Apache Cassandra

A WIDE-COLUMN NOSQL DATABASE

Getting started

Introduzione

Cassandra è un database NoSQL wide-column, ispirato al modello BigTable

I database wide-column riprendono il concetto relazionale di *riga,* ma lo modificano sostanzialmente

- Una riga è sempre associata ad una chiave (primaria)
- Ogni riga contiene la propria definizione di colonne e valori

Alcune delle caratteristiche principali:

- Gestione decentralizzata di repliche e scritture (peer-to-peer)
  - Garantisce un'elevata disponibilità del sistema e non presenta un *single point of failure*
- Scalabilità semplice e lineare
- Il livello di consistenza (one, quorum, all) è settato in fase di interrogazione
- CQL (Cassandra Query Language)

Installazione

Installazione di base

- Cassadra è avviato all'interno di un container Docker
- Per accedere al container eseguire il commando
  - docker exec -it Cassandra /bin/bash
- Avviare la shell CQL
  - cqlsh

DataStax è il principale fornitore di software basati su Cassandra

- DataStax Enterprise (DSE): gratuito per scopi non commerciali
- DataStax Studio e DevCenter: strumenti per interrogare i dati

[Obsoleto] Installazione

Installazione di base

- Scaricare l'ultima versione dal sito: http://cassandra.apache.org/download/
- Scompattare l'archivio ed impostare la variabile d'ambiente JAVA_HOME
- Avviare Cassandra: bin/cassandra -f -R
- Avviare la shell CQL: cqlsh

DataStax è il principale fornitore di software basati su Cassandra

- DataStax Community Edition: gratuito, non più supportato (obsoleto)
- DataStax Enterprise (DSE): gratuito per scopi non commerciali
- DataStax OpsCenter: strumento per configurare e gestire un cluster
- DataStax Studio e DevCenter: strumenti per interrogare i dati

[Obsoleto] Installazione

Il sito di DataStax propone una sezione Academy per imparare ad utilizzare Cassandra e la suite software DataStax

- https://academy.datastax.com/
- Necessaria la registrazione (gratuita)

Video-tutorial

- https://academy.datastax.com/courses

DataStax Sandbox

- Una macchina virtuale Linux già configurata per lavorare subito con Cassandra
- https://portal.datastax.com/downloads.php?dsedownload=tar/enterprise/sandbox/DataStax_Sandbox.ova

[Obsoleto] Installazione

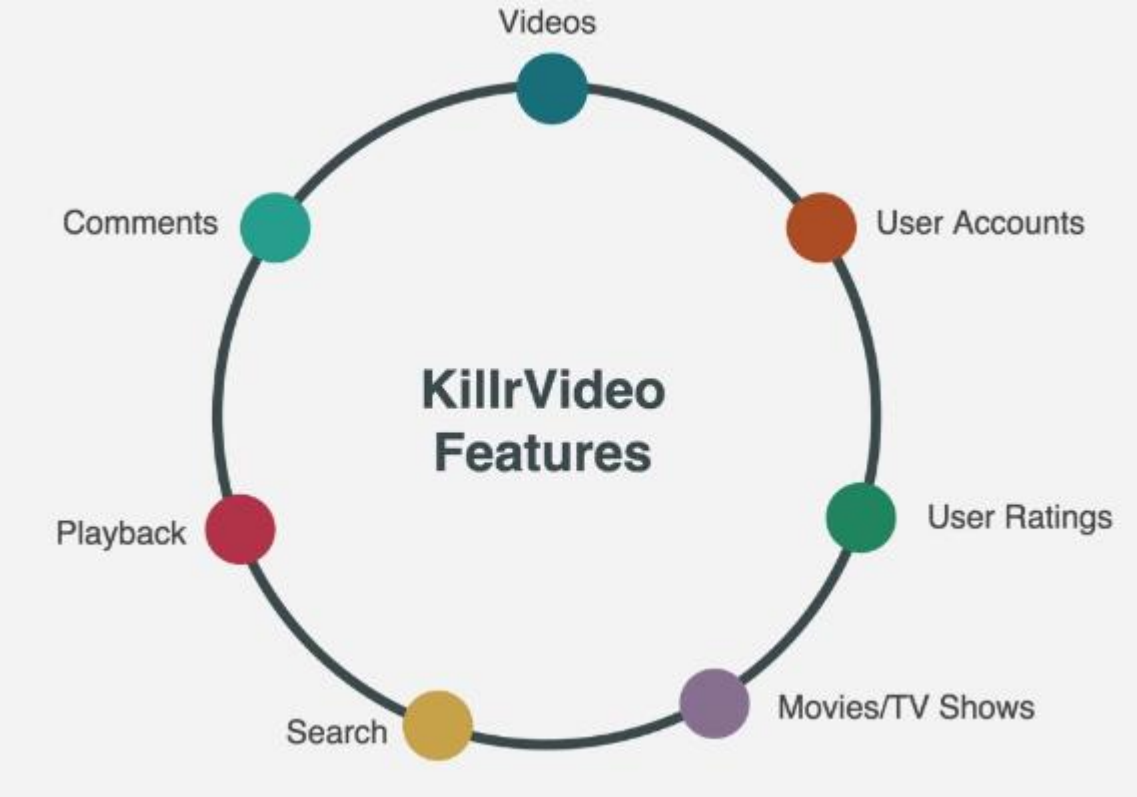
Fonte di riferimento: https://academy.datastax.com/resources/ds220-data-modeling

