



# Linux and File Hierarchy

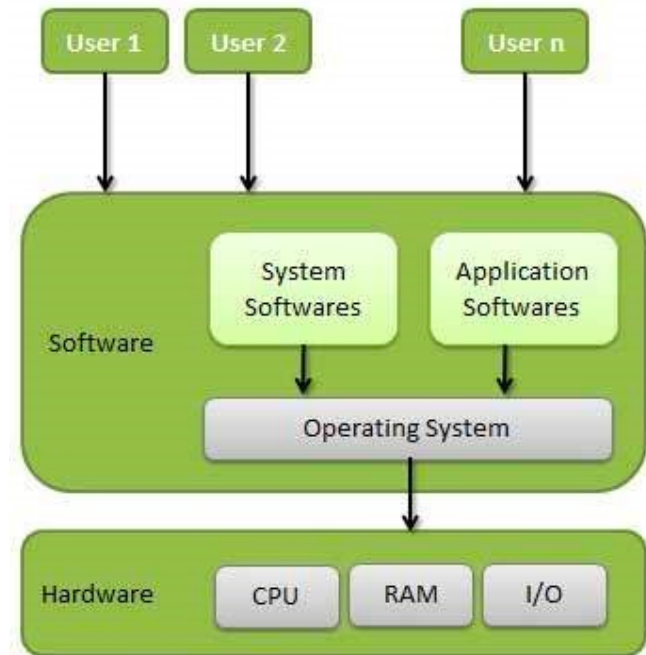
---

2020 Summer Wheel Seminar  
Jessie



# Operating System (OS)

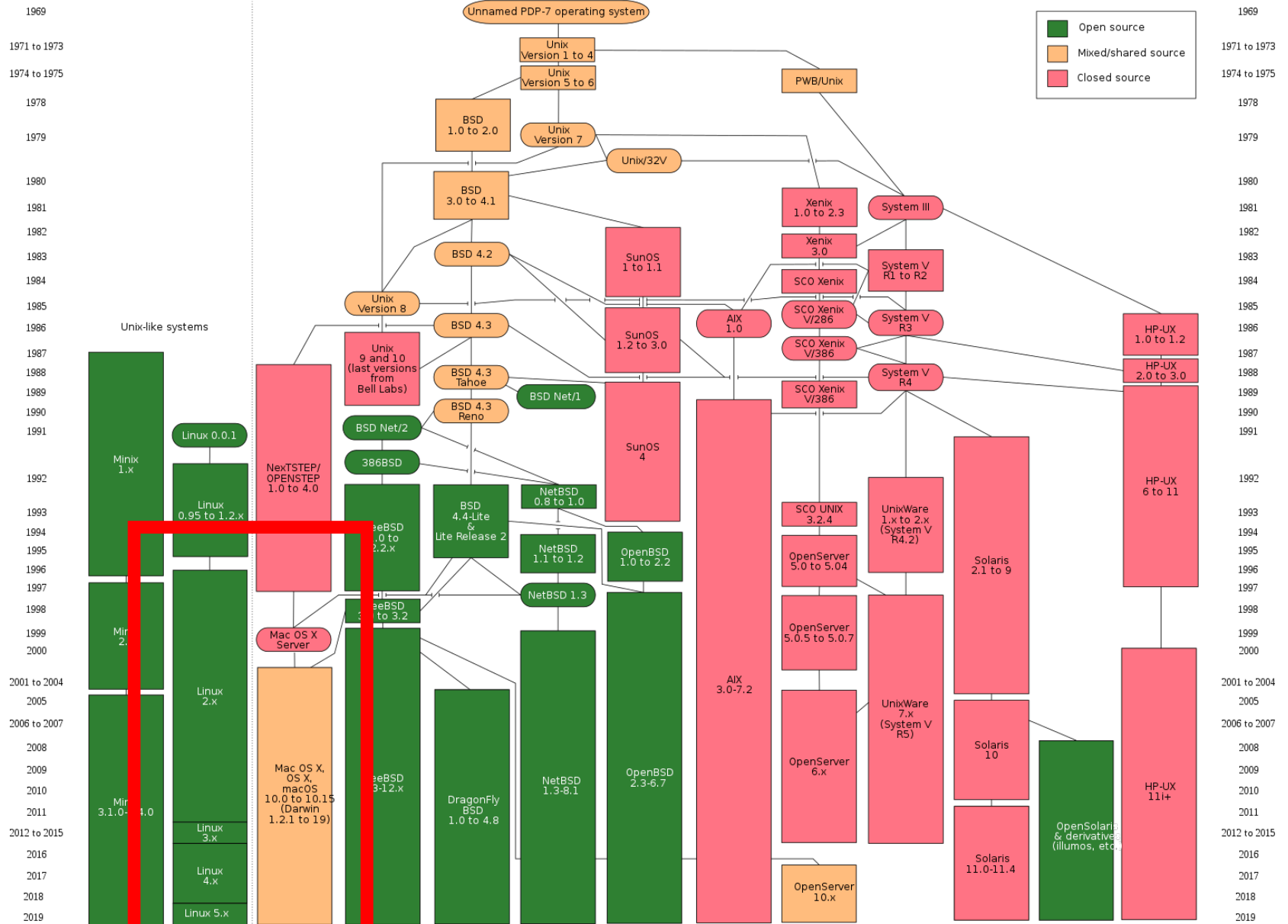
- 사용자/애플리케이션과 하드웨어 사이에서 매개체 역할을 하는 소프트웨어
- 컴퓨터 시스템의 하드웨어와 소프트웨어 자원을 관리
  - 자원: CPU, Memory, I/O device 등등
  - 자원을 여러 사용자 간에 효율적으로 할당, 관리, 보호
  - 사용자 프로그램의 오류 및 잘못된 자원 사용 감시
    - 사용자 프로그램을 서로로부터 보호
    - OS를 사용자 프로그램으로부터 보호
  - 입출력 장치 등의 자원에 대한 연산과 제어
- OS가 하는 일 : CPU 스케줄링, I/O device 관리, memory 관리, file system 제공 등



