Programación y Administración de Sistemas

5. Gestión de los recursos del sistema

Pedro Antonio Gutiérrez y Javier Sánchez Monedero

Asignatura "Programación y Administración de Sistemas"
2º Curso Grado en Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
(Universidad de Córdoba)
pagutierrez@uco.es

28 de marzo de 2022

Objetivos del aprendizaje I

- Conocer cuáles son los **recursos básicos** del sistema operativo (CPU, memoria y espacio en disco) y la necesidad e importancia de su **monitorización y gestión**.
- Definir los **procesos** en GNU/Linux y distinguir los **modos de ejecución** básicos (modo usuario y modo núcleo).
- Establecer los **tipos** de procesos que pueden ejecutarse en el sistema operativo.
- Utilizar la herramienta `ps` para ver los procesos en ejecución y sus atributos.
- Explicar el **ciclo de vida de un proceso** en GNU/Linux desde el punto de vista de su administración, detallando los distintos estados por los que puede pasar.
- Conocer el **mecanismo de planificación** utilizado en GNU/Linux para ejecutar los procesos.

Objetivos del aprendizaje II

- Utilizar el número *nice* para modificar la **prioridad** de los procesos.
- Enviar **señales** a procesos para controlar su ejecución y distinguir entre el efecto de las distintas señales.
- Monitorizar el tiempo de actividad de un sistema mediante la herramienta `uptime`.
- Monitorizar el árbol de ejecución de procesos de un sistema mediante la herramienta `pstree`.
- Monitorizar los procesos en ejecución de forma interactiva mediante la herramienta `top`.
- Obtener informes sobre la ejecución de procesos en un sistema mediante la herramienta `vmstat`.
- Conocer el contenido de la carpeta `/proc` y los ficheros que en ella aparecen para cada uno de los procesos en ejecución.

Objetivos del aprendizaje III

- Postergar la ejecución de procesos mediante el uso de la herramienta `at`.
- Planificar la ejecución periódica de procesos mediante la herramienta `cron`.
- Rastrear señales y llamadas al sistema de un determinado proceso mediante la herramienta `strace`.
- Monitorizar la cantidad de memoria libre mediante la herramienta `free`.
- Monitorizar el uso de memoria mediante `vmstat`.
- Decidir el espacio de paginación necesario para un sistema operativo.
- Controlar el espacio en disco mediante las herramientas `df` y `du`.
- Monitorizar el rendimiento de los discos mediante el uso de la herramienta `iostat`.

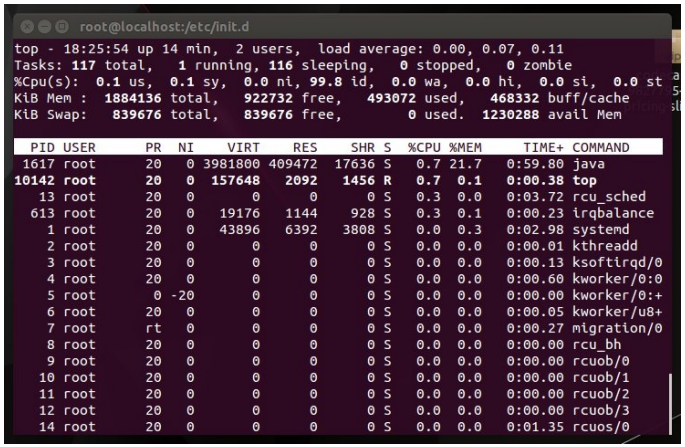
Contenidos I

Contenidos II

Evaluación

- Cuestionarios objetivos.
- Pruebas de respuesta libre.
- Tareas de administración.

Introducción



- Una correcta administración del sistema implica obtener información sobre sus recursos y rendimiento:
  - Procesos en ejecución,
  - cantidad de memoria disponible,
  - espacio en disco,
  - nº de particiones,
  - prioridad de procesos, etc.

Procesos

- Proceso: representa un programa en ejecución (el SO crea el proceso cuando comienza la ejecución y lo elimina al finalizarla). Es una abstracción a través de la cuál la memoria, tiempo de procesador y recursos E/S pueden gestionarse y monitorizarse.
- Un sistema de tiempo compartido como GNU/Linux permite múltiples usuarios que ejecuten múltiples procesos, aunque la CPU solo puede ejecutar un proceso a la vez.
- La CPU conmuta rápidamente de un proceso al siguiente, ejecutando un *cuanto* (por ejemplo, 100ms) de cada proceso.
- El SO es el encargado de decidir qué proceso se ejecuta en qué lugar $\rightarrow$ planificación de la CPU.

Procesos: modos de ejecución

- Modos de ejecución (distinción para proteger mejor las direcciones de memoria a las que puede acceder un proceso)
  - Modo usuario: se ejecuta código normal del programa.
  - Modo núcleo: se ejecutan las funciones del núcleo (en realidad, es el *kernel* ejecutándose en nombre del proceso):
    1. Llamadas al sistema: Los procesos de usuario solicitan servicios explícitamente a través de la interfaz de llamadas al sistema (p.ej. crear un hilo, abrir un fichero...).
    2. Excepciones: Situaciones excepcionales (división por cero, errores de direccionamiento...) causan excepciones *hardware* que requieren intervención del *kernel*.
    3. Interrupciones: Los dispositivos periféricos interrumpen para notificar al *kernel* de diversos sucesos (terminación de E/S, cambio de estado...).

