به نام خدا

دستور کار آزمایشگاه پایگاه داده

جلسه ششم

تراکنش ها ، اتصال پایتون به پایگاه داده

استاد درس

دکتر شهریاری

تابستان ۹۹

مقدمه

در این جلسه مفهوم تراکنش ها در پایگاه داده، ویژگی های تراکنش‌ها، انواع قفل گذاری روی تراکنش‌ها و تاثیر آن‌ها بر نحوه‌ی اجرای تراکنش ها و همچنین مفاهیم مربوط به بن‌بست و سطوح انزوای تراکنش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد . و پس از آن توضیحات کلی در رابطه با نحوه اتصال پایتون به پایگاه داده داده می‌شود.

تعریف تراکنش

تراکنش یک واحد کاری پایگاه داده، متشکل از مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است که یا به طور کامل انجام می‌شود و یا اصلا انجام نمی‌شود و به همین دلیل به آن یک واحد کاری می‌گویند. تراکنش‌ها دارای ۴ ویژگی هستند که به ویژگی‌های ACID[1] معروف هستند.

یکپارچگی (Atomicity)

این خاصیت تضمین می‌کند که یا تمامی عملیات مربوط به تراکنش با موفقیت انجام می‌شود و یا در صورت وجود هرگونه مشکل در اجرای قسمتی از تراکنش، تمامی تراکنش دچار شکست می‌شود کلیه‌ی تغییرات انجام شده لغو شده و پایگاه داده به حالت قبل از اجرای تراکنش باز می‌گردد .برای مثال تراکنشی را در نظر بگیرید که در آن مقداری پول از حساب A کم شده و به حساب B اضافه می شود.در این صورت تراکنش یا به طور کامل انجام می شود ویا این که به کلی لغو می شود.(این امکان وجود ندارد که پول از حساب A کم شده و به حساب B اضافه نشود)!

سازگاری (Consistency)

این خاصیت تضمین می‌کند که هر تراکنش، خواه موفق خواه ناموفق، پایگاه داده را در یک وضعیت سازگار قرار می‌دهد یعنی جامعیت داده‌ها حفظ می‌شود و پایگاه داده همواره سازگار با قیودی است که برای آن تعریف شده.

به عنوان مثال در بعضی از جداول مقادیر قابل استفاده برای یک خانه از جدول با استفاده از قید check تعریف شده اند.در این صورت برای تغییر این خانه از جدول باید مطابق با قیودی که از قبل تعریف شده است عمل کنیم.

انزوا (Isolation)

هر تراکنش باید کاملا مستقل و مجزا از سایر تراکنش‌ها عمل کند و مستقل از اینکه سایر تراکنش‌ها چه کارهایی انجام می‌دهند، کار خود را انجام دهد. به بیان دیگر نتیجه‌ی اجرای چند تراکنش بصورت همزمان باید با نتیجه‌ی اجرای پشت سر هم همان تراکنش‌ها برابر باشد .به عنوان مثال حالتی را در نظر بگیرید که حساب A دارای مقدار ۵۰۰ دلار موجودی می باشد.فرض کنید قرار است مقدار ۴۰۰ دلار از حساب A به حساب B منتقل شود و همچنین ۳۰۰ دلار هم از حساب A به حساب C منتقل شود.در این صورت اگر هر دو تراکنش با هم موجودی حساب A را ۵۰۰ دلار بخوانند شروع به عملیات انتقال کرده و در پایان برای پایگاه داده

---

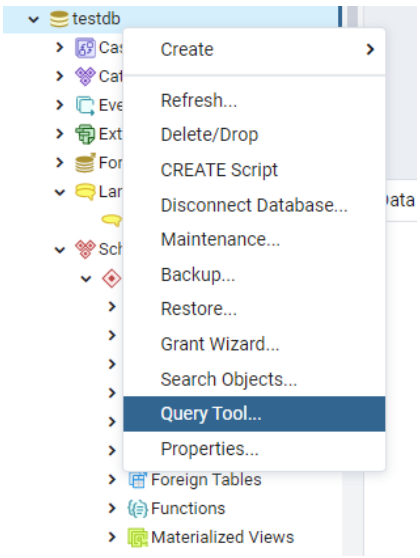
[1] Atomicity, consistency , Isolation,Dorability

مشکل پیش خواهد آمد. در صورتی که اگر به صورت متوالی این کار را انجام دهند عملیات انتقال برای تراکنش دوم به علت کمبود موجودی انجام نمی شود .پایگاه داده از بروز چنین مشکالتی جلوگیری می کند که در ادامه بیشتر با آن آشنا خواهید شد.

