Control Groups, Namespaces, Containers

Explicación de práctica 5

Sistemas Operativos

Facultad de Informática
Universidad Nacional de La Plata

2020

Agenda

1. Linux cgroups y Namespaces
2. Linux Containers

Agenda

1. Linux cgroups y Namespaces
2. Linux Containers

- Chroot es una forma de aislar aplicaciones del resto del sistema
- Introducido en la versión 7 de UNIX, 1979
- Cambia el directorio raíz aparente de un proceso. Afecta sólo a ese proceso y a sus procesos hijos
- Al entorno virtual creado por chroot a partir de la nueva raíz del sistema se le conoce como "jail chroot"
- No se puede acceder a archivos y comandos fuera de ese directorio
- "chroot /new-root-dir comando"
- chroot /usr/local/so ls /tmp

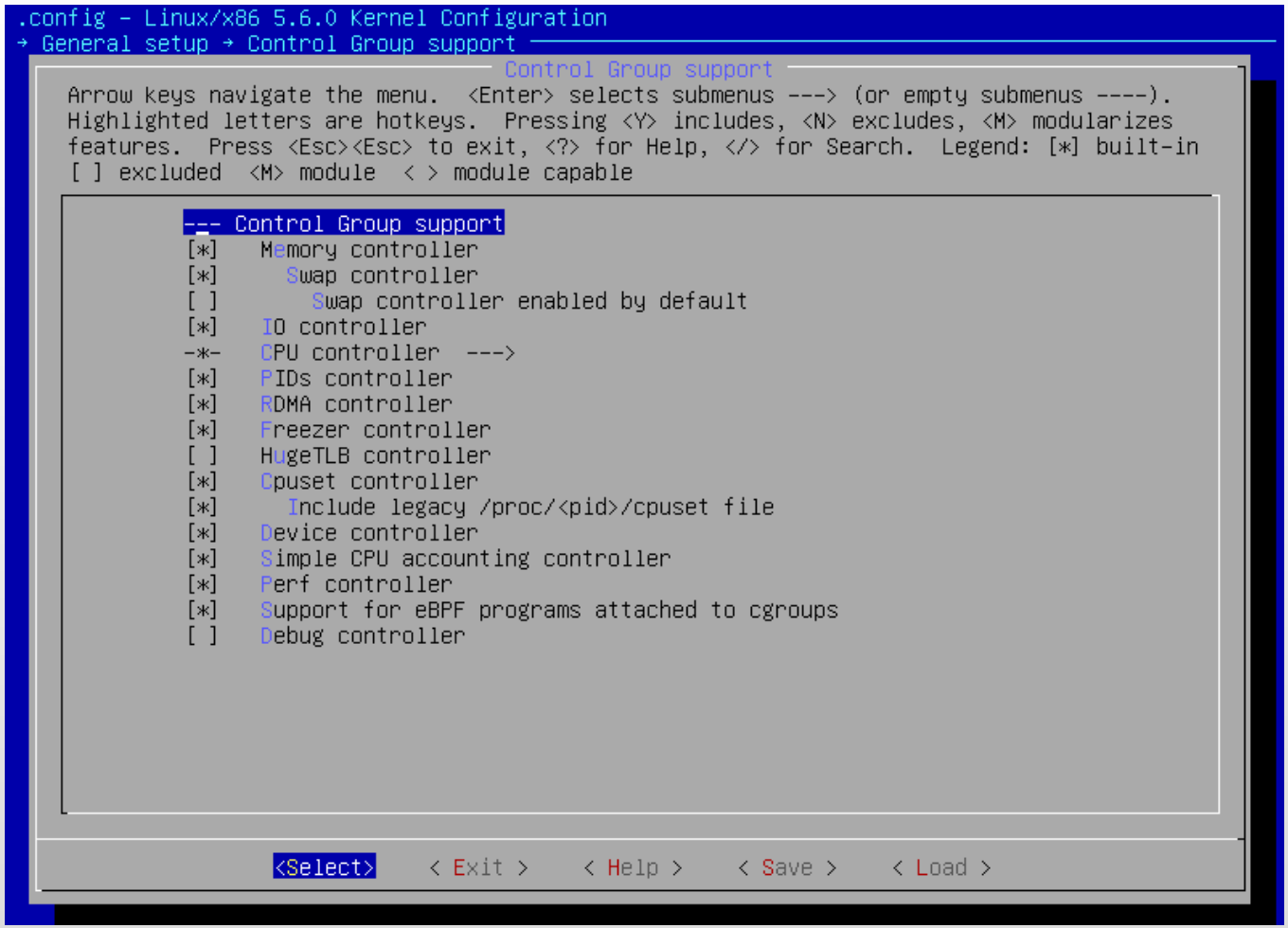
- En un sistema operativo se ejecutan varios procesos en forma concurrente
- En Linux, por defecto, todos los procesos reciben el mismo trato en lo que respecta a tiempo de CPU, memoria RAM, "I/O bandwidth".
- ¿Qué sucede si se tiene un proceso importante que requiere prioridad? O, ¿como limitar los recursos para un proceso o grupo de procesos?
- El kernel no puede determinar cuál proceso es importante y cuál no
- Existen algunas herramientas, como Nice, CPULimit o ulimit, que permiten controlar el uso de los recursos por un proceso, pero, ¿son suficientes?

Control Groups

- Control Groups, *cgroups*, son una característica del kernel de Linux que permite que los procesos sean organizados en grupos jerárquicos cuyo uso de varios tipos de recursos (CPU, memoria, I/O, etc.) pueda ser limitado y monitoreado.
- Desarrollo comenzado en Google por Paul Menage y Rohit Seth en el 2006 bajo el nombre de “process containers”
- Renombrado en 2007 como “Control Groups”. Disponible desde la versión del kernel 2.6.24
- Actualmente, Tejun Heo es el encargado del desarrollo y mantenimiento de CG.
- Versión 2 de CG con el Linux Kernel 4.5 de Marzo de 2016. Ambas versiones se habilitan por defecto
- La interface de cgroups del kernel es provista mediante un pseudo-filesystem llamado *cgroups*

- Permiten un control "fine-grained" en la alocación, priorización, denegación y monitoreo de los recursos del sistema
- cgroups provee lo siguiente:
  - **Resource Limiting:** grupos no pueden excederse en la utilización de un recurso (tiempo de CPU, cantidad de CPUs, cantidad de memoria, I/O, etc.)
  - **Prioritization:** un grupo puede obtener prioridad en el uso de los recursos (tiempo de CPU, I/O, etc.)
  - **Accounting:** permite medir el uso de determinados recursos por parte de un grupo (estadísticas, monitoreo, billing, etc.)
  - **Control:** permite freezar y reiniciar un grupo de procesos
- Procesos desconocen los límites aplicados por un "cgroup"

- Actualmente hay 12 subsistemas definidos



- cgroups v1
  - Distintos controladores se han ido agregando en el tiempo para permitir la administración de distintos tipos de recursos
  - En cgroups v1, desarrollo de los controladores fue muy descoordinado
  - Administración de las distintas jerarquías se hizo cada vez más complejo
  - Diseño posterior a la implementación
- cgroups v2
  - cgroups v2 pensado como un reemplazo de cgroups v1
  - Controladores también agregados en el tiempo
- Ambos controladores pueden ser montados en el mismo sistema
- Una jerarquía de un controlador no puede estar en ambos cgroups simultáneamente

