NoSQL - Introducción

NoSQL

Término utilizado para referirse a BD que no siguen los principios de los RDBMS

NoSQL - Introducción

NoSQL

Término utilizado para referirse a BD que no siguen los principios de los RDBMS

- Sistemas diseñados para lograr alta velocidad y escalabilidad (Google, Facebook, Yahoo, Twitter, etc.)
- Usualmente NO respetan propiedades ACID de transacciones

NoSQL - Introducción

NoSQL

Término utilizado para referirse a BD que no siguen los principios de los RDBMS

- Sistemas diseñados para lograr alta velocidad y escalabilidad (Google, Facebook, Yahoo, Twitter, etc.)
- Usualmente NO respetan propiedades ACID de transacciones

Propiedades ACID

- **Atomicity (Atomicidad):** Transacción como unidad atómica. Las operaciones de una transacción se ejecutan en su totalidad o no se ejecuta ninguna.
- **Consistency preservation (Preservación de Consistencia):** Si la transacción se ejecuta completamente sin interferencia de otra transacción, entonces mueve a la BD de un estado consistente a otro también consistente.
- **Isolation (Aislamiento):** La ejecución de una transacción no debe interferir con la de otra transacción que se ejecute de manera simultánea. Una transacción debe aparentar ser ejecutada como si lo hiciera de forma aislada a las otras. Incluso si varias de ellas son ejecutadas a la vez.
- **Durability (Durabilidad):** Los cambios aplicados a la BD por una transacción commiteada debe persistir en la BD. Estos cambios no se pueden perder a causa de ningún fallo.

NoSQL - Introducción (Cont.)

Problemas RDBMS

- Múltiples subsistemas funcionando: **subsistema de recovery**, **control de concurrencia**, **control de restricciones de integridad**, etc.
- Baja Performance
- Baja Disponibilidad
- Ejemplo: Amazon (Página 10 del libro Vaish-*Getting Started with NoSQL*, Packt Publishing, 2013)

NoSQL - Introducción (Cont.)

Problemas RDBMS

- Múltiples subsistemas funcionando: **subsistema de recovery**, **control de concurrencia**, **control de restricciones de integridad**, etc.
- Baja Performance
- Baja Disponibilidad
- Ejemplo: Amazon (Página 10 del libro Vaish-*Getting Started with NoSQL*, Packt Publishing, 2013)

Solución

Ir más allá de esquema ACID . . .

NoSQL - Introducción (Cont.)

Propiedades BASE

- **Basic Availability:** Cada solicitud garantiza una respuesta: ejecución exitosa o fallida.
- **Soft-state:** El estado del sistema puede cambiar con el tiempo, a veces sin ninguna entrada (por consistencia eventual).
- **Eventual consistency:** La BD puede ser momentáneamente inconsistente pero será consistente con el tiempo.

NoSQL - Introducción (Cont.)

CAP

Eric Brewer, 2000, conjetura que "Un sistema distribuído no puede garantizar las siguientes propiedades simultáneamente"

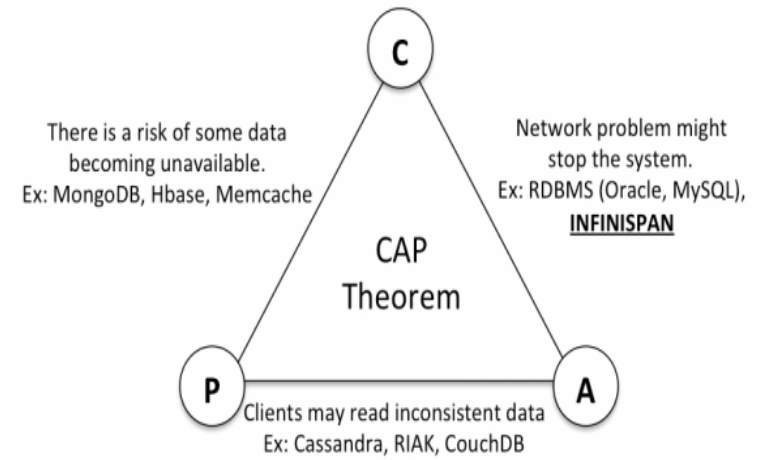
- **Consistency (Consistencia):** Todos los nodos ven los mismos datos al mismo tiempo.
- **Availability (Disponibilidad):** Se garantiza que cada petición a un nodo recibe una confirmación de si ha sido o no resuelta satisfactoriamente.
- **Partition tolerance (Tolerancia a Partición):** El sistema continúa trabajando a pesar de un mensaje perdido o de una falla parcial.

