Almacenamiento

Antonio Espín Herranz

Contenidos

- Introducción
- AUFS
- OverlayFS / Overlay2
- Device Mapper
- BRTFS
- Volúmenes
- Plugin para Volúmenes
- Persistencia de Volúmenes

Introducción

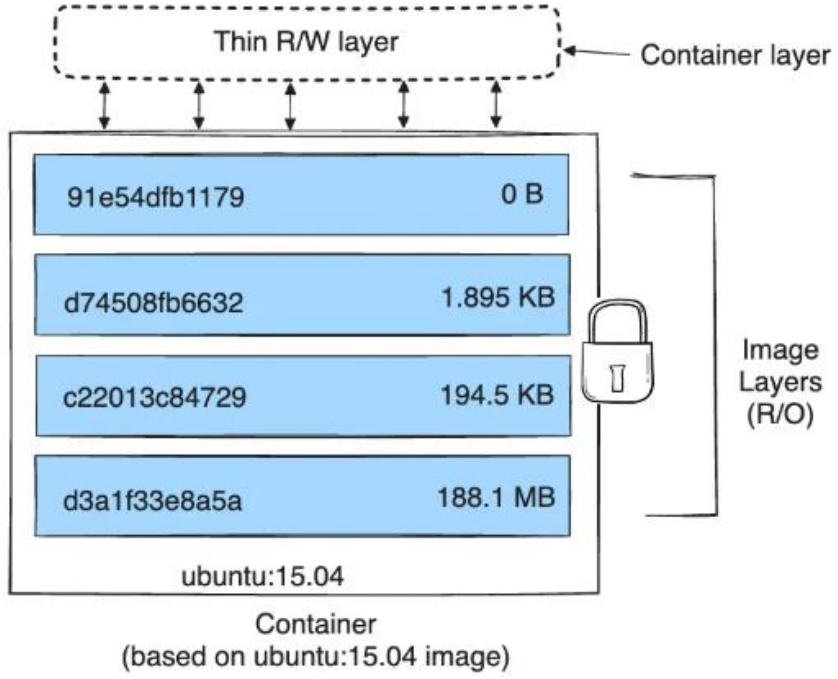
- Por la naturaleza de los contenedores, cualquier dato que se escriba en su sistema de ficheros será eliminado al destruirse los mismos.

- Un contenedor añade una capa de lectura/escritura a la imagen que usa de base, pero que la imagen en sí no puede ser alterada por ninguno de sus contenedores.

- Para aquellos casos en los que necesitemos almacenamiento persistente en sistema de ficheros existen los volúmenes de datos Docker

Copy on Write

- Docker cuenta con un mecanismo llamado **copy-on-write** (CoW), permite crear contenedores instantáneamente.
- No se realiza una copia completa del sistema de archivo en base a la imagen.
- El sistema de almacenamiento lleva el control de lo que ha cambiado respecto al sistema de archivos base.



Copy on write

- Este sistema se puede implementar de varias maneras:
  - **AUFS** (overlay filesystem)
  - El framework mapeador de dispositivos **Device Mapper**, que implementa el método de optimización de eficiencia thin provisioning (capas de almacenamiento a nivel de dispositivo de bloque)
  - El sistema de archivos **BTRFS**
  - El sistema de archivos y administrador de volúmenes **ZFS**

Copy on Write

- Con el mecanismo «**copy-on-write**», podemos tener multitud de contenedores sin ocupar ningún espacio adicional, mientras no **escribamos** cambios dentro del contenedor.

- Permite también hacer cosas como usar el comando `docker commit` para generar una nueva imagen base con los cambios realizados en un determinado contenedor.

Storage Driver

- Ejecutando el comando: **docker info**
- Podemos ver la implementación que está utilizando Docker para la implementación de copy on write.

https://docs.docker.com/engine/storage/drivers/select-storage-driver/

```
Server:
 Containers: 23
  Running: 2
  Paused: 0
  Stopped: 21
 Images: 6
 Server Version: 27.5.1
 Storage Driver: overlay2
```

La selección del storage driver viene normalmente limitada por la disponibilidad
de ciertas características,
como el soporte de sistemas de archivos, de la distribución y el kernel sobre el que se ejecute Docker

Se puede cambiar el driver actuando sobre los Parámetros de inicio de Docker → **dockerd**

AUFS

- AUFS (Advanced Multi-Layered Unification Filesystem) es un sistema de archivos en Docker que permite gestionar múltiples capas en las imágenes de contenedores.
  - Esta tecnología facilita las operaciones del sistema de archivos al fusionar directorios, mejorando la eficiencia y la flexibilidad.

- AUFS se utilizaba como controlador de almacenamiento por defecto en Docker para Ubuntu y versiones de Debian hoy en día se recomienda utilizar el controlador overlay2, que ofrece ventajas de rendimiento.