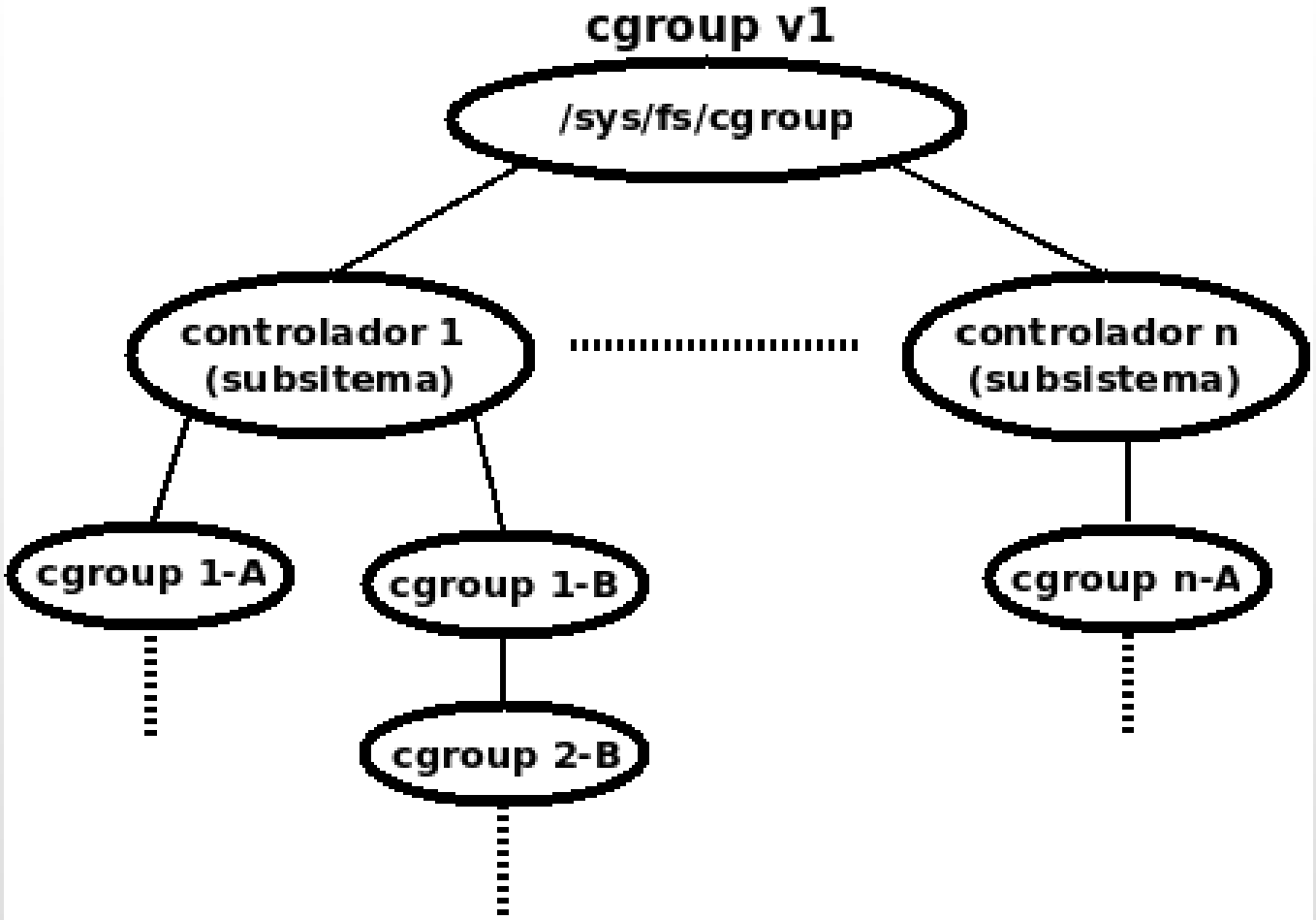
- **cgroup:** colección de procesos que están ligados a un conjunto de límites o parámetros definidos mediante el pseudo-filesystem cgroupsfs.
- **Subsistema:** componente del kernel que modifica el comportamiento de los procesos en un cgroup. También llamado *resource controllers* o simplemente *controllers*.
- **Jerarquía:** forma en la que son organizados los cgroups para un subsistema.
- Cada subsistema representa un único recurso: tiempo de CPU, memoria, I/O, etc.
- Cada jerarquía es definida mediante la creación, eliminación y renombrado de subdirectorios dentro del pseudo-filesystem
- Cada proceso del sistema solo puede pertenecer a un cgroup dentro de una jerarquía (pero a varias jerarquías)