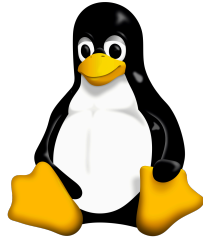
# UNIX

- 70년대 초 UNIX 등장
  - C언어 기반으로 작성되어 이식성(Portability)이 높음
  - multitask & multiuser를 지원
  - 현재에도 쓰이는 OS들이 따르는 일종의 표준을 세운 OS
    - POSIX (Portable Operating System Interface) – syscall, hierarchical file system 등등
    - TCP/IP – 네트워크 기기들이 통신할 때 따르는 communication protocol
- 80-90년대 UNIX-like OS들의 흥행
  - 크게 BSD, Linux 진영으로 나누어짐

# UNIX-like OS



# Linux



- 91년도 Linux Torvalds의 개인 프로젝트로 시작됨
- Linux는 오픈 소스의 전염성에 힘입어 매우 빠른 속도로 발전함
- 리눅스 커널을 공유하는 다양한 배포판들이 존재
  - Ubuntu, Debian, Mint, Fedora, RHEL, CentOS, ..

The screenshot shows the GitHub repository for the Linux kernel source tree. The repository is owned by 'torvalds' and is named 'linux'. It has 7.2k watches, 93.8k stars, and 32.5k forks. The repository is currently on the 'master' branch. The commit history shows a recent commit by 'torvalds' 17 hours ago, with 934,327 total commits and 658 tags. The repository structure includes folders for Documentation, LICENSES, arch, block, certs, crypto, drivers, fs, include, init, ipc, kernel, and lib. The commit messages provide details about the changes, such as merging tags, renaming licenses, and fixing bugs. The right sidebar shows the 'About' section with the description 'Linux kernel source tree', a 'Readme' link, and a 'View license' link. The 'Releases' section shows 658 tags. The 'Contributors' section shows 5,000+ contributors, with a list of 10,784 contributors. The 'Languages' section shows the distribution of code: C (96.6%), C++ (1.3%), Assembly (1.1%), and Objective-C (0.3%).

torvalds / linux

Watch 7.2k Star 93.8k Fork 32.5k

<> Code Pull requests 322 Actions Projects Security Insights

Branch: master

Go to file Add file Code

torvalds committed 11ba468 17 hours ago 934,327 commits 1 branch 658 tags

Folder	Commit Message	Time
Documentation	Merge tag 'inclusive-terminology' of git://git.kernel.org/pub/scm/lin...	3 days ago
LICENSES	LICENSES: Rename other to deprecated	15 months ago
arch	Merge tag 'xtensa-20200712' of git://github.com/jcmvbkbc/linux-xten...	20 hours ago
block	Merge tag 'block-5.8-2020-07-10' of git://git.kernel.dk/linux-block	3 days ago
certs	.gitignore: add SPDX License Identifier	4 months ago
crypto	crypto: af_alg - fix use-after-free in af_alg_accept() due to bh_lock...	25 days ago
drivers	Merge tag 'scsi-fixes' of git://git.kernel.org/pub/scm/linux/kernel/g...	2 days ago
fs	Merge tag 'io_uring-5.8-2020-07-12' of git://git.kernel.dk/linux-block	21 hours ago
include	Merge tag 'riscv-for-linus-5.8-rc5' of git://git.kernel.org/pub/scm/l...	2 days ago
init	kbuild: fix CONFIG_CC_CAN_LINK_STATIC for cross-compilation wit...	12 days ago
ipc	mmap locking API: use coccinelle to convert mmap_sem rwsem call si...	last month
kernel	Merge tag 'riscv-for-linus-5.8-rc5' of git://git.kernel.org/pub/scm/l...	2 days ago
lib	Merge tag 'riscv-for-linus-5.8-rc5' of git://git.kernel.org/pub/scm/l...	2 days ago

