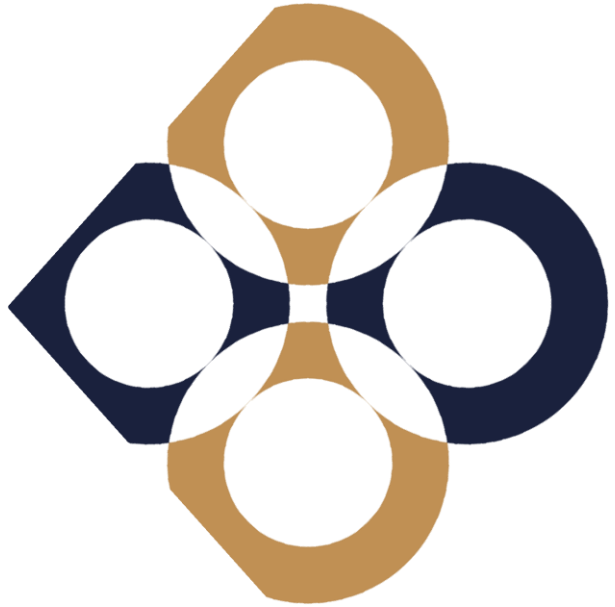
BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

Adatbázisok előadás 11.

Oszlopalapú adatbázisok



BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

Miről lesz szó?

- Oszlopalapú adatbázisok jellemzői
- A Cassandra adatbázis
  - Jellemzők
  - Lekérdezések
  - Terminál
  - Elérés Python-ból
  - Feladatok megoldása

Oszlopalapú adatbázisok (Oszloptárolók)

Olyan adatbázisok, amelyek az oszlopok elemeit együtt, illetve egymás melletti helyeken (blokkokban) tárolják a lemezen

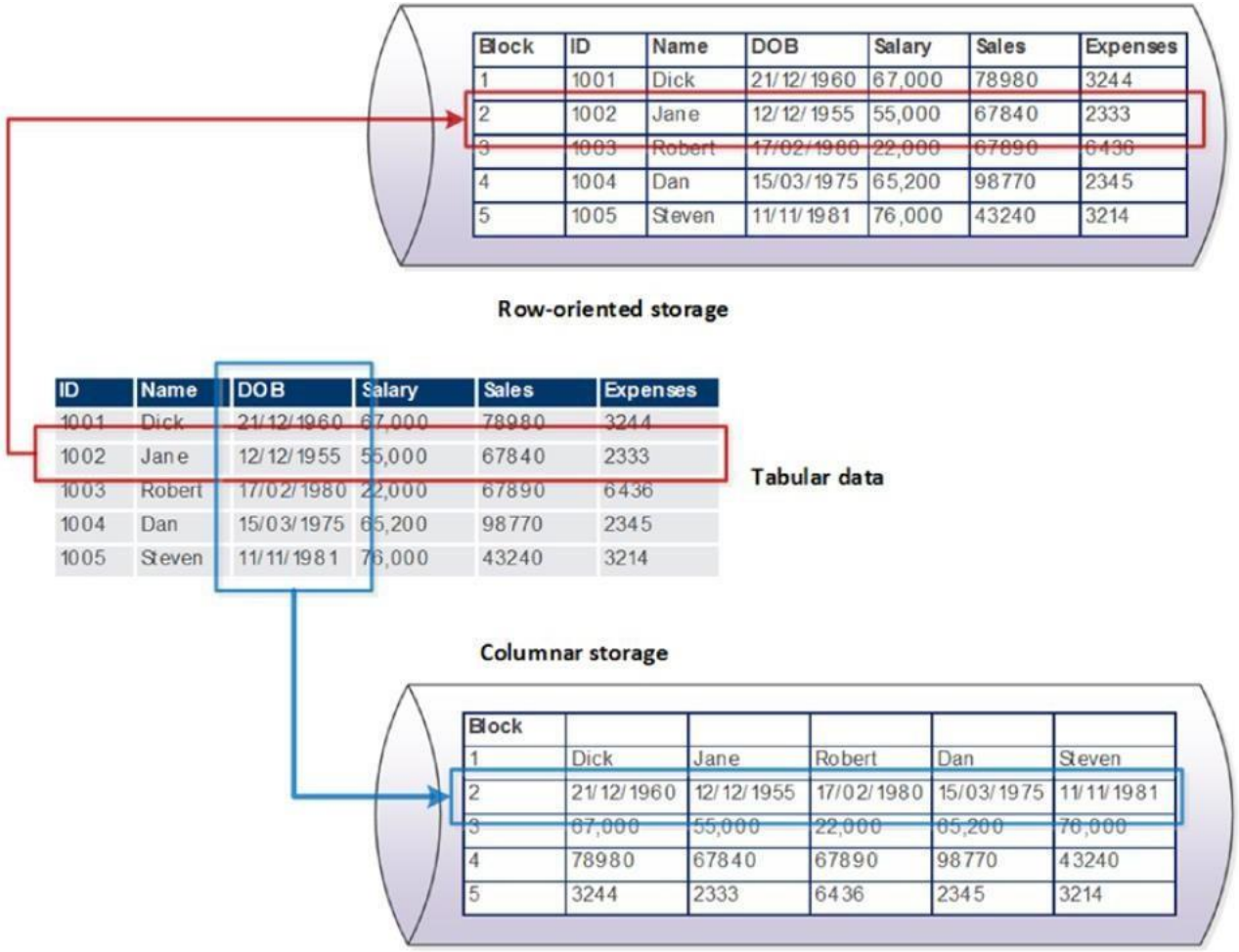
Column Oriented Database

date	price	size
2011-01-20	10.1	10
2011-01-21	10.3	20
2011-01-22	10.5	40
2011-01-23	10.4	5
2011-01-24	11.2	55
2011-01-25	11.4	66
...	...	...
2013-03-31	17.3	100

Felismerés:

Sok (elemző) lekérdezés többnyire oszlopokon dolgozik, így a soralapú szervezés felesleges I/O műveletekkel jár

Soralapú vs. Oszlopalapú tárolás



A mai relációs adatbázis-kezelők egy része mindkét tárolási módot támogatja

Oszloptárolók – előnyök és hátrányok

Előnyök

- Aggregálások, projekció, szelekció gyorsabb elvégzése
- Adatok tömöríthetősége
- Az adatok akár a memóriába is beférhetnek
- Egyszerre több lekérdezés is végrehajtható – diszjunkt attribútumhalmazok esetén
- Skálázható, elosztott rendszer

Hátrányok

- Írási műveletek lassúsága
- OLTP adatbázisokhoz nem optimálisak
- Kevés sorból álló táblák lekérdezése lassú lehet
- (Inkrementális) adatbetöltés lassú

Oszloptárolók – Hol használják őket?