NoSQL - Introducción (Cont.)

CAP

Eric Brewer, 2000, conjetura que "Un sistema distribuído no puede garantizar las siguientes propiedades simultáneamente"

- **Consistency (Consistencia):** Todos los nodos ven los mismos datos al mismo tiempo.
- **Availability (Disponibilidad):** Se garantiza que cada petición a un nodo recibe una confirmación de si ha sido o no resuelta satisfactoriamente.
- **Partition tolerance (Tolerancia a Partición):** El sistema continúa trabajando a pesar de un mensaje perdido o de una falla parcial.

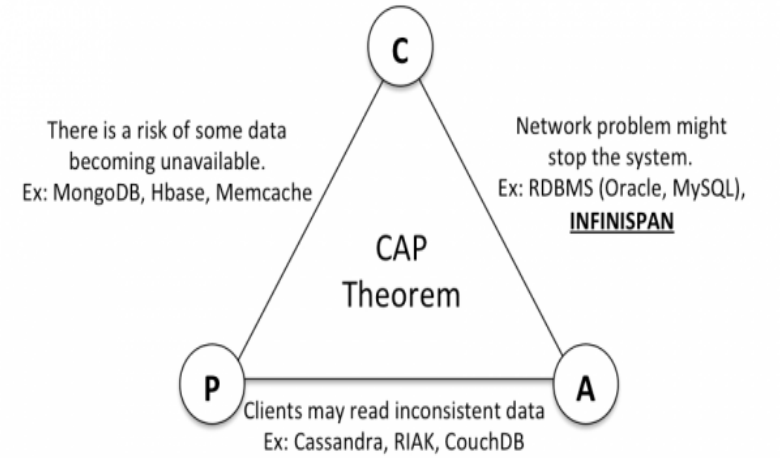


NoSQL - Introducción (Cont.)

CAP

Eric Brewer, 2000, conjetura que "Un sistema distribuído no puede garantizar las siguientes propiedades simultáneamente"

- **Consistency (Consistencia):** Todos los nodos ven los mismos datos al mismo tiempo.
- **Availability (Disponibilidad):** Se garantiza que cada petición a un nodo recibe una confirmación de si ha sido o no resuelta satisfactoriamente.
- **Partition tolerance (Tolerancia a Partición):** El sistema continúa trabajando a pesar de un mensaje perdido o de una falla parcial.



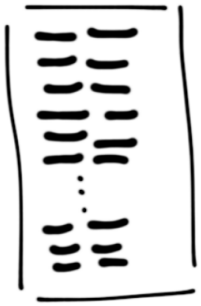
Transacciones bancarias
Bolsa de Valores

NoSQL - Introducción (Cont.)

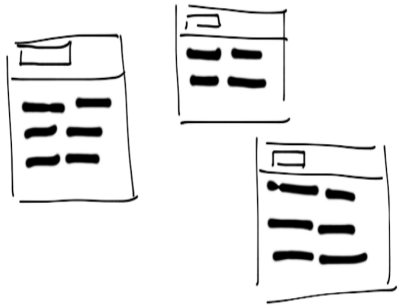
¿Por qué utilizar NoSQL?

- **Representación de datos libre de esquemas.** No hay que pensar demasiado para definir una estructura y se puede seguir evolucionando en el tiempo (agregando nuevos campos o anidando datos).
- **Tiempo de desarrollo.** Al ser la representación de datos más adecuada para el problema, se pueden evitar ciertos JOINs extremadamente complejos.
- **Velocidad.** En muchos casos es posible dar respuesta en el orden de los milisegundos en vez de cientos de milisegundos. Esto es beneficioso en celulares y otros dispositivos con conexión intermitente.
- **Planificar escalabilidad.** La aplicación puede ser bastante elástica y manejar picos repentinos de carga.

