain analyse` 命令，故使用 `\timing` 进行记时。

```
begin;
\timing on
do $$
    begin
        for i in 1..100000 loop
            insert into test values(i, 'hello', i % 300);
            end loop;
    end;
$$;
\timing off
rollback;
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	396.13	396.301	396.309	396.2467
opengauss	2782.759	2846.032	2730.429	2786.407

速度比值：7.03

6. 带索引的精确查询：

```
create index ind1 on test(id);
```

```
explain analyse select * from test where id = 3987655;
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	0.09	0.092	0.104	0.095
opengauss	0.074	0.071	0.071	0.072

速度比值：0.76

7. join 查询：

```
create table jointable1(id1 int, name varchar(30), grp int);
copy jointable1(id1, name, grp) from '/opt/test/jointest1.csv' DELIMITER ','
CSV HEADER;

create table jointable2(id2 int, name varchar(30), grp int);
copy jointable2(id2, name, grp) from '/opt/test/jointest2.csv' DELIMITER ','
CSV HEADER;

create table jointable3(id3 int, name varchar(30), grp int);
copy jointable3(id3, name, grp) from '/opt/test/jointest3.csv' DELIMITER ','
CSV HEADER;
```

```
explain analyse select * from jointable1
    join jointable2 on jointable2.grp = jointable1.grp
    join jointable3 on jointable3.grp = jointable2.grp
where id1 + id2 + id3 = 8297;
```

数据库/运行次数编号	1	2	3	平均用时
postgresql	341.229	342.213	339.905	341.1157
opengauss	540.417	503.93	501.569	515.3053

速度比值：1.51

结论：大量数据下的情况较为复杂，整体表现为大部分命令 postgresql 远远快于 opengauss，少部分命令二者相差不大或者 opengauss 略快于 postgresql。

大量数据下的精确查询，修改和删除命令，以及使用循环完成的大量插入命令，postgresql 远远快于 opengauss， 二者的速度比值在 4.9 到 15.35 之间。

多表 join 后查询的命令，postgresql 略快于 opengauss，单条多行插入命令下二者速度相差无几。速度比值在 1 到 1.44 之间

建立索引后的精确查询命令，opengauss 略快于 potgresql，二者的速度比值为 0.76。

使用 Benchmarksql 进行 TPC-C 测试

使用 benchmarksql 分别对 opengauss 和 postgresql 进行测试。

参数设置

使用的 benchmarksql 版本为 5.0.1。

在安装后的 run 文件下配置测试 postgresql 的 props.pg 文件。

设置仓库数 warehouse 为 10，其中每个仓库的大小大约为 76823.04KB。

设置终端数量 terimnals 为 50，这也是并发客户数量，可以测试数据库在高并发情况下的表现。

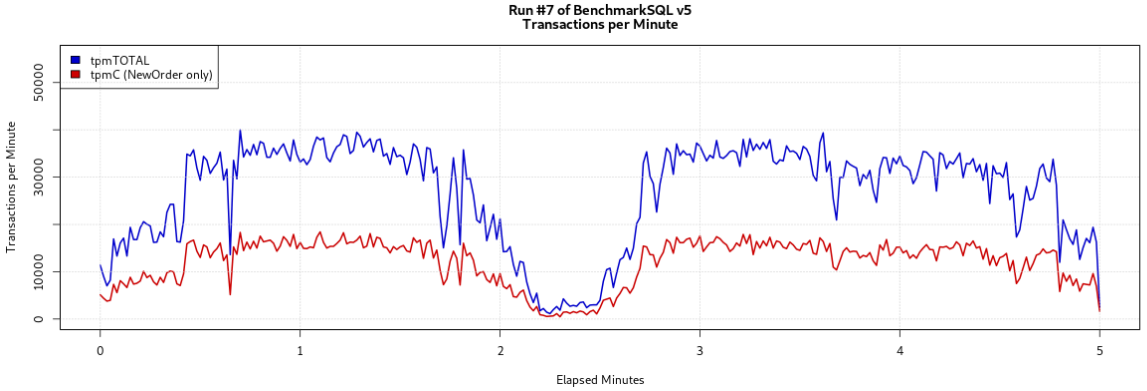
设置运行时间 runMins 为 5，测试 5 分钟，统计两种数据库处理的事务数量和处理速度。

测试结果

运行测试，测试完成之后生成报告。

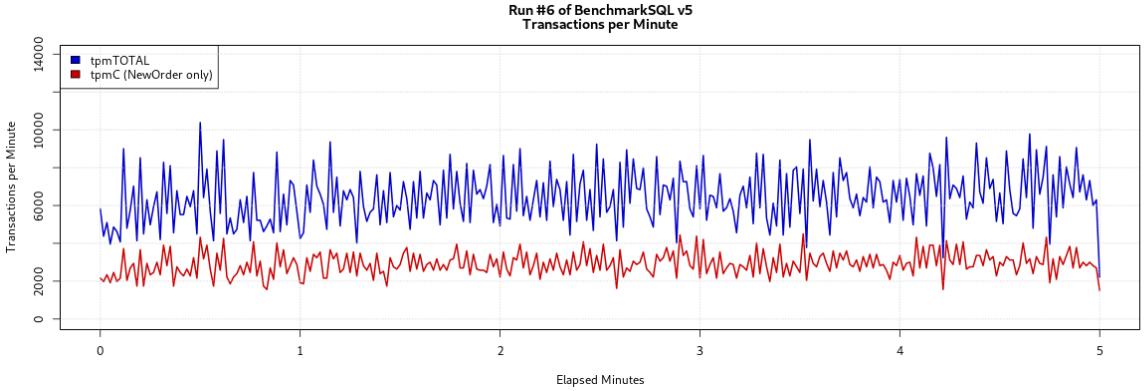
postgresql 测试结果：

Overall tpmC:	**12105.80**
Overall tpmTotal:	**26877.20**



opengauss 测试结果：

Overall tpmC:	**2922.00**
Overall tpmTotal:	**6457.00**



结论：在 TPC-C 测试中，postgresql 的速度显著快于 opengauss，二者的 TPC-C 比值为 4.14。

从图上可以看出，opengauss 处理速度较 postgresql 更加稳定。

总结

经过比较，可以得出结论：

1. 少量数据下，postgresql 的各种命令运行速度显著快于 opengauss。
2. 大量数据下，绝大部分命令 postgresql 运行速度远远快于 opengauss。但是在建立索引之后的查询下 opengauss 略快于 postgresql 。
3. 在 TPC-C 测试中，postgresql 在高并发操作下处理事务效率远快于 opengauss，但是 opengauss 处理效率更加稳定。

总的来说，postgresql 相较 opengauss 在性能上仍有较大优势，opengauss 在 TPC-C 测试中表现更加稳定。