

データベースシステム

第12回

理工学部情報科学科

松澤 智史

本日の内容

- 障害回復
- ストレージエンジン

障害回復

- ログファイル
- トランザクション障害
- 媒体障害（ハードウェア障害）
- チェックポイント
- システム障害

ログファイル

- DBMSは障害回復の準備として
ログファイル(ジャーナルファイル)を記録する
- 基本的にはデータが格納されるディスクとは物理的に別のディスクに記録することが望ましい
- 更新前ログ, 更新後ログの2種類のログがある

	更新前ログ	更新後ログ
テーブルに行を追加	×	○
行を変更	○	○
行を削除	○	×

- 例: studentテーブルのname AliceをAlice2に変更した場合

日時	区分	id	name	dep_code	email
12/1 9:00:00	更新前	1	Alice	63	alice@is.jp
12/1 9:00:00	更新後	1	Alice2	63	alice@is.jp

ログファイル

- WAL(Write Ahead Log)
 - テーブルの更新よりも先にログファイルを記録する方式
 - ログを記録する前にディスク故障等が発生した場合, 障害回復が困難になるため, 多くのDBMSのログはWALで記録される
- ロールバック
 - 後進復帰ともいう
 - 障害が発生した時点から更新前ログを使用して指定した時点の状態に復帰する方法
- ロールフォワード
 - 前進復帰ともいう
 - 更新後ログを使用して, 指定した時点(多くの場合障害発生直前)に復旧する方法

トランザクション障害

- トランザクション処理中に何らかのエラーが発生した場合
 - 無限ループ
 - 通信途中での切断
 - 異常終了
- トランザクション障害発生時は、更新前ログを使用してロールバックで復旧する

媒体障害(ハードウェア障害)

- 磁気ディスクなどの記憶装置が動作しなくなる障害
- 多くの場合、データがすべて失われている
- 媒体障害が発生した場合
 - 故障した媒体を交換し、定期的を取得しておいたバックアップを新しい媒体にリストアする
 - 更新後ログを使用してロールフォワードして復旧する