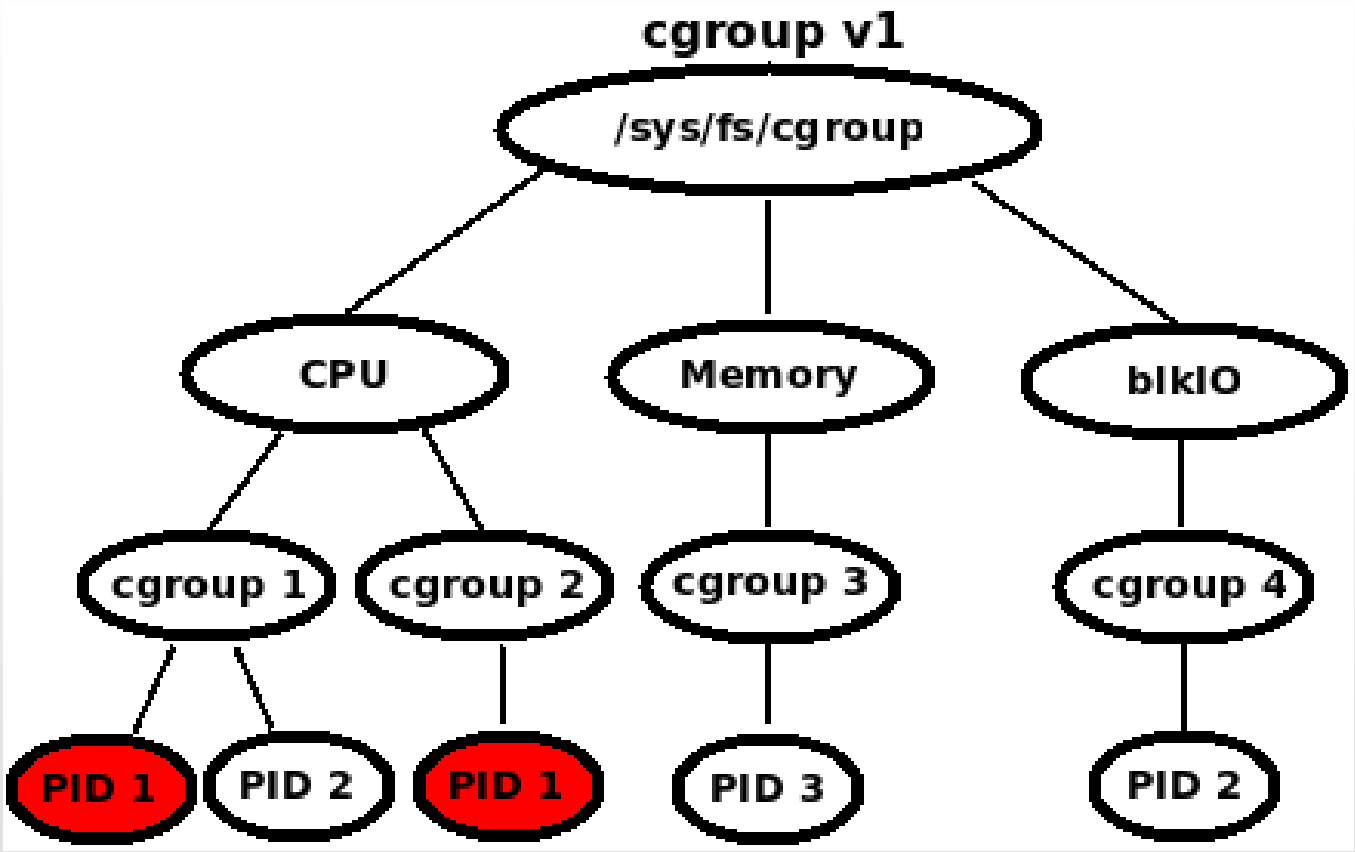
cgroup v1 - Características

- Controladores pueden ser montados en pseudo-filesystems individuales o en un mismo pseudo-filesystem
- Por cada jerarquía, la estructura de directorios refleja la jerarquía de los cgroups
- Cada cgroup es representado por un directorio en una relación padre-hijo. Por ejemplo: cpu/procesos/proceso1
- En cada nivel de la jerarquía se pueden definir atributos (por ej. límites). No pueden ser excedidos por los cgroups hijos.
- Un proceso creado mediante un "fork" pertenece al mismo cgroup que el padre
- Cada directorio contiene archivos que pueden ser escritos/leídos
- Una vez definidos los grupos se le agregan los IDs de procesos
- Posible asignar threads de un proceso a diferentes cgroups. Deshabilitado en la v2, restaurado luego, pero con limitaciones

cgroup v1 - Características

- Un controlador v1 debe ser montado contra un filesystem de tipo cgroup. Usualmente es mediante un filesystem *tmpfs* montado en /sys/fs/cgroup.
- *mount -t cgroup -o cpu none /sys/fs/cgroup/cpu* para montar un controlador en particular (CPU en este caso)
- *mount -t cgroup -o all cgroup /sys/fs/cgroup* para montar todo los controladores
- Un controlador puede ser desmontado si no está ocupado: no tiene cgroups hijos (umount /sys/fs/cgroup/cpu)
- Cada cgroup filesystem contiene un único cgroup raíz al cual pertenecen todos los procesos
- Un proceso creado mediante un "fork" pertenece al mismo cgroup que el padre
- *libcgroup:* tools para administrar los cgroups


cgroup v1
/sys/fs/cgroup
controlador 1
(subsitema)
controlador n
(subsistema)
cgroup 1-A
cgroup 1-B
cgroup n-A
cgroup 2-B


cgroup v1
/sys/fs/cgroup
CPU
Memory
blkIO
cgroup 1
cgroup 2
cgroup 3
cgroup 4
PID 1
PID 2
PID 1
PID 3
PID 2

cgroup v1 - Características

```
root@so2020:~# mount
sysfs on /sys type sysfs (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime)
tmpfs on /run type tmpfs (rw,nosuid,noexec,relatime,size=100824k,mode=755)
/dev/sda1 on / type ext4 (rw,relatime,errors=remount-ro)
securityfs on /sys/kernel/security type securityfs (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime)
tmpfs on /dev/shm type tmpfs (rw,nosuid,nodev)
tmpfs on /run/lock type tmpfs (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,size=5120k)
tmpfs on /sys/fs/cgroup type tmpfs (ro,nosuid,nodev,noexec,mode=755)
cgroup2 on /sys/fs/cgroup/unified type cgroup2 (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,nsdelegate
cgroup on /sys/fs/cgroup/systemd type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,xattr,name=sy
pstore on /sys/fs/pstore type pstore (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime)
bpf on /sys/fs/bpf type bpf (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,mode=700)
cgroup on /sys/fs/cgroup/cpu,cpuacct type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,cpu,cpuac
cgroup on /sys/fs/cgroup/net_cls,net_prio type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,net_
cgroup on /sys/fs/cgroup/rdma type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,rdma)
cgroup on /sys/fs/cgroup/pids type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,pids)
cgroup on /sys/fs/cgroup/devices type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,devices)
cgroup on /sys/fs/cgroup/blkio type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,blkio)
cgroup on /sys/fs/cgroup/cpuset type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,cpuset)
cgroup on /sys/fs/cgroup/memory type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,memory)
cgroup on /sys/fs/cgroup/freezer type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,freezer)
cgroup on /sys/fs/cgroup/perf_event type cgroup (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,perf_event
debugfs on /sys/kernel/debug type debugfs (rw,relatime)
....
```

cgroup v1 - Características

```
root@so2020:/sys/fs/cgroup# ls -l
total 0
dr-xr-xr-x 2 root root  0 abr 20 08:28 blkio
lrwxrwxrwx 1 root root 11 abr 20 08:28 cpu -> cpu,cpuacct
lrwxrwxrwx 1 root root 11 abr 20 08:28 cpuacct -> cpu,cpuacct
dr-xr-xr-x 2 root root  0 abr 20 08:28 cpu,cpuacct
dr-xr-xr-x 2 root root  0 abr 20 08:28 cpuset
dr-xr-xr-x 4 root root  0 abr 20 08:28 devices
dr-xr-xr-x 2 root root  0 abr 20 08:28 freezer
dr-xr-xr-x 4 root root  0 abr 20 08:28 memory
lrwxrwxrwx 1 root root 16 abr 20 08:28 net_cls -> net_cls,net_prio
dr-xr-xr-x 2 root root  0 abr 20 08:28 net_cls,net_prio
lrwxrwxrwx 1 root root 16 abr 20 08:28 net_prio -> net_cls,net_prio
dr-xr-xr-x 2 root root  0 abr 20 08:28 perf_event
dr-xr-xr-x 4 root root  0 abr 20 08:28 pids
dr-xr-xr-x 2 root root  0 abr 20 08:28 rdma
dr-xr-xr-x 5 root root  0 abr 20 08:28 systemd
dr-xr-xr-x 5 root root  0 abr 20 08:28 unified
```

- cgcreate, o mkdir dentro de la estructura, para crear un cgroup
- Systemd alternativa para administra los cgroups

