The Linux Storage Stack Diagram (Linux Kernel 6.2)

(version 6.2 2023-03-09, outlines the Linux storage stack as of Linux Kernel version 6.1 and 6.2)

Applications (processes)

mmap (anonym. pages)

read (2) write (2) open (2) stat (2) chmod (2) ... (2)

malloc

loop

NVMe over TCP / NVMe over RDMA / NVMe over Fibre Channel

LIO

Fibre Channel over Ethernet · iSCSI · Fibre Channel · FireWire · USB · Virtual Host · SCSI RDMA

tcm_loop · tcm_fc · iscsi_target_mod · tcm_qla2xxx · sbp_target · tcm_usb_gadget · tcm_vhos · ib_srpt

target_core_mod

target_core_file

target_core_iblock

target_core_user

target_core_rd

target_core_pscsi

memory   userspace

VFS

Direct I/O (O_DIRECT)

Block-based FS
ext2 · ext4 · btrfs · xfs · f2fs · iso9660 · squashfs · gfs2 · ocfs2 · ntfs3 · ...

Stackable FS
ecryptfs · overlayfs

Network FS
smbfs · ceph · nfs · coda · scsilayout · ...

fuse

Pseudo FS
proc · sysfs · pipefs · usbfs · futexfs · ...

Special purpose FS
tmpfs · ramfs · devtmpfs

Raw flash
ubifs · jffs2

Page cache

fscache

userspace (e.g. sshfs)

network

UBI   MTD

nvmet
nvme-tcp · nvme-rdma · nvmet-fc · nvmet-loop

nvmet

struct bio
- operation & flags
- target device
- bvec list
- bvec_iter (sector, size, index)

BIOs (block I/Os)

(optional) Devices on top of "normal" block devices

device mapper (dm)

Production use
dm-cache · dm-clone · dm-crypt · dm-ebs · dm-era · dm-integrity
dm-linear · dm-mirror · dm-raid · dm-stripe · dm-switch
dm-thin · dm-unstripe · dm-verity · dm-writecache · dm-zoned

Debugging use
dm-delay · dm-dust · dm-flakey · dm-zero

drbd
md (RAID)
bcache

stackable

Block Layer

blk_mq

I/O scheduler
kyber · bfq · mq_deadline

Request based drivers

BIO based drivers

/dev/loop*

Request-based dm targets
dm-multipath

/dev/ublkb* · /dev/rbd* · /dev/vd* · /dev/mmcblk*p* · /dev/mtdblock*ro

read-only access
UBI   MTD

NVMe Layer
/dev/nvme*n* · /dev/ng*

/dev/nullb* · /dev/n64cart

loop

/dev/zram* · /dev/nbd* · /dev/dasd* · /dev/rssd* · /dev/ubiblock*

/dev/rd* · /dev/pmem

ublkb · rbd · virtio_blk · mmc · mtdblock · ubi

NVMe transport drivers
nvme-tcp · nvme (pci) · nvme-rdma · nvme-fc · nvme-loop

null_blk · n64cart

zram · nbd · dasd · mtip32xx

MTD (Memory Technology Device)

brd · pmem

userspace

sysfs (transport attrib.)

network

memory

SCSI mid Layer
SCSI upper level drivers
/dev/sd* · /dev/sr* · /dev/st* · ...

Transport Classes
scsi_transport_fc · ..._sas · ...

infiband/RoCE/iWarp

network

fibre Channel HBA driver

memory

SCSI low level drivers
tcm_loop · aacraid · vmware_pvscsi
libata · smartpqi · megaraid_sas · ... · virtio_scsi
ahci · ... · mpt3_sas · hyperv_storage
ata_piix · mpi3mr · iscsi_tcp

network

Physical Devices
ATA controller · virtio_pci · SPI-NAND · PCIe NVMe
Adaptec RAID · LSI HBA · LSI RAID · Hyper-V · IBM DASD · Micron PCIe · SPI-NOR
Adaptec SmartHBA/RAID · Broadcom MPI3.0 HBA/RAID · VMware · SD-/MMC-Card · Raw NAND
N64 cartridge · Persistent memory