OverlayFS / Overlay2

- El controlador overlay2 es el **controlador de almacenamiento predeterminado para Docker** en las versiones más recientes del núcleo Linux.
  - Este controlador utiliza el sistema de archivos OverlayFS, que es más eficiente y ofrece mejor rendimiento en comparación con otros controladores, como AUFS.

- Ventajas de utilizar overlay2:
  - Eficiencia en el almacenamiento: reduce el uso de espacio en disco
  - Mejor rendimiento: que AUFS
  - Mayor soporte y estabilidad: recibe soporte continuo

Device Mapper

- Características:
  - Maneja los dispositivos en bloques
    - Facilita las operaciones de lectura y escritura
  - Facilita la eficiencia en almacenamiento
  - Permite crear SnapShot → crear copias de seguridad y restaurar el estado de los contenedores.
- Desventajas:
  - La configuración es compleja.
  - Tiene un rendimiento inferior al overlay2

BRTFS

- B-Tree File System. Sistema de archivos avanzado
- Permite snapshot
- Compresión
- Duplicación

- Pero ocurre lo mismo en cuanto a los anteriores.
- **El driver Overlay2 tiene mejor rendimiento**

Tipos de almacenamiento

- **Volúmenes:**
  - La mejor opción para persistir información. Los controla Docker.
    - En Linux: se almacenan en un determinado directorio que es administrado por Docker (/var/lib/docker/volumes)
    - En Windows: un poco más complicado de localizar.

- **Bind mounts** (almacenamiento compartido entre el contenedor y el host).
  - Tienen la desventaja de crear acoplamiento entre el contenedor y el host y a la hora de trasladarlo no está tan aislado.
  - Se pueden colocar en cualquier directorio, pero no los gestiona Docker.

- **tmpfs mounts (Linux) / named Pipes (Windows)**
  - Almacenamiento en memoria. No escribe en el sistema de archivos.

Volúmenes I

- Un volumen de datos es un directorio especial del **host** que puede ser **compartido** entre varios **contenedores**

- Aporta las siguientes ventajas:
  - **Se inicializan en la creación del contenedor**: Si la imagen base tiene información en el punto de montaje, esos datos se copian en el volumen creado durante la inicialización.
  - **Pueden compartirse y reutilizarse** entre contenedores
  - Los cambios en los datos del volumen **se hacen directamente**
  - **Se gestionan completamente por Docker.**

Volúmenes II

- Si se actualiza una imagen no se actualizan los datos del volumen

- Y más importante, **si una imagen se borra sus volúmenes no se borran**.
  - **Los volúmenes están pensados para persistir** datos independientemente del ciclo de vida de los contenedores que los usen.

- Funcionan tanto en **Windows** como **Linux**.

- Se pueden almacenar en **host remotos** o en **entornos cloud**, cifrar el contenido.

- Los contenidos de un nuevo volumen **pueden ser rellenados de forma previa** por un contenedor.

Volúmenes III

- Se separa del contenedor.

- Con los volúmenes podemos:
  - Usar un almacenamiento persistente para el contenedor
  - Compartir almacenamiento entre el HOST y un contenedor
  - Compartir almacenamiento entre distintos contenedores

Crear contenedores con Volúmenes

- docker run –it **–v /datos** --name ubuntu1 ubuntu bash
- Crear un directorio /datos y al ponerle bash entramos dentro del contenedor.

```
root@c60d11facda3:/# ls -l
total 52
lrwxrwxrwx   1 root root    7 Apr 22  2024 bin -> usr/bin
drwxr-xr-x   2 root root 4096 Apr 22  2024 boot
drwxr-xr-x   2 root root 4096 Mar 15 17:37 datos
drwxr-xr-x   5 root root  360 Mar 15 17:37 dev
drwxr-xr-x   1 root root 4096 Mar 15 17:37 etc
```

Inspeccionar el volumen

- Con el comando: **docker volumen ls**
  - Podemos listar los volúmenes.

- Y a través del hash que le asigna docker podemos obtener información de ese volumen: **docker volume inspect <número hash>**
  - Dentro del volumen crea una carpeta vacía _data


```
[
    {
        "CreatedAt": "2025-03-06T17:34:32Z",
        "Driver": "local",
        "Labels": {
            "com.docker.volume.anonymous": ""
        },
        "Mountpoint": "/var/lib/docker/volumes/d591be4a4b4d77129aafd772c7138416f08b156de3b17baf0cb8cea387f862c0/_data",
        "Name": "d591be4a4b4d77129aafd772c7138416f08b156de3b17baf0cb8cea387f862c0",
        "Options": null,
        "Scope": "local"
    }
]
```

Crear ficheros dentro del directorio del volumen

- Si no estuviera arrancado el contenedor y ya hemos salido de la Shell tenemos que conectarnos de nuevo al contenedor, lo podemos hacer:
  - **docker start –i nombre_cont**

- Podemos **entrar** en el **directorio** del **volumen** y crear ficheros.
  - **touch fichero1**

- Al crearlo dentro del contenedor automáticamente se crea en el volumen que habíamos creado.
  - **Y si lo creamos en el directorio correspondiente del host donde se almacenan los volúmenes pasaría lo mismo**.