About

Linux kernel source tree

Readme

View license

Releases

658 tags

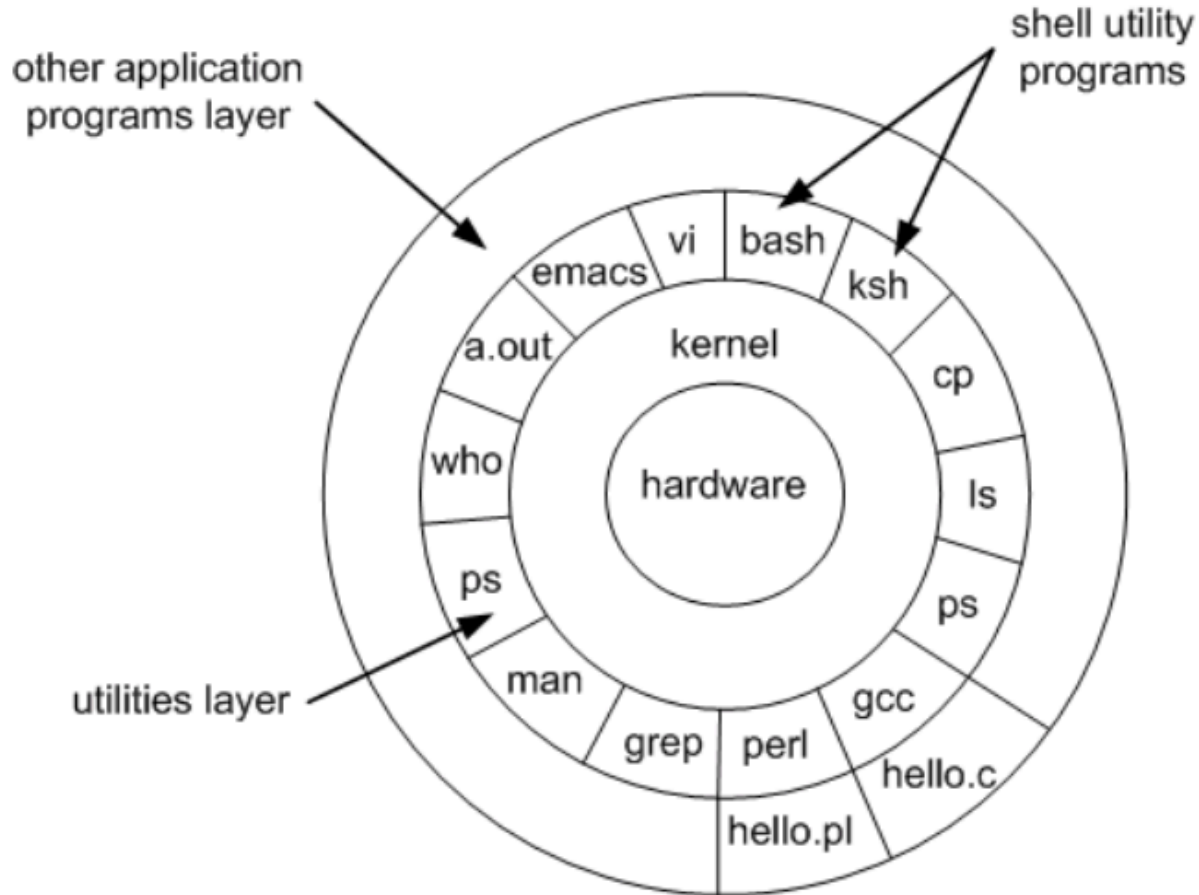
Contributors 5,000+

+ 10,784 contributors

Languages

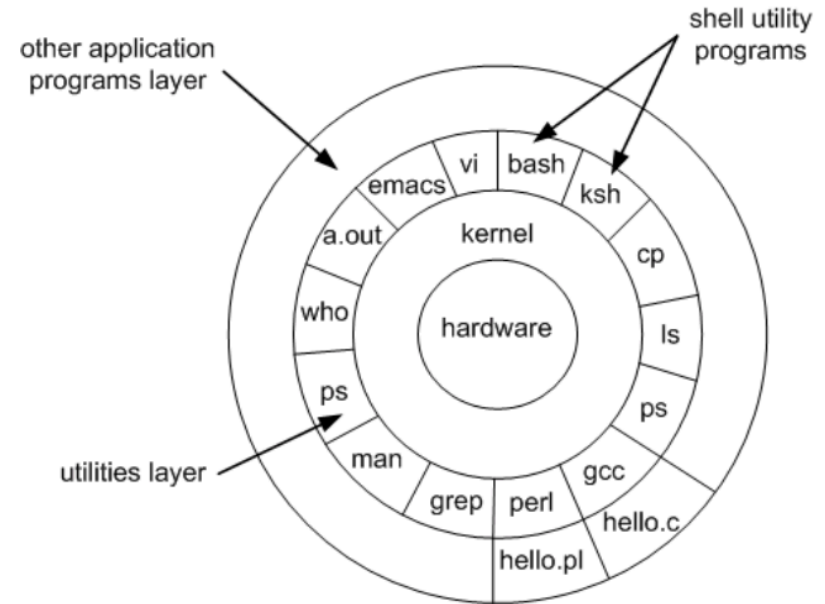
- C 96.6%
- C++ 1.3%
- Assembly 1.1%
- Objective-C 0.3%