チェックポイント

更新時間を短縮するためにデータベースへの更新は、主記憶装置の一部であるキャッシュに対して行われる

あるタイミングになるとキャッシュに書かれた更新結果をまとめてディスクに書き込む

このタイミングのことをチェックポイントと呼ぶ

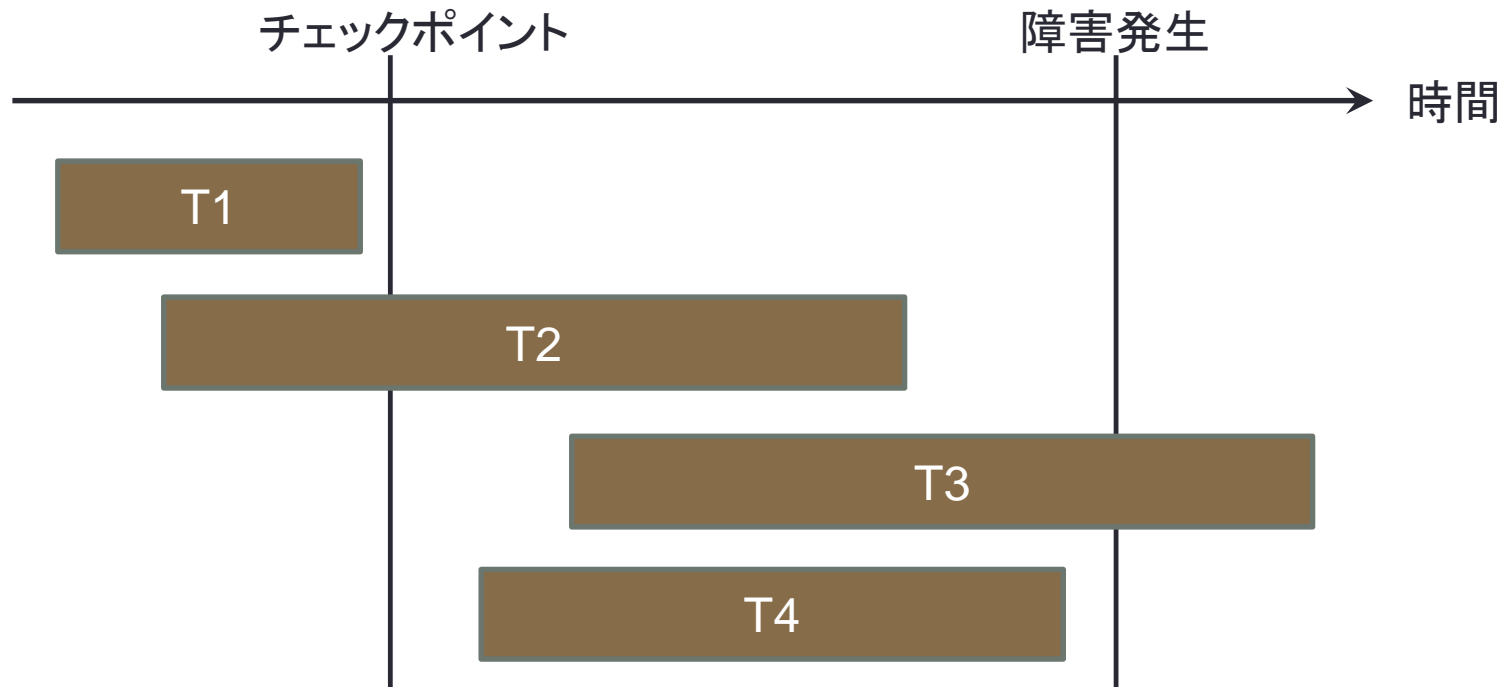
チェックポイントはトランザクション開始・終了のタイミングとは無関係である

システム障害

- 電源断, OS障害, DBMS障害等でDBMSが動作しない状態
- ディスクは壊れていないので, データベース領域は健在
- DBMSが停止するのでログの出力が停止
- キャッシュのデータは消失