- Adattárházak
- Adatelemzések
- Big data rendszerek
- Párhuzamos feldolgozás

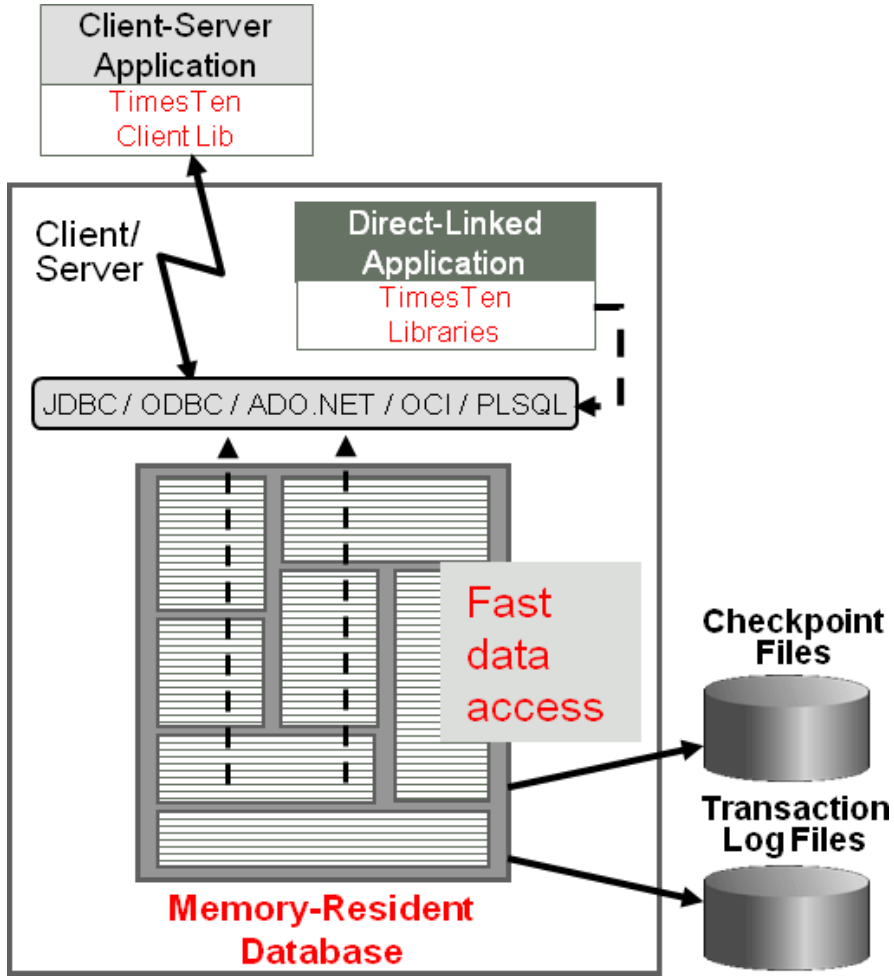
Oszloptárolók - Példák

HYPERTABLE

In-memory adatbázisok

Az oszlopalapú tárolás sok esetben in-memory technikával van kombinálva

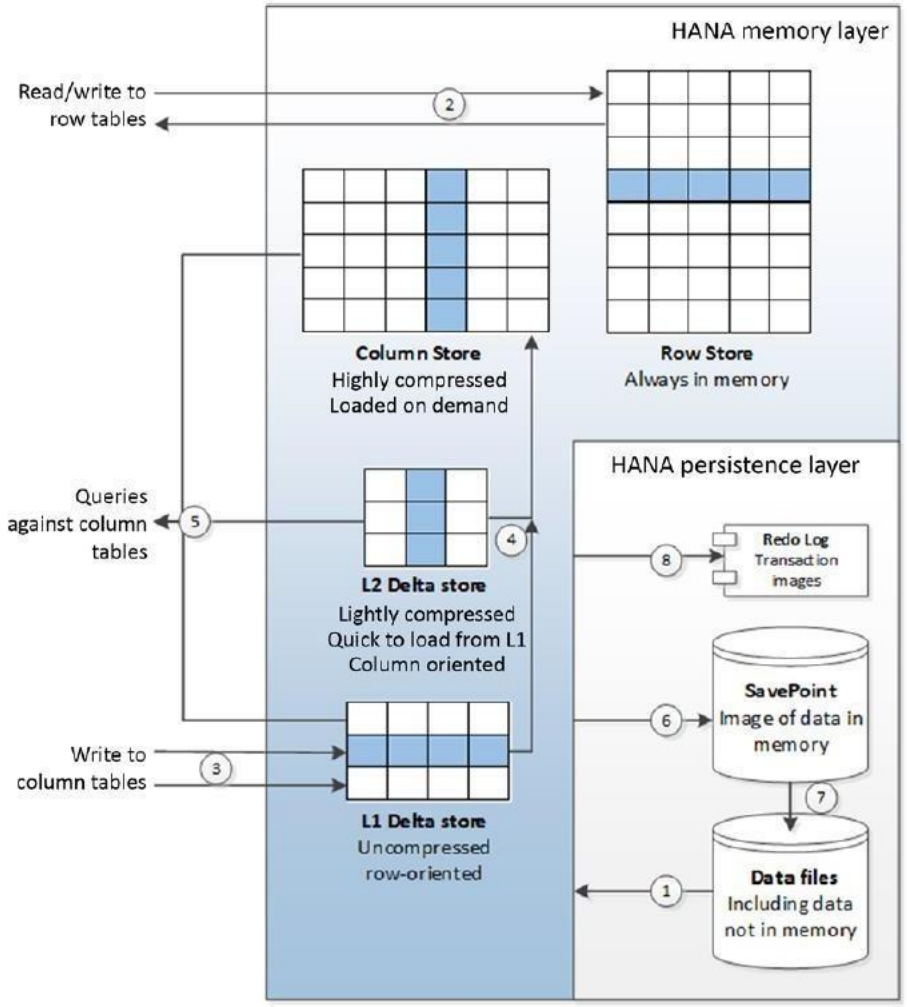
- Az elmúlt évtizedben a memóriák ára nagymértékben csökkent
- A kapacitás ugyanakkor nagymértékben nőtt
- Akár az egész adatbázis lehet memória rezidens
  - Így nincs szükség cache-re
  - A lekérdezések sebessége sokkal jobb lesz
  - Probléma: mi történik pl. áramszünet esetén?



https://www.oracle.com/technical-resources/articles/database/timesten-imdb.html

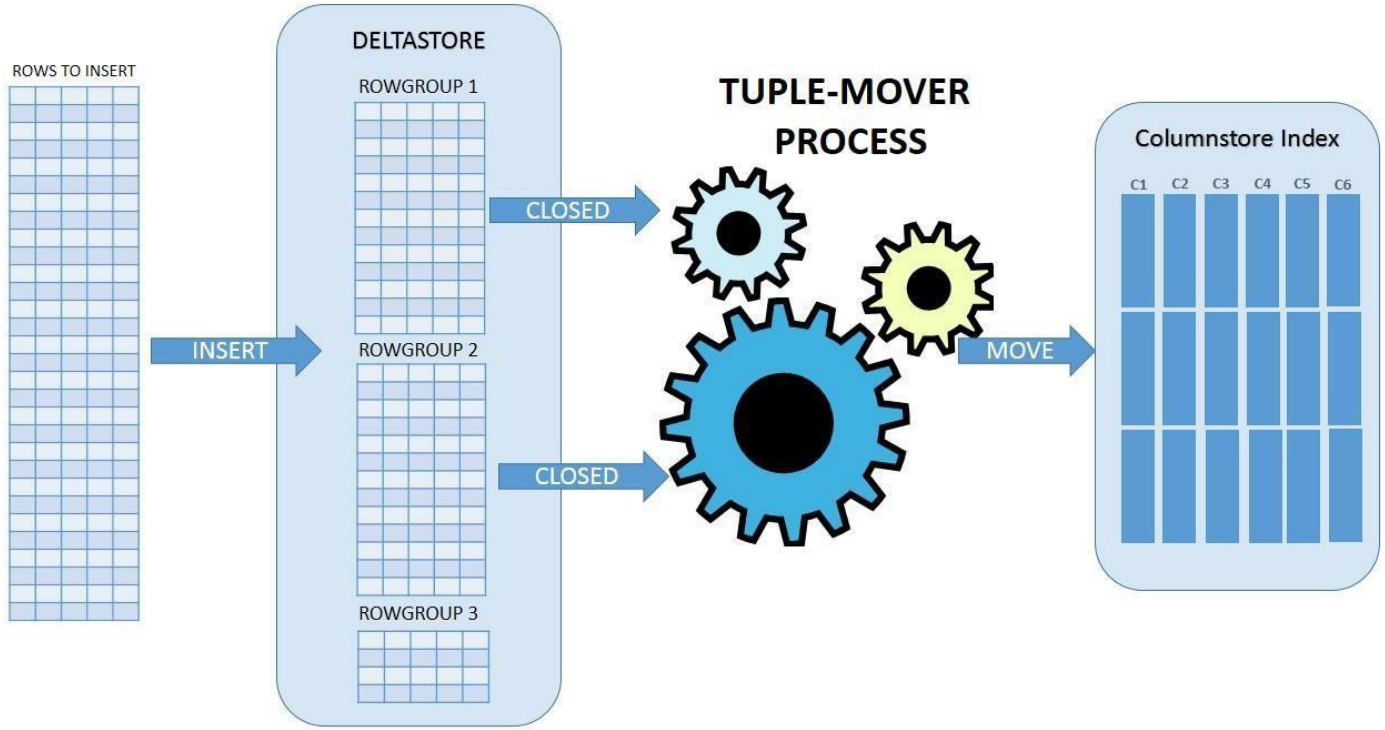
Oszloptárolók – SAP HANA

- Eredetileg relációs adatbázis
- Kombinálja az in-memory technikát az oszlop-alapú adattárolással
- Speciális hardvert igényel, elsősorban gyors SSD tárolókat
- A táblák sor-alapú, illetve oszlop-alapú tárolási modellre is épülhetnek (konfigurálható)
- A sorok minden esetben a memóriába kerülnek, az oszlopok igény/beállítás szerint
- A rendszer így alkalmas OLTP, illetve OLAP feladatokra egyaránt



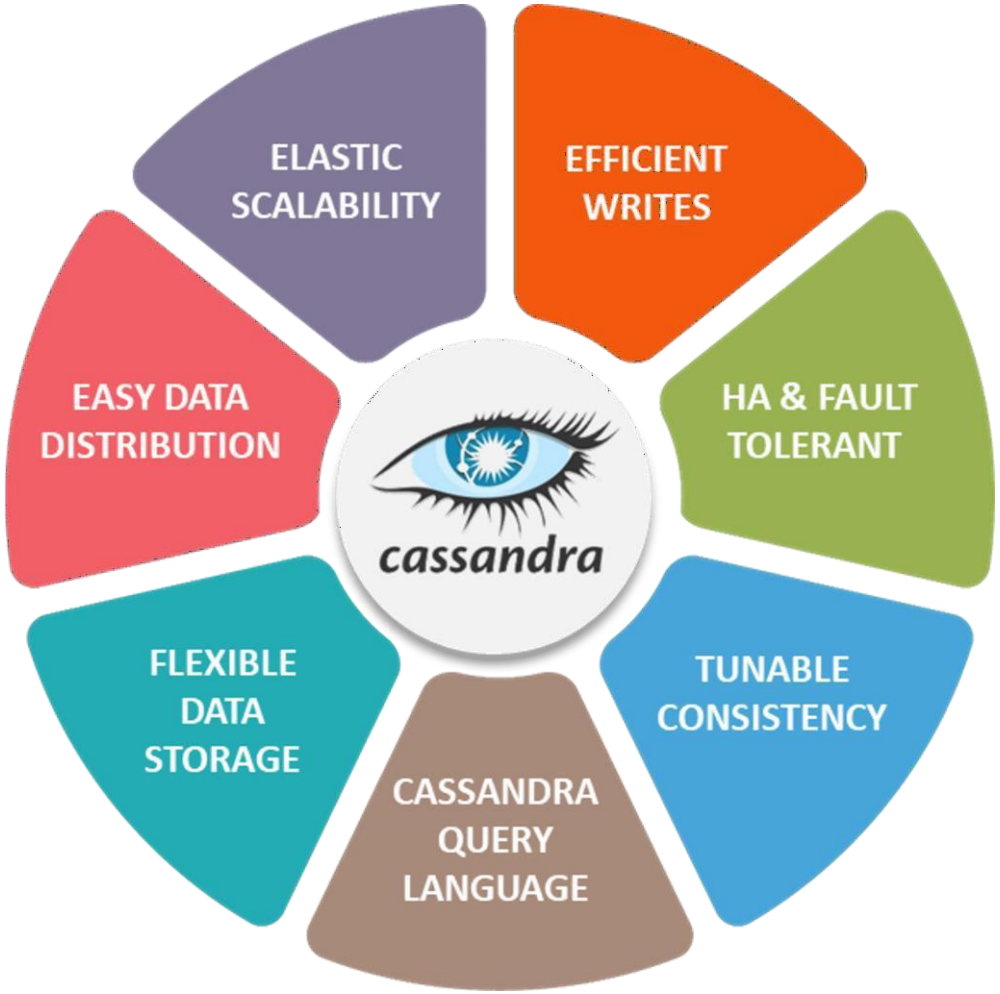
Oszloptárolók – Vertipaq (xVelocity)

