

Linux 2

ITINF 2021

Lektion 6

Idag

- Databaser
- SQL vs NoSQL
- SQL-exempel: MySQL
- NoSQL-exempel: MongoDB

Databaser

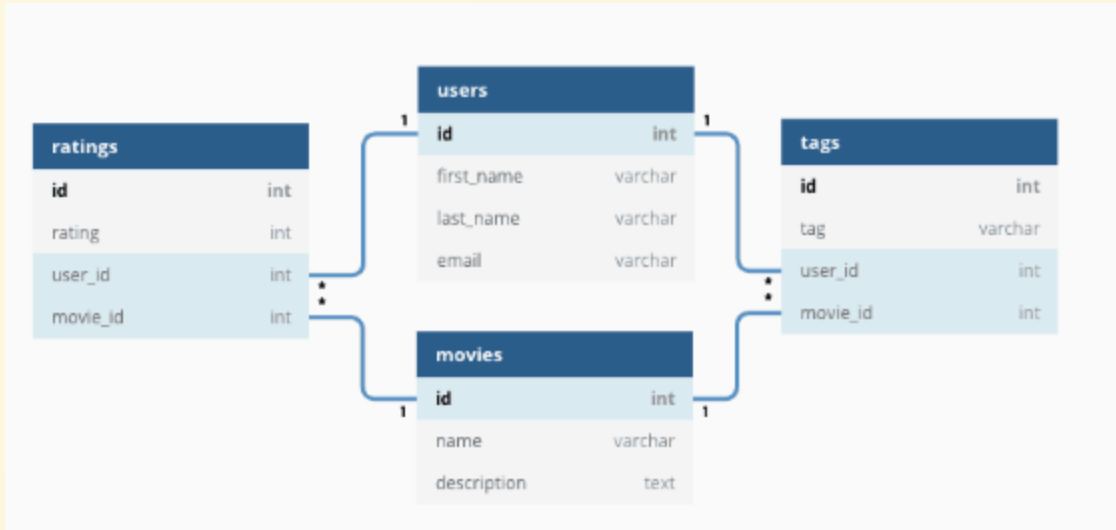
Databaser

- Egentligen varje ansamling av data, t ex textdokument
- I sammanhanget menar man oftast relationsdatabaser (SQL-databaser)
- Även andra sätt att organisera data för sökningar (NoSQL-databaser)

Relationsdatabaser

- Data organiserat i tabeller
 - Rader (poster)
 - Kolumner (fält)
- Relationer mellan tabeller
 - Beroenden mellan fält
 - Kräver ett speciellt tänk om man är mer van vid programmering (relationer istället för listor, etc)

Relationsdatabaser - exempel



Relationsdatabaser

- Normalform
 - Se till att data delas upp i tabeller så att det inte upprepas i onödan och så att varje tabell har ett tydligt dataset
- Underlätta snabba sökningar
- Joins av tabeller

SQL

SQL

- Urgammalt språk för data-sökningar och hantering av relationsdata
- Sök, lägg in, ändra, radera

SQL: Exempel

Uppgift	Exempel
Sök	<code>select * from users;</code>
Lägg in	<code>INSERT INTO users (first_name, last_name, email) VALUES ('Archibald', 'Haddock', 'haddock@moulinsart.be');</code>
Ändra	<code>update users set email='tintin@moulinsart.be' where first_name='Tintin'</code>
Radera	<code>delete from users where last_name='Dupont'</code>

Databasmotor

- Programmet som möjliggör själva databasen
 - Databasfunktioner
 - Användarhantering
 - Lagringshantering
- Exempel (SQL): MySQL, Oracle, MS SQL Server, PostgreSQL
- Exempel (NoSQL): MongoDB, CouchDB, Neo4j

MySQL

MySQL

- Relationsdatabaser
- Snabb och anses enkel
- Används ofta för databaser bakom webbsiter
- Open source
- Notera fork: MariaDB

MySQL i praktiken

- `mysqld`
- Data lagras per default i `/var/lib/mysql`
- `/etc/mysql/my.cnf`
 - datadir, etc...
- Defaultport 3306
- Loggar per default till `/var/log/mysql/error.log`