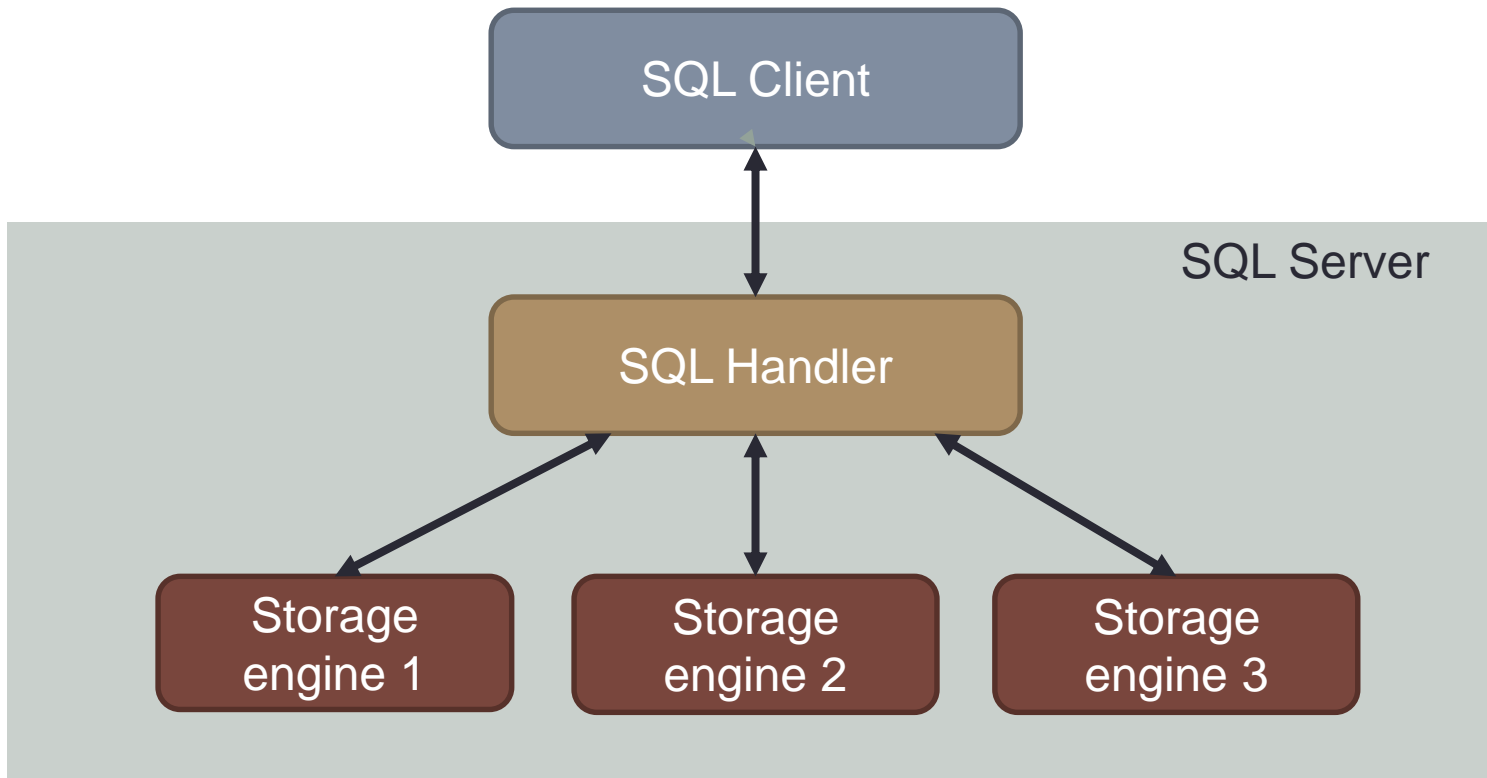
システム障害

- トランザクション1(T1): 復旧不要
- トランザクション2(T2): ロールフォワード
- トランザクション3(T3): ロールバック
- トランザクション4(T4): ロールフォワード



ストレージエンジン

- データの書き込みや読み出しを行う部分のプログラム



MySQLにおけるストレージエンジン

- MySQLはストレージエンジンを切り替え可能
- 他の多くのRDMSでは特定のエンジンを実装
- MySQLではテーブルごとに使用するストレージエンジンを設定可能
- 使用するアプリケーション特性に応じたパフォーマンスを得ることが可能

ストレージエンジンの役割

- データ保管
 - データを保管場所やデータレイアウト
- インデックス
 - 実装アルゴリズム (Btree, ハッシュなどの利用の有無)
- メモリ使用
 - キャッシュ, バッファリング
- トランザクション
 - ACID, 分離レベル
- 同時実行性
 - ロック, 排他制御

MySQLの代表的なストレージエンジン

- InnoDB
- MyISAM
- Memory
- Archive
- CSV
- Federated
- Blackhole

使用可能なストレージエンジン確認

- `mysql> show engines;`

```
mysql> show engines;
```

Engine	Support	Comment	Transactions	XA	Savepoints
MEMORY	YES	Hash based, stored in memory, useful for temporary tables	NO	NO	NO
MRG_MYISAM	YES	Collection of identical MyISAM tables	NO	NO	NO
CSV	YES	CSV storage engine	NO	NO	NO
FEDERATED	NO	Federated MySQL storage engine	NULL	NULL	NO
PERFORMANCE_SCHEMA	YES	Performance Schema	NO	NO	NO
MyISAM	YES	MyISAM storage engine	NO	NO	NO
InnoDB	DEFAULT	Supports transactions, row-level locking, and foreign keys	YES	YES	YES
BLACKHOLE	YES	/dev/null storage engine (anything you write to it disappears)	NO	NO	NO
ARCHIVE	YES	Archive storage engine	NO	NO	NO

```
9 rows in set (0.02 sec)
```

```
mysql>
```

現在使用しているストレージエンジン確認

- mysql> show table status;

```
mysql> show table status;
```

Name	Engine	Version	Row_format	Rows
dep	InnoDB	10	Dynamic	
friend	InnoDB	10	Dynamic	
student	InnoDB	10	Dynamic	
test	InnoDB	10	Dynamic	
user	InnoDB	10	Dynamic	9
view_test	NULL	NULL	NULL	

```
6 rows in set (0.01 sec)
```

```
mysql>
```