- Adatbázis motor
  - Power Pivot
  - SSAS Tabular
  - Power BI
- SQL Server Columnstore index
- In-memory technikával kombinált



Oszlopalapú adatbázisok - Cassandra

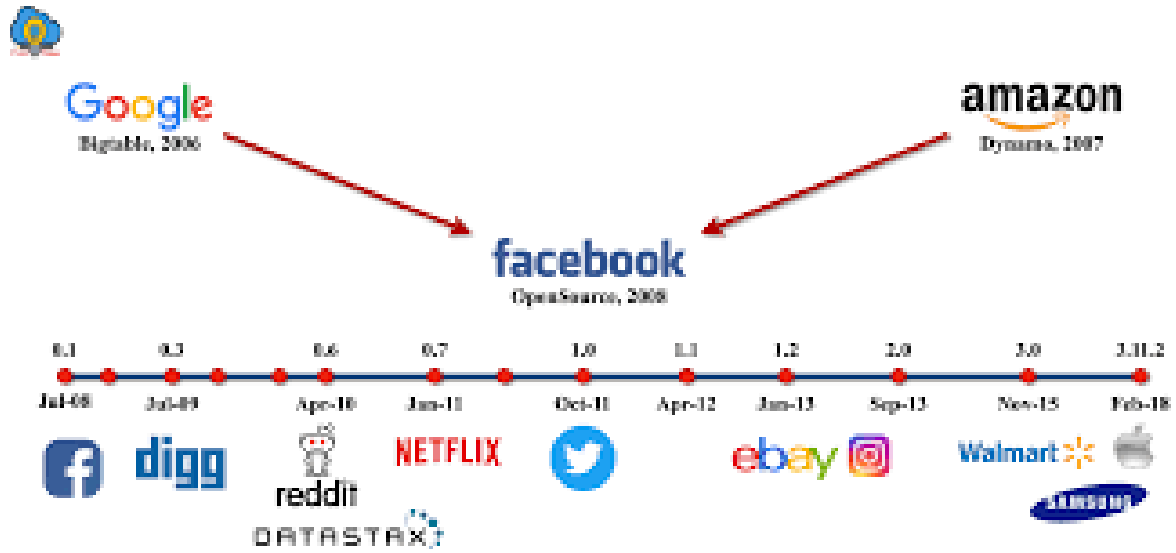
- Open-source, elosztott NoSQL adatbázis
- Magas rendelkezésre állás, hibatűrés,
- Lineáris skálázhatóság
- Saját lekérdező nyelv (CQL – Cassandra Query Language)
- Hadoop/MapReduce integráció
- Szabályozható konzisztencia



https://www.edureka.co/blog/interview-questions/cassandra-interview-questions/

Cassandra - történet

- 2008-ban jelent meg (Facebook, inbox search)
- Az Apache projekt része lett
- Alapjai a Google BigTable és az Amazon DynamoDB
- Széleskörűen elterjedt (Netflix, Instagram, ebay)
- Legutolsó verzió: 4.x (2022)

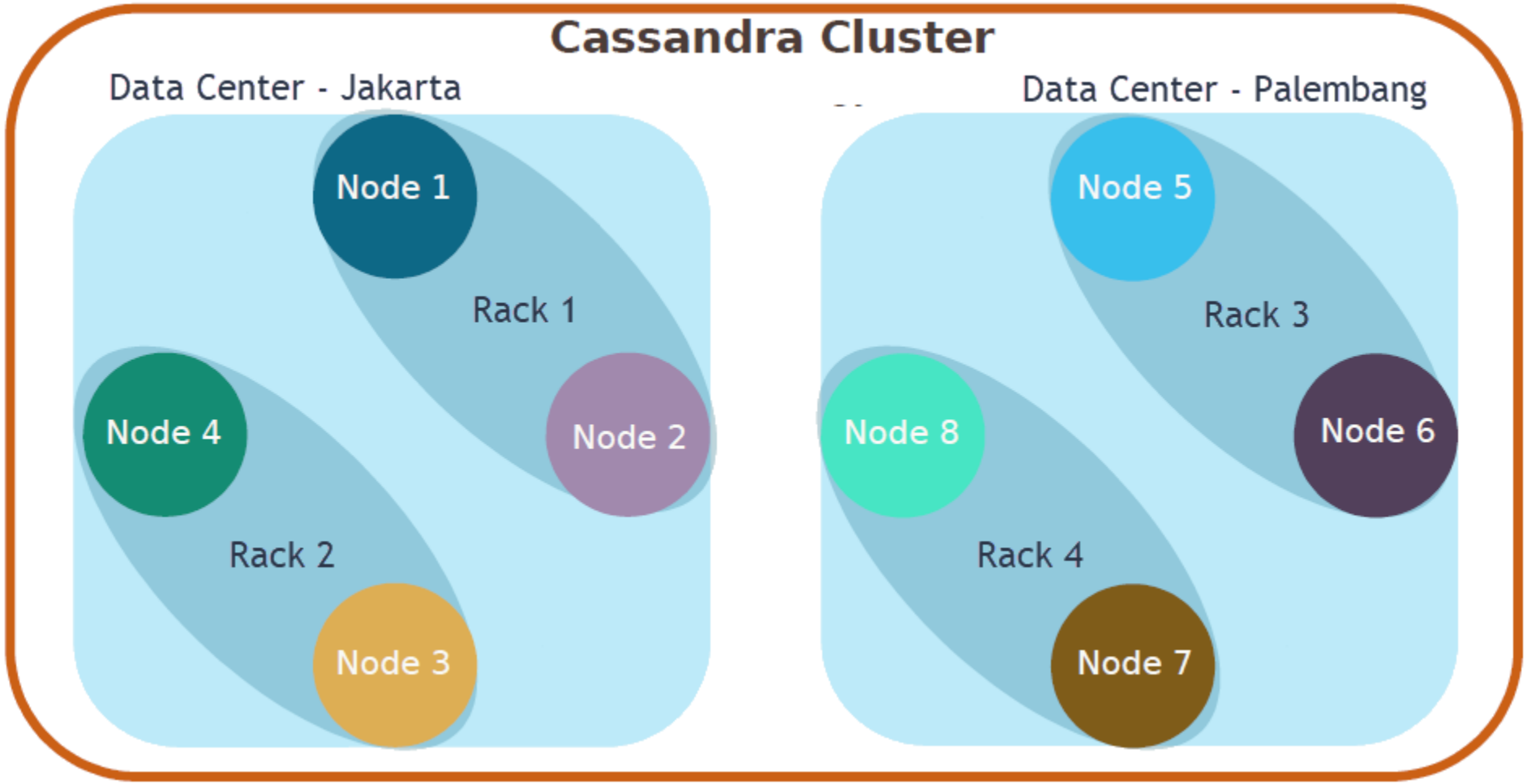


Cassandra – alapfogalmak

- Cluster (klaszter) – Egy rendszert alkotó node-ok gyűjteménye
- Data Center (adatközpont) – Egymással kapcsolatban lévő csomópontok halmaza
- Node (csomópont) – Egy számítógép (szerver) tárolási és számítási kapacitással
- Keyspace (kulcstér) – Adatbázishoz hasonló konténer objektum
- Column family (oszlopcsalád) – Tábláknak megfelelő objektumok, rendezett oszlopok gyűjteménye
- Memtable (memória tábla) – Memória rezidens adatstruktúra, a commit log után ide kerülnek az adatok
- SSTable – Fájl, ahova az adatok kerülnek, ha a Memtable megtelik