Procesos: tipos de procesos I

Procesos de usuario

- Procesos creados por un usuario real.
- Se ejecutan en modo usuario, excepto en los casos anteriores.

Procesos demonio

- No asociados a un usuario, o asociados a uno ficticio.
- Se ejecutan en modo usuario, excepto en los casos anteriores.
- Realizan tareas periódicas relacionadas con la administración del sistema (gestión de la red, `crontab`...).

Procesos: tipos de procesos II

Procesos núcleo

- No asociados a un usuario.
- Corresponden al código del *kernel*.
- Se ejecutan siempre en modo núcleo.
- Tareas de administración más delicadas (planificación, intercambio de procesos, intercambio de páginas...).

Procesos: monitorizar con ps

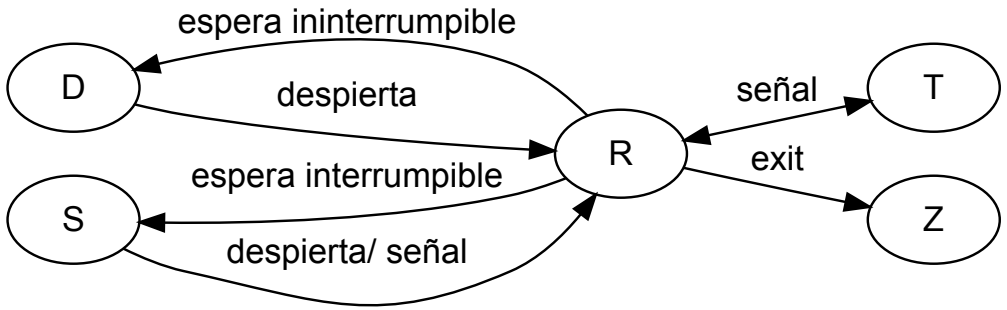
- `ps`: información sobre los procesos en ejecución
  - `USER` ⇒ usuario que lanzó el programa.
  - `PID` ⇒ identificador del proceso.
  - `PPID` ⇒ identificador del proceso padre (los nuevos procesos se crean clonándose con `fork`).
  - `%CPU` ⇒ porcentaje de la CPU consumido por este proceso (en ese momento).
  - `%MEM` ⇒ fracción de memoria consumida (es una estimación).
  - `VSZ` ⇒ tamaño virtual (código+datos+pila) en KB.
  - `RSS` ⇒ memoria real usada en KB (`VSZ` incluye a `RSS`).
  - `TTY` ⇒ terminal asociado con el proceso.

Procesos: monitorizar con ps

- `ps`: información sobre los procesos en ejecución
  - `STAT` $\Rightarrow$ estado del proceso.

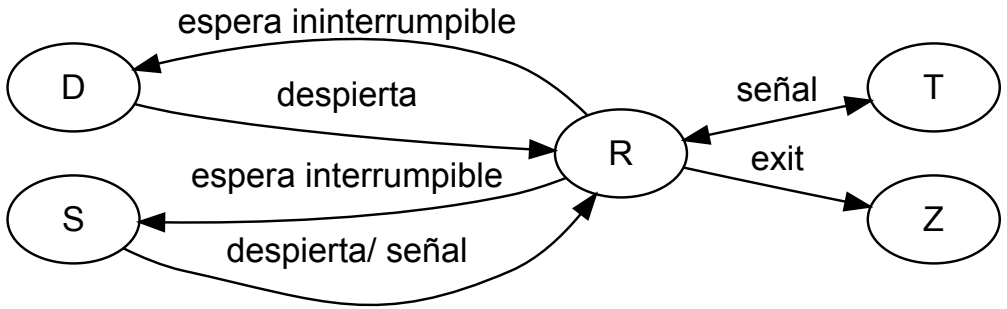
`R`: en ejecución	`N`: prioridad baja (> 0)	`L`: tiene páginas bloqueadas en memoria
`S`: durmiendo	`<`:prioridad alta (< 0)	`s`: líder de sesión
`T`: parado (señal o `trace`)		`l`: tiene *multithread*
`Z`: proceso *zombie*		`+`: proceso *foreground*
`D`: durmiendo ininterrumpible (E/S)		

Procesos: estados de los procesos



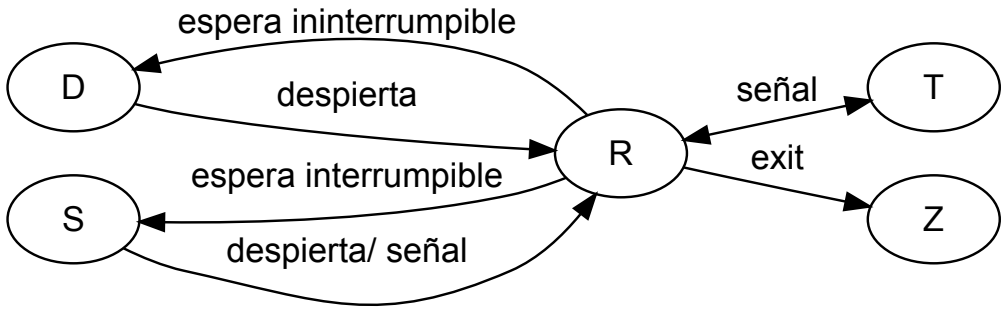
- `R`: un proceso en **ejecución** está listo para ejecutarse en cuanto la CPU esté libre. Tiene todos los recursos que necesita y está esperando su *cuanto* para ejecutarse.
- `S`: **durmiendo**, esperando a que ocurra un evento específico (petición I/O, lectura de un *socket*...). `bash` y los demonios del sistema pasan casi todo su tiempo durmiendo, esperando la entrada por terminal o que un cliente haga una petición por la red. Estos procesos no recibirán tiempo de CPU hasta que el evento ocurra o que se reciba una señal específica.

