

TODO: glossar

DataBase System (DBS)

Besteht aus DBMS und Datenbasen

DataBase Management System (DBMS)

Redundanzfreiheit, Datenintegrität, Kapselung, TODO:

2 weitere

ANSI Modell

Logische Ebene: Logische Struktur der Daten

Interne Ebene: Speicherstrukturen, Definition durch internes Schema (Beziehungen, Tabellen etc.)

Externe Ebene: Sicht einer Benutzerklasse auf Teilmenge der DB, Definition durch externes Schema

Mapping: Zwischen den Ebenen ist eine mehr oder weniger komplexe Abbildung notwendig

Relationales Modell

PK sind unterstrichen, FK sind *kursiv*

tabellenname (
id SERIAL PRIMARY KEY,
grade DECIMAL(2,1) NOT NULL,
fk INT FOREIGN KEY REFERENCES t2,
u VARCHAR(9) DEFAULT CURRENT_USER,
);

Unified Modeling Language (UML)

- Assoziation ◆ Komposition
- ◇ Aggregation ▷ Vererbung

Complete: Alle Subklassen sind definiert

Incomplete: Zusätzliche Subklassen sind erlaubt

Disjoint: Ist Instanz von genau einer Unterklasse

Overlapping: Kann Instanz von mehreren überlappen-den Unterklassen sein

Normalisierung

1NF: Atomare Attributwerte

2NF: Nichtschlüsselattr. voll vom Schlüssel abhängig

3NF: Keine transitiven Abhängigkeiten

BCNF: Nur abhängigkeiten vom Schlüssel

(Voll-)funktionale Abhängigkeit: B hängt von A ab, zu jedem Wert von A gibt es genau einen Wert von B ($A \rightarrow B$)

Transitive Abhängigkeit: B hängt vom Attribut A ab, C hängt von B ab ($A \rightarrow B \wedge B \rightarrow C \Rightarrow A \rightarrow C$)

Denormalisierung: In geringere NF zurückführen (Verbessert Performance und reduziert Joins-Komplexität)

Anomalien

Einfügeanomalie, Löschanomalie, Änderungsanomalie

Data Definition Language (DDL)

```
CREATE SCHEMA s;  
CREATE TABLE t (id SERIAL PRIMARY KEY,  
name TEXT UNIQUE,  
grade DECIMAL(2,1) NOT NULL,  
fk INT FOREIGN KEY REFERENCES t2.id ON DELETE CASCADE,  
u VARCHAR(9) DEFAULT CURRENT_USER,  
CHECK (grade between 1 and 6));  
ALTER TABLE t2 ADD CONSTRAINT c PRIMARY KEY (a, b);  
TRUNCATE/DROP TABLE t;
```

Vererbung

Tabelle pro Sub- und Superklasse:

```
-- TODO: check if correct  
CREATE TABLE sup (id SERIAL PRIMARY KEY, -- 3.a  
name TEXT UNIQUE);  
CREATE TABLE sub1 (id SERIAL PRIMARY KEY, age INT);  
CREATE TABLE sub2 (id SERIAL PRIMARY KEY);  
ALTER TABLE sub1 ADD CONSTRAINT id FOREIGN KEY  
REFERENCES sup (id); -- Auch für sub2
```

Tabelle pro Subklasse: Enthält jeweil. Subklassattribute

```
CREATE TABLE sub1 (id SERIAL PRIMARY KEY, -- 3.b  
name TEXT UNIQUE, age INT);  
CREATE TABLE sub2 (id SERIAL PRIMARY KEY,  
name TEXT UNIQUE);
```

Einzige Tabelle für Superklasse: Enthält alle Attribute

```
CREATE TABLE sup (id SERIAL PRIMARY KEY, -- 3.c  
name TEXT UNIQUE, age INT);
```

Datentypen

SMALLINT	INT	INTEGER	BIGINT	REAL	FLOAT
DOUBLE	NUMERIC(precision,scale)	DECIMAL(p,s)			
VARCHAR(size)	TEXT	CHAR(size)			-- fixed size
DATETIME	DATE	INTERVAL	TIME	BINARY	
CLOB	/*Char Large Object*/		BLOB	VARBINARY	

Casting

Implicit TODO

```
CAST(5 AS float8) = 5::float8
```

Data Manipulation Language (DML)

```
FROM -> JOIN -> WHERE -> GROUP BY -> HAVING ->  
SELECT (WINDOW FUNCTIONS) -> ORDER BY -> LIMIT  
INSERT INTO t (added, grade) VALUES ('2002-10-10', 1)  
RETURNING id;
```

Views

Resultate werden jedes mal dynamisch queried

```
CREATE VIEW v (id, u) AS SELECT id, u FROM t;
```

Updatable View

Views sind updatable wenn diese Kriterien erfüllt sind:

- Single base table
- Keine aggregate, DISTINCT, GROUP BY, oder HAVING klauseln
- Alle Spalten müssen zur originalen Tabelle direkt gemappt werden können