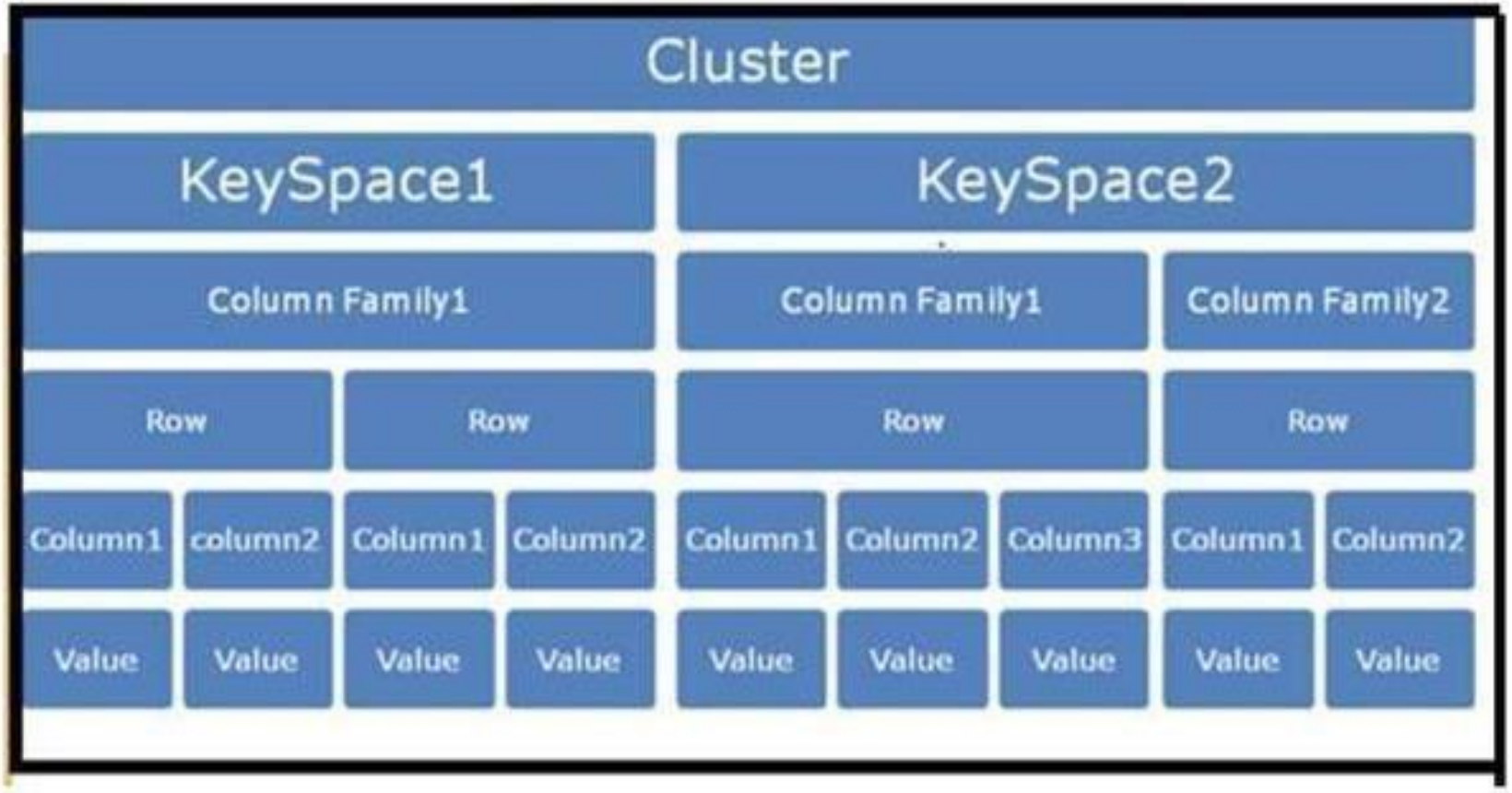
BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

Cassandra – Node, Cluster, Data Center



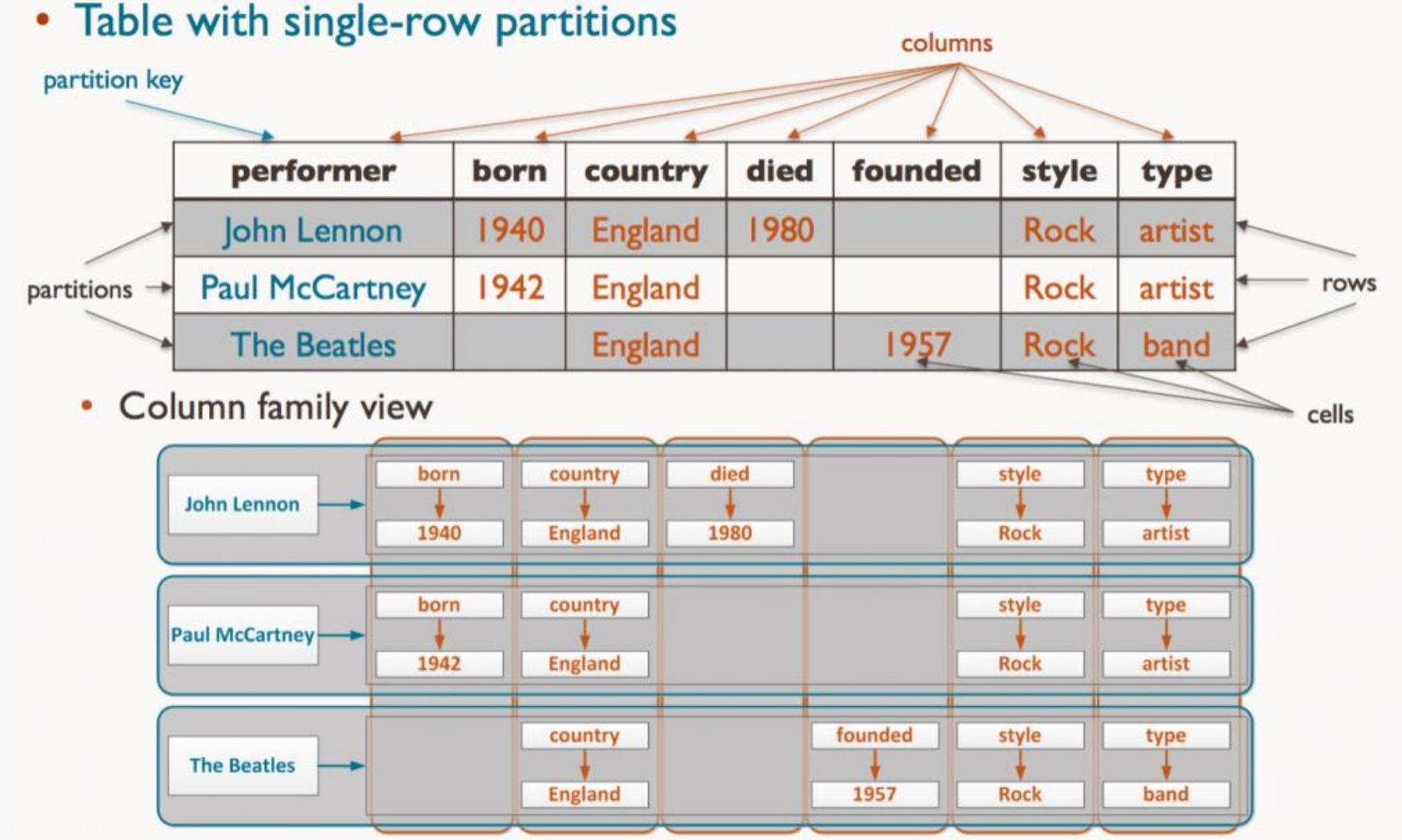
Understanding the Architecture and Data Model of Cassandra | Informatics (medium.com)

Cassandra – architektúra



https://en.ppt-online.org/230989

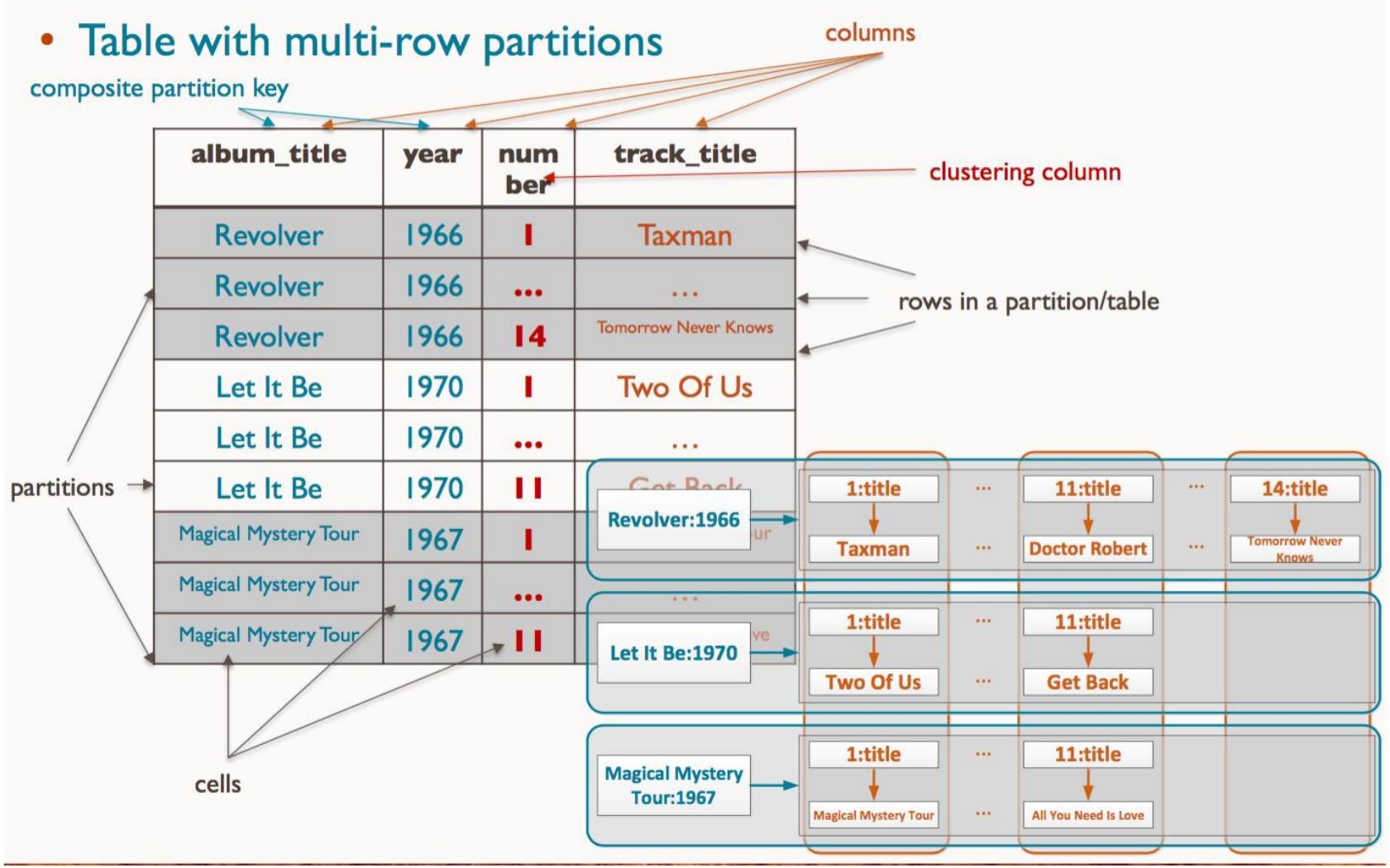
Cassandra – Column family példa 1.