ماندگاری (Durability)

نتایج حاصل از اجرای موفق یک تراکنش، باید در سیستم باقی بماند حتی در صورت وقوع خطای سیستم. اغلب سیستم‌های مدیریت بانک اطلاعاتی رابطه ای، از طریق ثبت تمام فعالیت‌های تغییر دهنده‌ی داده‌ها در بانک اطلاعاتی، ماندگاری را تضمین می کنند. در صورت خرابی ، سیستم قادر است آخرین بهنگام سازی موفق را هنگام راه اندازی مجدد، بازیابی کند.

به عنوان مثال می‌خواهیم انتقال ۱۰۰۰ واحد پول را از حسابی به حساب دیگر با استفاده از تراکنش‌ها انجام دهیم. در واقع هدف این است که از ویژگی های گفته شده برای اطمینان از درست انجام شدن فعالیت ها استفاده کنیم. برای مشخص شدن نحوه کار تراکنش‌ها لازم است که دو نشست (session) بر روی پایگاه داده داشته باشیم. برای ایجاد یک نشست کافی است بر روی پایگاه داده کلیک راست کرده و گزینه Query Tool را انتخاب کنید.



فرض شود جدول accounts بصورت زیر وجود دارد.

Data Output | Explain | Messages | Notifications

	id [PK] integer	name character varying (100)	balance numeric (15,2)
1	1	Bob	10000.00
2	2	Alice	10000.00

BEGIN

در نشست اول با استفاده از کلید واژه BEGIN یا BEGIN TRANSACTION یا BEGIN WORK یک تراکنش راشروع می‌کنیم و پس از آن پرس و جویی می‌نویسیم که مقدار موجودی Bob را ۱۰۰۰ واحد کم کند.

```
Begin work;
UPDATE accounts
SET balance = balance - 1000
WHERE id = 1;
```

پس از آن می‌توان در همین نشست پرس و جویی را اجرا کرد که به موجب آن بتوانیم کل جدول accounts را بررسی کنیم. از آن جایی که این پرس و جو در ادامه تراکنش فعلی اجرا شده، می‌توان مشاهده کرد که تغییراتی که انجام داده ایم اعمال شده است.

Data Output | Explain | Messages | Notifications

	id [PK] integer	name character varying (100)	balance numeric (15,2)
1	2	Alice	10000.00
2	1	Bob	9000.00

حال بدون پایان دادن این تراکنش در این نشست، به سراغ نشست دیگر می‌رویم و با اجرای پرس و جوی قبلی تغییرات جدول را بررسی می‌کنیم.همانطور که مشخص است هیچ تغییری هنوز صورت نگرفته است.

Data Output | Explain | Messages | Notifications

	id [PK] integer	name character varying (100)	balance numeric (15,2)
1	1	Bob	10000.00
2	2	Alice	10000.00

COMMIT

درواقع تغییراتی که در تراکنش ایجاد شده است، هنوز ثبت نشده و کاربران دیگری که طبیعتا در نشست های دیگری در حال استفاده از پایگاه داده هستند، نمی‌توانند این تغییرات را مشاهده کنند. برای ثبت این تغییرات باید از کلید واژه COMMIT استفاده کرد. اما قبل از آن نیاز است که به حساب دیگر(Alice) مقدار ۱۰۰۰ واحد اضافه شود. برای این کار نیز پرس و جوی لازم را در تراکنش فعلی اجرا می‌کنیم پس از آن هنوز نشست‌های دیگر تغییرات را مشاهده نمی‌کنند. برای این کار همانطور که گفته شد از COMMIT استفاده می‌کنیم تا تغییرات ثبت شود. پرس‌وجوی زیر یک تراکنش کامل از این انتقال پول است.

```
-- start a transaction
BEGIN;

-- deduct 1000 from account 1
UPDATE accounts
SET balance = balance - 1000
WHERE id = 1;

```

```
-- add 1000 to account 2
UPDATE accounts
SET balance = balance + 1000
WHERE id = 2;

-- select the data from accounts
SELECT id, name, balance
FROM accounts;

-- commit the transaction
COMMIT;
```

درواقع پس از اجرای COMMIT پایگاه داده تضمین می‌کند که تغییرات در پایگاه‌ذخیره می‌شود. این تضمین بیان کننده خاصیت ماندگاری است.