Macchina virtuale: https://s3.amazonaws.com/datastaxtraining/VM/DS220-vm-Jul2015.zip

- Più leggera di quella indicata nella slide precedente
- Contiene file di dati da usare per le esercitazioni
- (attenzione: usa una versione di Cassandra del 2015)

KillrVideo dataset

Database di esempio, che supporta un sito per la condivisione di video



DDL

Keyspace = Database

- Class = strategia di sharding

```
CREATE KEYSPACE killrvideo
WITH REPLICATION = {
   'class': 'SimpleStrategy',
   'replication_factor' : 1
};

USE killrvideo;
```

Table = Column family

```
CREATE TABLE users (
   user_id UUID,
   first_name TEXT,
   last_name TEXT,
   PRIMARY KEY (user_id)
);
```

Tipi di dato

Text, Int, ...

UUID (Universally Unique Identidifier)

- Generato chiamando *uuid()*
- Es: 52b11d6d-16e2-4ee2-b2a9-5ef1e9589328

TimeUUID

- UUID + timestamp del momento di insert
- Tipicamente utilizzato per memorizzare *time series*
- Es: 1be43390-9fe4-11e3-8d05-425861b86ab6

Import di dati

Il comando copy permette di caricare dati da file esterni

- Header = true → salta la prima riga
- Le colonne si possono omettere se coincidono con quelle della tabella

```
COPY table1 (column1, column2, column3)
FROM 'table1data.csv'
WITH HEADER=true;
```

Select

Molto simile ad SQL

```
SELECT *
FROM table1;

SELECT column1, column2, column3
FROM table1;

SELECT COUNT(*)
FROM table1;

SELECT *
FROM table1
LIMIT 10;
```

Esercizio 1

Setup del keyspace killrvideo

- Creare il keyspace
- Creare una tabella VIDEOS per memorizzare i video con le colonne indicate
- Caricare dati nella tabella
  - /root/labwork/exercise-2/videos.csv

Column Name	Data Type
video_id	timeuuid
added_date	timestamp
description	text
title	text
user_id	uuid

- Visualizzare i dati con una SELECT
- Familiarizzare con LIMIT e COUNT(*)

Limitazioni in fase di query

Cassandra impedisce di filtrare una tabella senza specificare l'ID

- A meno che non sia stato costruito un indice secondario

```
CREATE TABLE videos(
  video_id TIMEUUID,
  added_date TIMESTAMP,
  description TEXT,
  title TEXT,
  user_id uuid,
  PRIMARY KEY (video_id)
);
```

```
SELECT *
FROM videos
WHERE title = 'The Original Grumpy Cat';

SELECT *
FROM videos
WHERE added_date < '2015-05-01';
```

```
cqlsh:killrvideo> select * from videos where title = 'The Original Grumpy Cat';
InvalidRequest: code=2200 [Invalid query] message="No secondary indexes on the r
estricted columns support the provided operators: "
cqlsh:killrvideo> select * from videos where added_date < '2015-05-01';
InvalidRequest: code=2200 [Invalid query] message="No secondary indexes on the r
estricted columns support the provided operators: "
```

Esercizio 2

- Creare una nuova tabella per memorizzare video con una chiave composta
  - videos_by_title_year
  - E' buona pratica dare alle tabelle un nome che rispecchi il modo di interrogarle
  - /root/labwork/exercise-3/videos_by_title_year.csv
- Testare qualche query
  - Cercare un video per nome e anno
  - Cercare video solo per nome o solo per anno