# OS Structure



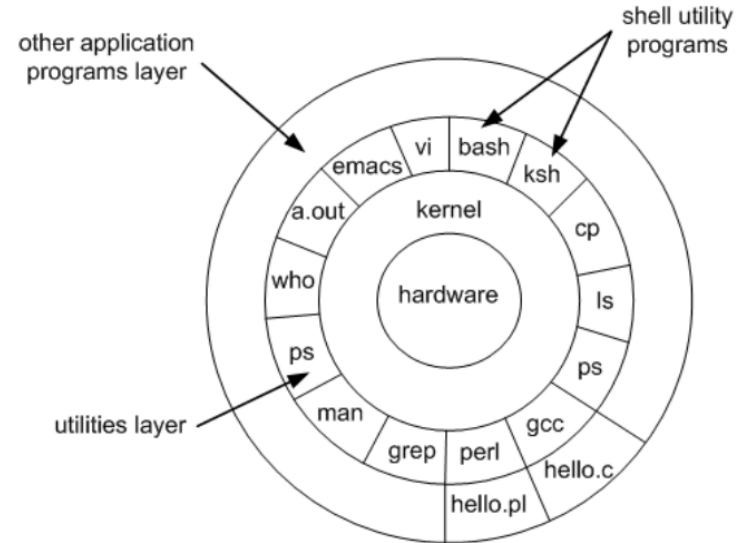
# OS Structure - Kernel

- 씨앗, 핵
- OS에서 가장 low-level한 소프트웨어
  - 하드웨어와 가장 가까움
  - 가장 많은 권한을 가지고 있음
- 하드웨어 ↔ 커널
- process, memory, I/O 장치, 파일 시스템, 네트워크 등 많은 것을 관리
  - 보안: 사용자/프로그램에 따라 자원에 대한 접근을 제한
  - 자원 관리: 시스템 자원을 효율적으로 스케줄링 / 관리
  - Abstraction(추상화): 하드웨어를 추상화하여 소프트웨어에서 쉽게 사용할 수 있음
- 커널을 유지하기 위한 코드는 지속적으로 사용되기 때문에, 보통 커널은 다른 프로그램에 의해 훼손되지 않도록 보호된 메모리 영역에 적재



# OS Structure – Shell

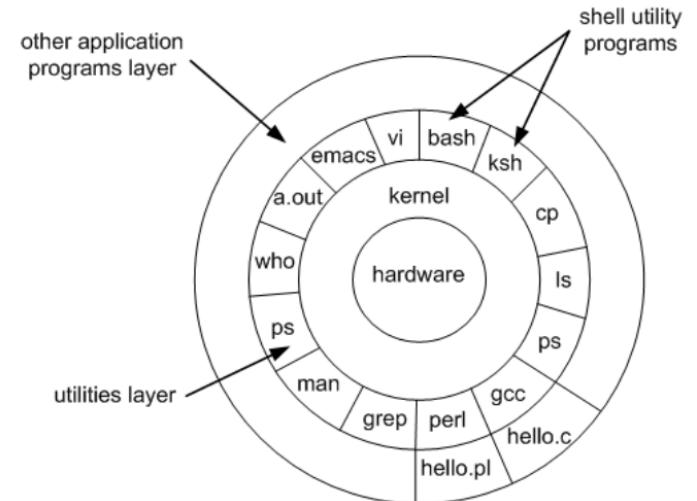
- 커널을 둘러싼 껍데기 (shell)
  - 사용자가 보는, OS의 제일 바깥쪽
- 하드웨어 ↔ 커널 ↔ 셸
- 사용자에게 명령(input)을 받아 해석(interpret)하고 그 결과를 커널로 보내 실행, 결과를 출력(output)
  - Command Line Interface (CLI)
    - 텍스트로 명령을 전달하는 형태의 셸
    - cmd, Terminal, Bash 등
  - Graphics User Interface (GUI)
    - 시각적인 조작으로 명령을 전달하는 형태의 셸
    - 윈도우: 시작 메뉴, 파일 관리 창, 작업 표시줄 등 / 맥: Finder, Dock, Mission Control 등





# OS Structure - Application

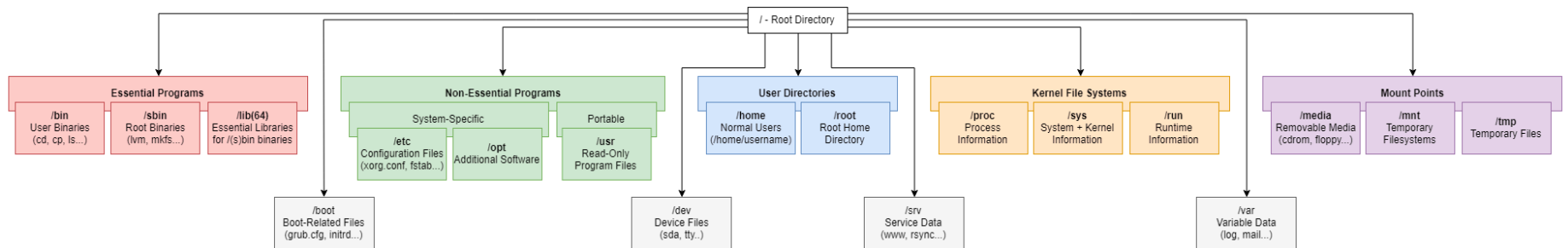
- 여러 셸 명령어들로 이루어진 하나의 프로그램
- 셸 ↔ 애플리케이션
- 애플리케이션은 다양한 셸 명령어/OS API를 활용해 시스템 자원을 이용하여 사용자가 원하는 연산을 수행