Row key = Partition key

https://studio3t.com/knowledge-base/articles/nosql-database-types/

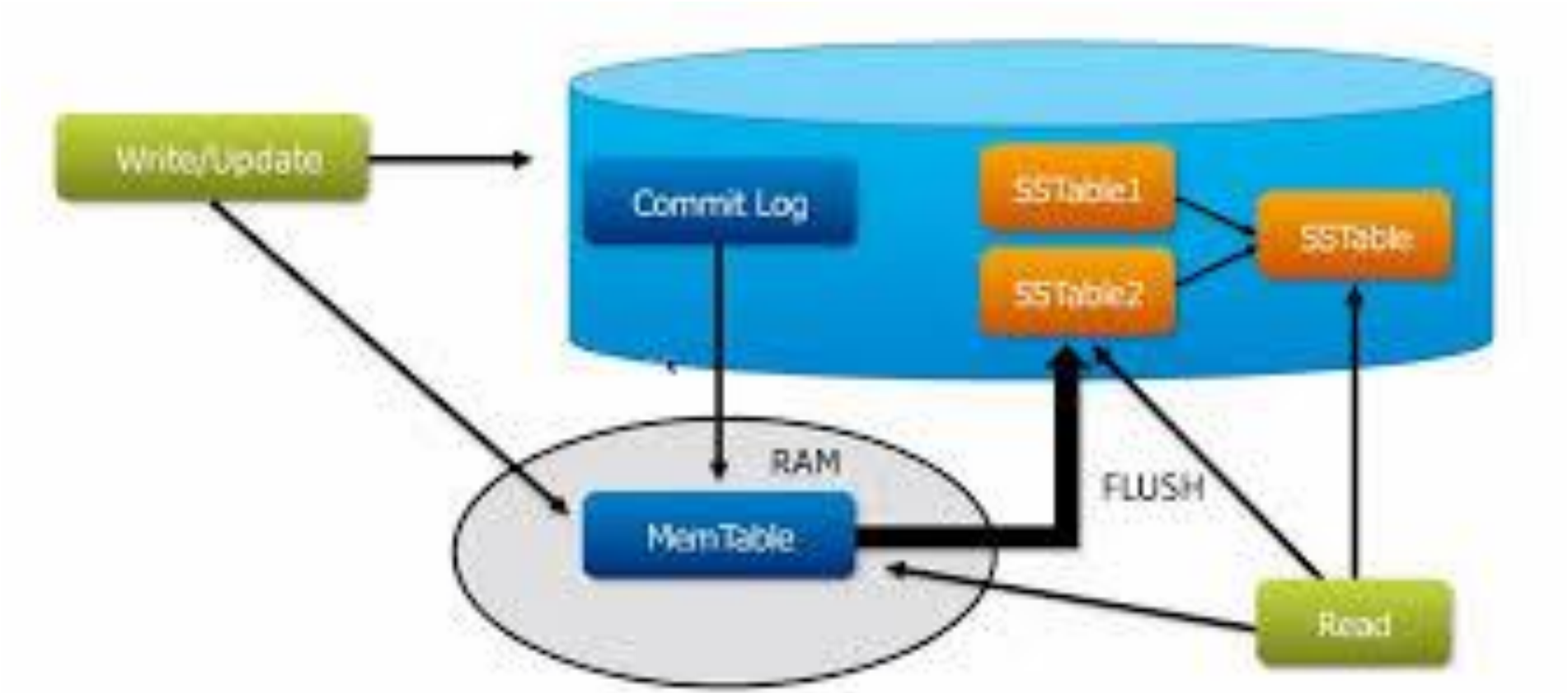
Cassandra – Column family példa 2.



Row key =
Partition key + Clustering key

Cassandra | Mauricio Poppe

Cassandra – Memtable és SSTable

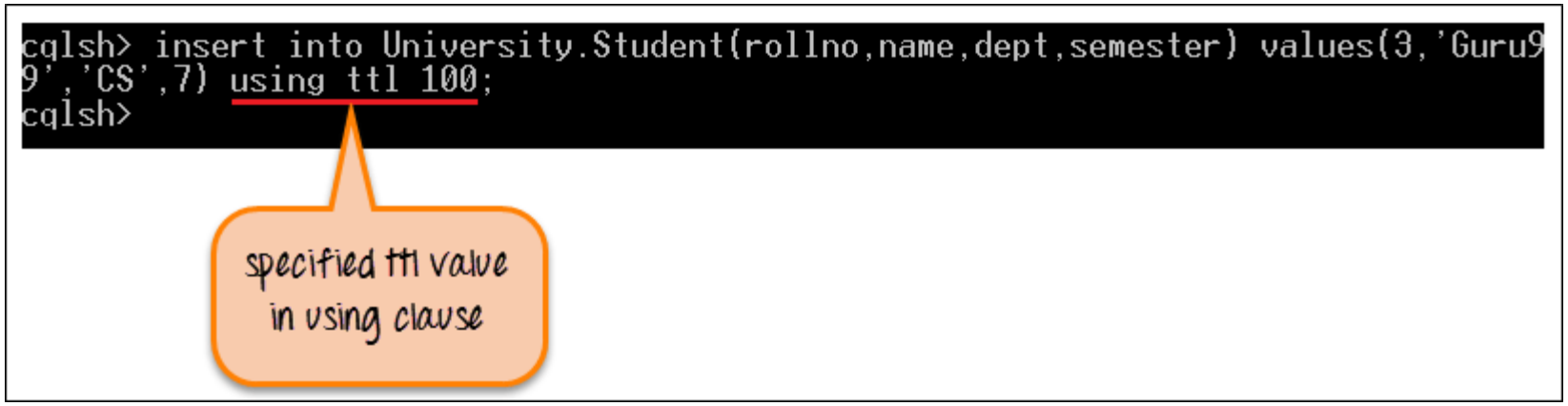


Timestamp (időbélyeg)

- Minden írási művelet esetén automatikusan képződik minden egyes érték esetén
- Használatával az esetleges ütközések (konfliktusok) feloldhatók
- Az időbélyeget a kliens is generálhatja

Time To Live (TTL)

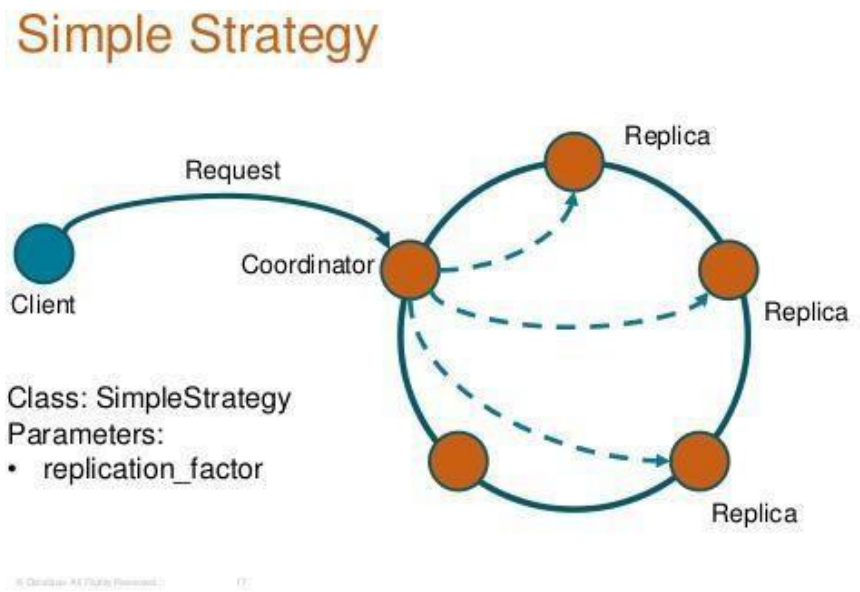
- Az adat lejárati idejét határozza meg
- Adott idő után az adat törlődik
- A felhasználó szabályoztatja a TTL-eket (retention policy)