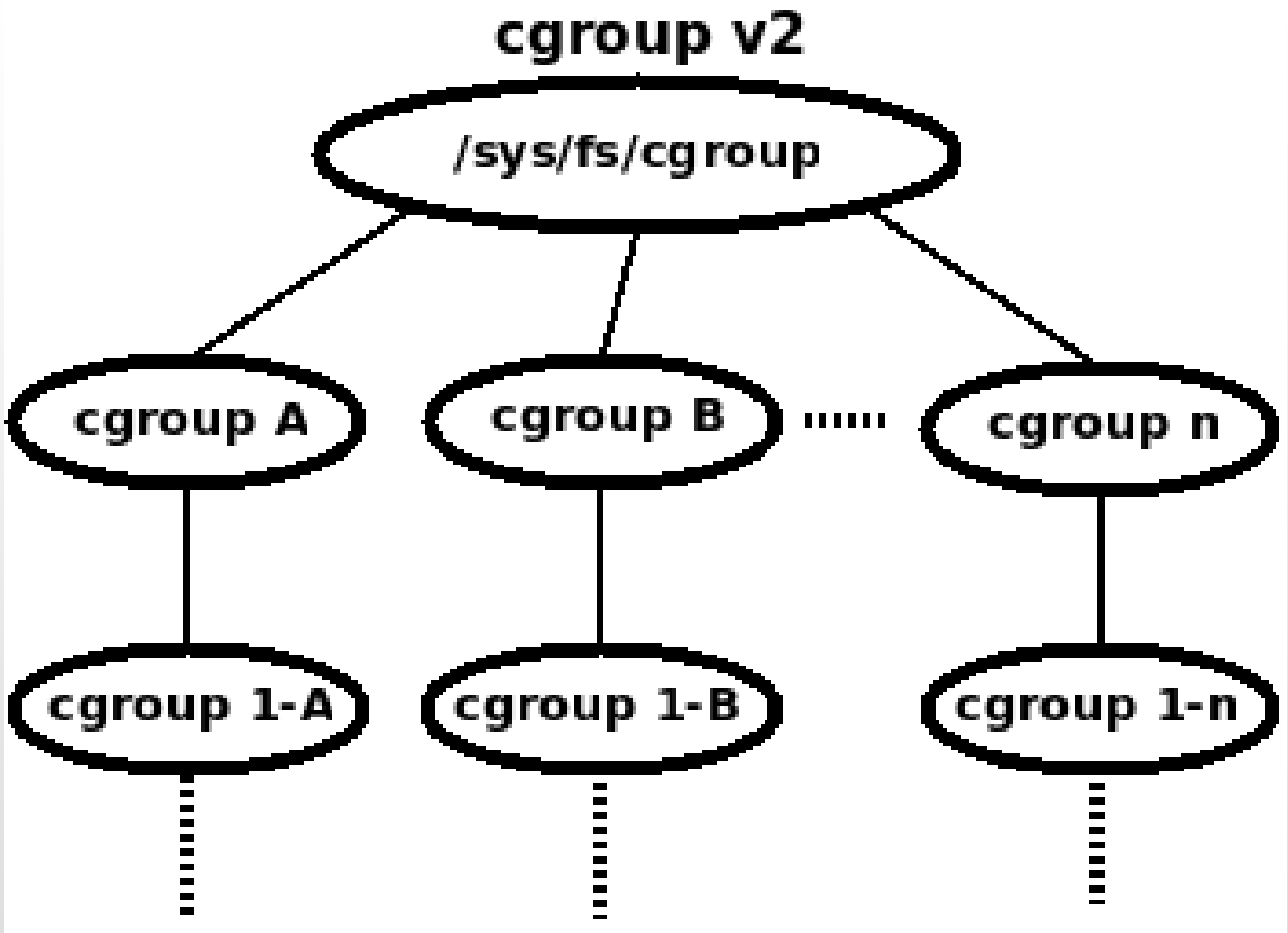
```
so@so:/$sudo cgcreate -g cpuset:my_group
so@so:/$ ls -l /sys/fs/cgroup/cpuset/my_group/
total 0
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cgroup.clone_children
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cgroup.procs
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.cpu_exclusive
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.cpus
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.mem_exclusive
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.mem_hardwall
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.memory_migrate
-r--r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.memory_pressure
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.memory_spread_page
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.memory_spread_slab
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.mems
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.sched_load_balance
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 cpuset.sched_relax_domain_level
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 notify_on_release
-rw-r--r-- 1 root root 0 jun  5 23:18 tasks
```

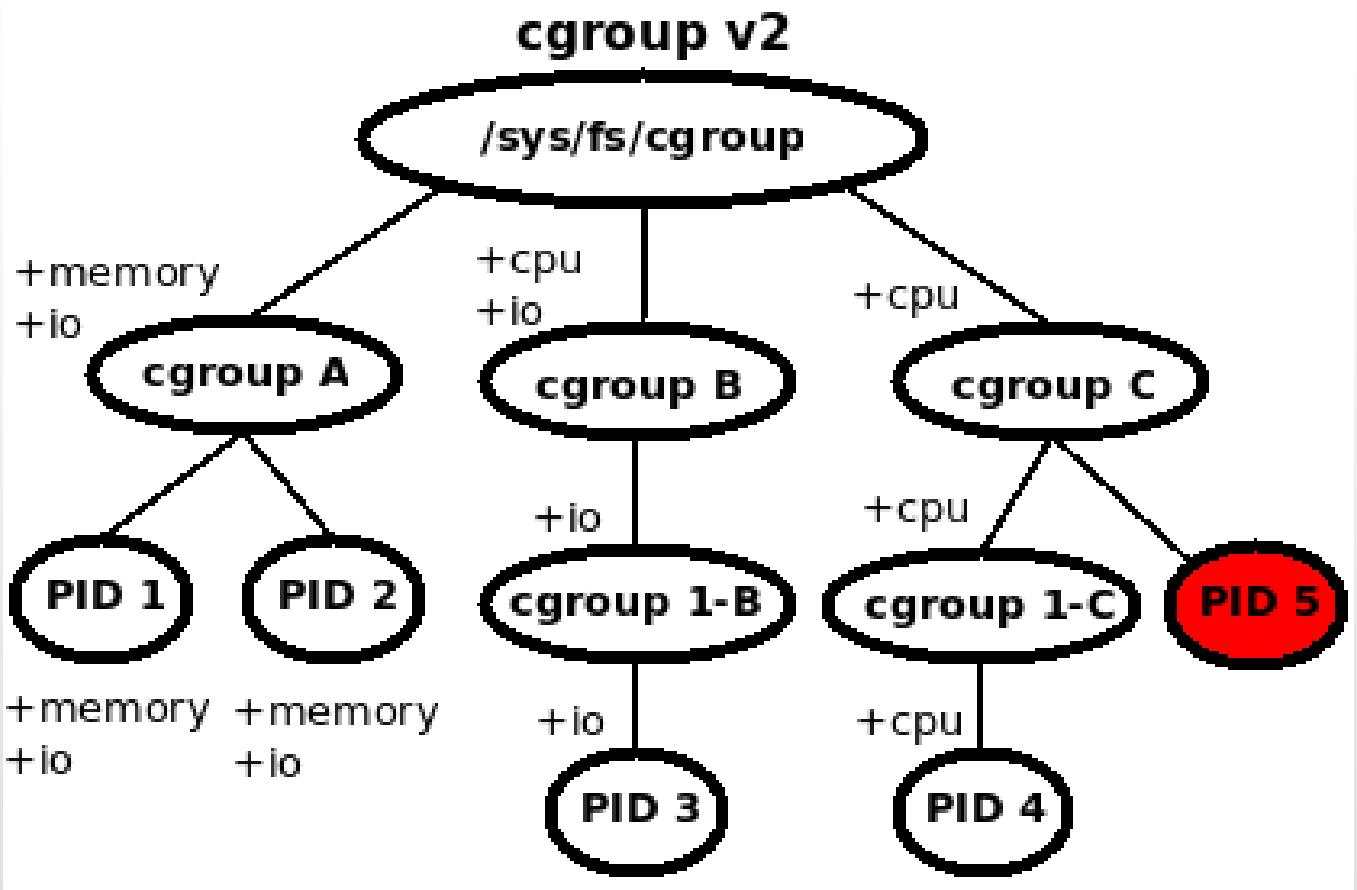
- echo "0-2,4" > /sys/fs/cgroup/cpuset/my_group/cpuset.cpus
- echo "PID" > /sys/fs/cgroup/cpuset/my_group/cgroup.procs

