

Bases de datos NoSQL: Modelado

José R.R. Viqueira

Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes (CITIUS)
Rúa de Jenaro de la Fuente Domínguez,
15782 - Santiago de Compostela.

Despacho: 209

Telf: 881816463

Mail: jrr.viqueira@usc.es

Skype: jrviqueira

URL: <https://citius.gal/team/jose-ramon-rios-viqueira>

Curso 2023/2024

- **Motivación: ¿Por qué NoSQL?**
- **Modelos de datos**
- **Bases de datos sin esquema**
- **Modelando para el acceso a datos**

Motivación



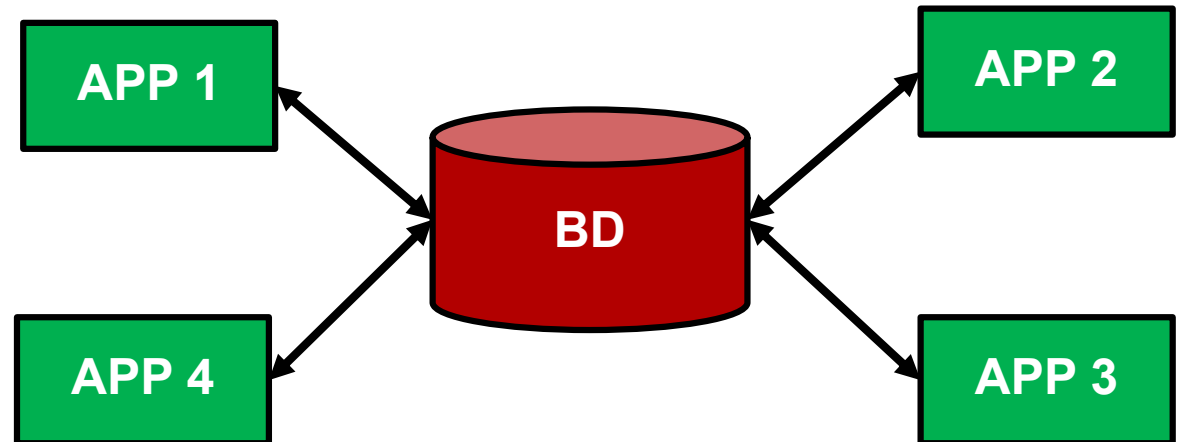
■ Bases de datos Relacionales

- ▷ **Dominantes** durante muchos años (siguen siéndolo)
- ▷ Filtrado eficiente de datos persistentes
- ▷ Control en el acceso **concurrente**: **Consistencia**
- ▷ **Integración** de aplicaciones
 - _ Base de datos compartida
 - _ Colaboración y coordinación a través de los datos persistentes
- ▷ **Estandarización**
 - _ Modelo relacional
 - _ Lenguaje SQL

Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos



■ Impedancia entre modelos Memoria/Disco

► Problema

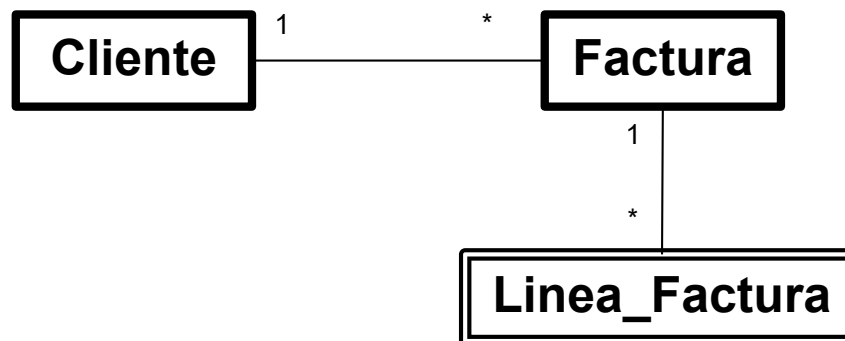
- **Disco:** tuplas simples (1ª Forma normal)
- **Memoria:** Estructuras complejas (anidadas)

- Bases de datos orientadas a objetos

- No llegaron a triunfar

► Mapeado objeto-relacional

- No acaban de resolver el problema
- Crean otros problemas
 - Eficiencia cuando tratamos de no usar el SGBDs



[Nombre de la empresa]

[Calle]

[Ciudad, provincia y código postal]

Teléfono: (000) 000-0000

FACTURA

N.º DE FACTURA

FECHA

2034

21/02/2018

ID. DEL CLIENTE

TÉRMINOS

564

Pago contra entrega

FACTURAR A

[Nombre]

[Nombre de la empresa]

[Calle]

[Ciudad, provincia y código postal]

[Teléfono]

[Dirección de correo electrónico]

DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Tarifa del servicio	1	200,00	200,00
Mano de obra: 5 horas a 75 € la hora	5	75,00	375,00
Descuento de cliente nuevo	-	50,00	- 50,00
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
Gracias por su confianza	SUBTOTAL		525,00
	TIPO IMPOSITIVO		4,250%
	IMPUESTOS		22,31
	TOTAL		547,31 €