Övning 1

- Installera MySQL (finns i apt) och starta den
 - Paketet heter `mysql-server`
- Kontrollera att du kan gå in i kommandorads-interfacet
 - `sudo mysql` krävs då det inte finns någon användare med lösenord än.
- Ta en titt i `/etc/mysql`, speciellt `my.cnf`

Övning 1

```
$ sudo apt install mysql-server
...
$ sudo mysql
nevyn@nevyn-linux2:~/Dev/nackademin-linux2$ sudo mysql
[sudo] password for nevyn:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Server version: 8.0.30-0ubuntu0.22.04.1 (Ubuntu)

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> create user nevyn identified by "pass123";
Query OK, 0 rows affected (0,04 sec)
```


MySQL: Databaser och användare

Skapa databas:

```
CREATE {DATABASE | SCHEMA} [IF NOT EXISTS] db_name [create_option]
```

Skapa användare:

```
CREATE USER [IF NOT EXISTS] user [auth_option] [, user [auth_option]] ...  
    DEFAULT ROLE role [, role ] ...  
    [REQUIRE {NONE | tls_option [[AND] tls_option] ...}]  
    [WITH resource_option [resource_option] ...]  
    [password_option | lock_option] ...
```

MySQL: databaser och användare

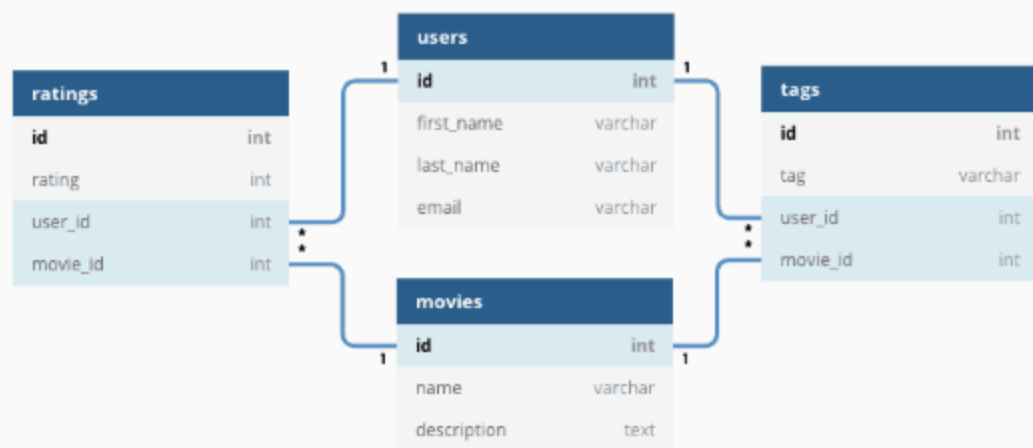
```
GRANT priv_type [(column_list)] [, priv_type [(column_list)]] ...  
  ON [object_type] priv_level  
  TO user [auth_option] [, user [auth_option]] ...  
  [REQUIRE {NONE | tls_option [[AND] tls_option] ...}]  
  [WITH {GRANT OPTION | resource_option} ...]
```

MySQL: Exempel

```
mysql> CREATE DATABASE mydb;  
mysql> CREATE USER myuser1 IDENTIFIED BY "ohemlig";  
mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON mydb.* TO 'myuser1';  
mysql> GRANT SELECT ON mydb.* TO 'myuser2';
```

Övning 2

- Skapa en databas `testdb1` på din MySQL-server.
- Skapa en användare `dbuser1` som får fullständiga rättigheter i databasen `testdb1` och även får skapa nya användare där.
- Låt `dbuser1` skapa några testtabeller, använd förslagsvis tidigare bild som din databasdesign. Använd inte `root` / `sudo` i detta steg!