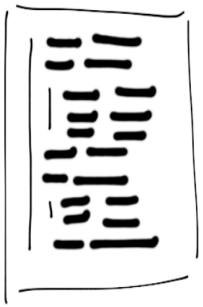
NoSQL - Taxonomía



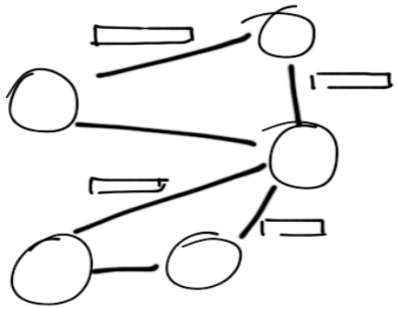
Clave/Valor



Columnas



Documentos



Grafos

NoSQL - Taxonomía - Clave/Valor

Clave/Valor

Vinculan una clave con un valor (similar a Diccionario, Hash, Map)

Características

- Sólo se permite operar a través de la clave
- Se puede almacenar cualquier tipo de datos en el campo valor. Delega a la aplicación determinar el tipo del dato.

	Key	Value
Image name →	image-12345.jpg	Binary image file
Web page URL →	http://www.example.com/my-web-page.html	HTML of a web page
File path name →	N:/folder/subfolder/myfile.pdf	PDF document
MD5 hash →	9e107d9d372bb6826bd81d3542a419d6	The quick brown fox jumps over the lazy dog
REST web service call →	view-person?person-id=12345&format=xml	<Person><id>12345</id .</Person>
SQL query →	SELECT PERSON FROM PEOPLE WHERE PID="12345"	<Person><id>12345</id .</Person>

Figure 4.2 Sample items in a key-value store. A key-value store has a key that's associated with a value. Keys and values are flexible. Keys can be image names, web page URLs, or file path names that point to values like binary images, HTML web pages, and PDF documents.

Figura de McCreary/Kelly-*Making Sense of NoSQL*, Manning, 2014

NoSQL - Taxonomía - Clave/Valor (Cont.)

Operaciones principales

- put
- get
- delete

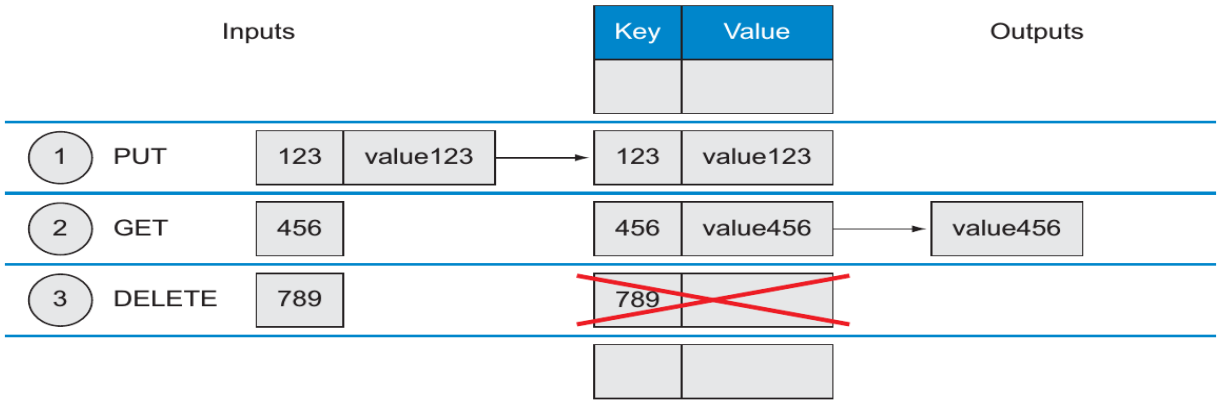


Figure 4.5 **The key-value store API has three simple commands: `put`, `get`, and `delete`. This diagram shows how the `put` command inserts the input key `"123"` and value `"value123"` into a new key-value pair; the `get` command presents the key `"456"` and retrieves the value `"value456"`; and the `delete` command presents the key `"789"` and removes the key-value pair.**

Figura de McCreary/Kelly-*Making Sense of NoSQL*, Manning, 2014

NoSQL - Taxonomía - Clave/Valor (Cont.)

Comentarios finales

- Escala: No es necesario revisar todas las entradas para consultar un valor
- Ideal para el almacenamiento de datos multimedia
- Ejemplos:
  - Redis (en memoria, with dump or command-log persistence)
  - Memcached (en memoria)
  - MemcacheDB (basado en Memcached)
  - Berkley DB
  - Voldemort (implementación open source de Amazon Dynamo)
- Memcached y Redis permiten la caducidad de las claves, después de lo cual la entrada es desalojada de la BD.
- A veces, se pueden generar claves inteligentemente (UUID Identificador Único Universal) y consultar por un rango de claves.
- Redis permite traer datos que coincidan con cierto patrón de la clave. (Si bien tiene $\mathcal{O}(n)$, la constate es bastante baja.)