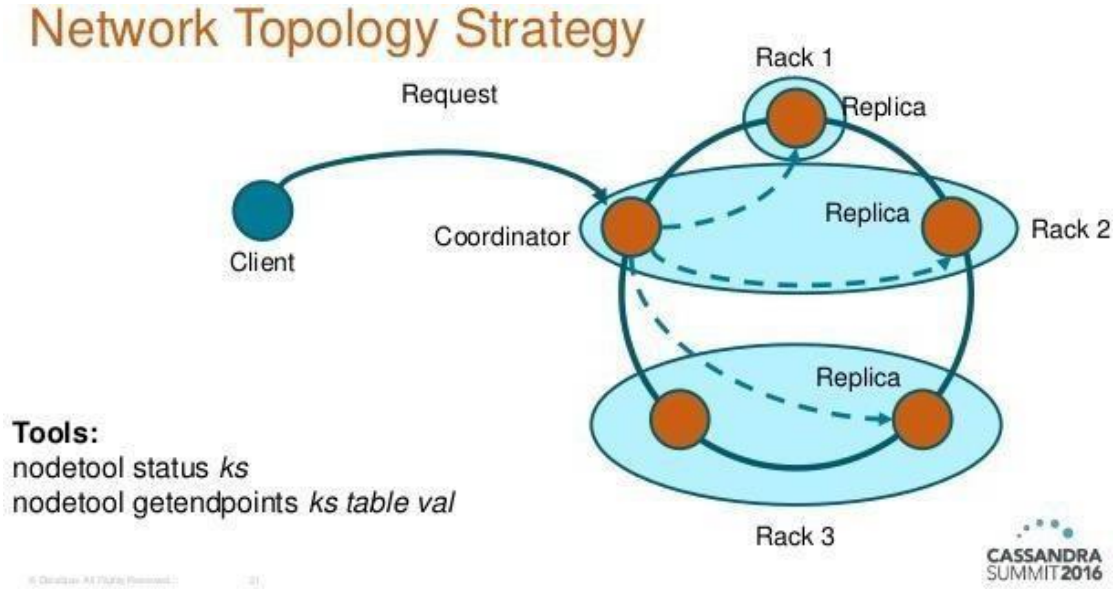


Cassandra – Replikációs stratégiák

A replikáció során az adatokról több node-on is másolat készül az adatvesztés elkerüléséért.

- A másolatok számát replikációs faktornak nevezzük.
- A másolatok létrehozása többféle stratégia alapján történhet.





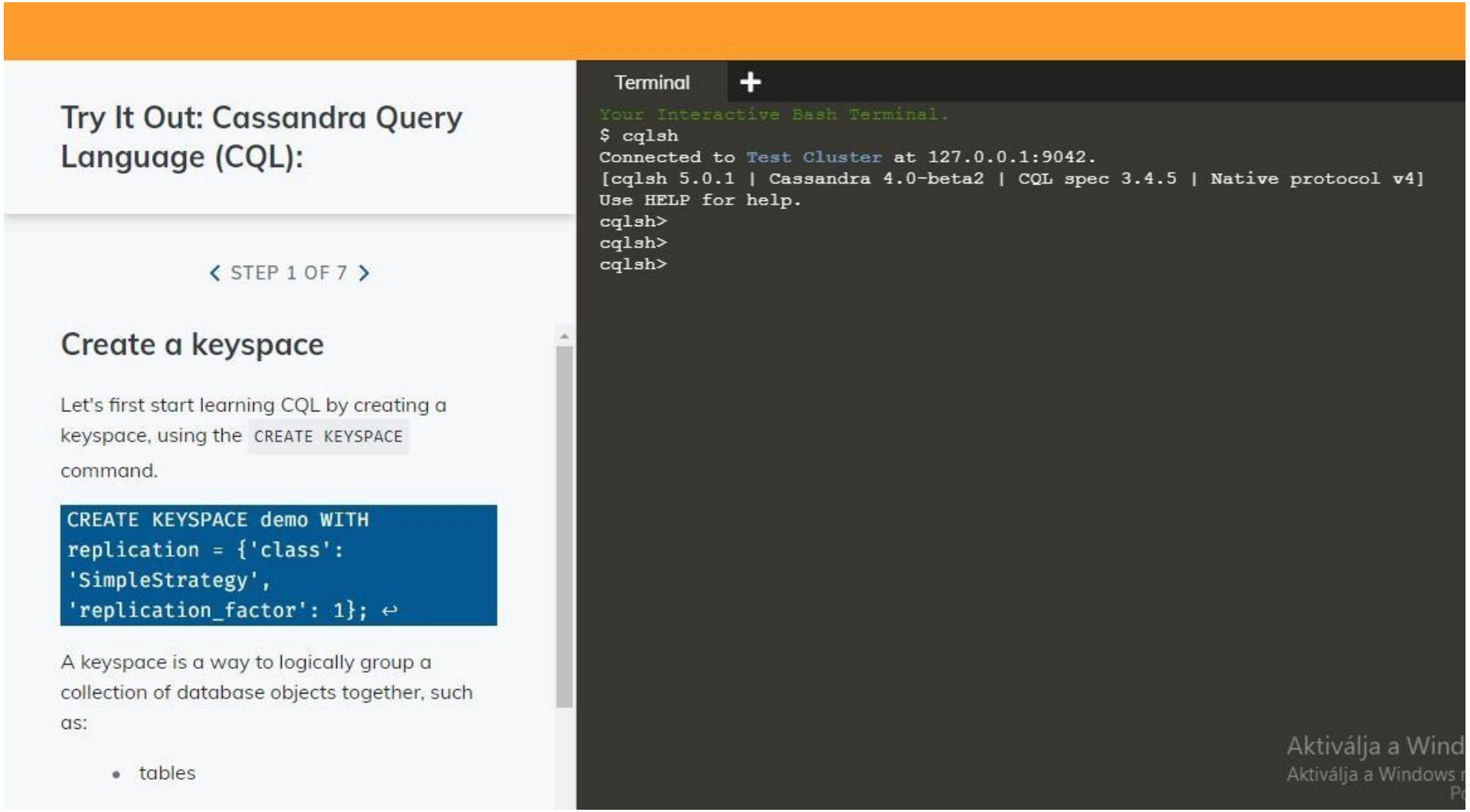
A képek forrása: Replication and Consistency in Cassandra... What Does it All Mean? (Christopher Bradford, DataStax)

(Apache) Cassandra – kipróbálási lehetőségek

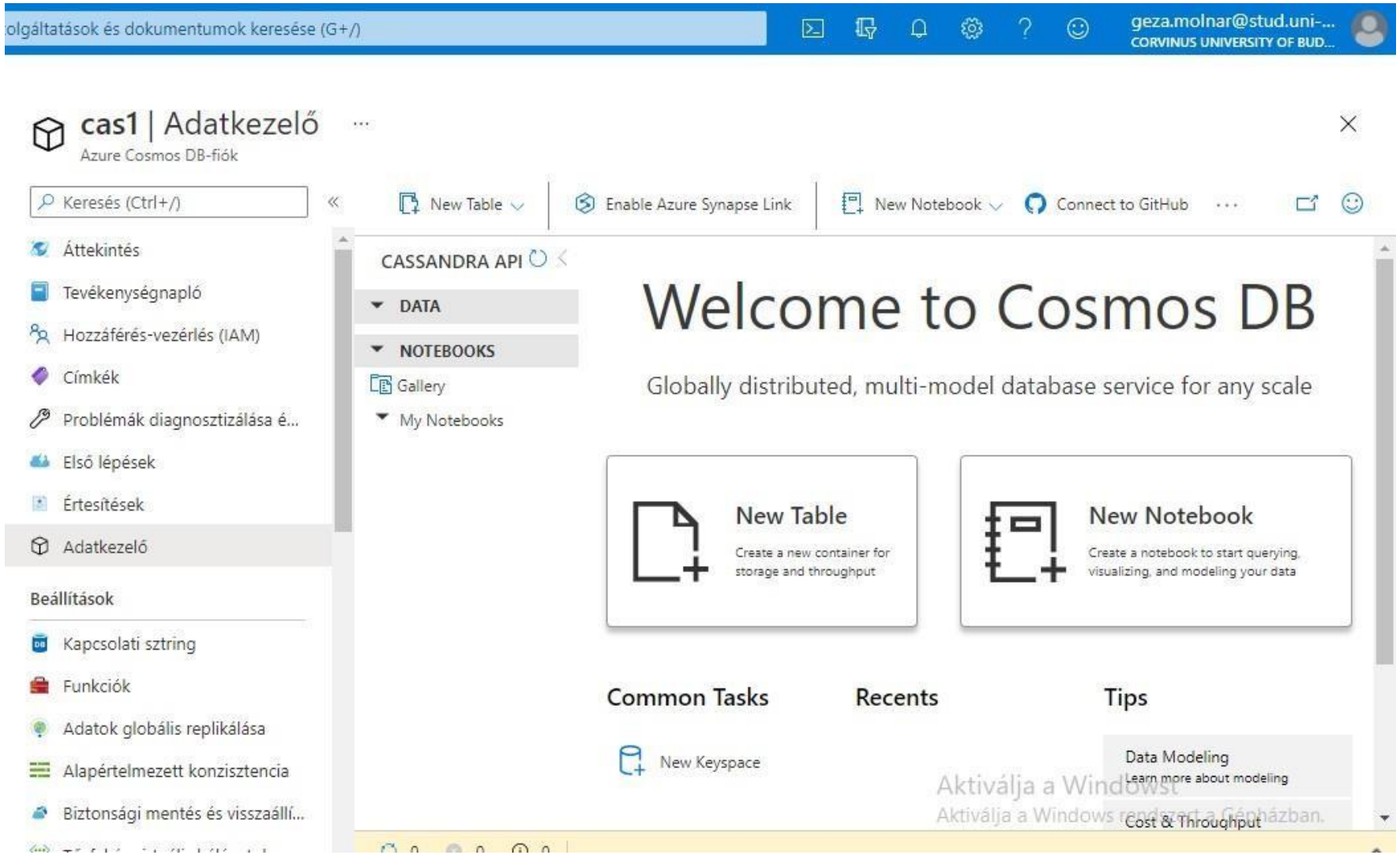
- Online proba (Try It Out | Datastax)
- On-premise (Download (apache.org))
  - Telepíthető Linux, Windows és Mac alá is
- Cloud
  - Azure Cosmos DB
  - DataStax Astra