Column Name	Data Type
title	text
added_year	int
added_date	timestamp
description	text
user_id	uuid
video_id	uuid

Chiavi

CHIAVE PRIMARIA, CHIAVE DI PARTIZIONAMENTO

Chiave primaria

Chiave primaria

- Insieme di campi i cui valori identificano la riga all'interno della tabella
- Stessa semantica del modello relazionale

```
CREATE TABLE videos (
  id int,
  name text,
  runtime int,
  year int,
  PRIMARY KEY (id)
);
```

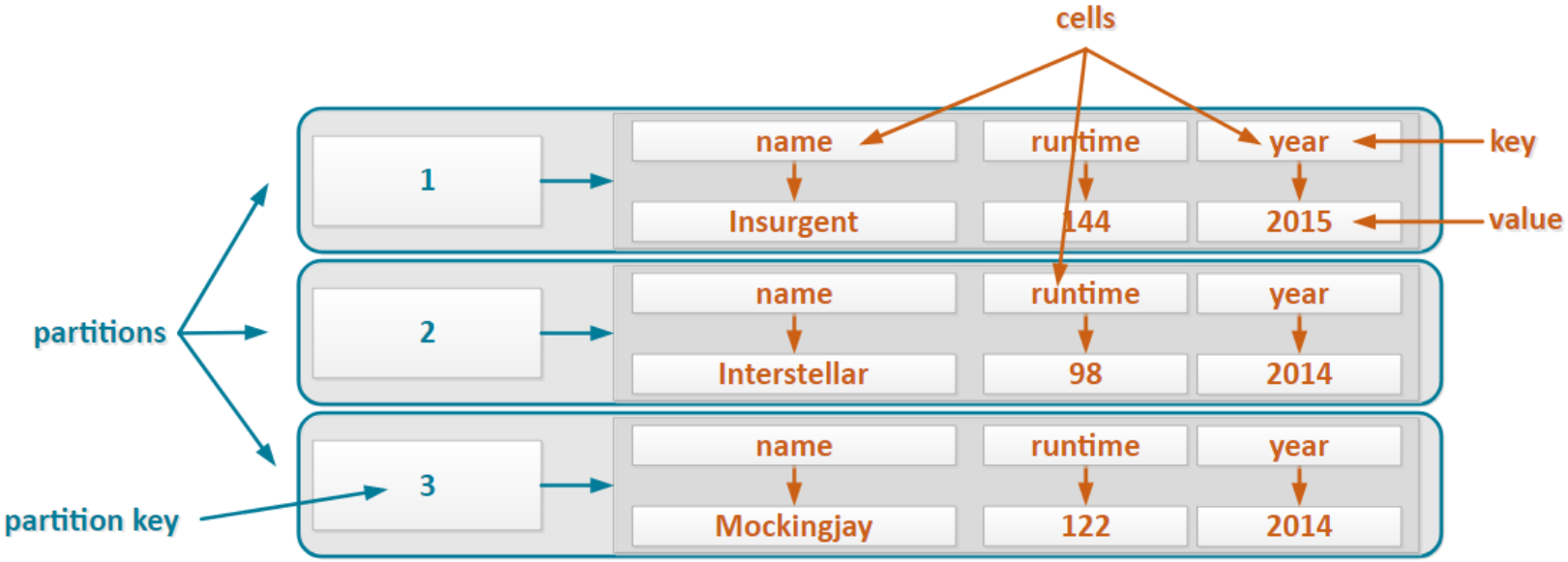
id	name	runtime	year
1	Insurgent	119	2015
2	Interstellar	98	2014
3	Mockingjay	122	2014

Cassandra al livello fisico

Le righe sono memorizzate in blocchi detti partizioni

Le partizioni sono definite sulla base di uno o più campi, definiti chiave di partizione