Si tiene alguna duda sobre esta factura, póngase en contacto con

[Nombre, teléfono, correo electrónico@dirección.com]

Motivación

Modelos Datos

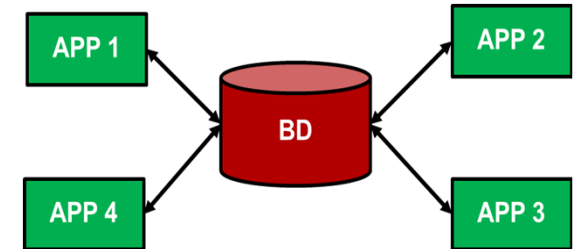
Sin Esquema

Acceso Datos

■ Integración de aplicaciones a través de una BD centralizada

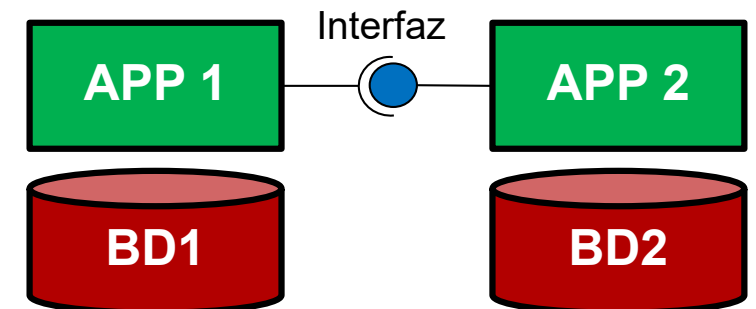
▷ Problemas

- Base de datos compleja
- Cambios en la BD necesitan coordinación entre aplicaciones
 - Ejemplo: Índice necesario para una crea problemas de eficiencia en otra
- Son necesarios mecanismos de verificación de consistencia en la BD



▷ Alternativa: Cada aplicación tiene su BD

- El equipo de cada app. conoce, mantiene y evoluciona su BD
- Verificación de integridad en cada app.
- Integración a través de **interfaces**
 - Servicios web
 - Uso de XML y JSON
- Distintos modelos de BD en distintas aplicaciones
- Se pueden mover responsabilidades de la BD a la app.
- Incluso en estas configuraciones, las BD relacionales siguen siendo la opción dominante



Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos

■ Necesidad del uso de clusters

- ▷ **Incremento de la escala** de algunas aplicaciones
 - Monitorización de la actividad sitios web
 - Grandes conjuntos de datos
 - Muchos usuarios
- ▷ Necesidad de más recursos (Opciones)
 - **Máquinas más potentes y caras** (escalabilidad limitada)
 - **Cluster** de muchas máquinas pequeñas
 - Mayor Resiliencia y Fiabilidad
 - Menor Precio
- ▷ **BD relacionales** no diseñadas para clusters
 - BD sobre sistema de archivos distribuido
 - Único punto de fallo
 - Varios SGBDs para almacenar distintas partes de los datos
 - La fragmentación debe controlarla la aplicación.
- ▷ Aparecen **alternativas**: Big Table (Google), Dynamo (Amazon)
- ▷ Esta si parece una amenaza para la hegemonía de las BD relacionales



Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos

■ Aparición de las BD NoSQL

▷ Falta una definición clara del término NoSQL

- Inicialmente: "Bases de datos no relacionales distribuidas y de código abierto"
 - Voldemort, Cassandra, Dymomite, HBase, Hypertable, CouchDB y MongoDB

▷ Características

- No usan SQL (mucho debate sobre esto)
 - Lenguajes muy parecidos
 - ¿Si alguna acaba implementando SQL?
- Funcionan sobre arquitecturas distribuidas (Cluster)
 - Impacto en el modelo de datos
 - Impacto en la solución de consistencia (problemas entre ACID y clusters)
 - Rango de opciones para distribución y consistencia
 - Excepción: Bases de datos de grafos
- Necesidades de aplicaciones del siglo 21 (web, etc.)
- Operan sin esquema
 - En BD relacionales acaban apareciendo campos como "customField6"

Not Only SQL?

Not Yet SQL?