Övning 2

```
mysql> CREATE DATABASE testdb1;  
mysql> CREATE USER dbuser1 IDENTIFIED BY "losen1";  
mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON testdb1.* TO 'dbuser1';  
mysql> GRANT CREATE USER ON *.* TO 'dbuser1';  
mysql> exit  
$ mysql -u dbuser1 -p
```

Övning 2

```
mysql> USE testdb1;
mysql> CREATE TABLE users (
    id int auto_increment primary key,
    first_name varchar(60),
    last_name varchar(80),
    email varchar(50));
mysql> CREATE TABLE movies
    (id int auto_increment primary key,
    name varchar(60),
    description text);
mysql> CREATE TABLE ratings
    (id int auto_increment primary key,
    rating int,
    user_id int,
    movie_id int,
    foreign key (user_id) references users(id),
    foreign key (movie_id) references movies(id));
mysql> CREATE TABLE tags
    (id int auto_increment primary key,
    tag varchar(40),
    user_id int,
    movie_id int,
    foreign key (user_id) references users(id),
    foreign key (movie_id) references movies(id));
```

Användarrättigheter

- Läsa – select
- Skriva – insert
- Uppdatera – update
- All / "all privileges"
- Skapa dbs, tabeller etc – create

Privilege	Meaning and Grantable Levels
<u>ALL [PRIVILEGES]</u>	Grant all privileges at specified access level except <u>GRANT OPTION</u> and <u>PROXY</u> .
<u>ALTER</u>	Enable use of <u>ALTER TABLE</u> . Levels: Global, database, table.
<u>ALTER ROUTINE</u>	Enable stored routines to be altered or dropped. Levels: Global, database, routine.
<u>CREATE</u>	Enable database and table creation. Levels: Global, database, table.
<u>CREATE ROLE</u>	Enable role creation. Level: Global.
<u>CREATE ROUTINE</u>	Enable stored routine creation. Levels: Global, database.
<u>CREATE TABLESPACE</u>	Enable tablespaces and log file groups to be created, altered, or dropped. Level: Global.
<u>CREATE TEMPORARY TABLES</u>	Enable use of <u>CREATE TEMPORARY TABLE</u> . Levels: Global, database.
<u>CREATE USER</u>	Enable use of <u>CREATE USER</u> , <u>DROP USER</u> , <u>RENAME USER</u> , and <u>REVOKE ALL PRIVILEGES</u> . Level: Global.
<u>CREATE VIEW</u>	Enable views to be created or altered. Levels: Global, database, table.
<u>DELETE</u>	Enable use of <u>DELETE</u> . Level: Global, database, table.
<u>DROP</u>	Enable databases, tables, and views to be dropped. Levels: Global, database, table.
<u>DROP ROLE</u>	Enable roles to be dropped. Level: Global.
<u>EVENT</u>	Enable use of events for the Event Scheduler. Levels: Global, database.
<u>EXECUTE</u>	Enable the user to execute stored routines. Levels: Global, database, routine.
<u>FILE</u>	Enable the user to cause the server to read or write files. Level: Global.
<u>GRANT OPTION</u>	Enable privileges to be granted to or removed from other accounts. Levels: Global, database, table, routine, proxy.
<u>INDEX</u>	Enable indexes to be created or dropped. Levels: Global, database, table.
<u>INSERT</u>	Enable use of <u>INSERT</u> . Levels: Global, database, table, column.
<u>LOCK TABLES</u>	Enable use of <u>LOCK TABLES</u> on tables for which you have the <u>SELECT</u> privilege. Levels: Global, database.
<u>PROCESS</u>	Enable the user to see all processes with <u>SHOW PROCESSLIST</u> . Level: Global.
<u>PROXY</u>	Enable user proxying. Level: From user to user.
<u>REFERENCES</u>	Enable foreign key creation. Levels: Global, database, table, column.
<u>RELOAD</u>	Enable use of <u>FLUSH</u> operations. Level: Global.
<u>REPLICATION CLIENT</u>	Enable the user to ask where source or replica servers are. Level: Global.
<u>REPLICATION SLAVE</u>	Enable replicas to read binary log events from the source. Level: Global.
<u>SELECT</u>	Enable use of <u>SELECT</u> . Levels: Global, database, table, column.
<u>SHOW DATABASES</u>	Enable <u>SHOW DATABASES</u> to show all databases. Level: Global.
<u>SHOW VIEW</u>	Enable use of <u>SHOW CREATE VIEW</u> . Levels: Global, database, table.
<u>SHUTDOWN</u>	Enable use of <u>mysqladmin shutdown</u> . Level: Global.
<u>SUPER</u>	Enable use of other administrative operations such as <u>CHANGE MASTER TO</u> , <u>KILL</u> , <u>PURGE BINARY LOGS</u> , <u>SET GLOBAL</u> , and <u>mysqladmin debug</u> command. Level: Global.
<u>TRIGGER</u>	Enable trigger operations. Levels: Global, database, table.
<u>UPDATE</u>	Enable use of <u>UPDATE</u> . Levels: Global, database, table, column.
<u>USAGE</u>	Synonym for "no privileges"