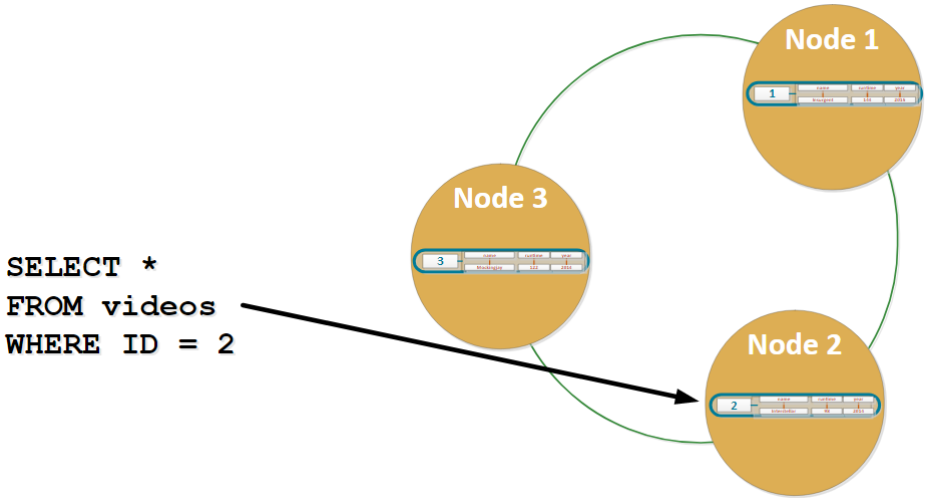
- Di default, la chiave primaria funge da chiave di partizione



Perchè il concetto di partizione

La partizione è il blocco di dati che viene distribuito

- Si usa una funzione di hashing sulla chiave di partizione per decidere in quale nodo salvare la partizione…
- … e anche per sapere quale nodo interrogare per ritrovarla se so la chiave (senza doverli interrogare tutti)

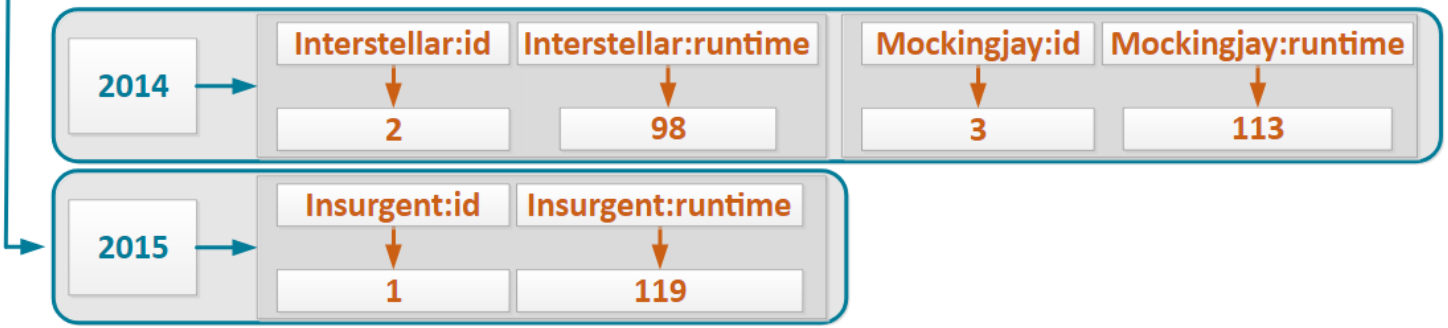


Chiave di partizione

La chiave di partizione corrisponde alla chiave primaria o ad un suo sottoinsieme

- Se la chiave di partizionamento è un sottoinsieme della chiave primaria, più righe possono essere raggruppate nella stessa partizione

year	name	id	runtime
2015	Insurgent	1	119
2014	Interstellar	2	98
2014	Mockingjay	3	122