- Todos los controladores son montados en una jerarquía unificada
- No se permiten procesos internos, a excepción del cgroup root. Procesos deben asignarse a cgroups sin hijos (hojas)
- No es posible especificar un controlador en particular para montar
- *mount -t cgroup2 none /mnt/cgroup2*
- Todos los controladores son equivalente a los de cgroups v1, excepto *net_cls* y *net_prio*
- Cada cgroup en la jerarquía v2 contiene, entre otros, los siguiente archivos:
  - **c**group.controllers: archivo de solo lectura que indica los controladores disponibles en este cgroup
  - **c**group.subtree_control: lista de controladores habilitados en el cgroup.

cgroup v2 - Características

- Conjunto de controladores activos es modificado escribiendo el nombre de los controladores en el archivo correspondiente. + para habilitar, - para deshabilitar
- *echo '+pids -memory' > cgroup.subtree_control*
- cgroup.subtree_control determina el conjunto de controladores que son empleados en los cgroups hijos.
- Procesos solo en las hojas. Por ej. si /procesos/proc1 son cgroups entonces un proceso puede residir en /procesos/proc1, pero no en /procesos.
- Inicialmente, solo el cgroup root existe y todos los procesos pertenecen a él
- mkdir CG_NAME y rmdir CG_NAME para crear y eliminar cgroups.
- Cada cgroup tiene un archivo lectura/escritura *cgroup.procs*


cgroup v2
/sys/fs/cgroup
cgroup A
cgroup B
cgroup n
cgroup 1-A
cgroup 1-B
cgroup 1-n


cgroup v2
/sys/fs/cgroup
+memory
+io
+cpu
+io
+cpu
cgroup A
cgroup B
cgroup C
+io
+cpu
PID 1
PID 2
cgroup 1-B
cgroup 1-C
PID 5
+memory
+io
+memory
+io
+io
+cpu
PID 3
PID 4

```
root@so:/sys/fs/cgroup# ls -l
total 0
-r--r--r--  1 root root 0 abr 20 08:16 cgroup.controllers
-rw-r--r--  1 root root 0 abr 20 08:20 cgroup.max.depth
-rw-r--r--  1 root root 0 abr 20 08:20 cgroup.max.descendants
-rw-r--r--  1 root root 0 abr 20 08:16 cgroup.procs
-r--r--r--  1 root root 0 abr 20 08:20 cgroup.stat
-rw-r--r--  1 root root 0 abr 20 08:16 cgroup.subtree_control
-rw-r--r--  1 root root 0 abr 20 08:20 cgroup.threads
-r--r--r--  1 root root 0 abr 20 08:20 cpuset.cpus.effective
-r--r--r--  1 root root 0 abr 20 08:20 cpuset.mems.effective
drwxr-xr-x  2 root root 0 abr 20 08:16 init.scope
drwxr-xr-x 19 root root 0 abr 20 08:16 system.slice
drwxr-xr-x  3 root root 0 abr 20 08:18 user.slice
```

Namespace Isolation

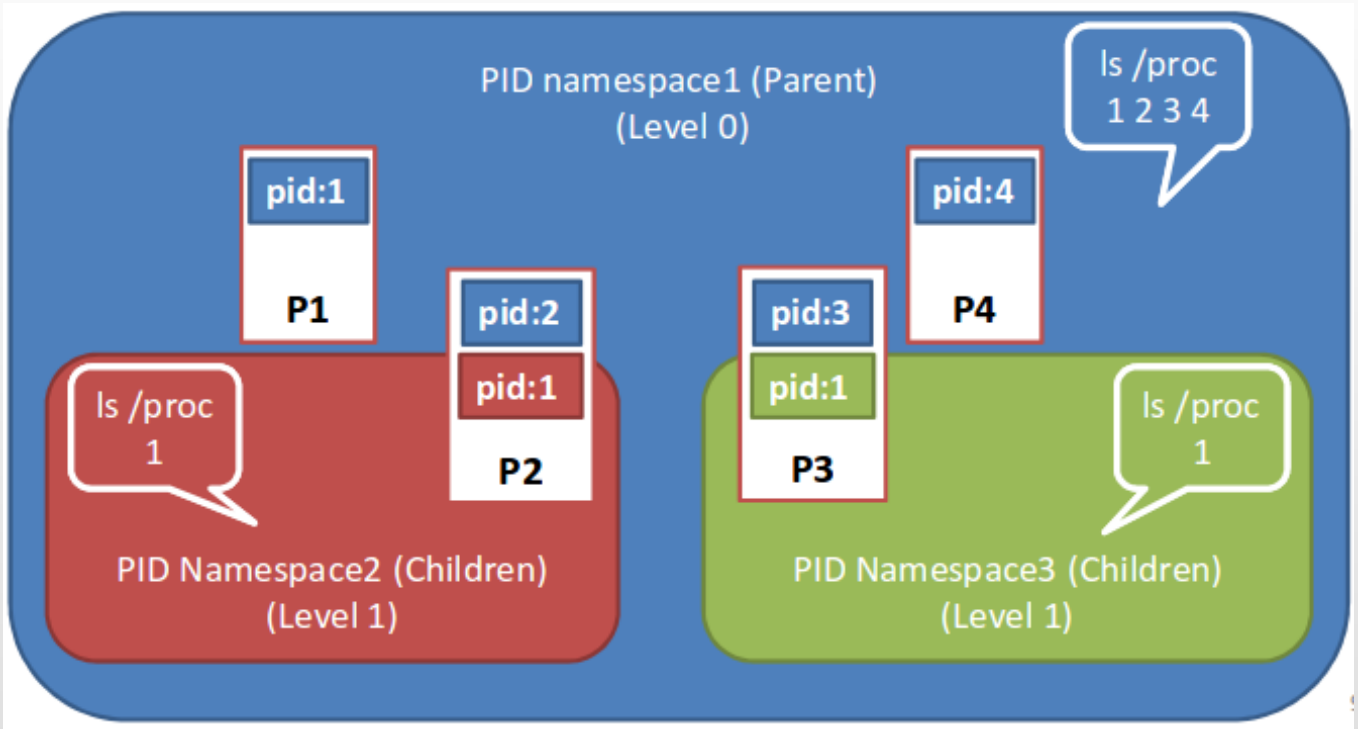
Permite abstraer un recurso global del sistema para que los procesos dentro de ese "namespace" piensen que tienen su propia instancia aislada de ese recurso global

- Proceso, junto con sus hijos, tienen una vista diferente del sistema subyacente
- Modificaciones a un recurso quedan contenidas dentro del "namespace"
- Tres nuevas systems-calls:
  - **clone():** crea un nuevo proceso y lo agrega al nuevo namespace especificado
  - **unshare():** agrega el actual proceso a un nuevo namespace espcificado
  - **setns():** agrega el proceso actual a un namespace existente