Materialized View

Speichert resultat auf Disk

```
CREATE MATERIALIZED VIEW mv AS SELECT * FROM t;  
REFRESH MATERIALIZED VIEW mv; -- refresh results
```

Row-Level Security (RLS)

```
CREATE TABLE exams (id SERIAL, -- other fields...  
teacher VARCHAR(60) DEFAULT current_user);  
CREATE POLICY teachers_see_own_exams ON exams  
FOR ALL TO PUBLIC USING (teacher = current_user);  
ALTER TABLE exams ENABLE ROW LEVEL SECURITY;
```

Temporäre Tabellen

TODO

Data Control Language (DCL)

```
CREATE ROLE u WITH LOGIN PASSWORD ''; -- user  
GRANT INSERT ON TABLE t TO u;  
ALTER ROLE u CREATOROLE, CREATEDB, INHERIT;  
CREATE ROLE r; -- group  
GRANT r TO u; -- put user u in group r  
REVOKE CREATE ON SCHEMA s FROM r;
```

Read-only user

```
-- creating  
REVOKE CREATE ON SCHEMA public FROM PUBLIC;  
CREATE ROLE u WITH LOGIN ENCRYPTED PASSWORD ''  
NOINHERIT; -- don't inherit privileges  
GRANT SELECT ON ALL TABLES IN SCHEMA public TO u;  
-- read all new tables (also created by others):  
ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA public GRANT  
SELECT ON TABLES TO u;  
-- deleting  
REVOKE SELECT ON ALL TABLES IN SCHEMA public FROM u;  
ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA public  
REVOKE SELECT ON TABLES FROM u;  
DROP USER u;
```

Common Table Expressions (CTE)

```
-- normal  
WITH cte AS (SELECT * FROM t) SELECT * FROM cte;  
WITH tmp(id, name) AS (SELECT id, name FROM t)  
SELECT id, name FROM tmp;table;  
-- recursive  
WITH RECURSIVE q AS (SELECT * FROM t WHERE grade>1  
UNION ALL SELECT * FROM t INNER JOIN q ON  
q.u = t.name) SELECT id as 'ID' FROM q;
```

Window Functions

```
SELECT id, RANK() OVER  
(ORDER BY grade DESC) as r FROM t;  
SELECT id, u, LAG(name, 1) OVER  
(PARTITION BY fk ORDER BY id DESC) FROM t;  
-- PERCENT/DENSE_RANK(), FIRST_VALUE(v), LAST_VALUE(n)  
-- NTH_VALUE(v,n), NTILE(n), LEAD(v,o), ROW_NUMBER()
```

Subqueries

```
SELECT * FROM t WHERE grade > ANY (SELECT g FROM t2);  
SELECT * FROM t WHERE EXISTS (SELECT g FROM t2);  
-- ALL, ANY, IN, EXISTS, =
```

Inner Join

Zeilen, die in beiden Tabellen matchen

```
SELECT a.*, b.* FROM a INNER JOIN b ON a.id = b.id;
```

Equi Join

Wie Inner Join

```
SELECT a.*, b.* FROM a JOIN b ON a.id = b.id;
```

Natural Join

Wie Inner Join aber ohne Duplikate

```
SELECT a.*, b.* FROM a NATURAL JOIN b ON a.id = b.id;
```

Semi Join

Nur Zeilen aus a, wobei b matchen muss

```
SELECT a.* FROM a WHERE EXISTS  
(SELECT 1 FROM b WHERE a.id = b.id);
```

Anti Join

Nur Zeilen aus a, wobei b nicht matchen darf

```
SELECT a.* FROM a WHERE NOT EXISTS  
(SELECT 1 FROM b WHERE a.id = b.id);
```

Left outer Join

Alle Zeilen beider Tabellen, NULL für b falls kein match

```
SELECT a.*,b.* FROM a LEFT OUTER JOIN b ON a.id=b.id;
```

Right outer Join

Alle Zeilen beider Tabellen, NULL für a falls kein match

```
SELECT a.*,b.* FROM a RIGHT OUTER JOIN b ON a.id=b.id;
```

Full outer Join

Alle Zeilen beider Tabellen, NULL falls kein match

```
SELECT a.*,b.* FROM a FULL OUTER JOIN b ON a.id=b.id;
```

Lateral Join

Join, der Subqueries erlaubt

```
SELECT x.*, y.* FROM a AS x JOIN LATERAL  
(SELECT * FROM b WHERE b.id = y.id) AS y ON TRUE;
```

GROUP BY

```
SELECT id, COUNT(*) FROM t  
GROUP BY grade, id HAVING COUNT(*) > 2;
```