NoSQL - Taxonomía - Column Store

Column Store

Almacenan la información en columnas (a diferencia de las BD orientadas a filas que almacenan los datos en forma de fila)

Ejemplo

EmployeeID	FirstName	LastName	Age	Salary
SM1	Anuj	Sharma	45	10000000
MM2	Anand		34	5000000
T3	Vikas	Gupta	39	7500000
E4	Dinesh	Verma	32	2000000

Figura de Vaish-*Getting Started with NoSQL*, Packt Publishing, 2013

Orientado a Filas

```
SM1,Anuj,Sharma,45,10000000
MM2,Anand,,34,5000000
T3,Vikas,Gupta,39,7500000
E4,Dinesh,Verma,32,2000000
```

Orientado a Columnas

```
SM1,MM2,T3,E4
Anuj,Anand,Vikas,Dinesh
Sharma,,Gupta,Verma,
45,34,39,32
10000000,5000000,7500000,2000000
```

NoSQL - Taxonomía - Column Store (Cont.)

Ventajas

- Calular máximo. Mínimo, promedio, etc. en grande volúmenes de datos tiene muy buena performance. ¿Por qué?
- Mismo caso para aplicar la misma operación (actualización, etc.) a la misma columna.

Ejemplos

- MonetDB
- Vertica
- SybaseIQ

NoSQL - Taxonomía - Column "Family" Store

Column "Family" Store

Similar a key-value, pero utilizan fila y columna como clave para los datos.

Aproximación

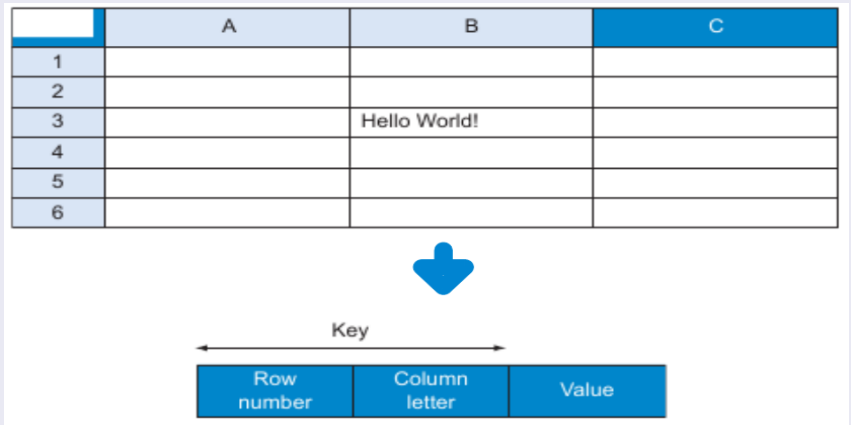


Figura de McCreary/Kelly-*Making Sense of NoSQL*, Manning, 2014

- A diferencia de los RDBMS, no es necesario ingresar valores para todas las columnas.
- Escala muy bien cuando la matriz posee muchas celdas vacías (a diferencia de los RDBMS).

NoSQL - Taxonomía - Column "Family" Store (Cont.)

Más precisamente ...

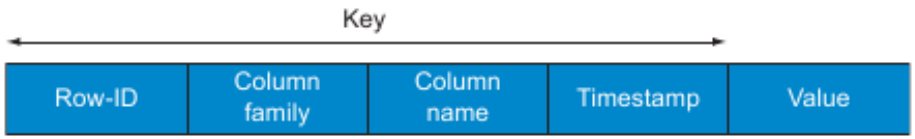


Figure 4.20 The key structure in column family stores is similar to a spreadsheet but has two additional attributes. In addition to the column name, a column family is used to group similar column names together. The addition of a timestamp in the key also allows each cell in the table to store multiple versions of a value over time.

Figura de McCreary/Kelly-*Making Sense of NoSQL*, Manning, 2014

- Agrupar columnas permite obtener varias de ellas con sólo mencionar el grupo.
- Timestamp permite almacenar múltiples versiones del valor a través del tiempo

NoSQL - Taxonomía - Column "Family" Store (Cont.)

Más precisamente ...