  - En los sistemas **Linux** se almacenan los volúmenes en:
    /var/lib/docker/volumes/<<número_hash>>

  - En los sistemas **Windows** + **WSL2** se almacenan en:
    - Lanzar **wsl** en una consola

    \\wsl.localhost\docker-desktop\mnt\docker-desktop-disk\data\Docker\volume
    (al final se comenta, se teclea en un explorador de Windows)

Crear ficheros dentro del directorio del volumen II

- Cuando salimos del contenedor o lo paramos con stop el volumen continúa existiendo.

- El volumen es **persistente**.

- Los volúmenes se pueden gestionar con el comando:
  - **docker volume**
  - De la misma forma que los contenedores se les puede asignar un nombre.

Volúmenes - comandos

- Opciones
  - **create** crear un volumen
  - **inspect** visualizar detalles de un volumen
  - **ls** lista volúmenes
  - **prune** Borra volúmenes que no se utilizan
  - **rm** Para borrar un volumen

Crear volúmenes con nombre

- **docker volume create <<nombre>>**

- A partir de este comando, siempre nos referimos al volumen a partir de ese nombre.
  - **docker volume inspect <<nombre>>**

- Si hemos creado un volumen, este, se puede asociar a un contenedor:
  - **docker volume create vol1**
  - **docker volume ls**
  - **docker run –it --name ubuntu7 –v vol1:/dir_contenedor ubuntu bash**

Compartir volúmenes

- Los volúmenes se pueden compartir con otros contenedores.
- docker run –it --name ubuntu8 –v **vol1**:/datos ubuntu bash

- También se puede compartir en modo solo lectura (añadiendo :ro)
- docker run –it --name ubuntu8 –v **vol1**:/datos:**ro** ubuntu bash

- Creando ficheros desde uno de los contenedores, podemos verlos desde el otro contenedor.
  - Si está parado, arrancarlo → **docker start –i <<nombre_cont>>**

Compartir múltiples volúmenes

- Al crear un nuevo contenedor le podemos indicar que comparta los volúmenes de otro contenedor.
  - docker run –it --name ubuntu10 --**volumes-from** ubuntu9 ubuntu bash
  - Automáticamente nos tiene que añadir un directorio que se llamará igual que en el contenedor origen.
  - **Varios contenedores pueden apuntar al mismo volumen.**

Volúmenes huérfanos

- Cuando tenemos varios contenedores que apuntan al mismo volumen y se borra uno de ellos no ocurre nada.

- Si eliminamos todos los contenedores que apuntan a un volumen,
  - El contenido del volumen permanece en el directorio y **el volumen se puede asignar a otro contenedor**.
  - Docker cuando ponemos la opción –v comprueba si ya existe o no el volumen, si no existe lo crea.

- Podemos borrar **rm** el volumen o hacer un **prune (borra todos los volúmenes que están sin utilizar).**

Borrar volúmenes

- **docker volume rm nombre_hash**

- Si el volumen está ligado a un contenedor no nos dejará borrarlo.

- Nos dará un error, e indicará los hash de los contenedores que tienen asociado ese volumen.

- **docker volume prune**
  - Emite un mensaje con los megas que se han liberado.

Bind mounts

- Se utiliza para compartir información entre el contenedor y el host.
- Al crear el contenedor podemos indicar un directorio del host y un directorio del contenedor.

- Ejemplo:
  - **docker run –it –v directorio_host:directorio_cont --name ubuntu10 ubuntu bash**

  - Utilizar rutas absolutas
  - Si alguno de los directorios no existe lo crea siempre y cuando tengamos permisos.
  - Si vamos creando ficheros en el directorio del contenedor, automáticamente los podemos ver en el directorio del host y al revés también → funciona en ambos sentidos.