- Entre los namespaces provistos por Linux:
  - **IPC:** Flag: CLONE_NEWIPC. System V IPC, cola de mensaje POSIX
  - **Network:** Flag: CLONE_NEWNET. Dispositivos de red, pilas, puertos, etc
  - **Mount:** Flag: CLONE_NEWNS. Puntos de montaje
  - **PID:** Flag: CLONE_NEWPID. IDs de procesos
  - **User:** Flag: CLONE_NEWUSER. IDs de usuarios y grupos
  - **UTS:** Flag: CLONE_NEWUTS. HostName y nombre de dominio
  - **Cgroup:** Flag: CLONE_NEWCGROUP. Cgroup root directory
  - **Time:** Flag: CLONE_NEWTIME. Distintos offsets al clock del sistema por namespace (Marzo 2020)
- Flag: usado para indicar el namespace en las system calls

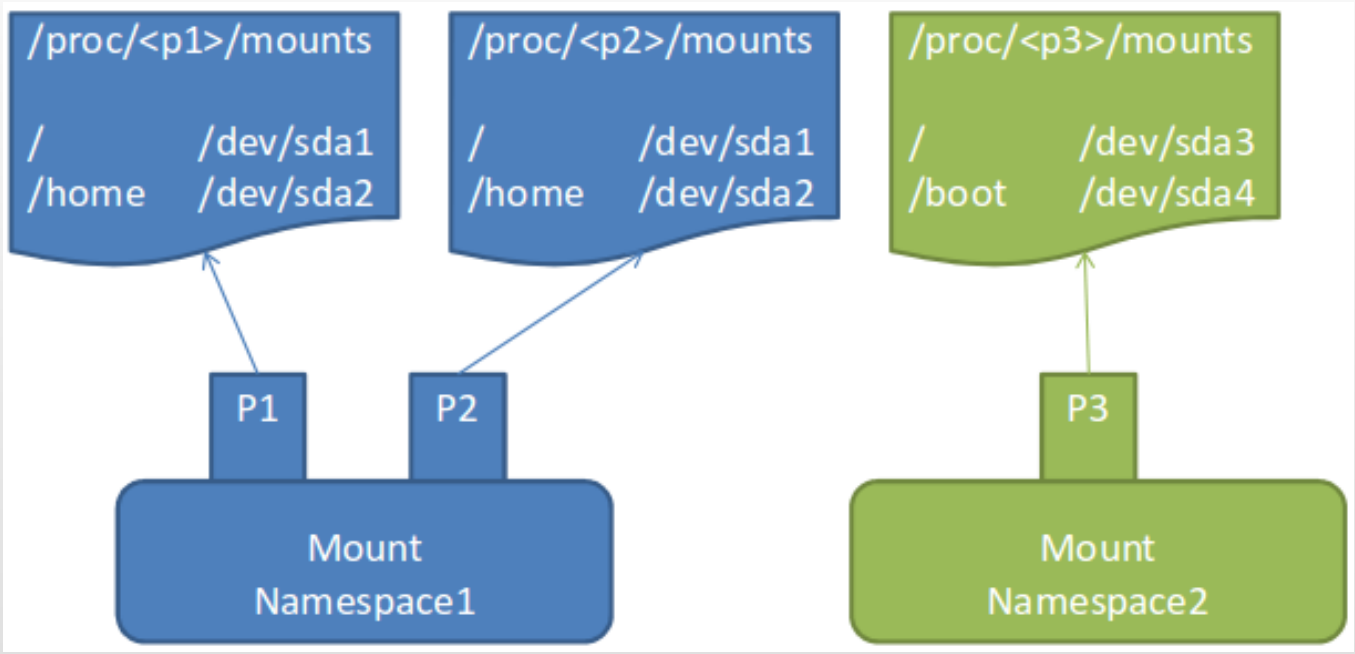
- **clone()** similar al fork pero mas general. Su funcionalidad puede ser controlada por flags pasados como argumentos
- Cada proceso tiene un subdirectorio que contiene los namespaces a los que está asociado: */proc/[pid]/ns*
- **setns()** permite modificarlo: desasocia al proceso llamante de una instancia de un tipo de namespace y lo reasocia con otra instancia del mismo tipo de namespace
- **unshare()** es similar a clone, pero opera en al proceso llamante: crea el nuevo namespace y hace miembro de él al proceso llamador
- Un namespace es automáticamente eliminado cuando el último proceso en el namespace finaliza o lo abandona

- Posibilidad de tener múltiples árboles de procesos anidados y aislados



Fuente imagen: http://events.linuxfoundation.org/sites/events/files/cojp13_feng.pdf

- Permite aislar la tabla de montajes (montajes por namespace)
- Cada proceso, o conjunto de procesos, tiene una vista distinta de los puntos de montajes



Fuente imagen: http://events.linuxfoundation.org/sites/events/files/cojp13_feng.pdf

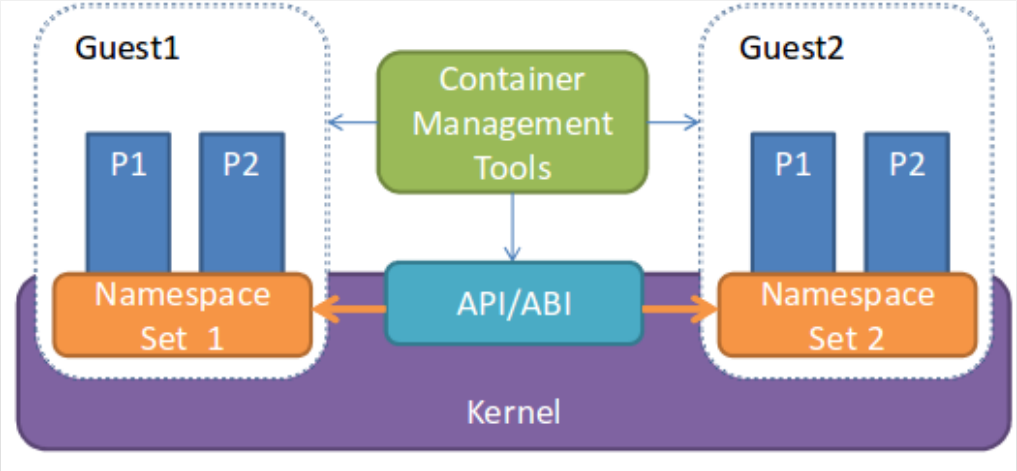
Agenda

1. Linux cgroups y Namespaces
2. Linux Containers

- Tecnología liviana de virtualización (lightweight virtualization) a nivel de sistema operativo que permite ejecutar múltiples sistemas aislados (conjuntos de procesos) en un único host
- Instancias ejecutan en el espacio del usuario. Comparten el mismo kernel (el del SO base)
- Dentro de cada instancia son como máquinas virtuales. Por fuera son procesos normales del SO
- Método de virtualización más eficiente. Mejor performance, booteo más rápido
- No es necesario un software de virtualización VMM o hypervisor
- LXC, Solaris Zones, BSD Jails, Docker, OpenVZ, etc.
- No es posible ejecutar instancias de SO con kernel diferente al SO base (por ej. Windows sobre Linux)