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

Cassandra – Online próba

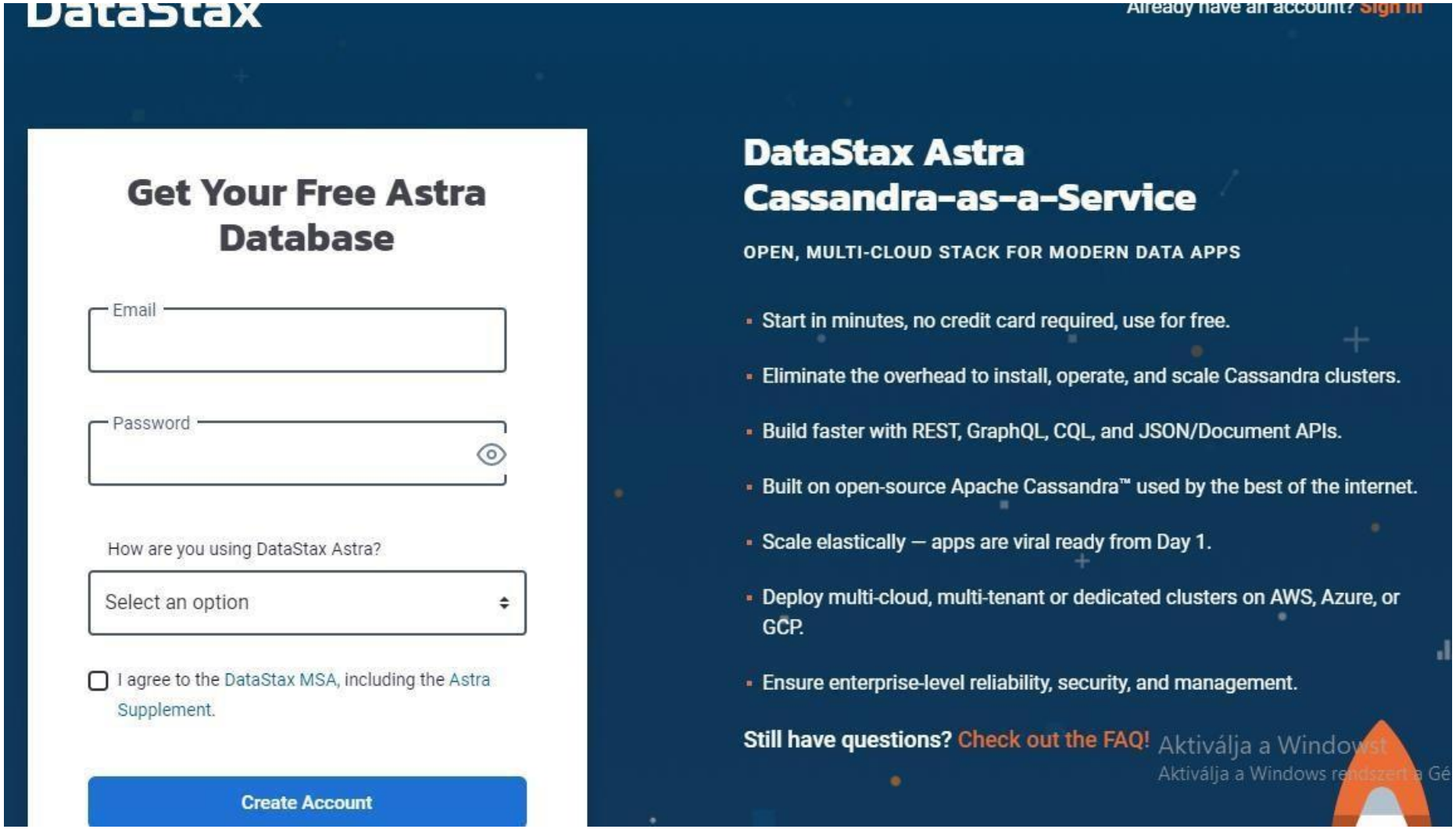


Cassandra – Azure Cosmos DB



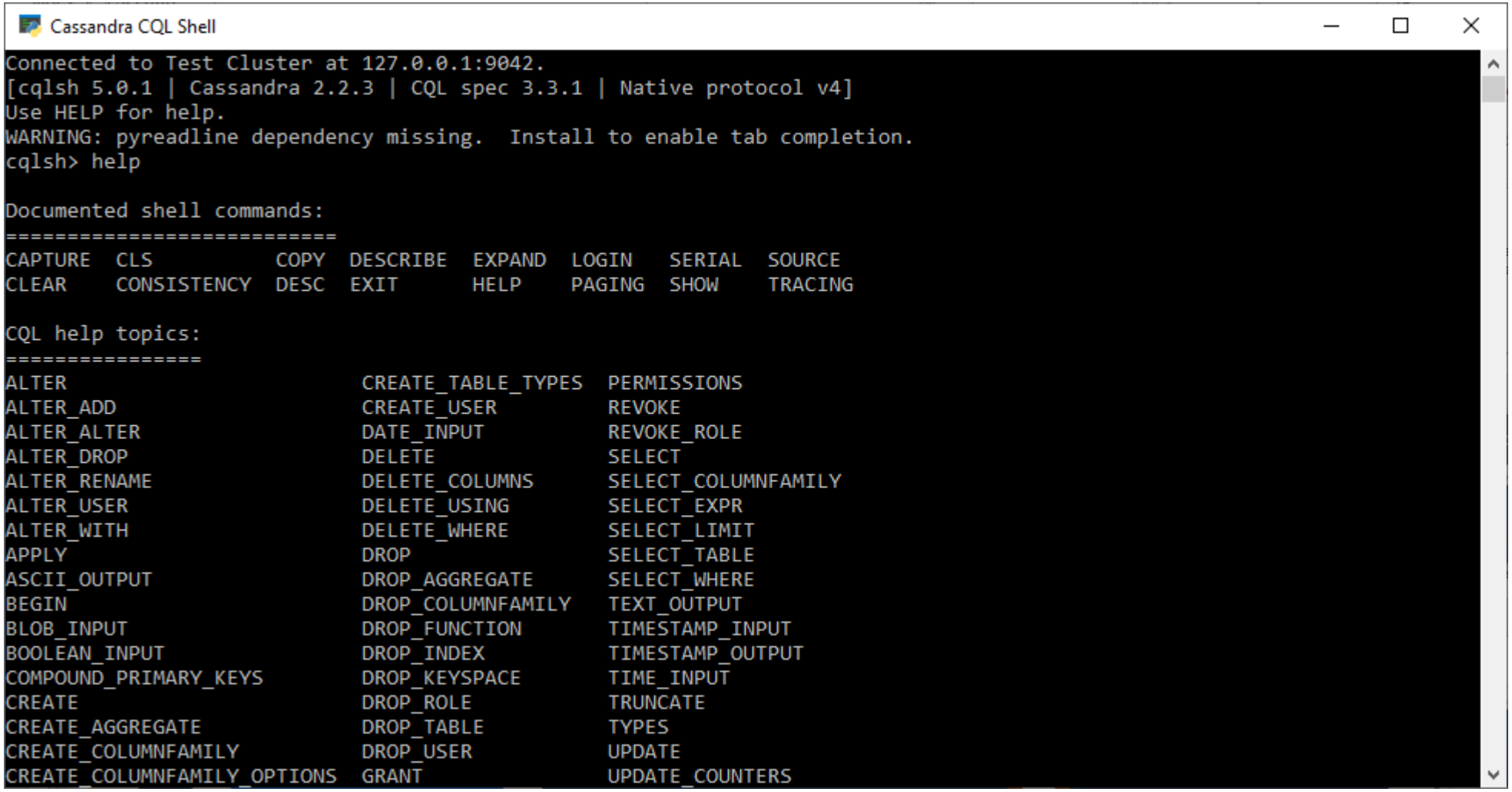
BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

Cassandra – DataStax Astra



BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

Cassandra – On premise – CQL Shell



Cassandra adattípusok

- Egyszerű adattípusok
  - Szöveges: ascii, varchar, inet, text, date, time
  - Numerikus: int, varint, bigint, counter, float , decimal, double
  - Logikai: boolean
  - Egyéb: timestamp, uuid, blob
- Összetett adattípusok
  - list - elemek rendezett gyűjteménye
  - map – kulcs-érték párok gyűjteménye
  - set – elemek halmaza
- Felhasználó által definiált adattípusok

Cassandra – CQL nyelv

- Deklaratív nyelv
- SQL nyelvhez hasonló szintaktika, de más elvekre épül (az adatmodell nem relációs!)
- A SQL-nél limitáltabb lehetőségek
  - Nincsenek tábla összekapcsolások, beágyazott lekérdezések
  - Nincs tranzakciókezelés, tárolt eljárás, trigger
  - WHERE feltétel csak elsődleges kulcs oszlopra vagy indexelt oszlopra alkalmazható
  - Adatot módosítani (frissíteni) csak elsődleges kulcs alapján lehet