ROLLBACK

حال فرض شود که هنگام اجرای پرس و جو ها در تراکنش خطایی رخ دهد. به عنوان مثال بجای Alice برای فرد دیگری پول واریز شود. برای برگشت به حالت قبلی می‌توان از دستور ROLLBACK استفاده کرد. به کمک این دستور میتوان در هنگام وقوع خطایی در اجرای تراکنش، به حالت قبل از اجرای تراکنش بازگشت در واقع این دستور باعث میشود کلیه‌ی کارهای انجام شده توسط تراکنش از دستور TRANSACTION BEGIN فراموش شود (مگر اینکه در بدنه‌ی تراکنش POINT SAVE تعریف شده باشد که بعدتر به آن خواهیم پرداخت) تراکنش زیر نمونه‌از استفاده از این دستور می‌باشد.

```
-- begin the transaction
BEGIN;

-- deduct the amount from the account 1
UPDATE accounts
SET balance = balance - 1500
WHERE id = 1;

-- add the amount from the account 3 (instead of 2)
UPDATE accounts
SET balance = balance + 1500
WHERE id = 3;

-- roll back the transaction
ROLLBACK;
```

SAVEPOINT

با استفاده از این دستورات میتوان نقاط بازگشتی را تعریف کرد که با استفاده از دستور ROLLBACK به‌جای بازگشت به ابتدای تراکنش، به این نقاط برگشت. ساختار این دستور بصورت زیر است.

```
SAVEPOINT savepoint_name
```

و برای بازگشت به هر نقطه بازگشتی با استفاده از ROLLBACK بصورت زیر می‌توان عمل کرد.

```
ROLLBACK [ WORK | TRANSACTION ] TO [ SAVEPOINT ] savepoint_name
```

نکته حائز اهمیت آن است که پس از اجرای دستورROLLBACK همه نقاط بازگشتی که بعد از نقطه ای که قرار است به آن بازگشت کند حذف می‌شد و باید دوباره آن نقاط را ایجاد کرد.

قفل گذاری و همزمانی

همزمانی یکی از مسائل مهم در بحث پایگاه داده‌ها است و بیانگر این مفهوم است که دو یا چند کاربر (یا تراکنش) میخواهند با یک موجودیت تعامل کنند. البته ماهیت تعامل‌ها میتواند متفاوت باشد (insert read, delete, update,)و انتخاب نوع قفل گذاری و برقراری همزمانی هم به ماهیت تعامل کاربران (یا تراکنش‌ها) بستگی دارد. قفل گذاری هم از مسائل مهم در بحث پایگاه دادههای رابطه‌ای است و با جلوگیری از وقوع عملیات همزمان روی داده، موجب تضمین جامعیت داده‌ها می‌شود. قفل ها معمولا بصورت پویا و توسط manager lock(بخشی از موتورپایگاه داده) کنترل و مدیریت می‌شوند. بطور کلی به کمک قفل‌ها میتوان از بروز مشکالت زیر جلوگیری کرد:

Dirty Read

این مشکل زمانی به وقوع می‌پیوندد که یک تراکنش دادهای را بخواند که تراکنش دیگری که هنوز commit نشده، آن داده را تغییر داده باشد. در این صورت اگر تراکنشی که داده را تغییر داده در ادامه مجددا داده را تغییر دهد یا به جای آنکه commit شود، rollback شود، تراکنش اول داده را اشتباه میخواند.

Non-repeatable reads

این مشکل زمانی به وقوع می‌پیوندد که یک تراکنش دادهای را دو مرتبه بخواند و در بین این دو مرتبه یک تراکنش دیگر داده را تغییر دهد در این صورت خروجی تراکنشی که دو مرتبه یک داده را با دو مقدار متفاوت خوانده، نامعتبر خواهد بود.

Phantoms

Phantom به رکوردهایی گفته میشود که به طور غیرمنتظره ای در نتایج ظاهر می‌شوند و این غیرمنتظره بودن ناشی از آن است که مثلا برخلاف انتظار ما تحت تأثیر یک update یا delete قرار نگرفته‌اند. مثال حالتی را در نظر بگیرید که یک تراکنش همه ی رکورد های یک جدول را پاک(delete)کند و در همین حین تراکنش دیگری چند رکورد به آن اضافه کند . در این صورت انتظار ما حذف همه ی رکورد ها بوده در صورتی که هنوز چندین رکورد در جدول باقی مانده است.