Procesos: estados de los procesos



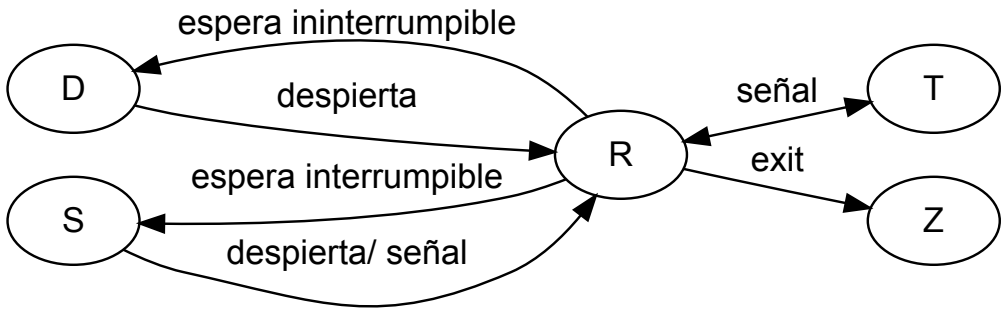
- `D`: **durmiendo**, **espera ininterrumpible**. Algunas operaciones causan este estado, en el que el proceso no maneja señales, solo despertará cuando pase el evento. Normalmente, el estado `D` es transitorio y no llegaríamos a verlo en el `ps`. Sin embargo, determinadas situaciones anómalas hacen que el estado se mantenga (p.ej. pedir un fichero a un servidor NFS al que no podemos acceder y que hemos montado con `hard`). Solo podemos reiniciar o arreglar el problema.

Procesos: estados de los procesos



- `Z`: **zombie**, el proceso termina correctamente pero el padre no recoge su código de error → Consultar el PPID para ver el origen del problema.
- `T`: proceso **detenido temporalmente** mediante señales (`Ctrl+Z`) o porque está siendo examinado (`trace`). Solo volverán a ejecutarse tras otra señal.

Procesos: estados de los procesos



- `I`: *idle*, este estado se introdujo en 2017 con la versión 4.17 del núcleo. Significa que estamos ante un proceso ocioso de un hilo del núcleo, en espera ininterrumpible. A diferencia del estado `D`, solo se aplica a procesos del núcleo y no contribuye a la carga de la CPU.

Procesos: estados de los procesos

- `s`: **líder de sesión**. Los procesos se pueden agrupar. Si se manda una señal al grupo, se le manda a todos los procesos. El líder es el que interactúa con la terminal.
- `l`: **hilos creados** con `CLONE_THREAD` (p.ej. hilos *Native Posix Thread Library*, NPTL).
- `L`: el proceso ha pedido al *kernel* bloquear determinadas páginas de memoria, para evitar que no se modifiquen mientras se hacen determinadas operaciones.
- `+`: *foreground*, proceso de primer plano, iniciado sin `&`.

```
1  pedroa@pedroa-zenbook:~$ ps aux | less #a-> Todos usuarios, x-> Procesos sin
       terminal, u -> Añadir nombre de usuario
2  USER         PID  %CPU  %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT START   TIME COMMAND
3  root           1   0.0   0.0 166852 11240 ?        Ss   11:50   0:02 /sbin/init
4  root           2   0.0   0.0      0     0 ?        S    11:50   0:00 [kthreadd]
5  root           3   0.0   0.0      0     0 ?        I<   11:50   0:00 [rcu_gp]
6  root           4   0.0   0.0      0     0 ?        I<   11:50   0:00 [rcu_par_gp]
7  root          12   0.0   0.0      0     0 ?        S    11:50   0:00 [ksoftirqd/0]
8  root          13   0.0   0.0      0     0 ?        I    11:50   0:30 [rcu_sched]
9  ...
10 pedroa     18651   0.0   0.0  14096  3400 pts/1    R+   20:36   0:00 ps aux
11 pedroa     18652   0.0   0.0   8140   912 pts/1    S+   20:36   0:00 less
```

```
1  pedroa@pedroa-zenbook:~$ ps al #a-> Todos usuarios, l -> Formato "long"
2  F   UID     PID    PPID PRI  NI    VSZ   RSS WCHAN  STAT TTY        TIME COMMAND
3  4     0    1323    1315  20   0 633340 217800 -      Ssl+ tty7      31:12 /usr/
       lib/xorg/Xorg :0 -seat seat0 -auth /var/run/lightdm/root/:0 -nolisten tcp
       vt7 -novtswitch
4  4     0    1324       1  20   0   8340  1760 -      Ss+  tty1       0:00 /sbin/
       agetty -o -p -- \u --noclear tty1 linux
5  0  1000   18303   18292  20   0  10644  4860 core_s Ss+  pts/0      0:00 bash
6  0  1000   18649   18292  20   0  10644  4912 -      Ss   pts/1      0:00 bash
7  4  1000   18718   18649  20   0  13816  1308 -      R+   pts/1      0:00 ps al
```