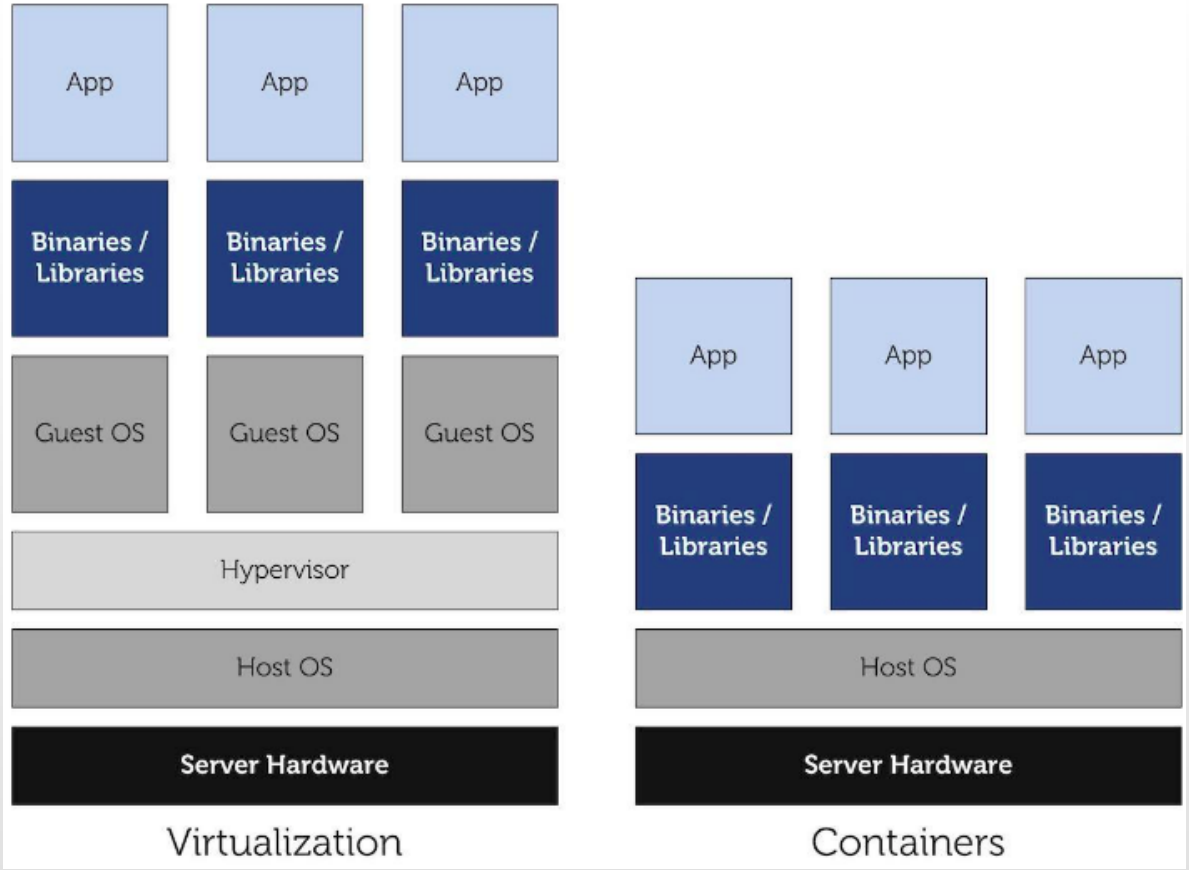
- Proyecto comenzado a mediados de 2008
- Utiliza las características de “cgroups” y “namespace isolation”
- Docker utilizaba LXC en su orígenes (luego pasó a sus propias librerías llamadas libcontainer)
- En 2015, Ubuntu lanzó LXD que permite desplegar y administrar containters LXC (usa un pequeño hypervisor)
- Actualmente el proyecto es mantenido por Canonical LTD.

- Cada container:
  - Tiene su propio nombre (y dominio)
  - Tiene sus propias interfaces de red (junto con sus IPs)
  - Tiene sus propios filesystems
  - Tiene su propio espacios de nombre de procesos ID (PIDs) e IPC
  - Provee aislación (seguridad y uso de recursos)



Fuente imagen: http://events.linuxfoundation.org/sites/events/files/cojp13_feng.pdf

Linux Containers - Hypervisor vs. Container



Fuente Imagen:
https://wiki.aalto.fi/download/attachments/109397667/Linux%20containers.pdf?version=2&modificationDate=1447254317

- "apt-get install lxc"
- Paquetes adicionales: lxctl, bridge-utils, libvirt-bin

```
so2018@debian:/$ lxc-checkconfig
Kernel configuration not found at /proc/config.gz; searching...
Kernel configuration found at /boot/config-3.16.0-4-amd64
--- Namespaces ---
Namespaces: enabled
Utsname namespace: enabled
Ipc namespace: enabled
Pid namespace: enabled
User namespace: enabled
Network namespace: enabled
Multiple /dev/pts instances: enabled
--- Control groups ---
Cgroup: enabled
```

- Posibles templates para instalar en **lxc**

```
so2018@debian:/$ ls -alh /usr/share/lxc/templates/
total 344K
drwxr-xr-x 2 root root 4,0K mar 25 15:15 .
drwxr-xr-x 7 root root 4,0K mar 25 15:15 ..
-rwxr-xr-x 1 root root  11K nov 14  2015 lxc-alpine
-rwxr-xr-x 1 root root  14K nov 14  2015 lxc-altlinux
-rwxr-xr-x 1 root root  11K nov 14  2015 lxc-archlinux
-rwxr-xr-x 1 root root 9,3K nov 14  2015 lxc-busybox
-rwxr-xr-x 1 root root  29K nov 14  2015 lxc-centos
-rwxr-xr-x 1 root root  10K nov 14  2015 lxc-cirros
-rwxr-xr-x 1 root root  14K nov 14  2015 lxc-debian
-rwxr-xr-x 1 root root  18K nov 14  2015 lxc-download
-rwxr-xr-x 1 root root  47K nov 14  2015 lxc-fedora
....
```