Övning 3

- Lägg nu upp två nya användare, dbuser2 och dbuser3. En av dem skall få skriva och ändra i testdb1, en skall bara få läsa.
- Testa att lägga in data respektive söka data, så att du ser att rättigheterna stämmer.

```
mysql> create user dbuser2 identified by "losen2";  
mysql> create user dbuser3 identified by "losen3";  
mysql> grant select, insert, update on testdb1.* to 'dbuser2';  
mysql> grant select on testdb1.* to 'dbuser3';
```

Koppla till databas från applikation

- Skapa connection med inloggning, skicka sql, få tillbaka data
- Tänk på att i lämpliga fall sätta upp användare för publik app / webbsite / klient respektive för administration av databasens innehåll!
- Använd prepared statements!! Konkatenera aldrig SQL-strängar med användardata (leder till SQL injection).

Koppla från app: Java-exempel

```
Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver").newInstance();
String connectionUrl = "jdbc:mysql://localhost:3306/testdatabase";
conn = DriverManager.getConnection(connectionUrl, "testuser", "testpass");

String sqlStmt = "SELECT * FROM employees WHERE last_name=? AND first_name LIKE ?";

prepStmt = conn.prepareStatement(sqlStmt);
prepStmt.setString(1, "Doe");
prepStmt.setString(2, "%n%");

rs = prepStmt.executeQuery();
while (rs.next()) {
    String id = rs.getString("id");
    String firstName = rs.getString("first_name");
    String lastName = rs.getString("last_name");
    System.out.println("ID: " + id + ", First Name: " + firstName + ", Last Name: " + lastName);
}
```

SQL injection: exempel (PHP)

```
$title = $_GET["title"];  
mysqli_exec($m, "select * from books where title='".$title.'";");
```

Och sen anropar någon sidan med en title = `' ; drop table users;--`

(exempel i form av URL:

`https://example.com/books.php?title=%27%3B+drop+table+users%3B--`)
och sen har du en riktigt dålig dag.

Mysql: backup aka "dump" av data

- Ta ut data till en fil (t ex för backup eller för att kopiera en databas till en ny server): `mysqldump`
- Skriver per default till stdout, så man behöver även skicka resultatet till en fil.

```
mysqldump -u root -p --databases mydb > dump.sql
```

- filen är en lång lista med giltiga SQL-kommandon. "ladda" genom att pipea rakt in i mysql-klienten!

```
mysql -u <user> -p < dump.sql
```

Övning 4

- Gör en dump av din databas testdb1 till filen testdb1.sql
- Titta i filen för att se sql-kommandon som återskapar databasen

Övning 4

```
$ mysqldump -u dbuser1 -p --databases testdb1 > testdb1.sql
```


Övning 5

- Tänk er en databas i MySQL avsedd för en webbshop. Den kommer ha många tabeller, men för övningen räcker det med att ni skapar en tabell för produkter.
- Till shoppen hör, förutom webbsite tillgänglig för hela världen, ett admin-interface för dem som får lägga in och ändra data om produkter i databasen.
- Skapa de användare som är lämpliga för att implementera MySQL-delen av detta scenario. Fundera på vad de skall kunna göra, och ge dem rätt rättigheter för det.

