MongoDB

José R.R. Viqueira

Guion

- Introducción
- Modelado de Datos
- Replicación
- Particionamiento (Sharding)
- Consistencia

Introducción

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Base de datos de documentos
- Documento
  - Estructura anidada compuesta de pares (campo, valor)
  - Similar a objetos **JSON**
  - Valores complejos
    - Otros documentos anidados
    - Arrays
    - Arrays de documentos

```
{
  name: "sue",                          <-- field: value
  age: 26,                              <-- field: value
  status: "A",                          <-- field: value
  groups: [ "news", "sports" ]          <-- field: value
}
```

- Almacenamiento
  - Colecciones de documentos
  - vistas de solo lectura y vistas materializadas
- Ventajas
  - Correspondencia con estructuras usadas en lenguajes de programación
  - Reducción de la necesidad de realizar **JOINS**
  - **Esquema dinámico**
    - Proporciona polimorfismo fluido.

Introducción

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Alto rendimiento en la persistencia de datos
  - Uso de un modelo anidado: Permite reducir el coste de E/S porque trae agregados
  - Indexación: Permite usar claves de documentos anidados y arrays.
- Lenguaje de consulta expresivo
  - Operaciones de lectura y escritura (CRUD) create, read, update, delete
  - Agregación
  - Consultas de texto completo y geoespaciales.
- Alta disponibilidad todo esto se consigue haciendo replicas
  - Replica set: Grupo de servidores con el mismo conjunto de datos
  - Recuperación automática ante fallos
  - Redundancia de datos
- Escalabilidad horizontal
  - Parte de su funcionalidad principal
  - El particionamiento (sharding) distribuye los datos entre máquinas
  - Se pueden crear zonas de datos (usando los valores de la clave)
- Varios motores de almacenamiento

Modelado

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Durante el diseño del modelo de datos, tener en cuenta
  - Estructura inherente a los propios datos
  - Forma de acceder a los datos desde las aplicaciones
- **Flexibilidad en el esquema**
  - Las colecciones de MongoDB no necesitan tener un esquema declarado
    - No es necesario que tengan los mismos campos con los mismos tipos de dato.
    - Para modificar el esquema (añadir campos, etc.) solo es necesario realizar las modificaciones necesarias en los datos.
  - Cada documento se puede adaptar así a un objeto concreto, sin que todos los objetos tengan que ser idénticos en estructura
  - En la práctica los documentos de una colección serán similares
    - Se pueden realizar validaciones de esquema si es necesario

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

Estructura de los documentos

- Decisión de diseño clave
  - Definir la estructura de los documentos y la representación de las relaciones entre datos
- Datos Anidados
  - Los datos relacionado se almacenan en un único documento de estructura más compleja.
  - Un campo puede tener varias campos dentro o arrays

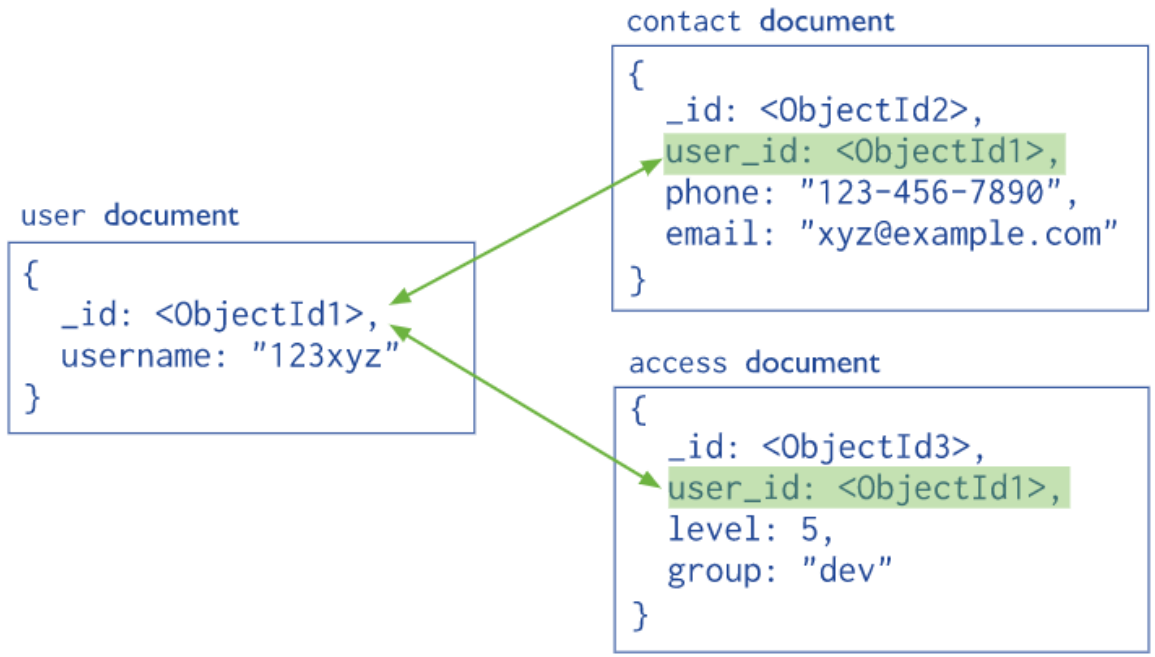
```
{
  _id: <ObjectId1>,
  username: "123xyz",
  contact: {
             phone: "123-456-7890",
             email: "xyz@example.com"
           },
  access: {
             level: 5,
             group: "dev"
           }
}
```