# Linux Directory Structure - FHS

- 보통 Filesystem Hierarchy Standard (FHS)를 준수
- 최상위 디렉토리인 / (root directory)로부터 시작하는 트리
- 자료의 성격, 내용 및 권한에 따라 다른 디렉토리로 구분하여 정리

## The Filesystem Hierarchy Standard (FHS)



### Essential Programs:

Directories containing files needed to run essential programs

- **/bin** - Essential binaries such as 'cp' or 'ls' that all users have access to
- **/sbin** - Essential binaries only available to the root user
- **/lib(64)** - Libraries needed for essential binaries in /(s)bin

### Non-Essential Programs (Secondary Hierarchy):

Directories containing files needed to run non-essential programs

- **/etc** - System-specific configuration files for programs in /usr and /opt
- **/opt** - Additional programs not found in distribution repositories
- **/usr** - Portable, read-only, non-essential programs and program files

### Mount Points:

Directories used for mounting devices and file systems

- **/media** - Removable media such as CD-ROMs and floppy drives
- **/mnt** - Temporary file systems such as USB drives
- **/tmp** - Pseudo-filesystem for temporary files. Cleared by the kernel on boot

### User Directories:

Directories containing user-specific files

- **/home(USERNAME)** - User files, configuration, and programs
- **/root** - Home directory for the root user

### Kernel File Systems:

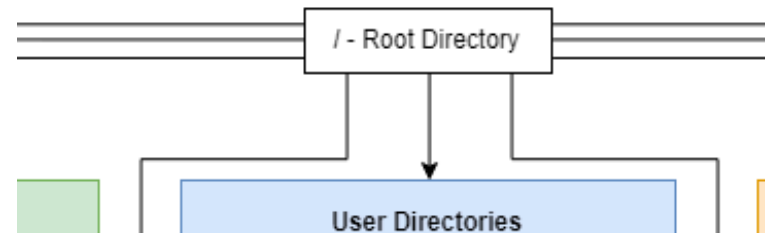
Directories populated by the kernel to provide information to programs and the user

- **/proc** - Information about processes, the kernel and system hardware
- **/sys** - Information about system hardware and the kernel
- **/run** - Information about the system since the last boot

### Other directories:

- **/boot** - Files essential for booting the system such as initrd, kernel, and bootloader configuration
- **/dev** - Device files for physical devices such as HDDs as well as data streams (stdin, stdout...)
- **/srv** - Files used for services offered by the system such as www, rsync, and ftp
- **/var** - Variable (changing) files such as lock files, logs, and mail