InnoDB(イノーディービー)

- MySQL5.5からデフォルトのストレージエンジン
- 信頼性・速度のバランスが良い
- 主キーに基づくクエリが最適化されるよう
ディスク上にデータ配置される
- ACIDモデルに厳密に準拠
- 外部キー制約をサポートしている
- 別のストレージエンジン上のテーブルを呼び出す操作を
一つのクエリ内に混在可能

Memory

- テーブルデータをメモリ上に持つ
- 基本的に高速

Selectの実行(10000000件)

ストレージエンジン	実行速度(sec)
InnoDB	62.31
MEMORY	2.33

Insertの実行(10000000件)

ストレージエンジン	実行速度(sec)
InnoDB	146.24
MEMORY	7.10

- クラッシュに弱い

MyISAM(マイアイサム)

- シンプルで軽量なストレージエンジン
- MySQL5.1以前ではデフォルトのストレージエンジン
- **トランザクションに未対応**
- データ変更中にサーバ停止などによるデータ破損への復旧は未対応
- 更新の場合はテーブルごとロック(InnoDBは行ごと)するため、同時実行性は落ちる
- テーブルごとファイルに格納するため、他のMySQLサーバへのコピーが容易(**可搬性が高い**)
- 参照(joinやインデックス無し)の場合は、InnoDBを数十倍上回る速度を出すこともある

Blackhole

- SQL文を受け付けるが、書き込まないストレージエンジン
- INSERT, SELECTを実行してもEMPTYが返される
- SQLサーバをMaster-Slaveの複数台構成で利用する例が一般的
- 試運転等にも利用可

Archive

- INSERTクエリとSELECTクエリのみサポート
- UPDATEクエリやDELETEクエリはサポート外
- ORDER BY もサポート外
- データは圧縮されてディスクに保存される

CSV

- CSVファイルをテーブルとして扱うことができる
 - ディスク上にcsvファイルができあがる
- インデックスをサポートしていない
- Primary Key制約等をサポートしていない
- メリット
 - SQLに馴染みのなくてもExcelなどを使用してデータを編集/確認できる
 - サーバの実行中にデータベースの間でファイルのコピーができる

ストレージエンジンの指定方法

- 作成時

```
mysql> CREATE TABLE test (  
    id INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,  
    name VARCHAR(10),  
    ▪  
    ▪  
) ENGINE=InnoDB
```

ストレージエンジンの指定方法

- エンジン変更

```
mysql> ALTER TABLE test ENGINE InnoDB;
```

```
mysql> alter table student engine myisam;  
Query OK, 4 rows affected (0.13 sec)  
Records: 4 Duplicates: 0 Warnings: 0
```

```
mysql> show table status ;
```

Name	Engine	Version	Row_format
dep	InnoDB	10	Dynamic
friend	InnoDB	10	Dynamic
student	MyISAM	10	Dynamic
test	InnoDB	10	Dynamic
user	InnoDB	10	Dynamic
view_test	NULL	NULL	NULL

```
6 rows in set (0.02 sec)
```


ストレージエンジンの指定方法

- 変更時の注意
 - エンジンの変更はテーブルの作り直し(コピーする)を行う
※大きなテーブルの場合は注意が必要
 - 外部キーを使用しているテーブルはInnoDBから変更不可

```
mysql> use world;
Database changed
mysql> show table status;
```

Name	Engine	Version	Row_format	Rows	Avg_row_length	Data_length	Max_data_length	Index_length
city	InnoDB	10	Dynamic	4188	97	409600	0	1280
country	InnoDB	10	Dynamic	239	411	98304	0	1280
countrylanguage	InnoDB	10	Dynamic	984	99	98304	0	1280

```
3 rows in set (0.00 sec)

mysql> alter table city engine myisam;
ERROR 3776 (HY000): Cannot change table's storage engine because the table participates in a foreign key constraint.
mysql>
```

まとめ

- 障害回復
 - ロールバック
 - ロールフォワード
- ストレージエンジン
 - InnoDBは信頼性・速度のバランスが良く, 最もよく使用されている
 - MySQLではストレージエンジンの切り替えが可能

質問あればどうぞ