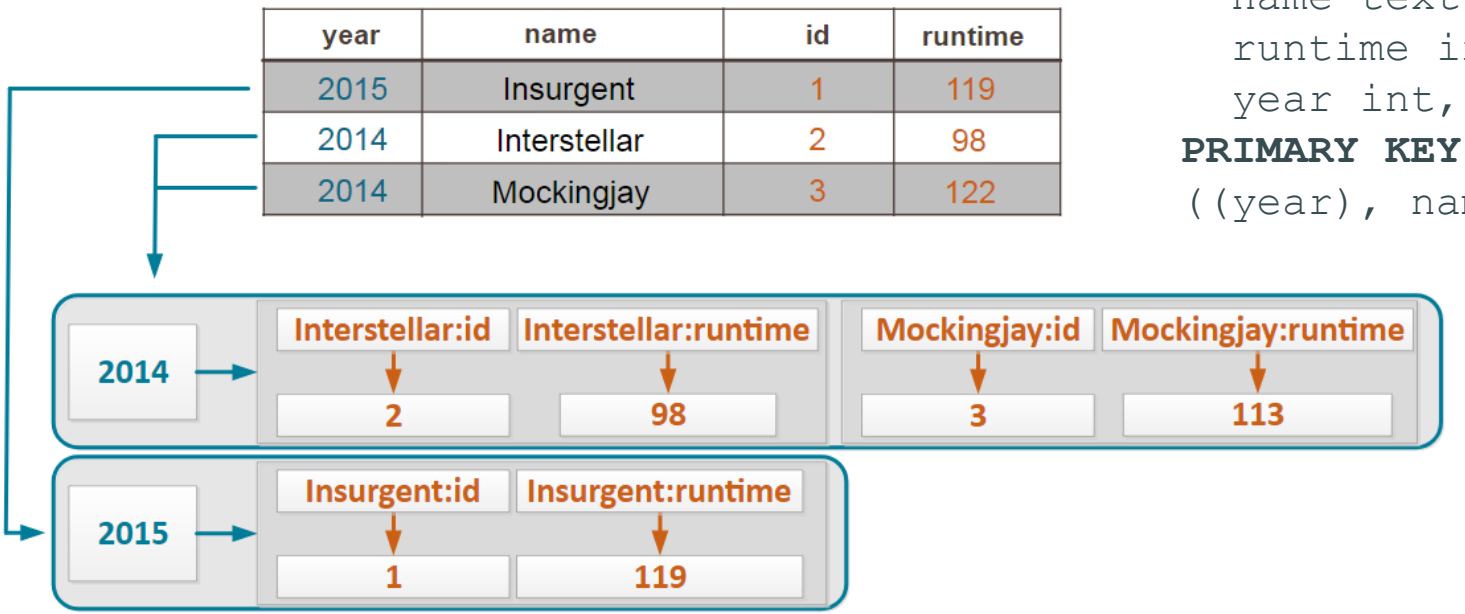



```
CREATE TABLE videos (
   id int,
   name text,
   runtime int,
   year int,
PRIMARY KEY
((year), name));
```

Chiave di partizione

I campi della chiave primaria che non fanno parte della chiave di partizionamento vengono definite colonne di raggruppamento e definiscono l'ordine con cui le righe sono memorizzate all'interno della partizione

```
CREATE TABLE videos (
   id int,
   name text,
   runtime int,
   year int,
PRIMARY KEY
((year), name)   );
```



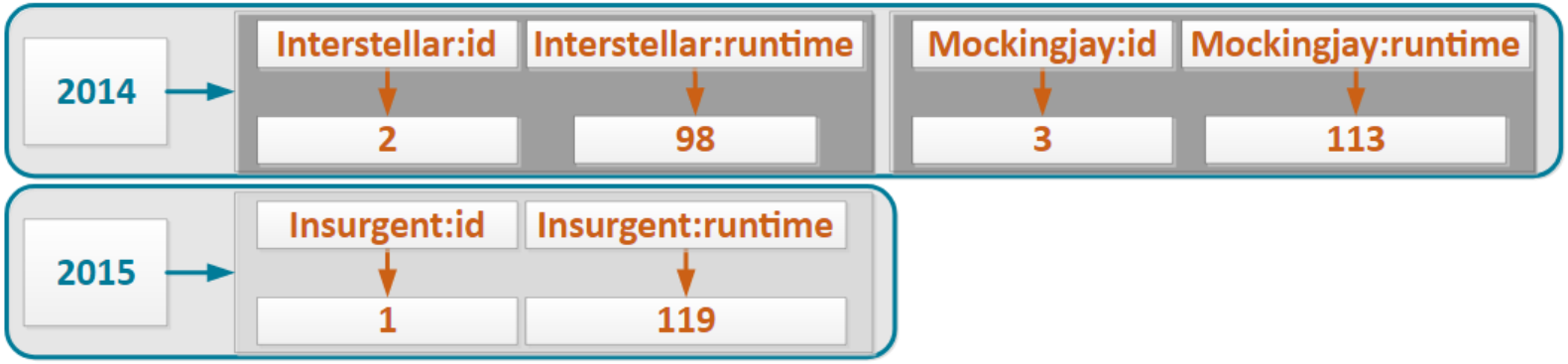
Colonna di raggruppamento

```
CREATE TABLE videos (
   id int,
   name text,
   runtime int,
   year int,
PRIMARY KEY ((year), name) )
WITH CLUSTERING ORDER BY (name DESC);
```

Colonna di raggruppamento

L'ordinamento delle righe consente di effettuare query di range

```
SELECT *
FROM videos
WHERE year = 2014
AND name >= 'Interstellar';
```



Morale

E’ possibile sfruttare i concetti di chiave primaria e chiave di partizione per definire le tabelle in funzione…