Embedded sub-document

Embedded sub-document

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- **Estructura de los documentos**
  - Referencias
    - También se pueden almacenar relaciones entre documentos con referencias.



Modelado

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- **Atomicidad y operaciones de escritura**
  - Atomicidad a nivel de documento (lo que hagamos no va a quedar a medias, trata el documento como un unico elemento)
    - Una operación de escritura es atómica a nivel de cada documento.
    - El uso de los agregados simplifica la atomicidad
    - Si una operación modifica varias documentos, la operación en su conjunto no es atómica
      - Se pueden entrelazar otras operaciones
  - **Transacciones sobre varios documentos**
    - Se pueden ejecutar cuando se necesita atomicidad al gestionar (leer y escribir) varios documentos
- **Impacto de la estructura definida en el rendimiento**
  - Considerar la forma de acceso durante el diseño.
  - Usar también de forma apropiada la indexación
- **Validación del esquema**
  - Se pueden especificar reglas de validación al crear una colección
    - Se pueden aplicar de forma más o menos estricta y también generar errores o avisos (warnings)
  - Soporte para JSON Schema desde la versión 3.6

Replicación

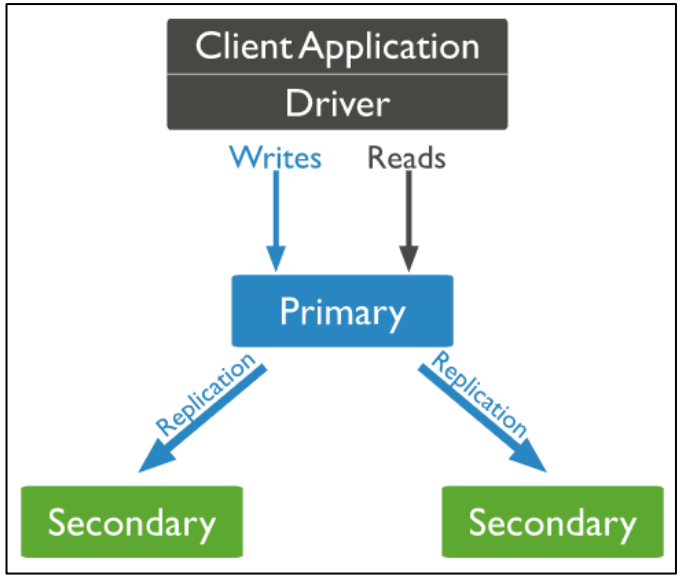
Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

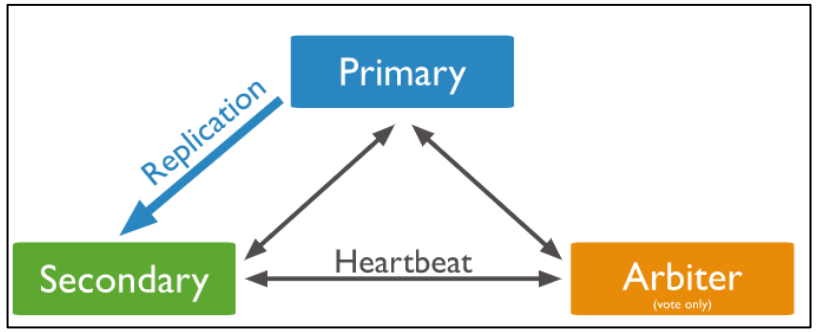
- Introducción
  - *Replica set*: grupo de procesos mongod que mantienen el mismo conjunto de datos.
  - Proporciona redundancia y alta disponibilidad
- Redundancia y disponibilidad de los datos
  - Varias copias de los mismos datos en servidores distintos
    - Tolerancia ante el fallo de algún servidor
  - Puede mejorar el rendimiento de algunas lecturas
  - Se puede mejorar la localidad de los datos y la disponibilidad de los mismos