# FHS: / (root)

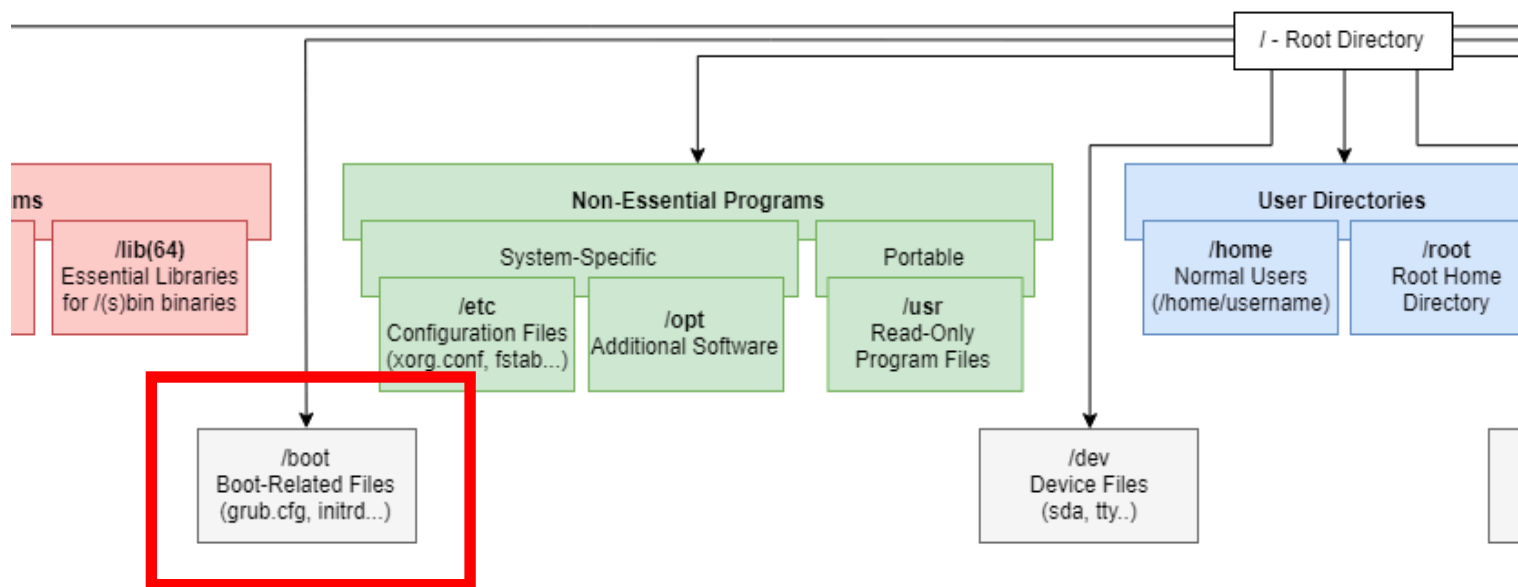


- 리눅스 시스템의 최상위 디렉토리
  - .. 디렉토리가 존재하지만 다시 /로 복귀
- root user만 write 권한을 가짐
- 절대경로의 기준이 되는 디렉토리
  - 절대경로: / 로부터 대상 파일/디렉토리까지의 경로
  - 상대경로: 현재 디렉토리로부터 대상 파일/디렉토리까지의 경로
  - pwd : 현재 작업 디렉토리까지의 절대 경로를 알려주는 커맨드

```
Jesss-MacBook-Pro:~ jessyoon$ pwd
/Users/jessyoon
Jesss-MacBook-Pro:~ jessyoon$ cd /
Jesss-MacBook-Pro:/ jessyoon$ ls -al
total 9
drwxr-xr-x  23 root  admin   736 Jun 11 20:46 .
drwxr-xr-x  23 root  admin   736 Jun 11 20:46 ..
-rw-rw-r--   1 root  admin    0 Feb 29 15:10 .DS_Store
lrwxr-xr-x   1 root  admin   36 May  8 22:26 .VolumeIcon.icns -> System/Volumes/Data/.VolumeIcon.icns
```

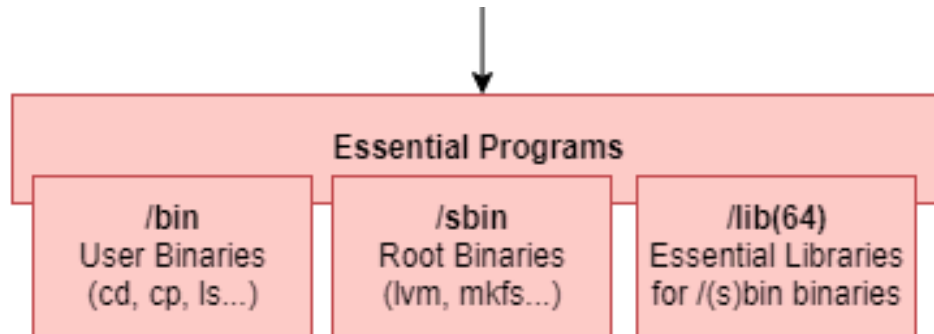
# FHS: /boot (boot)

- 부팅에 필수적인 bootloader, 커널 등이 위치
- 건드리지 말자!



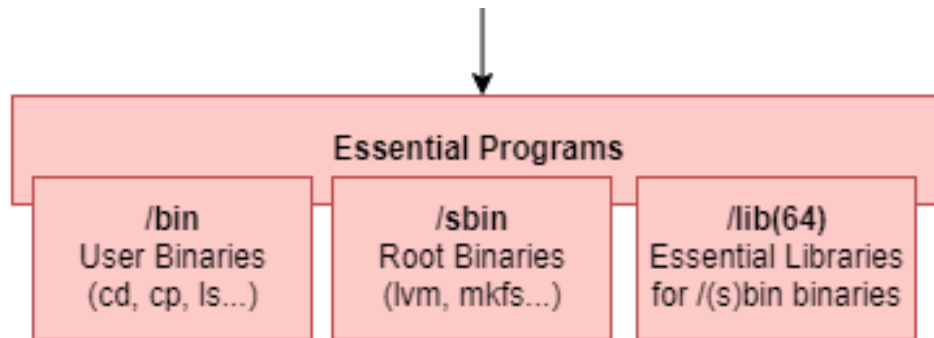
FHS: /bin (user binaries), /sbin (system binaries)

- /bin: 모든 사용자들이 사용하는 기본적인 Linux 명령어들, 쉘들이 위치
  - sh, bash, zsh, mv, cp, rm, cat, echo, ls, ...
- /sbin: 시스템 관리 명령어들이 주로 위치
  - root user만 사용할 수 있음
  - iptables, shutdown, reboot, ...



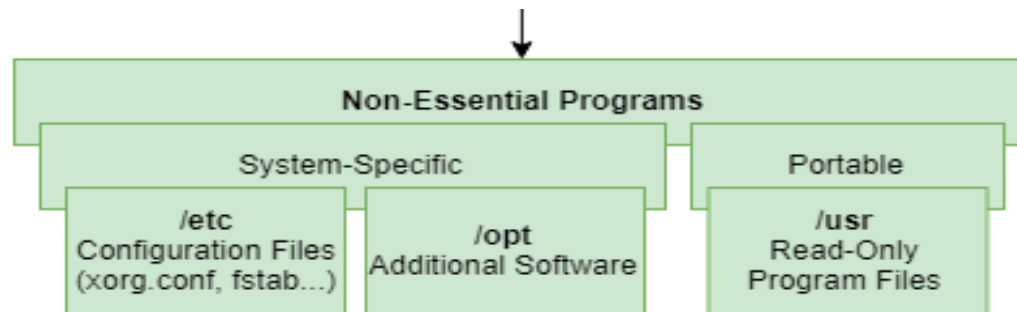
# FHS: /lib (system **lib**raries)

- 커널이 필요로 하는 커널 모듈 파일들과 프로그램(C, C++ 등)에 필요한 각종 라이브러리 파일들이 위치
- 대부분은 링크(symbolic link)로 연결되어 있음
- /lib/modules: 커널 모듈 파일들 존재