Control/gestión de la actividad de la CPU

- Número *nice* ("*buena gente*") y **prioridad de procesos**:
  - Planificación de procesos por prioridades dinámicas.
  - Al lanzar el proceso, se le asigna un número *nice* o prioridad estática (se hereda por defecto del proceso padre).
  - La prioridad por defecto se obtiene mediante el número *nice*.
    - Valores bajos (negativos): más prioridad.
    - Valores altos (positivos): menos prioridad.
  - Rango de prioridad estática $\Rightarrow [-20, 19]$
  - Asignación de prioridades mayores o menores que la actual.
    - `nice -5 nautilus`: lanzar `nautilus` con nº nice incrementado en 5.
    - `nice --10 nautilus`: lanzar `nautilus` con nº nice decrementado en 10 (solo **root**).
    - `renice 14 890`: prioridad 14 al proceso 890.
    - `renice 5 -u pedroa`: prioridad 5 para todos los procesos del usuario `pedroa`.

Control/gestión de la actividad de la CPU

- Envío de señales a los procesos (pararlos, hacer que continúen, eliminarlos...):
  - `kill -señal pid` (donde señal es un número).
  - `kill pid`: mandar señal por defecto al proceso `pid` (señal SIGTERM, número 15, se puede capturar).
  - SIGKILL (9) fuerza la salida del proceso. No se puede capturar.
  - Parar un proceso SIGSTOP (19), Reiniciarlo SIGCONT (18).
  - `killall comando`: permite mandar una señal a todos los procesos con un determinado nombre de comando.
  - `pkill` ó `skill` $\Rightarrow$ enviar una señal usando el nombre u otros atributos o criterios (`uid`, `gid`, `terminal`...).
  - Los procesos en estado `D` o `Z` no se detienen pese a recibir la señal KILL.

Control/gestión de la actividad de la CPU

#	Nombre	Descripción	Por defecto	¿Se puede capturar?	¿Se puede bloquear?	¿core dump?
1	HUP	Hang up (terminal)	Terminar	Si	Si	No
2	INT	Interrumpir (Ctrl+C)	Terminar	Si	Si	No
3	QUIT	Similar a TERM	Terminar	Si	Si	Si
9	KILL	Matar proceso	Terminar	No	No	No
*	BUS	Error manejo bus	Terminar	Si	Si	Si
11	SEGV	Violación de segmento	Terminar	Si	Si	Si
15	TERM	Parar *software*	Terminar	Si	Si	No
*	STOP	Parada	Parar	No	No	No
*	TSTP	Parada (Ctrl+Z)	Parar	Si	Si	No
*	CONT	Continuar (tras STOP)	Continuar	Si	No	No
*	WINCH	Cambio tamaño	Continuar	Si	Si	No
*	USR1	A definir	Terminar	Si	Si	No
*	USR2	A definir	Terminar	Si	Si	No

*: depende del Sistema Operativo.

Control/gestión de la actividad de la CPU

- KILL (9): No se puede bloquear ni capturar.
- INT (2): La que se envía al pulsar `Crtl+C`.
  - Se puede bloquear.
  - Si se manda a un intérprete de órdenes, podría cancelar la orden que está ejecutando, pero no el programa completo.
- TERM (15): La que se manda al cerrar el proceso padre o al reiniciar. Se puede bloquear y capturar.
- Diferencia entre STOP y TSP: STOP no se puede ni bloquear ni capturar.

Control/gestión de la actividad de la CPU

- HUP (1):
  - Si se trata de demonios, debería provocar que se reinicien, volviendo a leer su configuración.
  - Si se trata de procesos iniciados en una terminal, se manda al cerrar la terminal (algunos intérpretes hacen inmunes los procesos *background* a esta señal, en bash, hay que hacerlo con el comando `nohup`).
- QUIT (3): Similar a TERM pero hace un *core dump*.
- TSTP: La que se envía al pulsar `Crtl+Z`.
- Los procesos detenidos con TSTP o con STOP, se puede reanudar con:
  - la señal CONT, o
  - usando el comando `fg` (vuelve al *foreground*) o `bg` (vuelve al *background*).

Control/gestión de la actividad de la CPU

- `uptime`: hora actual, cuánto tiempo lleva en marcha el sistema, número de usuarios conectados, y carga media del sistema (el número medio de procesos del sistema que durante los últimos 1, 5 y 15 minutos han estado en los estados `R` o `D`).
  - Valores altos implican que el sistema se está usando mucho, pero ¿cuándo se considera que un valor es alto? → depende del número de núcleos.
  - Valores bajos no significan que el tiempo de respuesta vaya a ser bajo.

```
1 pedroa@pedroa-zenbook:~$ uptime
2  13:31:05 up  1:32,  3 users,  load average: 0.18, 0.19, 0.19
```

Control/gestión de la actividad de la CPU

- `pstree` ⇒ visualiza un árbol de los procesos en ejecución

```
1  init---NetworkManager---2*[{NetworkManager}]
2       |--acpid
3       |--atd
4       |--avahi-daemon---avahi-daemon
5       |--bamfdaemon
6       |--bluetoothd
7       |--bonobo-activati---2*[{bonobo-activat}]
8       |--console-kit-dae---64*[{console-kit-da}]
9       |--cron
10      |--cupsd
11      |--2*[dbus-daemon]
12      |--dbus-launch
13      |--dconf-service---{dconf-service}
14      |--evince---3*[{evince}]
15      |--evinced---{evinced}
16      |--firefox---plugin-containe---7*[{plugin-contain}]
17      |          |--21*[{firefox}]
18      |--gconfd-2
```