- … non solo dei dati che deve contenere…
- … ma anche di come li voglio interrogare

```
CREATE TABLE videos (
  id int,
  name text,
  runtime int,
  year int,
PRIMARY KEY (id));
```

```
CREATE TABLE videos (
  id int,
  name text,
  runtime int,
  year int,
PRIMARY KEY ((year), id));
```

```
CREATE TABLE videos (
  id int,
  name text,
  runtime int,
  year int,
PRIMARY KEY ((year), name, id));
```

Esercizio 3

- Creare una nuova tabella per memorizzare video con una chiave composta diversa
  - Obiettivo: interrogare la tabella sulla base dei campi tag e year e fare range queries su year
  - videos_by_tag_year
  - /root/labwork/exercise-4/videos_by_tag_year.csv
  - ATTENZIONE: un video può essere associate a tanti tag

Column Name	Data Type
tag	text
added_year	int
video_id	uuid
added_date	timestamp
description	text
title	text
user_id	uuid

Tipi di dato complessi

DDL

Rimuovere tutte le righe in una tabella

```
TRUNCATE table1;
```

Aggiungere una colonna

```
ALTER TABLE table1 ADD another_column text;
```

Rimuovere una colona

```
ALTER TABLE table1 DROP another_column;
```

Non si può modificare la chiave primaria

Collezioni

Le collezioni sono colonne che contengono più valori

Progettate per memorizzare un insieme limitato di dati

Se interrogate, restituiscono il contenuto intero

Non innestabili (non esistono collezioni di collezioni)

Tipi di collezione

Set
- Valori univoci e ordinati

List
- Valori non-univoci e ordinati

Map
- Coppie chiave-valore ordinate per chiave (univoca)

UDT (user-defined type)
- Permette di creare colonne più complesse

```
SET<TEXT>

LIST<TEXT>

MAP<TEXT,INT>

CREATE TYPE address (
  street text,
  city text,
  zip_code int,
  phones set<text>
);

CREATE TYPE full_name (
  first_name text,
  last_name text
);
```

Come usare UDT

```
CREATE TABLE users (
  id uuid,
  first_name frozen <full_name>,
  direct_reports set<frozen <full_name>>,
  addresses map<text, frozen <address>>,
  PRIMARY KEY ((id))
);
```

La clausola frozen consente di considerare il campo come un blocco atomico

- Per aggiornare una porzione del campo (e.g., solo first_name) bisogna aggiornare tutto il campo
- Il campo è trattato come un BLOB
- E' possibile non specificare la clausola e lasciare il campo non-frozen
- Il campo DEVE essere frozen se lo si vuole utilizzare nella chiave primaria

Contatori

I contatori sono un tipo di dato speciale offerto da Cassandra

- Permettono di evitare problemi di concorrenza nell'update di un campo
- Inizializzati a 0
- Si possono aumentare o decrementare, ma non si possono fare assegnamenti diretti su di essi
- Se usati, non possono esistere colonne non-chiave che non siano contatori

```
CREATE TABLE moo_counts (
  cow_name text,
  moo_count counter,
  PRIMARY KEY((cow_name))
);

UPDATE moo_counts
SET moo_count = moo_count + 8
WHERE cow_name = 'Betsy';
```

Esercizio 4

Obiettivo: estendere la tabella originale *videos* con:

- Una colonna *tags* come collezione di stringhe
  - Troncare la tabella e ripopolarla caricando i dati che comprendono i tag
  - Fonte: /root/labwork/exercise-5/videos.csv
- Una colonna *video_encoding* di tipo UDT e così composta
  - Utilizzare sempre il commando copy per popolare solamente i valori della nuova colonna
  - Fonte: /root/labwork/exercise-5/videos_encoding.csv

Field Name	**Data Type**
bit_rates	set<text>
encoding	text
height	int
width	int

Eseguire script

Uno script può contenere tante istruzioni CQL

```
SOURCE './myscript.cql';
```

Esercizio 5

Obiettivo: creare una tabella *videos_count_by_tag* con un contatore che conteggi il numero di video a cui è assegnato un determinato tag

- Fonte: /root/labwork/exercise-6/videos_count_by_tag.cql
  - Notare che il file è .cql, non .csv
  - Notare che il file contiene solo update, nessuna insert
- Prima di creare la tabella, verificare le colonne presenti nel file .cql