Replicación

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Replicación en MongoDB
  - En cada replica set
    - Un nodo primario
    - Varios nodos secundarios
    - Opcionalmente un nodo arbiter
  - Nodo primario
    - Recibe todas las escrituras
  - Nodos Secundarios
    - Replican los cambios que se van produciendo en el primario
    - Si el primario falla, uno de los secundarios puede ser elegido como primario
  - Nodo Arbiter
    - Participa en las elecciones pero no tiene datos
    - No pueden transformarse en secundarios o primarios

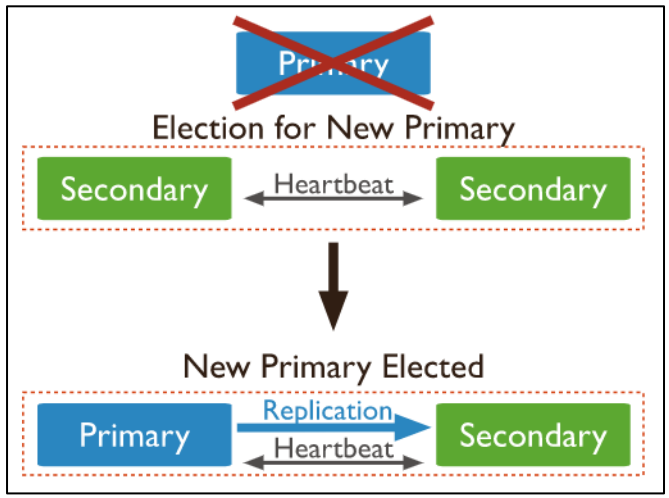




Replicación

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

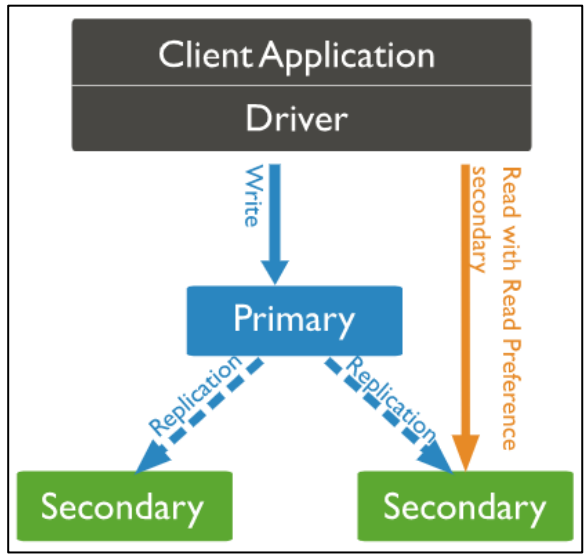
- Replicación asíncrona
  - Los nodos secundarios replican los cambios de los primarios de forma asíncrona.
  - Existe cierto retraso entre que un cambio se hace en el primario y se replica en todos los secundarios
    - Para limitar este retraso se puede limitar el ratio de modificaciones que acepta el primario
- Recuperación automática ante fallos
  - Cuando el primario no responde durante cierto tiempo, los secundarios eligen otro primario



Replicación

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Operaciones de lectura
  - Por defecto se realizan del primario.
  - Los clientes pueden indicar como preferencia de lectura hacerlo desde un secundario
  - Los secundarios pueden no tener los últimos cambios del primario
  - Las transacciones multi-documento deben de leer preferentemente del primario. Todas las operaciones deben de guiarse hacia el mismo miembro.
  - Dependiendo del compromiso de lectura usado, los clientes pueden ver cambios antes de que estén confirmado (durables).
    - Si se usa el compromiso "`local`" o "`available`" se pueden leer datos con cambios que pueden todavía deshacerse.