WHERE

```
BETWEEN 1 AND 5; LIKE '___%'; AND; IS (NOT) NULL  
IN (1, 5) ; LIKE '%asd'; OR ;
```

INDEX

```
CREATE INDEX i ON t /*USING BTREE*/ (grade, UPPER(u));  
CREATE INDEX j ON t (fk) INCLUDE (added) WHERE fk > 4;  
DROP INDEX i;
```

Transaktionen

Atomicity: Vollständig oder gar nicht

Consistency: Konsistenter Zustand bleibt erhalten

Isolation: Transaktion ist von anderen T isoliert

Durability: Änderungen sind persistent

```
BEGIN; SAVEPOINT s;  
COMMIT; ROLLBACK /*TO SAVEPOINT s*/;
```

Isolation

```
Georgiy Shevoroshkin
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL ...;-- for transaction
SET SESSION CHARACTERISTICS AS TRANSACTION ISOLATION
LEVEL ...; -- for session
```

READ UNCOMMITTED: Lesezugriffe nicht synchronisiert (keine Read-lock), Read ignoriert jegliche Sperren

READ COMMITTED: Lesezugriffe nur kurz/temporär synchronisiert (default), setzt für gesamte T Write-Lock, Read-lock nur kurzfristig

REPEATABLE READ: Einzelne Zugriffe ROWS sind synchronisiert, Read und Write Lock für die gesamte T

SERIALIZABLE: Vollständige Isolation nach ACID

	Read test	Uncommi- ted	Read Committed	Repeatable Read	Serializable
Dirty Write	*		*	*	X
Dirty Read	✓		X	X	X
Lost Update	✓		X	X	X
Fuzzy Read	✓		✓	X	X
Phantom Read	✓		✓	✓	X
Read Skew	✓			X	X
Write Skew	✓	✓	✓	✓	*

* Nur in SQL92 möglich, PSQL >= 9.1 verhindert dies

Dirty Read: Lese Daten von nicht committed T's

Fuzzy Read: Versch. Werte beim mehrmaligen Lesen gleicher Daten (da durch andere T geändert)

Phantom Read: Neue/Gelöschte Rows einer anderen T

Read Skew: Daten lesen, die sich während der T ändern

Write Skew: Mehrere T lesen Daten und Ändern sie

Deadlock: Mehrere T blockieren sich, da sie auf die gleiche Ressource warten

Cascading Rollback: T schlägt fehl und alle davon abhängigen T müssen ebenfalls zurückgerollt werden

	Garantiert Serialisier- bar	Keine Dead- locks	Keine Cas- cading Roll- backs	Keine Kon- flikt-Roll- backs	Hohe Paral- lelität	Realistisch (ohne Vor- analyse)
Two-Phase Locking	✓	X	X	✓	X	X
Strict 2PL	✓	X	✓	✓	X	✓
Preclaiming 2PL	✓	✓	✓	✓	X	X
Validation- based	✓	✓	X	X	✓	✓
Timestamp- based	✓	✓	X	X	✓	✓
Snapshot Isolation	X	*	✓	X	✓	✓
SSI	✓	*	✓	X	✓	✓

* Deadlock in PSQL mit Snapshot Isolation

Relationale Algebra

```
πR1,R4(R) SELECT R1,R4 FROM R;  
σR1>30(R) SELECT * FROM R WHERE R1 > 30;  
ρa ← R SELECT * FROM R AS a;  
R × S SELECT * FROM R,S;  
R ⋈A=B S SELECT * FROM R JOIN S ON R.A=S.B;
```

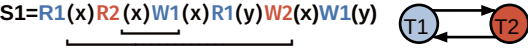
Serialisierbarkeit

Shared Lock: Schreib- & Lesezugriffe (eine Transaktion)

Exclusive Lock: Lesezugriffe (mehrere Transaktionen)

Serieller Schedule: Führt Transaktionen am Stück aus

Nicht serialisierbar:

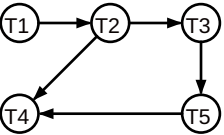


Konflikt-Serialisierbar:

r1(b) r2(b) w2(b) r2(c) r2(d) w3(a) r4(d) r3(b) w4(d) r5(c) r5(a) w4(c)

Konflikt-Äquivalenter serieller Schedule:

r1(b) r2(b) w2(b) r2(c) r2(d) w3(a) r3(b) r5(c) r5(a) r4(d) w4(d) w4(c)



Backup

TODO

Vollständiges Backup

TODO

Inkrementelles Backup

TODO

Multi-Version Concurrency Control (MVCC)

Ermöglich es, mehreren T gleichzeitig zu laufen

TODO

Two-Phase Locking (2PL)

Stellt Isolation der T sicher

TODO

Write-Ahead Log (WAL)

Schreibt Änderungen der T in Log, dann Commit loggen, dann Updates in DB. Kann bei Absturz replayed werden

LSN, TaID, PageID, Redo, Undo, PrevLSN

Dreiwertige Logik (cursed)

```
SELECT NULL IS NULL; -- true  
SELECT NULL = NULL; -- [null]
```

B-Baum