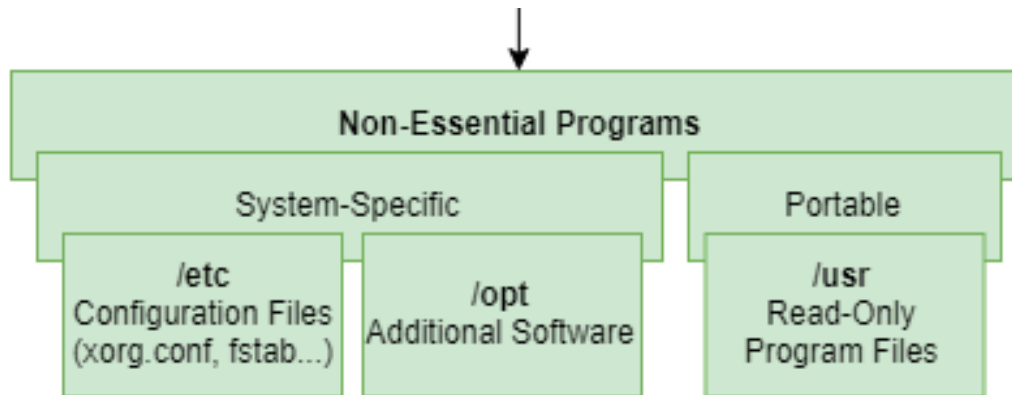
# FHS: /etc (config files)

- 설치된 모든 시스템 설정 파일 (host-specific system-wide configuration files)이 위치
- 시스템/사용자 관리를 위한 자료 파일, 관리자용 명령어도 위치
- /etc/passwd: 리눅스 계정 정보를 저장, 비밀번호를 저장하진 않음
- /etc/group: 리눅스 그룹 정보를 저장



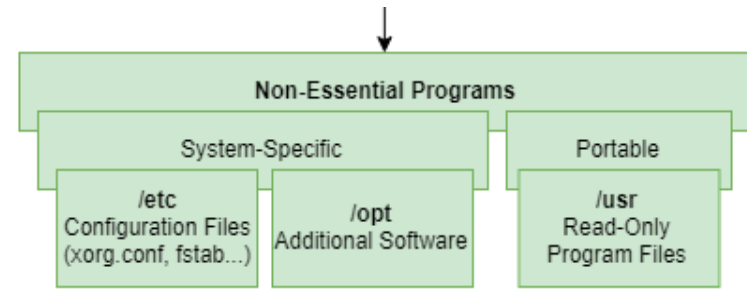
# FHS: /opt (optional add-ons)

- 기본 설치 프로그램을 제외한 소프트웨어 및 add-on 소프트웨어 패키지가 설치되는 곳
- RHEL은 이 디렉토리를 구성하지 않음





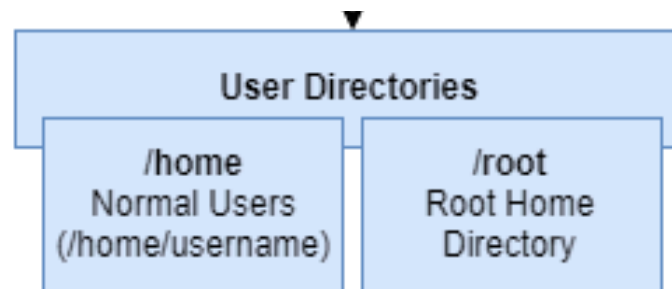
# FHS: /usr (user programs)



- 일반 사용자들을 위한 프로그램이 위치
- 프로그램을 설치할 때 패키지에 포함된 대부분의 파일이 이 곳에 설치됨
  - 윈도우의 C:\Program Files와 유사
  - /usr/src: 시스템에 빌드하는 프로그램의 소스 보관
  - /usr/share: 매뉴얼 등의 자료
  - /usr/local: 애플리케이션을 소스로 컴파일 설치할 때 사용
- /bin, /usr/bin, /usr/local/bin의 차이
  - /bin: 리눅스를 돌리기 위한 최소한의 것들 (기본 명령어)
  - /usr/bin: "distribution managed", 각 리눅스 배포판의 패키지 관리자에 의해 관리
  - /usr/local/bin: "not distribution managed", 로컬에서 컴파일된 패키지들

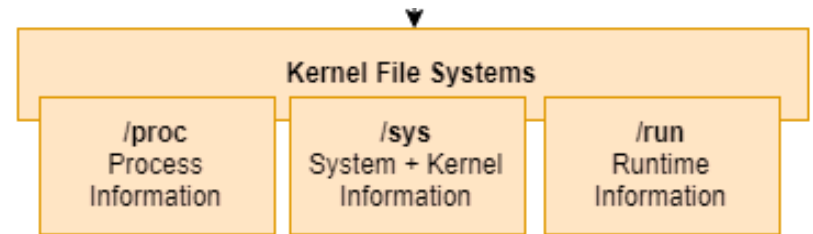
## FHS: /home (**home**), /root (**root** home)

- 각 리눅스 유저에게 기본 생성되는 홈 디렉토리의 위치
  - [uid] home directory: home/[uid]/
- adduser 명령어로 새 사용자를 생성하면 user ID와 동일한 이름의 디렉토리가 생성되고, 그 내용은 /etc/skel 과 같음
- /root: root 유저를 위한 홈 디렉토리, / (root) 와는 다름