Control/gestión de la actividad de la CPU

- `top`: proporciona una visión continua de la actividad del procesador, en tiempo real, mostrando las tareas que hacen más uso de la CPU. Además, permite manipular procesos de forma interactiva.
  - Las cinco líneas primeras muestran información general:
    - Estadísticas `uptime`.
    - Resumen de procesos en el sistema: nº procesos, nº procesos en ejecución, durmiendo, parados o zombies.
    - Porcentaje de tiempo de CPU gastado en: modo usuario (`us`), modo sistema o núcleo (`sy`), procesos valor `nice` positivo (`ni`), tiempo ocioso (`id`), procesos esperando eventos E/S (`wa`), tratando interrupciones (*hardware* o *software*, `hi` o `si`), espera involuntaria en virtualización (`st`).
    - Estado actual de la memoria física: total disponible, usada, libre, usada en *buffers*.
    - Espacio swap: total disponible, usada, libre, usada en *buffers*, usada en caché de página.

```
top - 11:33:17 up  2:11,  4 users,  load average: 0.12, 0.19, 0.35
Tasks: 183 total,   1 running, 181 sleeping,   0 stopped,   1 zombie
%Cpu(s):  6.9%us,  2.6%sy,  0.0%ni, 89.8%id,  0.8%wa,  0.0%hi,  0.0%si,  0.0%st
Mem:   1012004k total,   970028k used,    41976k free,     8444k buffers
Swap:  2080760k total,   507884k used,  1572876k free,   278284k cached

  PID USER      PR  NI  VIRT  RES  SHR S %CPU %MEM    TIME+  COMMAND
 1001 root      20   0  170m  17m 4496 S   12  1.7  30:23.62 Xorg
 2489 pagutier  20   0  335m  11m 6200 S    9  1.1   0:50.35 gnome-terminal
 1545 pagutier  20   0  304m 7240 4112 S    6  0.7   4:09.81 compiz
 2208 pagutier  20   0  392m  10m 5784 S    4  1.0   4:48.32 plugin-containe
 2148 pagutier  20   0  881m 208m  15m S    3 21.1   7:50.88 firefox
 5549 pagutier  20   0  763m  22m  12m S    2  2.3   0:21.16 knotify4
 5677 root      20   0     0    0    0 S    0  0.0   0:00.06 kworker/2:1
 5693 pagutier  20   0 19460 1500 1060 R    0  0.1   0:00.12 top
 1565 pagutier  20   0  320m 6080 4636 S    0  0.6   0:05.66 gnome-power-man
 1611 pagutier  20   0  534m  10m 4932 S    0  1.0   0:38.68 dropbox
 1917 pagutier  20   0  360m 6856 3688 S    0  0.7   0:28.67 ubuntuone-syncd
 4765 pagutier  20   0  585m  40m 8980 S    0  4.1   0:52.57 evince
  197 root      20   0     0    0    0 S    0  0.0   0:02.40 usb-storage
  457 messageb  20   0 24892 1684  668 S    0  0.2   0:09.26 dbus-daemon
  507 avahi     20   0 32404 1152  800 S    0  0.1   0:09.01 avahi-daemon
  513 root      20   0  162m 2900 2292 S    0  0.3   0:04.79 NetworkManager
 1086 root      20   0 15784  448  364 S    0  0.0   0:03.76 irqbalance
 1478 pagutier  20   0  238m 3908 3144 S    0  0.4   0:01.42 gnome-session
 1515 pagutier  20   0 26708 2032  560 S    0  0.2   0:12.53 dbus-daemon
 1531 pagutier  20   0  464m 5392 4264 S    0  0.5   0:20.41 gnome-settings-
 1556 pagutier  20   0  671m  12m 6984 S    0  1.3   4:44.00 nautilus
 1558 pagutier  20   0  398m 9304 5460 S    0  0.9   0:30.69 gnome-panel
 1559 pagutier  20   0  398m 8876 5552 S    0  0.9   0:09.11 nm-applet
```