با توجه به مشکلاتی که مطر شد می‌توان راه حل های مختلفی برای این مشکلات بیان کرد. یکی از راه حل ها استفاده از قفل‌ها می‌باشد. قفل‌ها را می‌توان برحسب نیاز روی منابع مختلف (پایگاه داده، جدول، سطر و ...) قرار داد وهمچنین میتوان از انواع قفل‌ها استفاده کرد که مهمترین آنها را در ادامه معرفی می‌شود.

قفل اشتراکی[1]

از این قفل‌ها هنگام انجام عملیات خواندن استفاده می‌کنیم تا حین انجام عملیات خواندن، داده‌ها تغییر نکنند. قفل‌های اشتراکی با یکدیگر سازگار هستند و بنابراین میتوان از چندین قفل اشتراکی بصورت همزمان استفاده کرد.

قفل انحصاری[2]

همانطور که از اسمشان مشخص است این قفل‌ها وقتی روی یک منبع قرار می‌گیرند، آن منبع را منحصرا در اختیار یک کاربر (تراکنش) قرار می‌دهند و با هیچ نوع قفل دیگری سازگاری ندارند و نمی‌توانند همزمان با قفل دیگری فعال شوند. با وجود این قفل‌ها هیچ دو کاربری نمی‌توانند همزمان عملیات update, delete یا هر عملیات دیگری را روی منبعی که این قفل را دارد انجام دهند.

قفل به روزرسانی[3]

میتوان عملیات بهروزرسانی را متشکل از دو مرحله دانست. مرحله اول، جستجو توسط عبارت where برای یافتن دادهای که باید به روز شود. و مرحله دوم، انجام عملیات به روزرسانی روی داده یافته شده در مرحله اول. میتوان گفت قفل‌های به روزرسانی در مرحله اول به روزرسانی از اشتراکی هستند و در مرحله دوم به روزرسانی به قفل انحصاری تبدیل میشوند. و این از بروز بن بست جلوگیری می کند.

بن بست[4]

بن بست زمانی رخ می دهد که دو تراکنش هرکدام یک منبع در اختیار دارند و آن را قفل کرده اند و هر یک منتظر دیگری هستند تا منبعی که در دست آن تراکنش است را بگیرند و قفل کنند بنابراین این دو تراکنش باید تا بی نهایت منتظر یکدیگر باشند و هیچ یک نمی توانند کار خود را به اتمام برسانند.

به طورمعمول در پایگاه داده تراکنش ها مدت تعریف شده‌ای برای آزاد شدن یک منبع و استفاده از آن منتظر می‌مانند مگر آنکه پایگاه داده تشخیص وقوع بن بست دهد. در این صورت بر اساس تخمینی از هزینه‌ی rollback کردن هر تراکنش، یکی از تراکنش ها را به عنوان قربانی انتخاب کرده و آن را rollback میکند تا تراکنش دیگر بتواند کار خود را ادامه دهد.

سطوح انزوا

در قسمت قبل توضیح داده شد که در نبود قفل ها چه اتفاقی رخ می‌دهد و همچنین قفل ها را به عنوان یک راه حل توانستیم در نظر بگیریم. با این حال در پایگاه داده هنگام اجرای یک تراکنش بر روی یک جدول، تراکنش دیگری نمی‌تواند به آن داده ها

---

[1] Shared lock
[2] Exclusive Lock
[3] Update lock
[4] Dead lock

دسترسی داشته باشد، لذا می‌توان گفت در شرایطی وقوع بن بست اجتناب پذیر است. اما با استفاده از سطوح انزوا می‌توان این موضوع را تا قسمتی کنترل کرد. برخی از سطوح دسترسی در اینجا بحث می‌شود.

Read Uncommitted

این سطح انزوا اجازهی خواندن رکوردهایی که توسط یک تراکنش Commit نشده، تغییر کردهاند را میدهد. بنابراین درگیری تراکنش‌ها را بسیار کم می‌کند اما ممکن است reads repeatable-non, phantoms, read dirty رخ دهند.

Read Committed

این سطح انزوا، سطح پیشفرض برای تمام تراکنش‌ها در پایگاه داده است و اجازه‌ی خواندن داده‌هایی که در تراکنش دیگری تغییر کرده‌اند را فقط به شرطی می‌دهد که آن تراکنش commit شده باشد. بنابراین read dirty رخ نخواهد داد اما ممکن است reads repeatable-non, phantoms رخ دهند.