# FHS: /proc (process), /sys (system), /run (runtime)

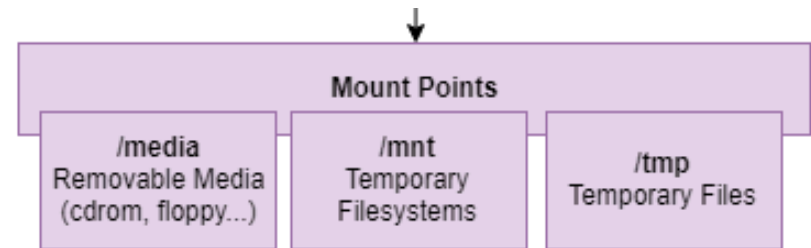
- /proc: 프로세스와 커널 정보를 가진 파일들이 위치
  - /proc/cpuinfo: CPU 사용 현황
  - /proc/meminfo: 메모리 사용 현황
  - /proc/stat: 시스템 상태
  - /proc/uptime: 부팅 후 흐른 시간
  - /proc/version: 커널 버전



- /sys: 디바이스, 드라이버, 일부 커널 정보를 가진 파일들이 위치
- /run: 런타임 정보를 가진 파일들이 위치
  - 현재 로그인된 유저 조회, 실행 중인 daemon 조회 등등

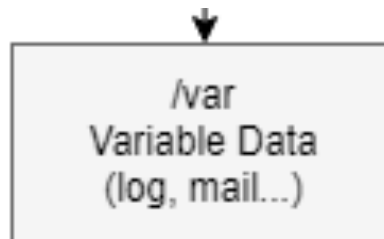
# FHS: /media, /mnt (mount), /tmp (temporary)

- /media, /mnt: 이동식 미디어가 마운트됨
  - 마운트 (mount): DVD, CD-ROM, USB 등 탈부착 가능한 저장매체를 사용하기 위해 운영체제의 파일 시스템에 연결해주는 것
  - 차이점
    - /mnt는 사용자가 마운트 시 사용
    - /media는 시스템이 탈부착 가능한 저장매체 (DVD, CD-ROM, USB) 마운트 시 사용됨
  - /mnt 디렉토리는 설정에 따라 변경될 수 있음 (다른 곳에 마운트 가능)
- /tmp: 임시 파일을 저장
  - 시스템 종료 시 모든 파일이 삭제됨
  - 모든 사용자들이 공동으로 사용



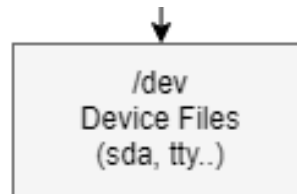
# FHS: /var (**v**ariable files)

- 내용이 자주 변경되는 파일들을 저장
  - /var/log: 시스템 로그 파일
  - /var/spool: 보내는 이메일, 프린트 Queue 등 각종 스푼 파일
  - /var/lib: 상태 (state) 정보. 돌아가는 프로그램들에 의해 수정된 persistent data 등에 관한 정보 (e.g. database)
  - /var/tmp: 임시 디렉토리, /tmp의 파일보다 좀 더 오래 유지 되어야 하는 파일 (부팅 시 초기화되지 않음)
  - /var/run: 부팅 후 현재까지의 시스템 정보를 저장, 부팅 시 초기화



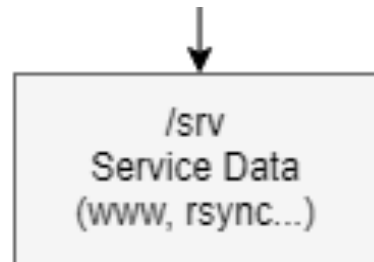
# FHS: /dev (device)

- 하드디스크, CD-ROM 등의 시스템 디바이스 파일이 위치
- 시스템 디바이스나 자원에 접근하는 데 사용
  - /dev/null:
    - 블랙홀 같은 파일 - 이곳으로 전송된 데이터는 버려짐
    - 파일을 지우지 않고 내용만 지울 때 사용 (e.g. 로그 파일을 지울 때)
    - see also: `$ echo "hi" > /dev/null`
  - /dev/zero: 무수히 많은 0으로 이루어진 파일
  - /dev/urandom: 랜덤 비트를 생성하는 파일



FHS: /srv (site-specific data **serv**ed by this system)

- 시스템에서 제공되는 사이트 특정 데이터
  - 웹 서버를 위한 데이터/스크립트
  - FTP 서버를 위해 권장되는 데이터
  - VCS(version control system)를 위한 repository들



# 참고 자료

- Appleseed 님의 2020 겨울 월 세미나 Linux and File Hierarchy 자료
- 2017 월 세미나 INTRODUCTION TO LINUX & THE LINUX DIRECTORY STRUCTURE
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Operating\\_system#Unix\\_and\\_Unix-like\\_operating\\_systems](https://en.wikipedia.org/wiki/Operating_system#Unix_and_Unix-like_operating_systems)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Filesystem\\_Hierarchy\\_Standard](https://en.wikipedia.org/wiki/Filesystem_Hierarchy_Standard)