■ Aparición de las BD NoSQL

- ▷ Nuevo abanico de opciones para el almacenamiento de datos, sin restringir la incorporación de nuevos tipos
 - _ Relacionales siguen siendo el tipo más utilizado (pero no el único)
- ▷ Uso como BD de aplicación y no como BD de integración
- ▷ Razones principales para considerar NoSQL
 - _ Tamaño y rendimiento que hace necesario el uso de un cluster
 - _ Productividad en el desarrollo de aplicaciones
 - Interacción con los datos más natural (cercano al entorno de aplicación)

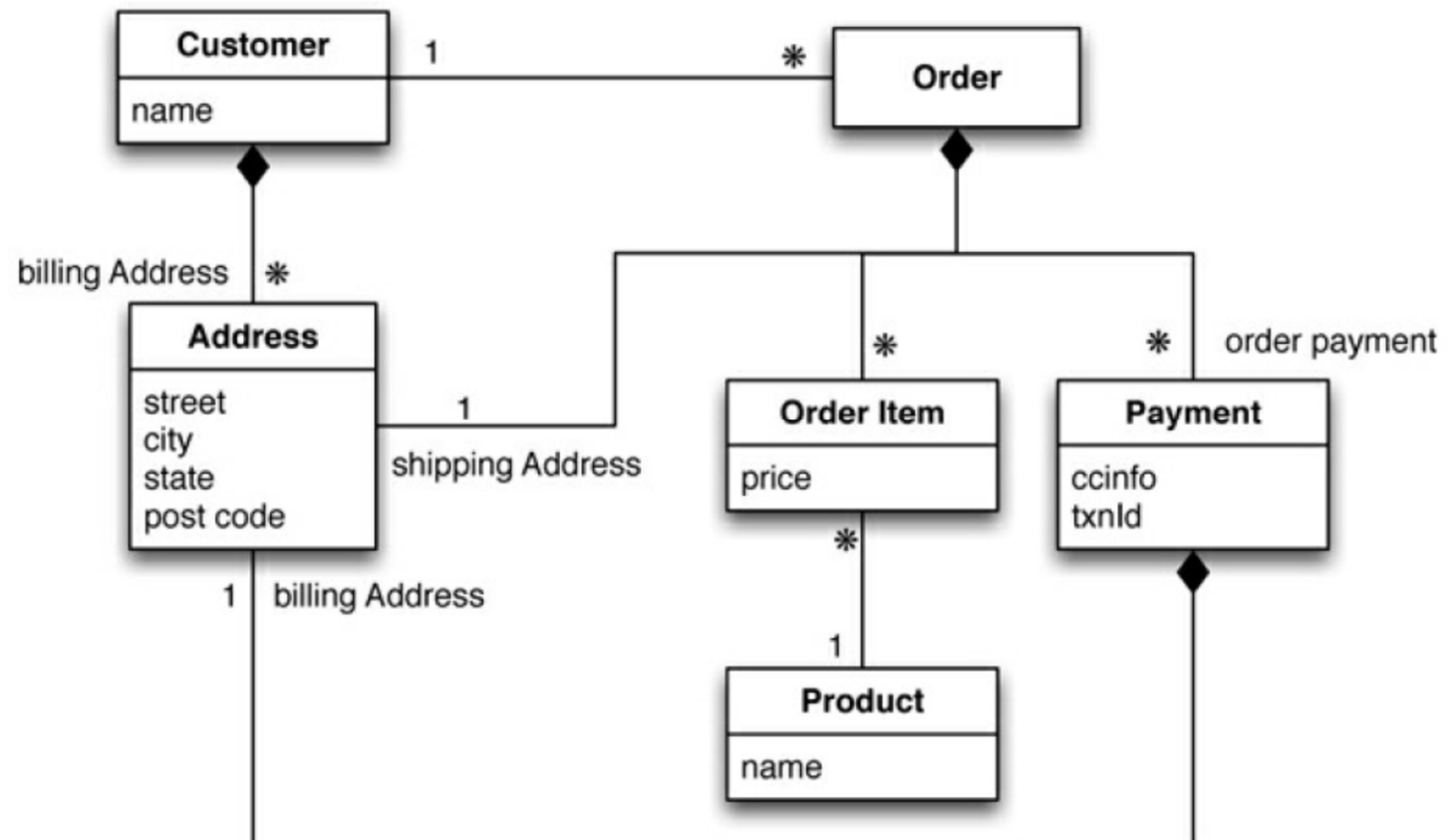
Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos

■ Agregados

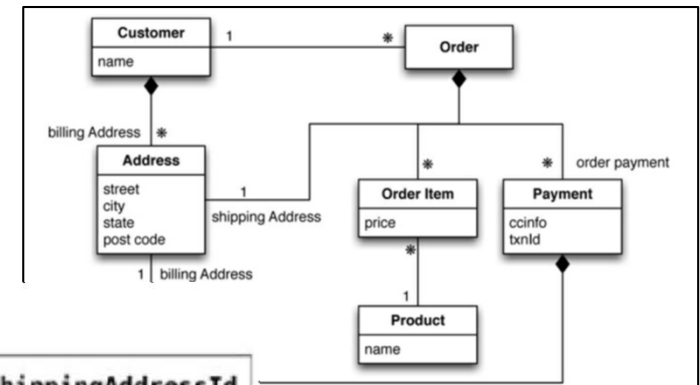


Motivación

Modelos Datos

■ Agregados

▷ Modelo relacional no permite anidar estructuras



Customer	
Id	Name
1	Martin

Orders		
Id	CustomerId	ShippingAddressId
99	1	77

Product	
Id	Name
27	NoSQL Distilled

BillingAddress		
Id	CustomerId	AddressId
55	1	77

OrderItem			
Id	OrderId	ProductId	Price
100	99	27	32.45

Address	
Id	City
77	Chicago

OrderPayment				
Id	OrderId	CardNumber	BillingAddressId	txnId
33	99	1000-1000	55	abelif879rft

Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema

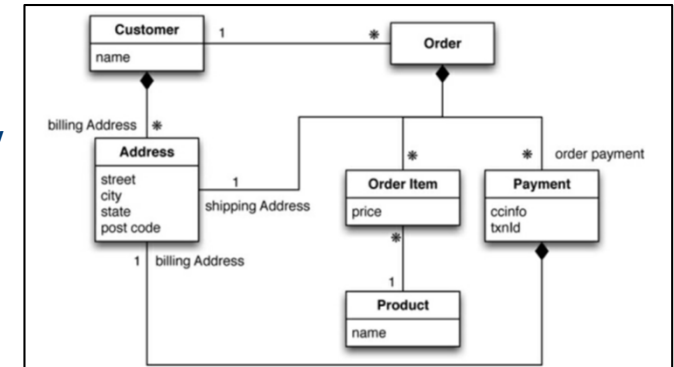
Acceso Datos

■ Agregados

▷ **NoSQL**: Key-Value, Column-Family, Document, Graph

```
// in customers
{
  "id":1,
  "name":"Martin",
  "billingAddress":[{"city":"Chicago"}]
}

// in orders
{
  "id":99,
  "customerId":1,
  "orderItems":[
    {
      "productId":27,
      "price": 32.45,
      "productName": "NoSQL Distilled"
    }
  ],
  "shippingAddress":[{"city":"Chicago"}]
  "orderPayment":[
    {
      "ccinfo":"1000-1000-1000-1000",
      "txnId":"abelif879rft",
      "billingAddress": {"city": "Chicago"}
    }
  ],
}
```



JSON
Document

Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos

■ Agregados

▷ **NoSQL**: Key-Value, Column-Family, Document, Graph

– **Diseñar estructuras pensando en como se van a acceder**

- **Desnormalización** para minimizar accesos

– **Consecuencias**

- La agregación puede beneficiar unas consultas y perjudicar otras
- Trabajo con un cluster
 - Determinar datos que deben de ir juntos para minimizar accesos a varios nodos
- **BD NoSQL en general no soportan ACID en transacciones que se expanden por varios agregados**

```
// in customers
{
  "id":1,
  "name":"Martin",
  "billingAddress":[{"city":"Chicago"}]
}

// in orders
{
  "id":99,
  "customerId":1,
  "orderItems":[
    {
      "productId":27,
      "price": 32.45,
      "productName": "NoSQL Distilled"
    }
  ],
  "shippingAddress":[{"city":"Chicago"}]
  "orderPayment":[
    {
      "ccinfo":"1000-1000-1000-1000",
      "txnId":"abelif879rft",
      "billingAddress": {"city": "Chicago"}
    }
  ],
}
```

Motivación

Modelos Datos



Sin Esquema

Acceso Datos

■ Modelos Key-Value y Document

▷ Pares (**Clave**, **Agregado**)

– Key-Value

- Agregado es opaco para la base de datos (BLOB)
- No imponen restricciones sobre el contenido del agregado
- Solo se puede consultar por clave

– Document

- La base de datos entiende la estructura compleja del agregado
- Definen las estructuras posibles para el agregado (Ejemplo: JSON)
- Se puede
 - consultar sobre los campos del agregado
 - recuperar solo parte del agregado
 - etc.
- Puede haber soluciones difíciles de clasificar por tener características de ambas

