

# ZFS 分層架構設計



## 目次

### Contents

- 子系統整體架構.....
- VDEV.....
- ZIO.....
- ZPL.....
- ZVOL.....
- TOL.....

- ZAP  
.....
- ZIL  
.....
- DSL  
.....
- DMU  
.....
- ARC  
.....
- SPA  
.....

ZFS 在設計之初背負了重構 Solaris 諸多內核子系統的重任，從而不同於 Linux 的文件系統 只負責文件系統的功能而把其餘功能（比如內存髒頁管理，IO調度）交給內核更底層的子系統，ZFS 的整體設計更層次化並更獨立，很多部分可能和 Linux 內核已有的子系統有功能重疊。而本文想講的只是 ZFS 中與快照相關的一些部分，於是先從 ZFS 的整體設計上說一下和快照相關的概念位於 ZFS 設計中的什麼位置。

## 子系統整體架構

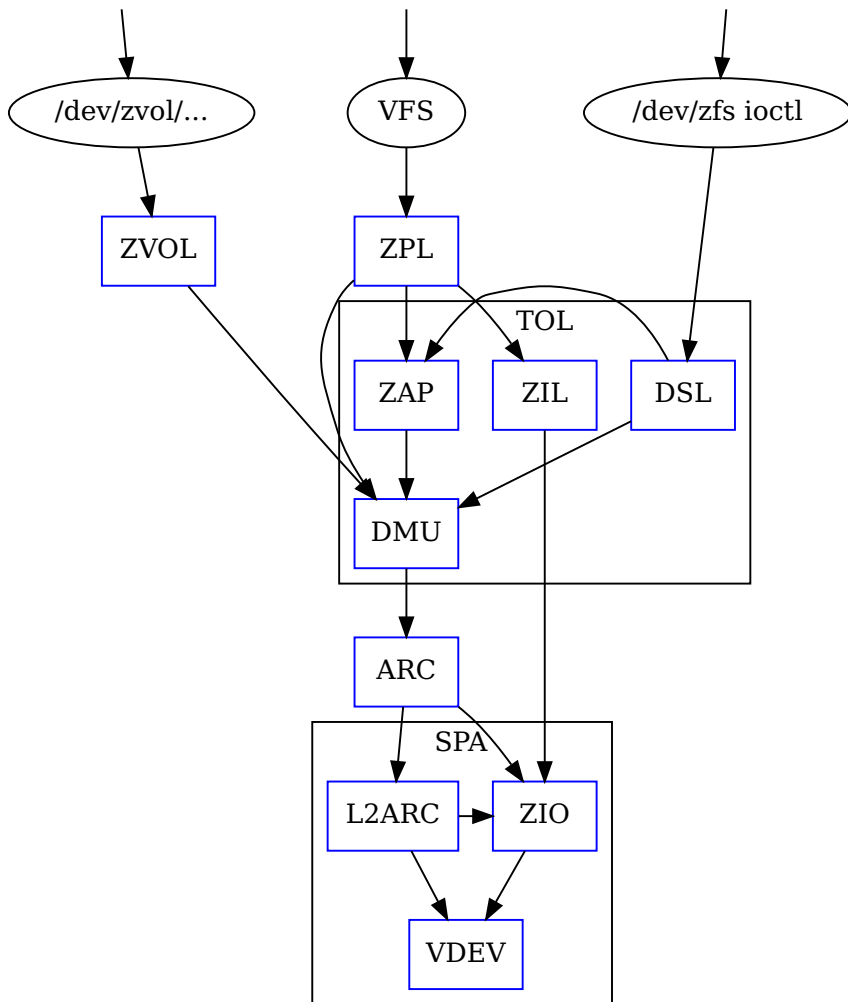
---

首先 ZFS 整體架構如下圖，其中圓圈是 ZFS 給內核層的外部接口，方框是 ZFS 內部子系統：

Block device API

Filesystem API

ZFS Management API



# VDEV

---

## Virtual DEvice

作用相當於 Linux Device Mapper 層或者 FreeBSD GEOM 層，提供 Stripe/Mirror/RAIDZ 之類的多設備存儲池管理和抽象。ZFS 中的 vdev 形成一個樹狀結構，在樹的底層是從內核提供的物理設備，其上是虛擬的塊設備。每個虛擬塊設備對上對下都是塊設備接口。

# ZIO

---

ZFS I/O，作用相當於內核的 IO scheduler。

# ZPL

---

ZFS Posix Layer，提供符合 POSIX 文件系統的語義，也就是包括文件、目錄這些抽象以及 inode 屬性、權限那些，對一個普通 FS 而言用戶直接接觸的部分。

# ZVOL

---

## ZFS VOLume

有點像 loopback block device，暴露一個塊設備的接口，其上可以創建別的 FS。對 ZFS 而言實現 ZVOL 的意義在於它是比文件更簡單的接口所以一開始先實現的它，而且早期 Solaris 沒有 sparse 文件的時候可以用它模擬很大的塊設備，測試 Solaris UFS 對 TB 級存儲的支持情況。

# TOL

---

## Transactional Object Layer

在數據塊的基礎上提供一個事務性的對象語義層。  
每個對象用多個數據塊存儲，每個數據塊大概是  
4K~128K 這樣的數量級。

## ZAP

---

ZFS Attribute Processor，在「對象」基礎上提供  
緊湊的 name/value 映射，從而文件夾內容、文件屬性  
之類的都是基於 ZAP。

## ZIL

---

ZFS Intent Log，記錄兩次完整事務語義提交之間  
的 log，用來加速實現 fsync 之類的保證。

## DSL

---

Dataset and Snapshot Layer，數據集和快照層，  
這是本文的重點。

# DMU

---

Data Management Unit，在塊的基礎上提供「對象」的抽象。每個「對象」可以是一個文件，或者是別的 ZFS 內部需要記錄的東西。

# ARC

---

Adaptive Replacement Cache，作用相當於 pagecache。

# SPA

---

Storage Pool Allocator，從內核的多個塊設備中抽象出存儲池。