Verziótól függően további korlátozások is lehetnek, pl. 3.1 verzió előtt nem volt GROUP BY sem

Cassandra – Keyspace létrehozása

CREATE KEYSPACE kulcstérnév WITH tulajdonságok;

- Tulajdonságok
  - replication – a replikációs stratégia és a replikák számának megadása, a stratégia lehet: SimpleStrategy, NetworkTopologyStrategy
  - durable_writes – a commitlog használatban legyen-e módosítások esetén? Logikai változó, alapértelmezett értéke true
- Példa
  - CREATE KEYSPACE webshop
    WITH replication = {'class': 'SimpleStrategy', 'replication_factor': 3};

  Létrehoz egy webshop nevű kulcsteret, ahol a replikák száma 3, a replikációs stratégia pedig SimpleStrategy

Cassandra – Keyspace kezelő parancsok

USE kulcstérnév; - az aktuális keyspace megadása	Pl: USE webshop;
DESC KEYSPACES; - a létező keyspace-ek listázása	Pl: DESC KEYSPACES;
ALTER KEYSPACE kulcstérnév WITH tulajdonságok; - kulcstér módosítása	Pl: ALTER KEYSPACE webshop WITH replication = {'class': 'SimpleStrategy', 'replication_factor': 1};
DROP KEYSPACE kulcstérnév; – adott keyspace törlése	Pl: DROP KEYSPACES webshop;

Cassandra – Tábla létrehozása

CREATE TABLE | COLUMNFAMILY táblanév (oszlop definíciók)
[WITH opciók AND opció];

- Elsődleges kulcs megadása a PRIMARY KEY kulcsszóval történik az oszlopdefiníciónál vagy a tábladefiníció végén
- Minden táblánál kötelező elsődleges kulcs létrehozása
- A WITH után tábla opciók adhatók meg pl. tömörítés vagy klaszter oszlopok (CLUSTERED ORDER BY (oszloplista)
- Az AND után egyéb opciók adhatók meg, pl. oszlop szerinti rendezettség
- Példa

  CREATE TABLE Termek (ID INT PRIMARY KEY, Name VARCHAR, Price INT);

  Létrehozza a Termek táblát három mezővel, ahol az ID az elsődleges kulcs

Cassandra – Kulcsok

- PRIMARY KEY – Egyedi azonosító
  - Egyszerű, ha csak egy oszlopból áll
  - Összetett (composite), ha több oszlopból áll
- PARTITION KEY – Ez alapján osztódnak el az adatok a node-ok között
- CLUSTERING KEY – A partíción belül az adatok sorrendjét határozza meg
- Egyszerű kulcs esetén PRIMARY KEY = PARTITION KEY
- Összetett kulcs esetén PRIMARY KEY első mezője a PARTITION KEY, a többi a CLUSTERING KEY, pl:
  - PRIMARY KEY (x) – a PARTITION KEY x
  - PRIMARY KEY (x, y, z) – a PARTITION KEY x, CLUSTERING KEY y, z
  - PRIMARY KEY ((x, y), v, w) – a PARTITION KEY (x, y), CLUSTERING KEY (v, w)

Ha az elsődleges kulcs összetett, akkor a tábla definíció végén kell megadni

Cassandra – Tábla kezelő parancsok

ALTER TABLE | COLUMNFAMILY táblanév művelet; - Módosítja az adott táblát. A művelet lehet ADD és DROP

Pl: ALTER TABLE Termek ADD description TEXT;

DROP TABLE táblanév; - Törli az adott táblát

Pl: DROP TABLE Termek;

TRUNCATE táblanév; - Törli a tábla tartalmát, a szerkezet megmarad

Pl: TRUNCATE Termek;

Cassandra – INDEXEK

CREATE INDEX [IF NOT EXISTS] [indexnév] ON táblanév [KEYS] oszlopnév;

- Új indexet hoz létre az adott oszlop szerint
- Egy táblához több index is készíthető
- Az egyszerű típusok többségéhez készíthető index
- A Cassandra 2.1-től az index készülhet kollekciókhoz (map, set, list) is
- Példák:
  - CREATE INDEX i_raktar_nev ON Raktar (nev);
  - DESC TABLE Raktar; -- mutatja a létrehozott indexet is
  - DROP INDEX i_raktar_nev;

Cassandra – CRUD utasítások - INSERT

INSERT INTO táblanév (oszlopnevek) VALUES (értékek) [USING opció]

- Új értékeket szúr be a tábla adott oszlopaiba
- Az oszlopnevek megadás kötelező, vagy helyette a JSON formátum használható
- Példák
  - INSERT INTO Termek (id, name, price) VALUES (1, 'tej', 250);
  - INSERT INTO Termek JSON '{"id": 2, "name": "kakao", "price": 300}'; *

* Cassandra 2.2 verziótól alkalmazható

Cassandra – CRUD utasítások - UPDATE

UPDATE táblanév SET értékadás(ok) WHERE feltétel(ek);

- Módosítja a tábla feltételnek megfelelő adatait
- A WHERE feltételben hivatkozni kell az elsődleges kulcs oszlopra
- Példák
  - UPDATE Termek SET price = 200 WHERE id = 1;
  - UPDATE Termek SET price = 200 WHERE id IN (1, 2);
  - UPDATE Termek SET price = 200 WHERE name = 'tej';
    -- Ez hibás, mert nincs kulcs hivatkozás

Cassandra – CRUD utasítások - DELETE

DELETE FROM táblanév WHERE feltétel(ek);

- Törli a tábla feltételnek megfelelő adatait
- A WHERE feltételben itt is kell kulcsra hivatkozni
- Példák
  - DELETE FROM Termek WHERE id = 2;
  - DELETE FROM Termek WHERE price = 200;
    -- Ez hibás, mert nincs kulcs hivatkozás

Cassandra – Map, List, Set példák

```
CREATE TABLE Raktar(id INT, nev VARCHAR, aruk SET<TEXT>, keszlet
MAP<TEXT, INT>, dolgozok LIST<TEXT>, PRIMARY KEY(id));
```

- INSERT INTO raktar (id, aruk, dolgozok, keszlet, nev)
  VALUES (1, {'kifli', 'tej', 'kenyer'}, ['Kiss Bela', 'Nagy Ivett'], {'kifli': 200, 'tej': 50, 'kenyer': 130}, 'Raktar01');
- UPDATE Raktar
  SET aruk = aruk + {'zsemle'},
  dolgozok = dolgozok + ['Kozepes Jeno'],
  keszlet['kenyer'] = 500
  WHERE id = 1;

Cassandra - Lekérdezések

- A DISTINCT kulcsszó használható
- Az oszlopokat elnevezhetjük az AS után
- A WHERE utáni oszlopok lehetnek elsődleges kulcs oszlopai, indexelt oszlopok vagy clustered oszlopok
- Az ORDER BY után csak clustered oszlopok adhatók meg, a WHERE után ilyenkor szükséges a kulcsra hivatkozás
- A GROUP BY oszlopai csak az elsődleges kulcs oszlopai lehetnek megfelelő sorrendben*
- A LIMIT után megadható, hogy az eredménysorok közül hány jelenjen meg

```
SELECT …
FROM …
WHERE …
GROUP BY …
ORDER BY …
LIMIT …
```

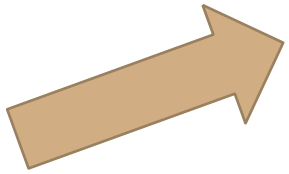
*A partition key mindegyik oszlopának szerepelnie kell

Cassandra adatmodell vs. Relációs adatmodell

A Cassandra esetén a táblák nem kapcsolhatók össze, megoldási lehetőség:

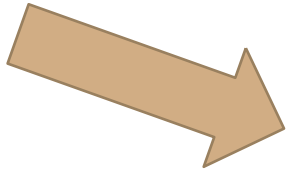
- ❑ Denormalizálás
- ❑ Kollekciók (map, list, set) használata

Tanulo		
tid	tnev	tszulido
1	Kiss Béla	1999.01.01



TanuloVizsga			
datum	tid	tnev	eredmeny
2021.06.01	1	Kiss Béla	5
2021.06.04	1	Kiss Béla	3

Vizsga		
datum	tid	eredmeny
2021.06.01	1	5
2021.06.04	1	3



TanuloVizsga2			
tid	tnev	tszulido	vizsga
1	Kiss Béla	1999.01.01	{’2021.06.01’:5 ,’2021.06.04’:3}

Cassandra elérés Python-ból

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help Trusted Python 3

Run Code

In [ ]:
```
!pip install cassandra-driver
```

In [2]:
```
from cassandra.cluster import Cluster
```

In [3]:
```
cluster = Cluster(['127.0.0.1'])
session = cluster.connect()
```

In [23]:
```
session.execute('use system;')
r= session.execute('select * from schema_keyspaces;')
print(r.current_rows)
```

```
[Row(keyspace_name='kproba', durable_writes=True, strategy_class='org.apache.cassandra.locator.Simple
Strategy', strategy_options='{"replication_factor":"3"}'), Row(keyspace_name='system', durable_writes
=True, strategy_class='org.apache.cassandra.locator.LocalStrategy', strategy_options='{}'), Row(keysp
ace_name='system_traces', durable_writes=True, strategy_class='org.apache.cassandra.locator.SimpleStr
ategy', strategy_options='{"replication_factor":"2"}')]
```

In [24]:
```
cluster.shutdown()
```

Köszönöm a figyelmet!