Control/gestión de la actividad de la CPU

- `top`:
  - Los datos de la parte inferior son similares a los de `ps`, excepto:
    - SHR: memoria compartida disponible para ser utilizada.
  - Procesos ordenados decrecientemente por uso de CPU.
  - Lista actualizada interactivamente, normalmente cada 5s.
  - Tareas sobre los procesos:
    - Cambiar la prioridad de alguno utilizando la opción "`r`".
    - Matar o enviar una señal con la opción "`k`".
    - Ordenarlos según diferentes criterios (por PID con "`N`", uso de CPU con "`P`", tiempo con "`T`", por memoria con "`M`", etc.).
    - Con "`n`" se cambia el número de procesos que se muestran.
    - Para salir se utiliza la letra "`q`".
    - "`u`" mostrar un usuario.
    - "`R`" cambiar ordenación.
    - "`1`" información independiente por cada procesador.
  - `htop`: similar pero con colores (también `top` + "`z`").

```
1  top - 11:33:17 up  2:11,  4 users,  load average: 0.12, 0.19, 0.35
2  Tasks: 183 total,   1 running, 181 sleeping,   0 stopped,   1 zombie
3  Cpu(s):  6.9%us,  2.6%sy,  0.0%ni, 89.8%id,  0.8%wa,  0.0%hi,  0.0%si,  0.0%st
4  Mem:   1012004k total,   970028k used,    41976k free,     8444k buffers
5  Swap:  2080760k total,   507884k used,  1572876k free,   278284k cached
6
7    PID USER      PR  NI  VIRT  RES  SHR S %CPU %MEM    TIME+  COMMAND
8   1001 root      20   0  170m  17m 4496 S   12  1.7  30:23.62 Xorg
9   2489 pagutier  20   0  335m  11m 6200 S    9  1.1   0:50.35 gnome-terminal
10  1545 pagutier  20   0  304m 7240 4112 S    6  0.7   4:09.81 compiz
11  2208 pagutier  20   0  392m  10m 5784 S    4  1.0   4:48.32 plugin-containe
12  2148 pagutier  20   0  881m 208m  15m S    3 21.1   7:50.88 firefox
13  5549 pagutier  20   0  763m  22m  12m S    2  2.3   0:21.16 knotify4
14  5677 root      20   0     0    0    0 S    0  0.0   0:00.06 kworker/2:1
15  5693 pagutier  20   0 19460 1500 1060 R    0  0.1   0:00.12 top
16  1565 pagutier  20   0  320m 6080 4636 S    0  0.6   0:05.66 gnome-power-man
17  1611 pagutier  20   0  534m  10m 4932 S    0  1.0   0:38.68 dropbox
18  1917 pagutier  20   0  360m 6856 3688 S    0  0.7   0:28.67 ubuntuone-syncd
19  4765 pagutier  20   0  585m  40m 8980 S    0  4.1   0:52.57 evince
20   197 root      20   0     0    0    0 S    0  0.0   0:02.40 usb-storage
21   457 messageb  20   0 24892 1684  668 S    0  0.2   0:09.26 dbus-daemon
22   507 avahi     20   0 32404 1152  800 S    0  0.1   0:09.01 avahi-daemon
23   513 root      20   0  162m 2900 2292 S    0  0.3   0:04.79 NetworkManager
24  1086 root      20   0 15784  448  364 S    0  0.0   0:03.76 irqbalance
25  1478 pagutier  20   0  238m 3908 3144 S    0  0.4   0:01.42 gnome-session
26  1515 pagutier  20   0 26708 2032  560 S    0  0.2   0:12.53 dbus-daemon
27  1531 pagutier  20   0  464m 5392 4264 S    0  0.5   0:20.41 gnome-settings-
```

Control/gestión de la actividad de la CPU

- `vmstat`: información sobre memoria virtual (y más)
  - `r` ⇒ número de procesos esperando su tiempo de ejecución.
  - `b` ⇒ número de procesos en espera ininterrumpible.
  - `us` ⇒ tiempo de CPU en modo usuario (modo usuario).
  - `sy` ⇒ tiempo de CPU en modo sistema (modo núcleo).
  - `id` ⇒ tiempo de CPU en inactividad.
  - `wa` ⇒ tiempo de CPU usado en espera de E/S.
  - `st` ⇒ tiempo de CPU usado en virtualización.

```
1  pedroa@pedroa-zenbook:~$ vmstat 2 5
2  procs  ----------memory---------- -swap- --io-- -system-- -----cpu------
3  r  b   swpd      free   buff    cache si   so   bi  bo   in     cs us sy id wa st
4  0  0      0 10368052 221628 3251020  0    0  109  71  142    482  5  1 93  0    0
5  0  0      0 10367408 221636 3251288  0    0    0  58 1526 7113  4  2 94  0    0
6  0  0      0 10350648 221636 3269616  0    0    0   0 1165 3711  9  1 90  0    0
7  1  0      0 10351420 221636 3268904  0    0    0   0  575 1578  6  0 93  0    0
8  1  0      0 10345792 221636 3274928  0    0    0  26 2497 8090  6  3 91  0    0
```

Carpeta /proc

- `ps` y `top` leen la información que necesitan de `/proc`.
- Cada proceso tiene una carpeta (cuyo nombre es el `pid`) y en esa carpeta hay información sobre el mismo:
  - `cmdline`: línea de comandos con que fue iniciado.
  - `cwd`: enlace simbólico al directorio actual del proceso.
  - `environ`: Las variables de entorno en el momento de invocación.
  - `exe`: enlace simbólico al fichero ejecutado.
  - `fd`: carpeta con cualquier descriptor de fichero abierto.
  - `maps`: información de mapeo de memoria.
  - `root`: enlace simbólico a la raíz del sistema (/).
  - `stat`: estado del proceso.
  - `statm`: uso de memoria.

Control/gestión de la actividad de la CPU

- `at`: ejecutar tareas a una determinada hora.
  - Puede recibir un fichero de texto con las órdenes a ejecutar.
  - Dispone de un prompt para ir introduciendo las órdenes (Ctrl+D para finalizar).
  - `atd`: demonio que ejecuta las órdenes.
  - `atq`: consulta la lista de órdenes.
  - `atrm`: eliminar órdenes.