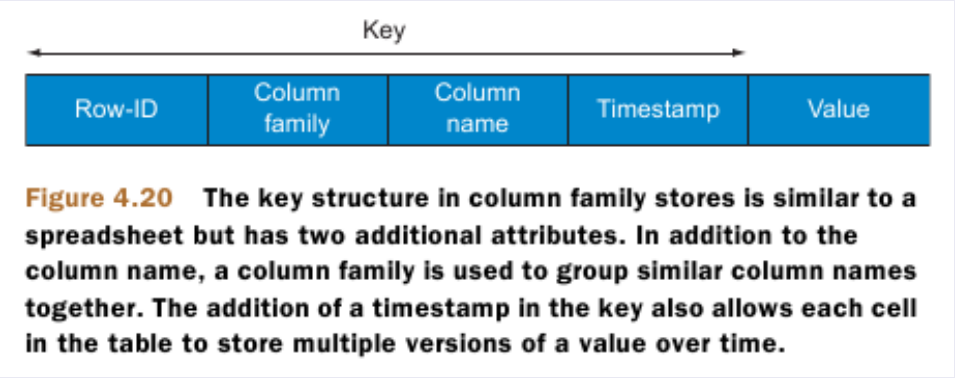


Figure 4.20 The key structure in column family stores is similar to a spreadsheet but has two additional attributes. In addition to the column name, a column family is used to group similar column names together. The addition of a timestamp in the key also allows each cell in the table to store multiple versions of a value over time.

Figura de McCreary/Kelly-*Making Sense of NoSQL*, Manning, 2014

- Agrupar columnas permite obtener varias de ellas con sólo mencionar el grupo.
- Timestamp permite almacenar múltiples versiones del valor a través del tiempo

Ventajas

- No utilizan JOINs → escala muy bien en sistemas distribuídos.
- Capacidad de replicar datos en múltiples nodos de la red. La ausencia de JOINs permite almacenar cualquier parte de la matriz en equipos remotos. Si el servidor que contiene parte de los datos se cae, otros equipos pueden ofrecer los datos.

NoSQL - Taxonomía - Column "Family" Store (Cont.)

Más precisamente ...

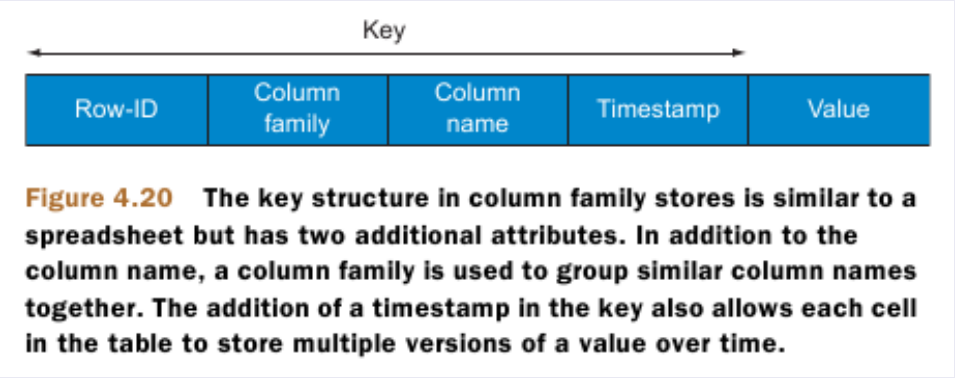


Figure 4.20 **The key structure in column family stores is similar to a spreadsheet but has two additional attributes. In addition to the column name, a column family is used to group similar column names together. The addition of a timestamp in the key also allows each cell in the table to store multiple versions of a value over time.**

Figura de McCreary/Kelly-*Making Sense of NoSQL*, Manning, 2014

- Agrupar columnas permite obtener varias de ellas con sólo mencionar el grupo.
- Timestamp permite almacenar múltiples versiones del valor a través del tiempo

Ventajas

- No utilizan JOINs $\rightarrow$ escala muy bien en sistemas distribuídos.
- Capacidad de replicar datos en múltiples nodos de la red. La ausencia de JOINs permite almacenar cualquier parte de la matriz en equipos remotos. Si el servidor que contiene parte de los datos se cae, otros equipos pueden ofrecer los datos.

Ejemplos

El principal ejemplo es BigTable de Google, que inspiró a: Apache Cassandra y HBase.