Övning 5

```
mysql> create database webshop;
mysql> use webshop;
mysql> create table articles (
    id int auto_increment primary key,
    name varchar(40),
    long_name varchar(160),
    description text,
    price decimal,
    category int);
mysql> create user webuser identified by "Aveivdef#1";
mysql> grant select on webshop.* to 'webuser';
mysql> create user admuser identified by "Mealof1bos&p";
mysql> grant select, insert, update, delete on webshop.* to 'admuser';
```

NoSQL

NoSQL-databaser

- Inte relationella databaser
- Finns flera olika typer, t ex:
 - Document store
 - Key-value store
 - Graph

NoSQL: Key-Value

“ A key-value database, or key-value store, is a data storage paradigm designed for storing, retrieving, and managing associative arrays, and a data structure more commonly known today as a dictionary or hash table. ”

- Nyckel till dataset, sökningar endast på nyckeln
- Vanligt med data i RAM för snabbhetens skull
- Exempel: dbm, Apache Ignite, **MemcacheDB**, **Redis**

NoSQL: Document store

“ A document-oriented database, or document store, is a computer program designed for storing, retrieving and managing document-oriented information, also known as semi-structured data. ”

- Ett specialfall av key – value
- Dokument i JSON, BSON, XML...
- Kan göra sökningar utifrån dokumentens struktur
- Exempel: MongoDB, CouchDB, DocumentDB

NoSQL: Graph

“ In computing, a graph database (GDB) is a database that uses graph structures for semantic queries with nodes, edges, and properties to represent and store data. A key concept of the system is the graph (or edge or relationship). ”

- Noder och länkar ("edges") mellan dessa
- Sociala grafer, intressegrafer m fl
- Exempel: Neo4j, TerminusDB, RedisGraph

MongoDB

MongoDB

- Dokumentdatabas
- Collections uppbyggda i json
- Inga joins etc!
- Open source

MongoDB i praktiken

- `mongod`
- Data lagras per default i `/var/lib/mongodb`
- `/etc/mongodb.conf`
 - Här finns bl a `dbpath` angivet
- Defaultport `27017`, lokalt webbinterface på `28017`
- Loggar per default till `/var/log/mongodb/mongodb.log`

Övning 6

- Installera MongoDB (det finns paket för apt) och starta den
 - Paketet heter `mongodb`
- Kontrollera att du kan gå in i kommandorads-interfacet)

```
$ mongo
MongoDB shell version v3.6.8
connecting to: mongodb://127.0.0.1:27017
Implicit session: session { "id" : UUID("bf6b3569-e043-4a0b-8cdb-c48e78373fda") }
MongoDB server version: 3.6.8
Welcome to the MongoDB shell.
For interactive help, type "help".
For more comprehensive documentation, see
    http://docs.mongodb.org/
Questions? Try the support group
    http://groups.google.com/group/mongodb-user
>
```

MongoDB

- En **datas** skapas så snart man börjar använda den
`use mydb`
- Skapa **collection** (motsvarar "tabell" i RDB-- samling av liknande saker)
`db.createCollection("<name_of_collection>")`
- En collection skapas också så snart man börjar lägga in data
- **Records** (dvs dokument, motsvarar "rader" i RDB) i en collection
- Notera att du inte definerar schema eller vilka fält som är giltiga. Bara att lägga till vad som helst som är giltig JSON.

MongoDB

- Sök data med find

```
db.<collection>.find()
```

```
db.<collection>.find( { <villkor> } )
```

- Stoppa in data med insert

```
db.<collection>.insert( { <data> } )
```

MongoDB exempel

```
> use testdb
switched to db testdb
> db.mycollection.insert({
  "first_name": "Archibald",
  "last_name": "Haddock",
  "email": "haddock@moulinsart.be"
})
{
  insertedIds: { '0': ObjectId("630f4668ac752c770b3674bf") }
}
> db.mycollection.find()
[
  {
    _id: ObjectId("630f4668ac752c770b3674bf"),
    first_name: 'Archibald',
    last_name: 'Haddock',
    email: 'haddock@moulinsart.be'
  }
]

> db.mycollection.find({ "first_name": "Tintin" })
```

Övning 7

- Skapa en databas testdb i MongoDB.
- Skapa en collection för users med first_name, last_name, email i denna databas och lägg in lite data.