Modellazione

Modellazione relazionale

videos

id	title	runtime	year
1	Insurgent	119	2015
2	Interstellar	98	2014
3	Mockingjay	122	2014
…	…	…	…

users

id	login	name
a	emotions	Mr. Emotional
b	clueless	Mr. Naïve
c	noshow	Mr. Inactive
…	…	…

comments

id	user_id	video_id	comment
1	a	1	Loved it!
2	a	3	Hated it!
3	a	2	I cried at the end!
4	b	2	Someone stole my tissues…
…	…	…	…

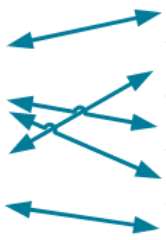
Query: commenti di un video

videos

id	title	runtime	year
1	Insurgent	119	2015
2	Interstellar	98	2014
3	Mockingjay	122	2014
…	…	…	…

comments

id	user_id	video_id	comment
1	a	1	Loved it!
2	a	3	Hated it!
3	a	2	I cried at the end!
4	b	2	Someone stole my tissues…
…	…	…	…



```
SELECT comment
FROM videos JOIN comments
  ON videos.id = comments.video_id
WHERE title = 'Interstellar'
```

Query: commenti di un video

videos JOIN comments

id	title	runtime	year	id	user_id	video_id	comment
1	Insurgent	119	2015	1	a	1	Loved it!
3	Mockingjay	122	2014	2	a	3	Hated it!
2	Interstellar	98	2014	3	a	2	I cried at the end!
2	Interstellar	98	2014	4	b	2	Someone stole my tissues…
…	…	…	…	…	…	…	…

WHERE title = 'Interstellar'

id	title	runtime	year	id	user_id	video_id	comment
2	Interstellar	98	2014	3	a	2	I cried at the end!
2	Interstellar	98	2014	4	b	2	Someone stole my tissues…

Query: commenti di un utente

users

id	login	name
a	emotions	Mr. Emotional
b	clueless	Mr. Naïve
c	noshow	Mr. Inactive
…	…	…
…	…	…
…	…	…
…	…	…
…	…	…
…	…	…
…	…	…

comments

id	user_id	video_id	comment
1	a	1	Loved it!
2	a	3	Hated it!
3	a	2	I cried at the end!
4	b	2	Someone stole my tissues…
…	…	…	…
…	…	…	…
…	…	…	…
…	…	…	…
…	…	…	…
…	…	…	…
…	…	…	…
…	…	…	…

```
SELECT comment
FROM users JOIN comments
  ON users.id = comments.user_id
WHERE user.login = 'emotions'
```

Modellazione in Cassandra

In Cassandra non si possono fare join

- Soluzione: denormalizzare!

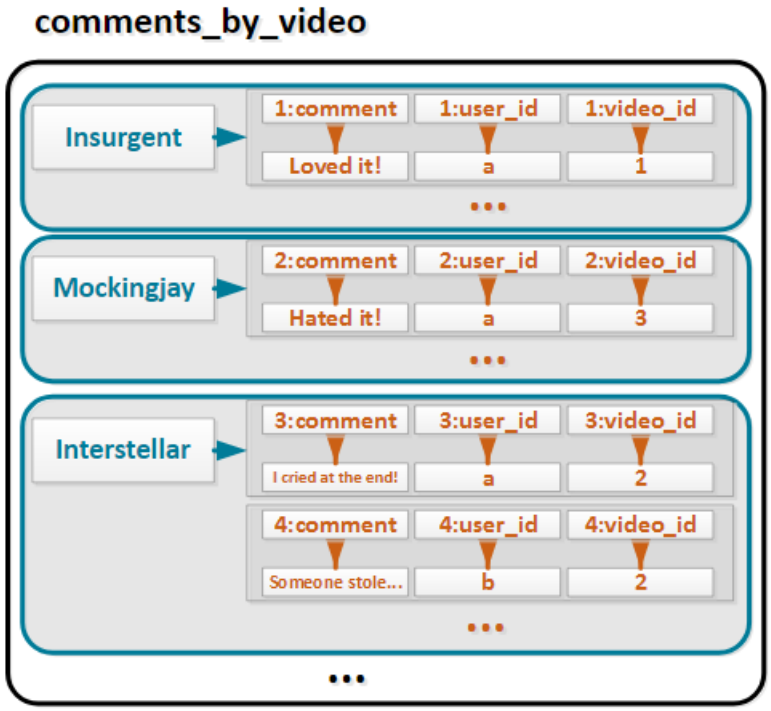
Come denormalizzare?