Replicación

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Transacciones
  - La preferencia de lectura debe de estar en el primario. Todas las operaciones deben de dirigirse al mismo nodo
  - Las cambios no serán visibles hasta que se compromete
  - Si se escriben varias particiones (shards), otro lector podría ver los cambios en una y no los cambios en otra.
- Otras características
  - Subscripción a flujos de cambios
  - Se puede controlar la forma de elegir primarios
  - Se pueden desplegar miembros en centros de datos distintos
  - Se pueden dedicar miembros para backup, etc.

Particionamiento (Sharding)

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Introducción

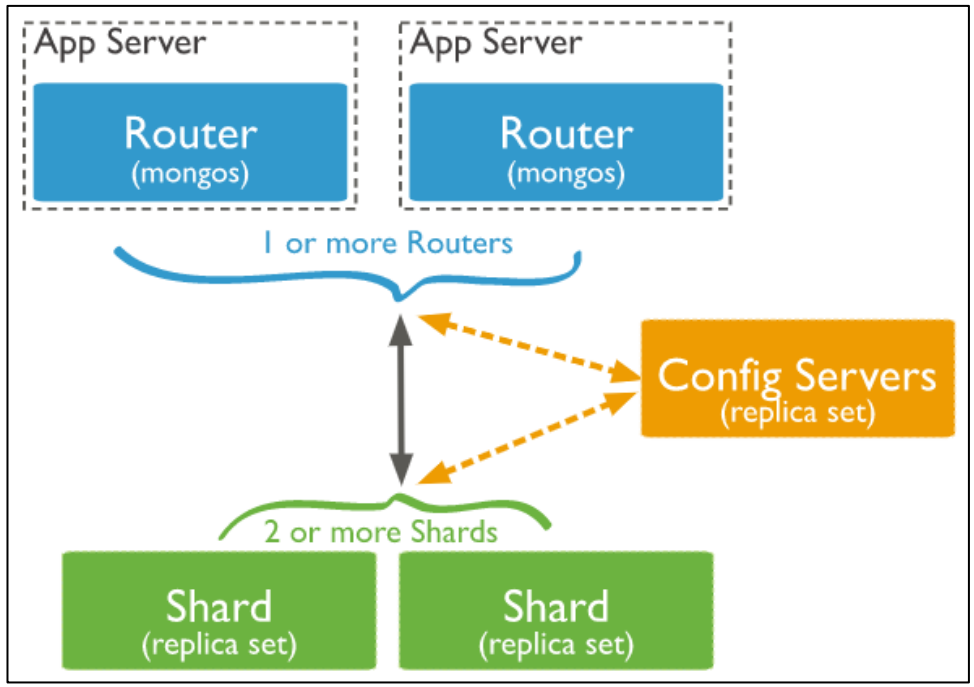
baja la disponibilidad con sharding

  - Distribución de los datos entre varias máquinas
    - Gran volumen de datos
    - Muchas operaciones por segundo
  - Escalamiento vertical
    - Incrementar la capacidad de un único servidor (CPU, RAM, etc.).
    - Límite en las capacidades del hardware actual.
  - Escalamiento horizontal
    - Particionar los conjuntos de datos para ser repartidos entre múltiples servidores.
    - Añadir nuevos servidores es en general más sencillo que mejorar el hardware de un servidor.
    - La contrapartida es la mayor complejidad de la infraestructura y del mantenimiento

Particionamiento (Sharding)

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Cluster particionado (Sharded Cluster) en MongoDB
  - Componentes
    - Shards: Puede ser un simple proceso o un replica set. Contiene los datos de una partición conjuntode procesos mongod
    - mongos: Enrutador de consultas. Interfaz entre los clientes y el cluster.
    - config server: Almacenan los metadatos y la información de configuración del cluster



Particionamiento (Sharding)

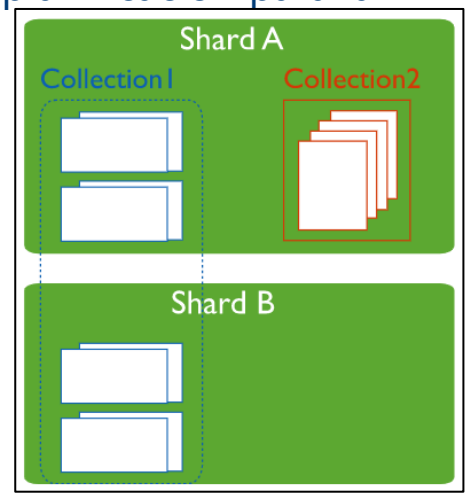
Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