Övning 7

```
> use testdb
> db.users.insert({
    first_name: "Tintin",
    last_name: "Tintin",
    email: "tintin@moulinsart.be"
})
> db.users.insert({
    first_name: "Milou",
    last_name: "Hund",
    email: "milou@moulinsart.be"
});
```

Användare i MongoDB

- Skapa användare (notera: måste ange roller)

```
db.createUser({  
  user: "<username>",  
  pwd: "<pwd>",  
  roles: [ { role: "<role>", db: "<dbname>" } ]  
})
```

- Ändra på roller i efterhand med grantRolesToUser

```
db.grantRolesToUser( "<username>", [ <roles> ] )
```

Användare i MongoDB, exempel

```
> db.createUser({
  user: "testuser1",
  pwd: "losen1",
  roles: [{
    role: "readWrite",
    db: "testdb"
  }]
})
> db.createUser({
  user: "testuser2",
  pwd: "losen1",
  roles: ["readWrite", "dbAdmin", "userAdmin"]
})
```

Övning 8

- Lägg till en användare `muser1` som har **fullständiga** rättigheter i din databas, och en användare `muser2` som endast har **läsrättigheter**.
- Testa att lägga in data respektive söka data, så att du ser att rättigheterna stämmer.

Övning 8

```
> db.createUser( { user: "muser1", pwd: "losen1", roles: [ "readWrite", "dbAdmin", "userAdmin" ] } )  
> db.createUser( { user: "muser2", pwd: "losen2", roles: [ "read" ] } )
```

MongoDB: backup/dump av data

- Ta ut data till en binär fil (t ex för backup eller för att kopiera en databas till en ny server): `mongodump`
- Skriver per default ut allt till ett directory dump med underdirectories för respektive databas
- Läs in med `mongorestore`
`mongorestore <directory>`
- Alternativ metod som ger dig json, plus mer finkorniga verktyg): `mongoexport` + `mongoimport`. Användbart för att vidareprocessa data, stoppa i annat verktyg, etc... **Använd inte till backup!**

Övning 9

- Gör en dump av din MongoDB-databas
- Titta på de filer som skapas

Övning 9

```
$ mongodump
2022-08-31T13:57:31.002+0200    writing admin.system.version to dump/admin/system.version.bson
2022-08-31T13:57:31.005+0200    done dumping admin.system.version (1 document)
2022-08-31T13:57:31.007+0200    writing testdb.mycollection to dump/testdb/mycollection.bson
2022-08-31T13:57:31.008+0200    done dumping testdb.mycollection (1 document)

$ mongoexport --db=testdb --collection=mycollection > mycollection.json
2022-08-31T13:57:10.734+0200    connected to: mongodbd://localhost/
2022-08-31T13:57:10.750+0200    exported 1 record
```


MySQL vs MongoDB

- Skillnader i hur man tänker kring databasdesign
 - MySQL (relationsdatabas) i tabeller enligt hur datat förhåller sig till varannat.
 - MongoDB (dokumentdatabas) i collections där man kan ha nästlat data – men inte slå ihop sökningar av flera collections på en gång. (Men blir ändå relationer -- eg "vilken användare äger denna filen")
- Likheter i mycket kring drift av databaser

Övning 10

- Antag att ni jobbar med både MySQL- och MongoDB-databaser. Ni skall nu göra en checklista för vad man vill ha koll på i drift för dessa.
- Lista saker som skall hanteras för båda typerna
- Lista olikheter i hantering

Övning 10

- Uppsättningar för att se till att rätt saker körs på servern – och att inte onödiga program ligger där.
- Öppna för rätt portar (`3306` för MySQL, `27017` för MongoDB (`28017` för admin-interface))
- Håll koll på loggar (olika loggar, men samma princip)
- Håll koll på när data växer (olika ställen, men samma princip)
- Backupbehov
- Användare i databaser
- Användare på servern

Erfarenheter med MongoDB i praktiken

- Svårt att hantera schema-lös data när den växer till sig. Ansvaret blir ditt som programmerare att se till att rätt data är på rätt plats.
- Väldigt mycket null-checkar
- Ingen statisk typning till hjälp i statiska språk
- Hade hellre använt postgres från början

Tillbakablick, reflektion, kommentarer...