Motivación

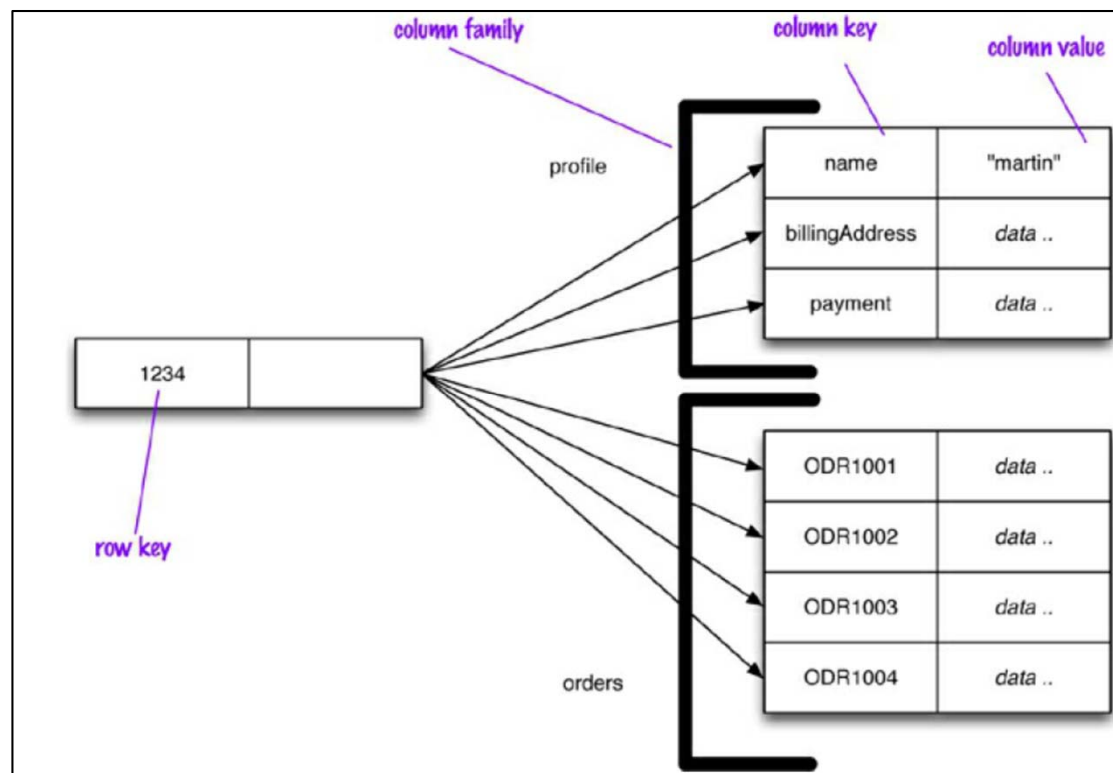
Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos

■ Modelo Column-Family

- ▷ Google Big Table
- ▷ Estructura tabular con columnas dispersas y sin esquema (Column-Stores).
- ▷ **Mapeo en dos niveles**
- ▷ Influencia para HBase y Cassandra
- ▷ Column Families: Se almacenan juntas.



¡Confusión!

Almacenamiento
relacional por
columnas

BD para
almacenes de
datos. Analítica
on-line.
Penalizan
transacciones

Motivación

Modelos Datos



Sin Esquema

Acceso Datos

■ Modelo Column-Family

▷ Organización de los datos

- Por filas
 - Cada fila es un agregado. Cada column family un bloque de datos dentro del agregado
- Por columnas
 - Cada column family define un tipo de registro

▷ Cassandra

- Una fila solo puede pertenecer a una column family
- Una column family puede tener **supercolumns** (con columnas anidadas)
 - Concepto equivalente a las column families de **Big Table** o **HBase**

▷ Una column family puede tener columnas distintas en cada fila (**sin esquema**)

- Un nuevo pedido supone insertar una nueva columna en la column family "orders" de la fila correspondiente al cliente

▷ Cassandra

- **Skinny row**: pocas columnas. Mismas columnas en la mayoría de filas (ej: profile)
- **Wide row**: Muchas columnas (miles). Filas con columnas muy variadas. Modelan una lista. Orden para las columnas. Recuperar todos los pedidos, o un rango de pedidos en un solo acceso.

Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos

■ Relaciones

- ▷ Acceso a datos relacionados de distintas formas
 - **Ejemplo: Cliente - Pedido**
 - Obtener los pedidos de un cliente
 - Obtener los clientes de los pedidos de un producto concreto
 - La relación se almacena con una referencia a una clave. BD no conoce la existencia de la relación (es solo un dato más)
- ▷ Alternativa: **Hacer visibles las relaciones** para la base de datos
 - Dividir los datos y habilitar relaciones entre ellos
 - Modificar varios agregados en una sola transacción.
 - BD NoSQL no lo permiten normalmente
 - BD relacional proporciona ACID
 - BD relacional no muy eficiente si hay que realizar **muchos joins** para seguir muchas relaciones
 - Consultas difíciles de expresar
 - Bajo rendimiento