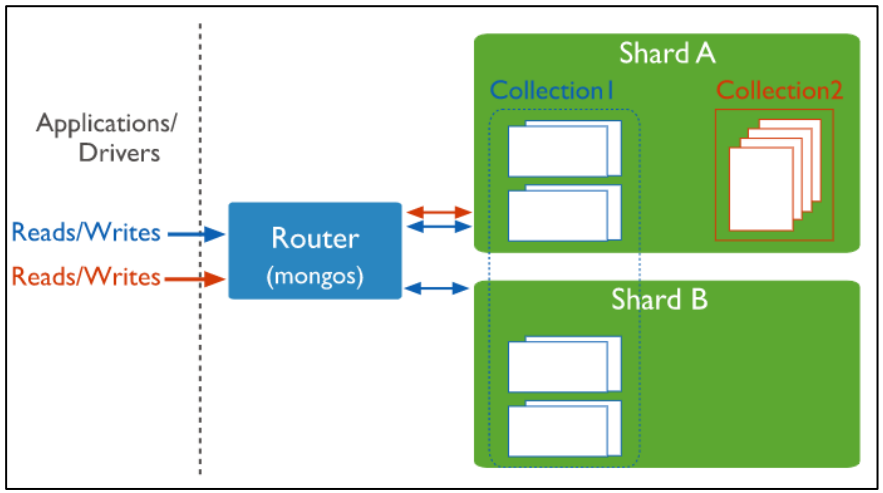
- Clave de particionamiento (Shard key)
  - Un campo o varios campos del documento
  - Determina como se distribuyen los documentos en las particiones (shards)
  - Debe de existir un índice que empieza por la clave de particionamiento
  - La elección de la clave afecta mucho al rendimiento
- Chunks
  - Los datos se particionan en chunks. los chunks (64 mb tamaño por defecto) se envian a los shards
- Balanceador
  - Para lograr una distribución uniforme de los chuncks en el cluster un balanceador se ejecuta en segundo plano para mover chuncks entre los shards
- Ventajas del particionamiento
  - Distribución de lecturas y escrituras entre los shards. Consultas sobre la clave se pueden dirigir a shards concretos
  - El espacio de almacenamiento se incremente añadiendo nuevos shards
  - Alta disponibilidad al usar replica sets en cada componente (shards, config)

Particionamiento (Sharding)

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Consideraciones antes del particionamiento
  - La complejidad de la infraestructura demanda cierta planificación para la ejecución y el mantenimiento
  - Una vez se particiona, no se puede desparticionar
  - Hay que analizar con cuidado cual es la clave de particionamiento campo de tus colecciones al que se le aplicara una funcion hash o lo que se decide a que chunks manda los datos
- Una base de datos puede tener colecciones particionadas y no particionadas
  - Las no particionadas se almacenan en el shard primario
- La conexión con un cluster particionado se hace a través de mongos