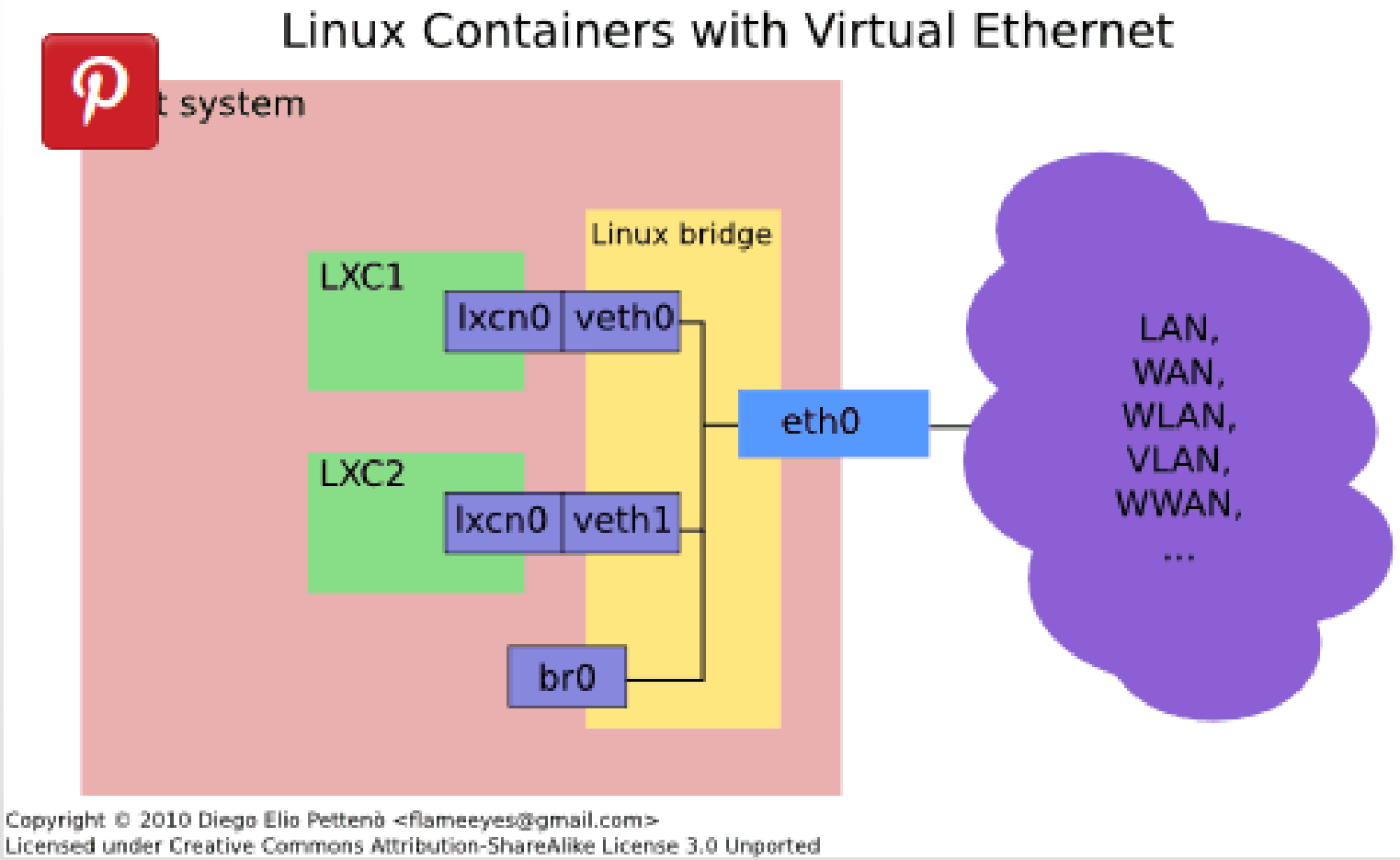
- *lxc-create* permite crear un contenedor:
  - lxc-create -n “nombre contenedor” - t “template”
  - Por ej.: lxc-create -n lxcdebian -t debian
- *lxc-start -n lxcdebian* para iniciar un container
- *lxc-info -n “nombre contenedor”* para obtener información sobre un container running/stopped
- *lxc-ls –active* para ver containers ejecutando (–fancy para ver todos los containers)
- *lxc-console -n “nombre contenedor”* para entrar a la consola de un container
- *lxc-stop -n “nombre contenedor”* para detener un contenedor

```
root@so2020:~# ps -ef
UID          PID  PPID  C STIME TTY          TIME CMD
root           1     0  0 20:03 ?        00:00:01 /sbin/init
.......
root         265     1  0 20:03 ?        00:00:00 /lib/systemd/systemd-journald
root         284     1  0 20:03 ?        00:00:00 /lib/systemd/systemd-udevd
systemd+     300     1  0 20:03 ?        00:00:00 /lib/systemd/systemd-timesyncd
root         462     1  0 20:03 ?        00:00:00 /sbin/mdadm --monitor --scan
root         464     2  0 20:03 ?        00:00:00 [dm_bufio_cache]
root        1241  1144  0 20:08 ?        00:00:00 /usr/sbin/sshd -D
root        1310     1  0 20:12 ?        00:00:00 [lxc monitor] /var/lib/lxc sodebian
root        1316  1310  0 20:12 ?        00:00:00 /sbin/init
root        1364  1316  0 20:12 ?        00:00:00 /lib/systemd/systemd-journald
root        1416  1316  0 20:12 ?        00:00:00 /usr/sbin/sshd -D
root        1557   837  0 20:13 tty1     00:00:00 su -
root        1558  1557  0 20:13 tty1     00:00:00 -bash
root        1590  1558  0 20:16 tty1     00:00:00 /bin/bash
root        1738  1734  0 20:32 pts/3    00:00:00 su -
root        1739  1738  0 20:32 pts/3    00:00:00 -bash
.......
```

```
root@so2020:~# ls -l /proc/1/ns/
total 0
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:44 cgroup -> 'cgroup:[4026531835]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:44 ipc -> 'ipc:[4026531839]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:44 mnt -> 'mnt:[4026531840]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:44 net -> 'net:[4026531992]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:44 pid -> 'pid:[4026531836]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:44 pid_for_children -> 'pid:[4026531836]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:44 user -> 'user:[4026531837]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:44 uts -> 'uts:[4026531838]'
root@so2020:~# ls -l /proc/462/ns/
total 0
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:45 cgroup -> 'cgroup:[4026531835]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:45 ipc -> 'ipc:[4026531839]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:45 mnt -> 'mnt:[4026531840]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:45 net -> 'net:[4026531992]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:45 pid -> 'pid:[4026531836]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:45 pid_for_children -> 'pid:[4026531836]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:45 user -> 'user:[4026531837]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 20:45 uts -> 'uts:[4026531838]'
```

- Procesos del container ejectuan como procesos dentro del SO anfitrión

```
root@so2020:~\# lxc-info -n sodebian
Name:           sodebian
State:          RUNNING
PID:            1316
IP:             10.0.2.17
CPU use:        0.49 seconds
.....
root@so2020:~\# ls -l /proc/1316/ns/
total 0
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 16:08 cgroup -> 'cgroup:[4026532293]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 16:08 ipc -> 'ipc:[4026532237]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 16:08 mnt -> 'mnt:[4026532235]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 16:08 net -> 'net:[4026532240]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 16:08 pid -> 'pid:[4026532238]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 16:13 pid_for_children -> 'pid:[4026532238]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 16:13 user -> 'user:[4026531837]'
lrwxrwxrwx 1 root root 0 may 17 16:08 uts -> 'uts:[4026532236] '
```



- Cambiar root password:
  - chroot en el filesystem del contenedor
    - chroot /var/lib/lxc/*contenedor*/rootfs
  - Comando "passwd" e ingresar la nueva password de root
  - También es posible hacerlo modificando el archivo "shadow" del container
- Para montar otro file system agregar en el archivo de configuración del container (/var/lib/lxc/*contenedor*/config):
  - lxc.mount.entry=/path/dir /var/lib/lxc/*contenedor*/rootfs/*punto montanje* none bind 0 0
  - Reiniciar el contenedor

Referencias

cgroups v1 - Kernel Documentation
https://www.kernel.org/doc/Documentation/cgroup-v1/

cgroups v2 - Kernel Documentation
https://www.kernel.org/doc/html/latest/admin-guide/cgroup-v2.html

cgroups v1/v2 - Linux Man Pages
http://man7.org/linux/man-pages/man7/cgroups.7.html

Namespaces - Linux Man Pages
http://man7.org/linux/man-pages/man7/namespaces.7.html

Referencias

Namespaces in Operation
https://lwn.net/Articles/531114/

Linux Containers
https://linuxcontainers.org/

Linux Containers
https://ubuntu.com/server/docs/containers-lxc