Repeatable Read

این سطح انزوا تضمین می‌کند که هر رکوردی که در تراکنش خوانده شود، بعدا هم مجددا می‌تواند خوانده شود و اجازه‌ی تغییر یا حذف رکوردهای خوانده شده را نمی‌دهد. بنابراین قفل‌های اشتراکی را تا پایان تراکنش نگه میدارد.

Serializable

این سطح از انزوا که بیشترین درگیری را بین تراکنش ها بوجود می آورد اجازه‌ی تغییر دردادهای را که توسط یک تراکنش Commit نشده، خوانده شده است، نمیدهد تا زمانی که آن تراکنش خاتمه پذیرد و مثل آن است که تراکنش های وابسته به یک منبع مشترک کاملا پشت سرهم (و نه بصورت همزمان) اجرا می‌شوند.

برای اعمال هرکدام از سطوح انزوا بر روی یک تراکنش می‌توان از دستور زیر استفاده کرد.

```
1.  SET SESSION CHARACTERISTICS AS TRANSACTION ISOLATION LEVEL transaction_mode
```

اتصال به پایگاه داده از طریق Python

برای اتصال به پایگاه داده می توان از پکیج های مختلفی استفاده کرد. تعدادی از این پکیج ها در زیر لیست شده اند. در این قسمت از psycopg2 استفاده می‌شود.

- Psycopg2
- pg8000
- py-postgresql
- PyGreSQL
- ocpgdb
- bpgsql

برای مشاهده توضیحات کامل مستندات این پکیج می‌توان از لینک زیر استفاده کرد.

https://www.psycopg.org/

پس از نصب این پکیج می‌توان با استفاده از تابع connect به پایگاه داده مورد نظر متصل شد. برای اتصال نیاز است که آدرس پایگاه داده، نام پایگاه داده، نام کاربری و رمز ورود برای کاربر وجود داشته باشد.

```
conn = psycopg2.connect(
    host="localhost",
    database="databasename",
    user="username",
    password="pass")
```

در مرحله بعدی با استفاده از کانکشن ایجاد شده می‌توان یک cursor ساخت و با استفاده از آن پرس و جو هارا با استفاده از execute() اجرا کرد. هر کانکشن به منزله یک نشست می‌باشد. و پس از اجرای پرس و جو ها حتما باید کانکشن را commit() کرد تا تغییرات اعمال شود. همچنین می‌توان rollback انجام داد. برای دریافت اطلاعات،بطور مثال پرسو جوی select باید پس از اجرای پرس و جو از تابع fetchone() استفاده کرد. کد زیر نمونه استفاده از این پکیج می‌باشد.

```
import psycopg2

# Connect to an existing database
conn = psycopg2.connect("dbname=test user=postgres")

# Open a cursor to perform database operations
cur = conn.cursor()

# Execute a command: this creates a new table
cur.execute(
    "CREATE TABLE test (id serial PRIMARY KEY, num integer, data varchar);")

# Pass data to fill a query placeholders and let Psycopg perform
# the correct conversion (no more SQL injections!)
cur.execute("INSERT INTO test (num, data) VALUES (%s, %s)",
            ...      (100, "abc'def"))

# Query the database and obtain data as Python objects
cur.execute("SELECT * FROM test;")
cur.fetchone()
(1, 100, "abc'def")

# Make the changes to the database persistent
conn.commit()

# Close communication with the database
cur.close()
conn.close()
```

تمرین

۱. تراکنشی بنویسید که درون یک جدول دلخواه ۵ رکورد وارد کند. فرض شود رکوزد های زوج با خطا مواجه شده است لذا نباید اضافه شود. این کار را باید با استفاده از rollback و savepoint ها انجام دهید. خروجی در نهایت مطابق شکل زیر باید باشد.

۱

۳

۵

۲. با یک مثال نشان دهید که قفل انحصاری با قفل اشتراکی سازگاری ندارد.

۳. دو تراکنش بنویسید که منجر به بن بست شود.

۴. یک سناریو برای Nonrepetable read طراحی کنید.

۵. با استفاده از زبان برنامه نویسی پایتون، کدی بنویسید که به پایگاه داده متصل شود و پس از ساختن یک جدو اطلاعاتی در آن اضافه کند و همان اطلاعت را در نشست یا جلسه ای دیگر بخواند و نمایش دهد.