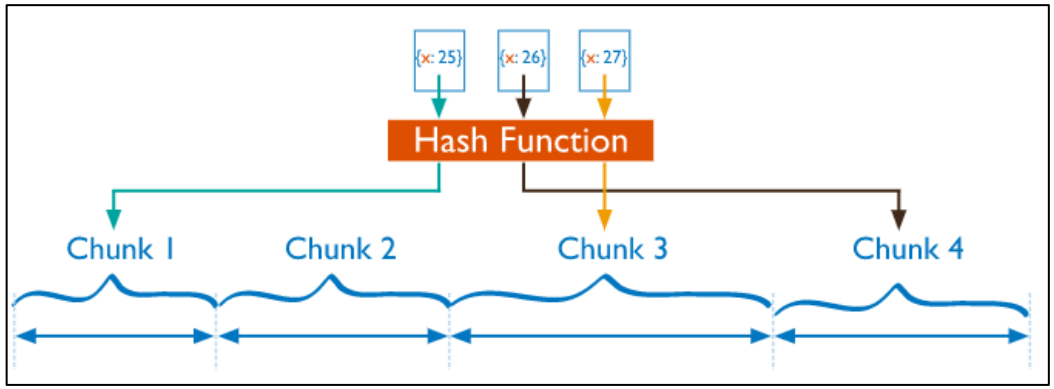




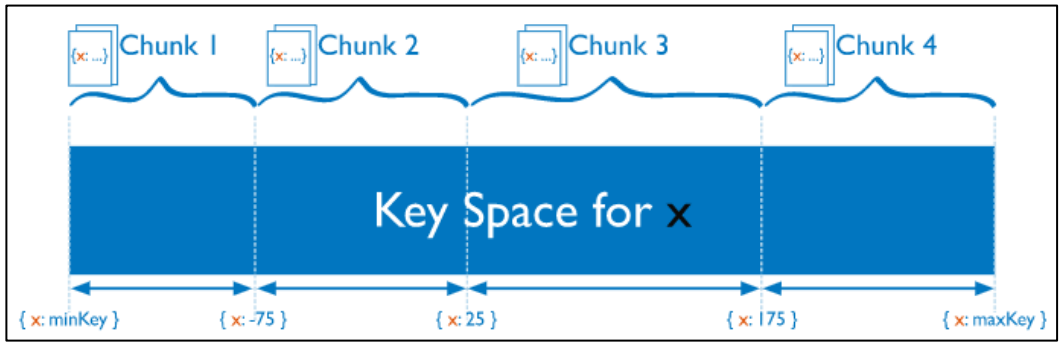
Particionamiento (Sharding)

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Estrategia de particionamiento
  - ▷ Hashed Sharding
    - Se evalúa una función hash sobre la clave. Cada chunk almacena documentos para un rango de valores resultantes del hash.



    - Consiguen buena distribución sobre todo cuando se aplican sobre claves que cambian monotónicamente.
    - Las búsquedas por rango pueden necesitar acceder va muchos chunks
  - ▷ Ranged Sharding
    - Los chunks se construyen sobre rangos de la clave
    - Las búsquedas por rango se pueden dirigir a shards concretos



    - La elección de la clave es muy importante para conseguir una buena distribución

Particionamiento (Sharding)

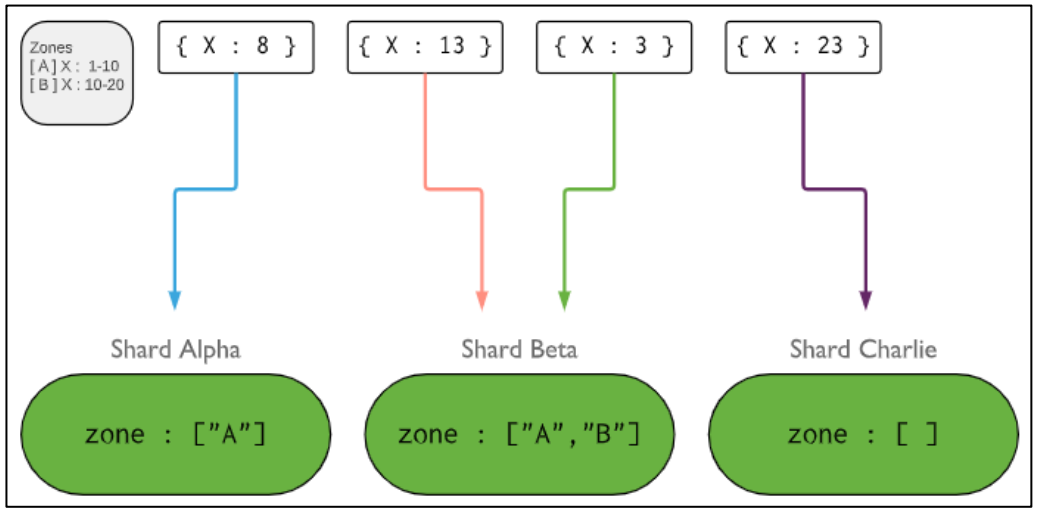
Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Elección de la clave
  - Cardinalidad
    - Si elegimos una clave con pocos valores diferentes tendremos el problema de que el cluster podrá tener pocos shards
  - Frecuencia
    - La distribución de los valores de la clave influye.
    - Si los valores están muy concentrados
      - los datos se almacenarían en unos pocos chuncks
      - los accesos a los shards no estarían bien distribuídos, que es lo que se busca
    - Lo ideal sería tener una distribución uniforme de las claves
  - Monotonicidad
    - Si la clave crece o decrece de forma monotónica
      - la mayoría de documentos irán a shards que almacenan valores extremos

Particionamiento (Sharding)