Control/gestión de la actividad de la CPU

- `at`: ejecutar tareas a una determinada hora.

```
1  pagutierrez@pagutierrez--TOSHIBA:~$ at 14:38
2  warning: commands will be executed using /bin/sh
3  at> echo "HOLA" > /tmp/p2
4  at> <EOT>
5  job 10 at Sat Mar  16 14:38:00 2019
6  pagutierrez@pagutierrez--TOSHIBA:~$ date
7  sáb mar  16 14:37:47 CET 2019
8  pagutierrez@pagutierrez--TOSHIBA:~$ cat /tmp/p2
9  cat: /tmp/p2: No existe el fichero o el directorio
10 pagutierrez@pagutierrez--TOSHIBA:~$ date
11 sáb mar  16 14:38:01 CET 2019
12 pagutierrez@pagutierrez--TOSHIBA:~$ cat /tmp/p2
13 HOLA
```

Control/gestión de la actividad de la CPU

- `cron`: ejecutar tareas periódicamente.
  - `crond`: demonio encargado de ejecutar las órdenes.
  - `crontab`: establecer las tareas a ejecutar (`-e`: añadir/modificar tareas, `-l`: listar tareas, `-r`: eliminar tareas).
  - `/etc/crontab`: fichero de configuración del administrador.
  - `/etc/cron.d`: directorio en el que el administrador puede copiar ficheros con formato del `crontab` que ejecutará `cron`.

Control/gestión de la actividad de la CPU

- Formato de `crontab`:
  `minuto hora día_mes mes día_semana [user] comando`
- Se interpreta como una conjunción de condiciones, salvo para `día_semana` y `día_mes` (que sería disyunción).
- Los domingos son el día 0 y 7 de la semana.

```
1  # Hacer una copia de seguridad del home cada semana
2  0 5 * * 1        tar -zcf /var/backups/home.tgz /home/
3  # Otras tareas
4  5 9 * * *        $HOME/tareadiaria      # 9:05
5  15 14 1 * *      $HOME/tareames         # 14:15 el día 1 cada mes
6  0 22 * * 1-5     $HOME/tareasemanal     # 22:0 de lunes a viernes
7  21 0-23/2 * * *  $HOME/tareacada2horas # 0h, 2h, 4h, 6h, y 21m
8  5 4 * * sun      $HOME/tareadomingos    # Domingos a las 4:05
9  0 9 1 * 5        $HOME/otratarea        # A las 9:00h el día 1
10                                         # de cada mes O los viernes
```

Control/gestión de la actividad de la CPU

- Si la máquina no está encendida cuando se ha requerido lanzar el proceso ⇒ `cron` no lo lanza.
- Se podría hacer `0 10 */3 * *` para conseguir algo parecido (lo intentaría a las 10h cada tres días).
- `anacron`: no asume que la máquina está siempre encendida.
  - Combina el uso de *scripts* al inicio con el uso de cron.
  - Permite especificar tareas diarias, semanales o mensuales, de forma muy simple.
  - Introducir aplicaciones o enlaces a las mismas en:
    - `/etc/cron.daily/`
    - `/etc/cron.hourly/`
    - `/etc/cron.monthly/`
    - `/etc/cron.weekly/`

Rastreo de señales y llamadas al sistema

- El comando `strace` nos permite observar qué es lo que está haciendo un proceso.
- Muestra cada llamada al sistema que hace y cada señal que recibe.
  - `strace -p pid`: rastrear un proceso ya iniciado.
  - `strace comando`: iniciar un proceso y rastrearlo.
  - `strace -o salida.txt comando`: utilizar un fichero para guardar la salida.
- Procesos acaparadores:
  - Como administradores, debemos sospechar cuando un proceso acapara mucha CPU.
  - Antes de matarlos, deberíamos saber qué están haciendo.
  - Si el proceso parece legítimo, deberíamos suspenderlo con `STOP`, aplicarle `renice` y reanudarlo con `CONT` tras hablar con el dueño del proceso.

Rastreo de señales y llamadas al sistema

```
1  while 1
2     mkdir adir
3     cd adir
4     touch afile
5  end
```

- No consume mucho espacio, pero bloquea el uso del disco ¿por qué?.
- El árbol que se genera es tan grande, que ni si quiera `rm -R` es capaz de manejarlo.

Control/gestión de la actividad de la memoria

- Intercambio y paginación ⇒ memoria virtual para alojar procesos.
- Debemos gestionar la RAM y la zona de intercambio.
- `vmstat` (todo en KBs):
  - `swpd` ⇒ Cantidad de memoria virtual (intercambio) ocupada.
  - `free` ⇒ Cantidad de memoria virtual sin usar.
  - `buff` ⇒ Cantidad de memoria empleada como buffers para E/S (memoria temporal empleada por algunos dispositivos, p.ej. una tarjeta de red).
  - `cache` ⇒ La cantidad de memoria empleada como caché de disco.

```
1  pedroa@pedroa-zenbook:~$ vmstat 2 2
2  procs -----------memory---------- --swap- --io-- -system-- -----cpu------
3  r  b   swpd     free    buff    cache   si   so    bi    bo   in    cs us sy id wa st
4  0  0      0 10368052  221628  3251020    0    0   109    71  142   482  5  1 93  0  0
5  0  0      0 10367408  221636  3251288    0    0     0    58 1526  7113  4  2 94  0  0
```