Motivación

BD
de
Grafos

Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos

■ Bases de datos de Grafos

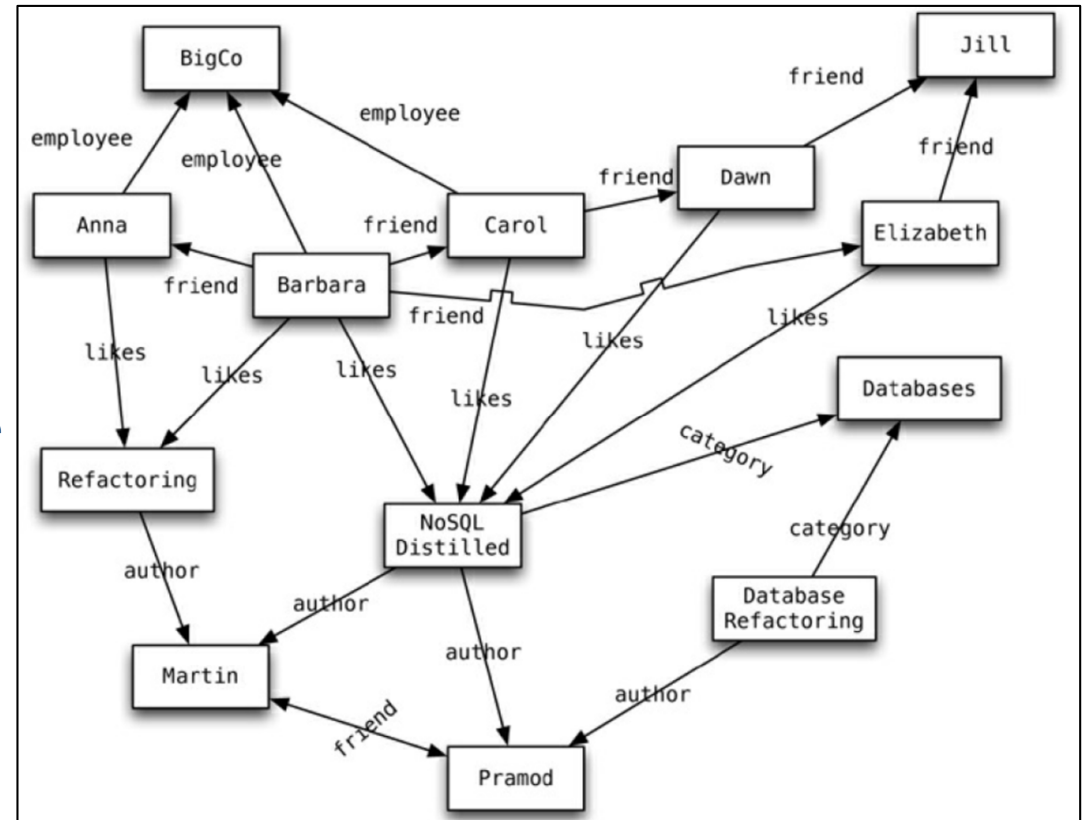
▷ Caso especial de NoSQL

- No motivado por agregados y clusters

▷ Motivación

- Registros muy simples
- Muchas relaciones entre los datos
- Ejemplo

- Libros de bases de datos escritos por alguien que le guste a alguno de mis amigos



▷ Aplicaciones

- Redes sociales, preferencias de productos, etc.

▷ Modelo compuesto por Nodos y Arcos

- Posiblemente con datos en nodos e incluso en arcos
- Neo4J: Objetos java como propiedades de los nodos y arcos (sin esquema)

▷ Navegación rápida de las relaciones. Inserción puede ser lenta.

Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema



Acceso Datos

- Característica común a todas las BD NoSQL
 - ▷ **No tener esquema**
- No es necesaria la previa definición de un esquema para almacenar datos
 - ▷ **Clave-valor**: Cualquier valor se puede insertar para una clave
 - ▷ **Document**: No hay restricciones sobre el contenido de cada documento
 - ▷ **Column-family**: Cualquier dato se puede almacenar sobre un columna de una fila
 - ▷ **Grafos**: La propiedades de nodos y arcos son libres
- **Ventajas de trabajar sin esquema**
 - ▷ No tener que hacer asunciones a priori
 - ▷ Facilidad para incorporar cambios en los datos
 - ▷ Facilidad para trabajar con datos no uniformes
 - ▷ Problemas de tener esquema
 - _ Inflexible en la inserción de datos
 - Muchas columnas con valores nulos
 - Columnas con semántica poco definida
 - Ej: "columna3", "informacion", "comentarios", ...

Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema



Acceso Datos

■ Problemas de trabajar sin esquema

- ▷ Las aplicaciones necesitan normalmente cierto formato y semántica en los datos.
 - _ Nombres de las columnas, tipos de datos, etc.
 - _ Casi cualquier programa que escribimos confía en la existencia de cierto esquema implícito en los datos
- ▷ Tener el esquema codificado en las aplicaciones puede dar problemas
 - _ Tener que analizar código para entender los datos
 - _ La BD no puede utilizar el esquema para mejorar la eficiencia
 - **Column-family tiene cierto esquema**, por eso puede ser más eficiente
 - _ No se pueden implementar restricciones de integridad en la base de datos
- ▷ Los esquemas tienen valor y su rechazo **puede ser incluso alarmante**
- ▷ Una BD sin esquema realmente desplaza el problema del esquema a la aplicación
 - _ Puede ser peor si las aplicaciones se realizan por personas distintas

**Lenguaje con
tipado débil**

vs

**Lenguaje con
tipado fuerte**

Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos

■ ¿Soluciones?

- ▷ **Opción 1:** Integrar todo el acceso a la base de datos en una única aplicación que proporciona servicios web para las demás
- ▷ **Opción 2:** Delimitar diferentes partes de cada agregado para el acceso de aplicaciones diferentes



■ Esquemas en bases de datos relacionales

- ▷ Se critica su falta de flexibilidad
 - Pero se pueden modificar los esquemas
 - Añadir y quitar columnas por ejemplo

■ Problemas al almacenar datos de formas nuevas en BD NoSQL.