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Zonas en clusters particionados
  - Cuando un cluster se expande por varios centros de datos las zonas pueden ayudar a mejorar la localidad de los datos
  - Las zonas se crean en función de la clave de particionamiento
  - Cada zona se puede asociar con uno o varias particiones (shards) del cluster
  - El balanceador mueve chunks de una zona solo a shards de la misma zona



Consistencia

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Preferencias de lectura y compromisos de lectura y escritura
  - Impacto en el rendimiento
  - Impacto en la consistencia
  - Compromiso entre consistencia y disponibilidad
- Preferencias de lectura
  - https://docs.mongodb.com/manual/core/read-preference/
  - Se puede especificar en la conexión y cambiar en la Shell
    - db.getMongo().setReadPref('nearest')
  - Opciones
    - primary (opción por defecto): Se lee del nodo primario del replica set.
    - primaryPreferred: Intenta en el primario y si no puede lee del secundario
    - secondary: Se lee de un nodo secundario. cuando quiero leer rapido
    - secondaryPreferred: Intenta en el secundario, y si no puede lee del primario
    - nearest: Lee de cualquier nodo intentando minimizar un cálculo de latencia previo

Consistencia

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Consistencia causal
  - https://docs.mongodb.com/manual/core/read-isolation-consistency-recency/#
  - Las operaciones futuras ven el efecto de operaciones pasadas.
    - Ejemplo: Después de hacer un borrado, no de debería de poder leer el dato borrado.
  - En MongoDB se puede conseguir dentro de una sesión de usuario.
    - Usando compromiso "majority" en lecturas y escrituras.
  - Garantías proporcionadas
    - Read your writes: Lectura posterior leer el valor actualizado por una escritura anterior.
    - Monotonic reads: Lectura no puede obtener estado previo a una lectura anterior.
    - Monotonic writes: Las escrituras se ejecutan en orden.
    - Writes follow reads: Las escrituras que se solicitan después de la lectura se ejecutan en ese orden
  - No se proporciona aislamiento entre las operaciones de una sesión y otras sesiones de usuario.

Consistencia

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Compromiso de lectura (Read Concern)
  - https://docs.mongodb.com/manual/reference/read-concern/
  - Se puede especificar en las operaciones de lectura (find, count, distinct, etc.)
    - db.collection.find().readConcern('majority')
  - Niveles
    - local (defecto en lecturas de primario en sesiones de consistencia causal)
      - No se verifica que se haya escrito en la mayoría de nodos.
    - available (defecto en lecturas de secundario fuera de consistencia causal)
      - No se verifica escritura en mayoría de nodos. Latencia menor cuando hay sharding (solo cuando hay sharding se diferencia del nivel "local". No espera a tener consistencia en la particiones.
    - majority: Lee datos que han sido comprometidos en la mayoría de replicas. Datos leídos son durables. esccritos por una transaccion que termino
    - linearizable: Obtiene datos comprometidos. Puede tener que esperar por escrituras en curso. No se puede usar en transacciones. Solo en lecturas del primario.
    - snapshot: Solo se puede usar con transacciones. Lee datos comprometidos por la mayoría.

Consistencia

Introducción
Modelado
Replicación
Sharding
Consistencia

- Compromiso de escritura (Write Concern) las escrituras se hacen solo en el primario
  - https://docs.mongodb.com/manual/reference/write-concern/
  - Se especifica usando una estructura los siguientes campos
    - w: Nivel de compromiso de escritura
      - w:1 Se necesita confirmación de escritura en el primario. Las escrituras en los secundarios se hacen después de forma asíncrona
      - w:0 No requiere confirmación de escritura alguna.
      - w:número mayor que 1 Confirmación en el primario y varios secundarios (w:2 confirma el primario y un secundario)
      - w:majority Confirmación de la mayoría de nodos
      - w:nodo Confirmación de un nodo concreto.
    - j: Confirmación de que se ha escrito en el on-disk journal (registro histórico o log de MongoDB)
    - wtimeout: Solo cuando w>1. Si se sobrepasa el tiempo indicado se genera un error.
  - Se puede especificar a nivel de transacción o a nivel de operación. Se puede especificar de forma global

```
db.adminCommand(
  {
    setDefaultRWConcern : 1,
    defaultReadConcern: { <read concern> },
    defaultWriteConcern: { <write concern> },
    writeConcern: { <write concern> },
    comment: <any>
  }
)sd
```

MongoDB

https://docs.mongodb.com/manual/

José R.R. Viqueira