NoSQL - Taxonomía - Documentos

Documentos

- Almacenamiento de datos semi-estructurados (XML, JSON, etc.).
- Cada registro correspondientes a los documentos pueden tener campos diferentes.
- Los registros pueden o no seguir un esquema específico (como las definiciones de tabla de RDBMS).

Ventajas/Desventajas

- "A favor/encontra": BD típicamente no soportan esquemas ni la validación de un documento contra un esquema.
- A diferencia de **clave/valor** y **columnas**, que sólo pueden obtener los valores utilizando la clave, en **documentos** se pueden realizar consultas sobre los valores almacenados en los documentos. Se suelen realizar índices sobre los valores.

Ejemplos

- MongoDB
- CouchDB
- Jackrabbit
- Lotus Notes
- Apache Cassandra
- Terrastore
- Redis
- BaseX

NoSQL - Taxonomía - Documentos (Cont.)

Ejemplos

Documento Empleado 1

```
{
    "EmployeeID": "SM1",
    "FirstName" : "Anuj",
    "LastName"  : "Sharma",
    "Age"       : 45,
    "Salary"    : 10000000
}
```

Documento Empleado 2

```
{
    "EmployeeID": "MM2",
    "FirstName" : "Anand",
    "Age"       : 34,
    "Salary"    : 50000000
    "Address"   : {
                    "Line1" : "123, 4th Street",
                    "City"  : "Bangalore",
                    "State" : "Karnataka"
                  },
     "Projects" : [ "nosql-migration"
                  , "top-secret-007"]
}
```

NoSQL - Taxonomía - Documentos (Cont.)

Ejemplos

Documento Empleado 1

```
{
    "EmployeeID": "SM1",
    "FirstName" : "Anuj",
    "LastName"  : "Sharma",
    "Age"       : 45,
    "Salary"    : 10000000
}
```

Documento Empleado 2

```
{
    "EmployeeID": "MM2",
    "FirstName" : "Anand",
    "Age"       : 34,
    "Salary"    : 50000000
    "Address"   : {
                    "Line1" : "123, 4th Street",
                    "City"  : "Bangalore",
                    "State" : "Karnataka"
                  },
     "Projects" : [ "nosql-migration"
                  , "top-secret-007"]
}
```

Documento Oficina 1

```
{
    "LocationID"    : "Bangalore-SDC-BTP-CVRN",
    "RegisteredName": "ACME Software Development Ltd"
    "RegisteredAddress" : {
                            "Line1": "123, 4th Street",
                            "City" : "Bangalore",
                            "State": "Karnataka"
                          }
}
```

NoSQL - Taxonomía - Documentos (Cont.)

Ejemplos

Documento Empleado 1

```
{
    "EmployeeID": "SM1",
    "FirstName" : "Anuj",
    "LastName"  : "Sharma",
    "Age"       : 45,
    "Salary"    : 10000000
}
```

Documento Empleado 2

```
{
    "EmployeeID": "MM2",
    "FirstName" : "Anand",
    "Age"       : 34,
    "Salary"    : 50000000
    "Address"   : {
                    "Line1" : "123, 4th Street",
                    "City"  : "Bangalore",
                    "State" : "Karnataka"
                  },
     "Projects" : [ "nosql-migration"
                  , "top-secret-007"]
}
```

Documento Oficina 1

```
{
    "LocationID"    : "Bangalore-SDC-BTP-CVRN",
    "RegisteredName": "ACME Software Development Ltd"
    "RegisteredAddress" : {
                            "Line1": "123, 4th Street",
                            "City" : "Bangalore",
                            "State": "Karnataka"
                          }
}
```

Observar

Documentos de empleados tienen campos similares, pero el de oficina no. Sin embargo pueden convivir en la misma BD (debido a la ausencia de esquemas).

NoSQL - Taxonomía - Grafos

Grafos

Permiten almacenar relaciones y trabajar con ellas de manera muy eficiente.