Bind mounts

- Si utilizamos está posibilidad de compartir el directorio del host con el directorio del contenedor, no la muestra en los volúmenes.
  - El comando: **docker volume ls**
    - **No muestra nada de ese directorio**

  - Lo veríamos al hacer un inspect del contenedor.
  - Con este comando si lo podríamos ver en la información que muestra del contenedor:
    - **docker inspect ubuntu10 > ubuntu10.txt**
    - No aparece como un volumen, si no, como un montaje

```
"HostConfig": {
    "Binds": [
        "/home/antonio/directorio1:/dir1"
    ],
```

Almacenamiento temporal: TMPFS

- A diferencia de los volúmenes y los bind mounts, un montaje tmpfs es temporal y solo persiste en la memoria del host.
- Cuando el contenedor se detiene, el montaje tmpfs se elimina y los archivos escritos allí no se persisten.
- Los montajes tmpfs son ideales cuando no se desea que los datos persistan ni en el host ni dentro del contenedor.
  - Esto puede deberse a **razones de seguridad** o para proteger el **rendimiento** del contenedor cuando la aplicación necesita escribir un gran volumen de datos de estado no persistentes.

Almacenamiento temporal: TMPFS

- **docker run –d –i --name ubuntu15 --tmpfs /datos Ubuntu**
- **docker exec –it ubuntu15 bash**

- Crear fichero y salir del contenedor, comprar si se mantiene o no, ese fichero.
  - **docker stop ubuntu15**
  - **docker start ubuntu16**
  - **docker exec –it ubuntu16 bash**
    - El contenido que se hubiera creado en /datos ya no existe porque estaba configurado como almacenamiento temporal.

Bind mounts en Windows

- Cuando hacemos un **bind mounts** desde Windows tenemos que tener en cuenta las **rutas** en **Windows, por lo demás, los comandos son iguales.**

- Probar fuera de **WSL**:
  - **docker run –name ubuntu21 –d –it –v c:\tmp\vol1:/datos Ubuntu**
  - **docker exec –it ubuntu21 bash**

  - Si creamos ficheros dentro de la carpeta /datos del contenedor, automáticamente aparecen en la carpeta de Windows.

  - Funciona en ambos sentidos, igual que con WSL.

Volúmenes en Windows

- **docker run --name ubuntu22 –it –d –v vol1:/datos ubuntu**
- Si hacemos: **docker inspect ubuntu22**
- Le vemos también con el comando: **docker volume ls**

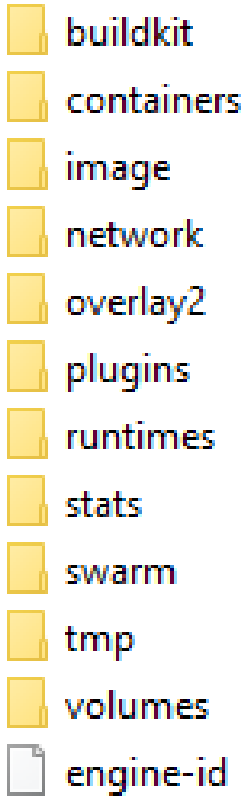

```
"Mounts": [
    {
        "Type": "volume",
        "Name": "vol1",
        "Source": "/var/lib/docker/volumes/vol1/_data",
        "Destination": "/datos",
        "Driver": "local",
        "Mode": "z",
        "RW": true,
        "Propagation": ""
    }
```


Si no fuera de tipo volumen
En el **inspect** veríamos
Type: bind
Igual que en Linux

Volúmenes en Windows

- ¿Dónde los guarda en Windows?

- Lo hace a través de la carpeta (teclear en un explorador)
  - **\\wsl.localhost\docker-desktop\mnt\docker-desktop-disk\data\docker**



Plugin para Volúmenes

- Características generales:
  - Persistencia de datos
  - Integración con almacenamiento externo
    - Fuera del host de Docker
  - Fácil configuración
  - Compatibilidad

Plugin para Volúmenes

- **Plugin gratuitos:**
  - **Rclone**: permite montar sistemas de archivos remotos en contenedores
    - Compatible con almacenamiento en la nube: Google Drive, Amazon S3 …
  - **NFS** (Network File System)
    - Montar archivos NFS en contenedores Docker
  - **CIFS** (Common Internet File System)
    - Para montar sistemas de archivos CIFS en contenedores Docker
  - **GlusterFS**:
    - Sistema de archivos distribuido que permite montar contenedores de Docker
    - Se necesita alta disponibilidad y escalabilidad

Plugin para Volúmenes

- Instalar un plugin de volúmenes:
  - Docker tiene soporte para varios plugins, como **Flocker**, **Rex-Ray** o plugins específicos de proveedores de almacenamiento.

  - Instala el plugin **rexray/s3fs** para usar almacenamiento en **Amazon S3**
    - **docker plugin install rexray/s3fs**

- Cuando ya se ha instalado se puede crear un volumen utilizando el plugin como driver
    - **docker volume create --driver rexray/s3fs my_volume**

Plugin para Volúmenes

- Los plugins de volúmenes permiten integrar los volúmenes de los contenedores con sistemas de almacenamiento externos, como **Amazon EBS (Elastic Block Store)**
    - Es una buena alternativa a que se almacenen en el host de Docker

- https://docs.docker.com/engine/extend/plugins_volume/