- Dipende fondamentalmente dalle query che si vogliono fare

Se si vogliono fare tante query diverse?

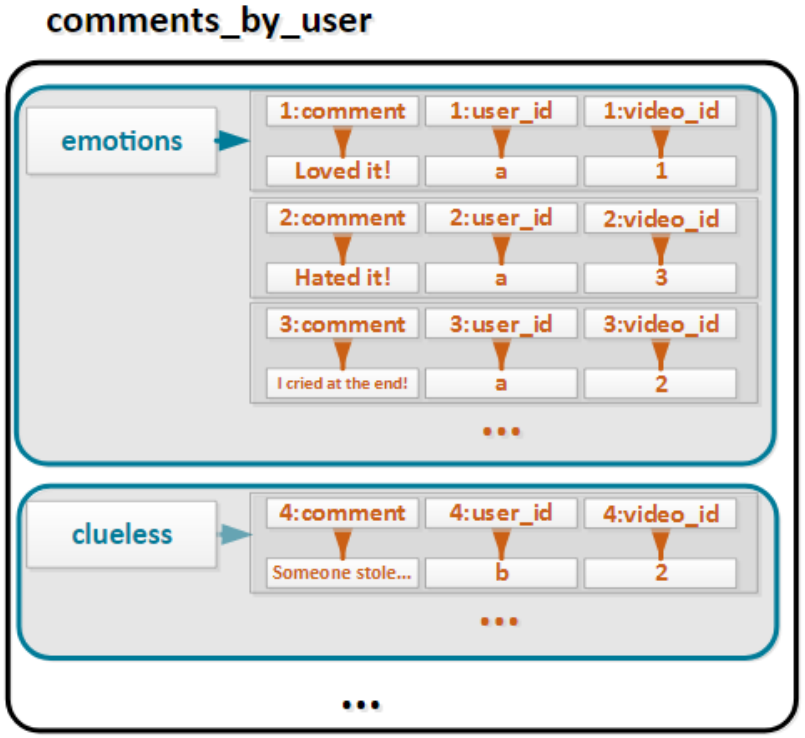
- Q1: cerca i commenti fatti su un video
- Q2: cerca i commenti fatti da un utente
- Soluzione: duplicare i commenti in tabelle diverse

Query: commenti di un video




```
CREATE TABLE comments_by_video (
  video_title text,
  comment_id timeuuid,
  user_id text,
  video_id timeuuid,
  comment text,
  PRIMARY KEY ((video_title), comment_id)
);
```

Query: commenti di un utente




```
CREATE TABLE comments_by_user (
  user_login text,
  comment_id timeuuid,
  user_id text,
  video_id timeuuid,
  comment text,
  PRIMARY KEY ((user_login), comment_id) );
```

Esercizio 6

Obiettivo: modellare la relazione tra video e attori

- La modellazione deve supportare le query Q1 e Q2

Video

Column Name	Data Type
video_id	timeuuid
added_date	timestamp
description	text
encoding	video_encoding
tags	set<text>
title	text
user_id	uuid

Attori

Column Name	Data Type
actor	text
character	text
genre	text

Q1: restituire i video in cui compare un dato attore (a partire dal più recente)

Q2: restituire i video di un dato genere (a partire dal più recente)

Esercizio 6

Q1: restituire i video in cui compare un dato attore (a partire dal più recente)

- Filtro su attore → l'attore costituisce la chiave di partizionamento
- Ordinamento per data → la data costituisce la chiave di raggruppamento
- Restituire i video → bisogna mantenere la granularità dei video

```
CREATE TABLE videos_by_actor (
  actor text,
  added_date timestamp,
  video_id timeuuid,
  character_name text,
  description text,
  encoding frozen<video_encoding>,
  tags set<text>,
  title text,
  user_id uuid,
  PRIMARY KEY ( ?? )
) WITH CLUSTERING ORDER BY ( ?? );
```

Esercizio 6

Q2: restituire i video di un dato genere (a partire dal più recente)

- Filtro su genere → il genere costituisce la chiave di partizionamento
- Ordinamento per data → la data costituisce la chiave di raggruppamento
- Restituire i video → bisogna mantenere la granularità dei video

```
CREATE TABLE videos_by_genre (
  genre text,
  added_date timestamp,
  video_id timeuuid,
  description text,
  encoding frozen<video_encoding>,
  tags set<text>,
  title text,
  user_id uuid,
  PRIMARY KEY ( ?? )
) WITH CLUSTERING ORDER BY ( ?? );
```