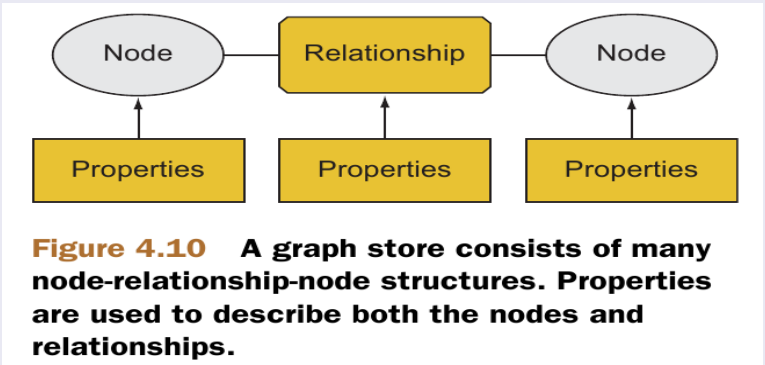


Figure 4.10 A graph store consists of many node-relationship-node structures. Properties are used to describe both the nodes and relationships.

Figura de McCreary/Kelly-*Making Sense of NoSQL*, Manning, 2014

- Nodos suelen representar entidades (personas, organizaciones, números de teléfono, páginas web, equipos de una red, o células de un organismo vivo).
- Las relaciones pueden ser consideradas como las conexiones entre estas entidades.

Ventajas

Muy útiles para el modelado de redes sociales, problemas basados en reglas, etc.

NoSQL - Taxonomía - Grafos (Cont.)

Ejemplo

Ingreso de datos

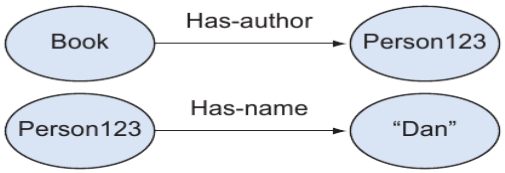


Figure 4.13 **Two distinct RDF assertions. The first assertion states that a book has a person as its author. The second assertion shows that this person has a name of Dan. Since the object of the first and the subject of the second have the same URI, they can be joined together.**

Consulta: El autor del libro, ¿se denomina "Dan"?

Figure 4.14 **How two distinct RDF assertions can be joined together to create a new assertion. From this graph you can answer yes to the question, "Does this book have any author that has the name "Dan"?"**

Figuras de McCreary/Kelly-*Making Sense of NoSQL*, Manning, 2014

NoSQL - Taxonomía - Grafos (Cont.)

Otras consultas

- ¿Cuál es el camino más corto entre dos nodos en un grafo?
- ¿Qué nodos tienen nodos vecinos con determinadas propiedades?
- Dados dos nodos en un grafo, ¿cuán similares son sus nodos vecinos?
- ¿Cuál es el grado promedio de los nodos?

Ventajas/Desventajas

- En **RDBMS** JOINs son costosos en términos de latencia: muchas E/S en disco. En **grafos** es más rápido debido a la naturaleza pequeña de cada nodo y la capacidad de mantenerlos en memoria RAM (en ppio. no requiere E/S a disco).
- Difícil de escalar en varios servidores debido a la estrecha conexión entre nodos. Los datos pueden ser replicados en varios servidores para mejorar el rendimiento de lecturas/consultas; las escrituras y consultas que abarcan múltiples servidores puede ser un problema complejo a la hora de implementar una solución.
- Una posible solución es almacenar los datos en una BD orientada a **documentos** y las relaciones en una orientada a **grafos**.
- Una consulta puede retornar un conjunto de nodos y relaciones para crear una imagen de visualización en pantalla

NoSQL - Taxonomía - Grafos (Cont.)