- ▷ Las aplicaciones tienen que funcionar con datos viejos y nuevos

Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema



Acceso Datos

■ Cambios en el esquema

- ▷ Importancia en metodologías ágiles poder cambiar fácilmente de esquema
- ▷ En NoSQL se pueden hacer cambios rápido, pero hay que tener cuidado con las migraciones de esquema
- ▷ **Cambios de esquema en BD Relacionales**
 - Un cambio de esquema puede ser un proyecto en si mismo
 - Necesidad de crear scripts para la migración de datos de un esquema a otro
 - Proyectos nuevos
 - Almacenar los cambios con los scripts de migración de datos
 - Ejemplo: **DBDeploy** para manipular cambios en la BD
 - Guardar una tabla con todas la versiones del esquema
 - Herramientas para mantener el historial de versiones junto con las versiones de las aplicaciones
 - Proyectos legacy
 - Extraer el esquema de la BD
 - Proceder como con los proyectos nuevos
 - Mantener compatibilidad hacia atrás
 - Fase de transición en la que ambos esquemas funcionan
 - Código tipo **Scaffolding** (disparadores, vistas, etc.)

Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema



Acceso Datos

■ Cambios en el esquema

▷ Cambios de esquema en BD NoSQL

- Se intenta no tener que realizar estos cambios de esquema
- **Engañoso** pensar que las BD NoSQL no tienen esquema
 - El esquema está en la aplicación
 - Debe parsear los datos obtenidos de la base de datos
 - Si no cambiamos la aplicación el error de esquema que daría la BD lo da la aplicación
 - Debemos cambiar el código que lee y el que escribe
- Migración incremental
 - Migrar todos los datos al nuevo esquema puede ser muy costoso
 - Alternativa
 - Leer de ambos esquemas (período de transición)
 - Guardar en el más reciente
 - Algunos datos no llegan a migrarse nunca
- Migración en BD de grafos
 - Alternativa a migrar todos los tipos de arco en la base de datos
 - Definir nuevos arcos con el nuevo esquema

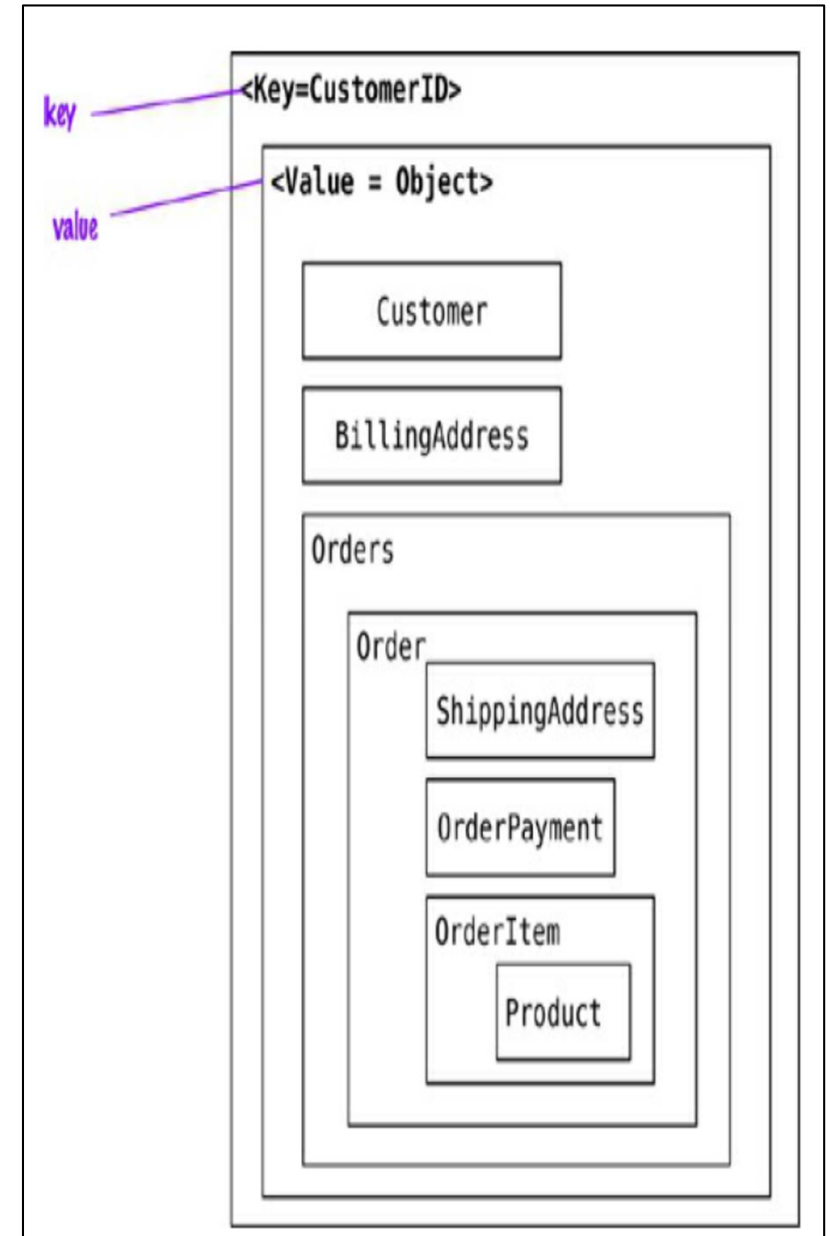
Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos

- Modelado de los agregados
 - ▷ Tener en cuenta como va a ser el acceso
 - Ejemplo: Leer los datos de los productos necesita procesar todos los clientes



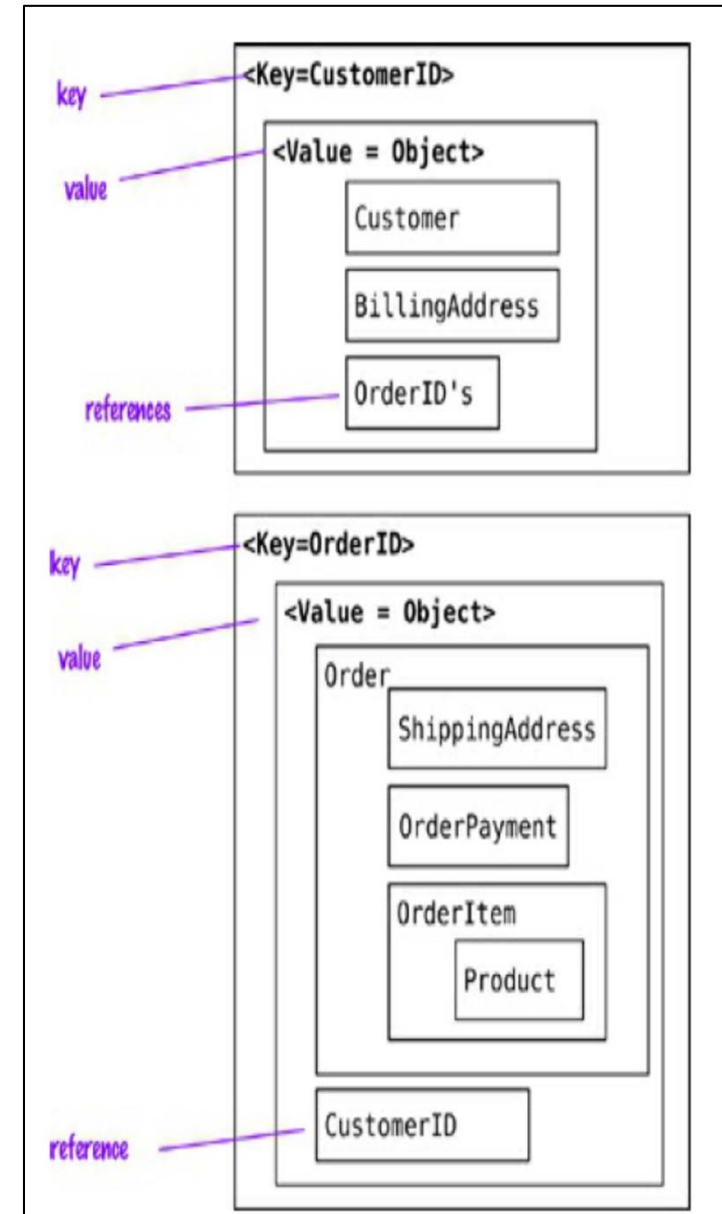
Motivación

Modelos Datos

Sin Esquema

Acceso Datos

- Modelado de los agregados
 - ▷ Tener en cuenta como va a ser el acceso
 - Ejemplo: Leer los datos de los productos necesita procesar todos los clientes
- Alternativa: Dividir el agregado y usar referencias
 - ▷ BD de documentos no necesitan almacenar las referencias en ambas direcciones
- Calcular agregados para realizar analítica concreta
 - ▷ Ejemplo: Almacenar en que pedidos se encuentra cada producto
 - ▷ BD documentos permiten realizar la consulta sin calcular el agregado, pero no es eficiente
- Column-families
 - ▷ Lecturas eficientes. Denormalizar en las escrituras



Bases de datos NoSQL: Modelado

José R.R. Viqueira

Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes (CITIUS)
Rúa de Jenaro de la Fuente Domínguez,
15782 - Santiago de Compostela.

Despacho: 209

Telf: 881816463

Mail: jrr.viqueira@usc.es

Skype: jrviqueira

URL: <https://citius.gal/team/jose-ramon-rios-viqueira>

Curso 2023/2024