Ejemplo

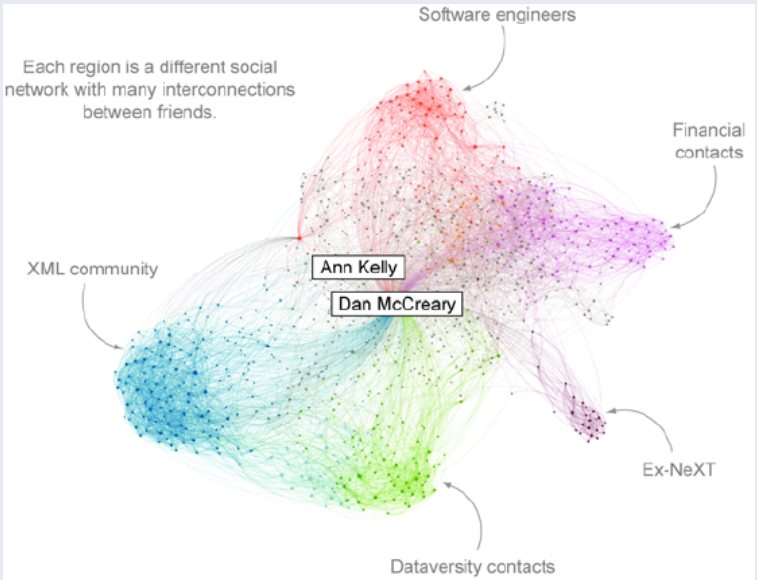


Figure 4.15 **A social network graph generated by the LinkedIn InMap system. Each person is represented by a circle, and a line is drawn between two people that have a relationship. People are placed on the graph based on the number of connections they have with all the other people in the graph. People and relationships are shaded the same when there's a high degree of connectivity between the people. Calculating the placement of each person in a social network map is best performed by an in-memory graph traversal program.**

Figura de McCreary/Kelly-*Making Sense of NoSQL*, Manning, 2014

Sistemas

- Neo4j
- FlockDB (Twitter)

NoSQL - Taxonomía - Múltiples

Múltiples

Sistemas que abarcan múltiples tipos.

Ejemplos

- **OrientDB:** Abarca Documentos, Clave-Valor y Grafos. Sitio web oficial: http://www.orientdb.org
- **ArangoDB:** Documentos, Clave-Valor y Grafos. Sitio web oficial: http://www.arangodb.org
- **Aerospike:** Un híbrido entre RDBMS y NoSQL. Abarca RDBM, Documentos, Clave-Valor y Grafos. Código fuente: https://github.com/JakSprats/Alchemy-Database

NoSQL - Guía Visual (incompleta ...)

Guía Visual

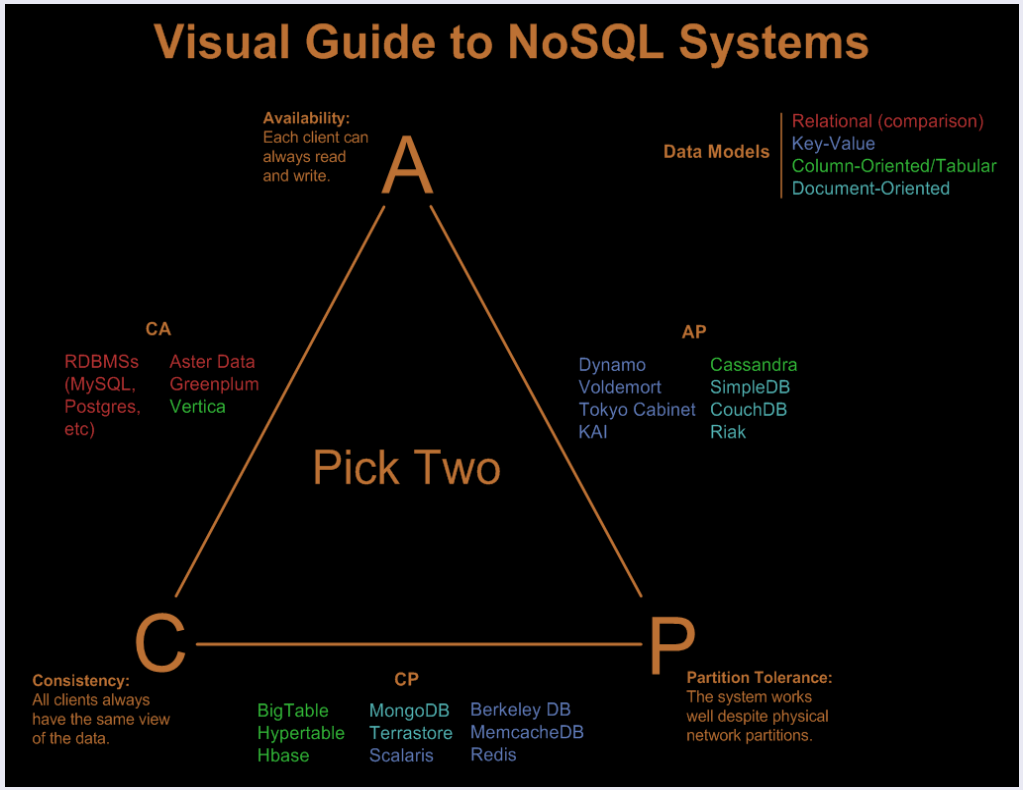


Figura de McCreary/Kelly-*Making Sense of NoSQL*, Manning, 2014