Control/gestión de la actividad de la memoria

- `vmstat`:
  - `si` ⇒ Cantidad de memoria traída del espacio de intercambio desde disco en KB/s.
  - `so` ⇒ Cantidad de memoria intercambiada al disco en KB/s.
  - `bi` ⇒ Bloques recibidos desde un dispositivo de bloques (en bloques/s).
  - `bo` ⇒ Bloques enviados a un dispositivo de bloques (en bloques/s).
  - `in` ⇒ Nº de interrupciones por segundo (contando el reloj).
  - `cs` ⇒ Nº de cambios de contexto por segundo.

```
1 pedroa@pedroa-zenbook:~$ vmstat 2 2
2 procs -----------memory---------- --swap- --io-- -system-- -----cpu------
3 r  b   swpd     free    buff   cache   si   so   bi  bo   in   cs us sy id wa st
4 0  0      0 10368052 221628 3251020    0    0  109  71  142  482  5  1 93  0  0
5 0  0      0 10367408 221636 3251288    0    0    0  58 1526 7113  4  2 94  0  0
```

Control/gestión de la actividad de la memoria

- Espacio para paginación:
  - ¿Qué tamaño es el adecuado para la paginación?. Depende:
    - Memoria requerida por los procesos, número de procesos simultáneos, etc...
    - Demanda del sistema.
    - En portátiles, para posibilitar la hibernación, al menos tanto espacio como memoria RAM.
  - Se puede tener una partición de intercambio o un fichero de intercambio, ¿qué opción es la mejor?
  - Se puede controlar con números de prioridad en `/etc/fstab`.

Control/gestión de la actividad de la memoria

- Espacio para paginación:
  - `swapon -s`: nos da un listado de particiones o ficheros activos.
  - `swapon /dev/sdd1`: activar una determinada partición.
  - `swapoff /dev/sdd1`: desactivar una determinada partición.
  - ¿Cómo se crea un fichero de paginación?

```
1 sudo dd if=/dev/zero of=/.fichero_swap bs=1048576 count=1024
2 sudo mkswap /.fichero_swap
3 sudo sync
4 sudo swapon /.fichero_swap
```

  - `free`: obtener información sobre el uso de memoria (mismos campos que top).

```
1 pedroa@pedroa-zenbook:~$ free
2 total        used        free      shared  buff/cache   available
3 Mem:      16203968     3778368     3046064      570784     9379536    11514988
4 Swap:            0           0           0
```

Control/gestión de la actividad de la memoria

- Espacio en disco:
  - `df`: muestra la capacidad, el espacio libre y el punto de montaje de cada sistema de ficheros del equipo.

```
pedroa@pedroa-zenbook:~$ df -h
S.ficheros      Tamaño Usados  Disp Uso% Montado en
udev              7,7G       0  7,7G   0% /dev
tmpfs             1,6G    1,8M  1,6G   1% /run
/dev/nvme0n1p6     58G     32G   24G  58% /
tmpfs             7,8G    279M  7,5G   4% /dev/shm
tmpfs             5,0M    4,0K  5,0M   1% /run/lock
/dev/nvme0n1p5    314G    131G  167G  45% /home
/dev/loop1         83M     83M     0 100% /snap/scrcpy/274
...
```

  - Si el sistema de ficheros raíz se quedase sin espacio el sistema tendría problemas. P.ej., no podría arrancar, (¿por qué?).
  - "`-i`" nos permite mostrar información sobre los nodos-i.

```
pedroa@pedroa-zenbook:~$ df -i /dev/nvme0n1p5
S.ficheros      Nodos-i NUsados  NLibres NUso% Montado en
/dev/nvme0n1p5 20946944 1021112 19925832    5% /home
```

Control/gestión de la actividad de la memoria

- Espacio en disco:
  - du: muestra el espacio usado por cada subdirectorio del directorio actual.

```
1  pedroa@pedroa-zenbook:~/PAS$ du -h --max-depth=1
2  196K            ./Programa2021
3  176K            ./logs
4  32K             ./reservas
5  79M             ./Evaluacion
6  45M             ./MaterialDocente
7  6,9M            ./guiaDocente
8  1,4M            ./listaClase
9  133M
```

  - Si no ponemos `--max-depth=1` nos muestra todas las carpetas.
  - La última línea es el acumulado.
  - ¡OJO! du cuenta bloques del sistema de ficheros, estén o no completamente ocupados (para un fichero de 1B cuenta 4 KB).
- iotop.

Control/gestión de la actividad de la memoria

- Control de dispositivos de entrada/salida:
  - `iostat intervalo numero`: presenta estadísticas sobre la CPU y los dispositivos y particiones de E/S.
    - `tps` ⇒ nº de transferencias por segundo.
    - `kB_read/s` ⇒ nº de kBs leídos por segundo.
    - `kB_wrtn/s` ⇒ nº de kBs escritos por segundo.
    - `kB_read` ⇒ nº total de kBs leídos.
    - `kB_wrtn` ⇒ nº total de kBs escritos.

```
1  pedroa@pedroa-zenbook:~$ iostat
2  Linux 5.10.0-0.bpo.3-amd64 (pedroa-zenbook) 07/04/21_x86_64_ (8 CPU)
3
4  avg-cpu:   %user    %nice %system %iowait  %steal   %idle
5             8,39     0,10    2,67    0,10    0,00   88,75
6
7  Device     tps kB_read/s kB_wrtn/s  kB_read  kB_wrtn
8  nvme0n1  12,28    134,23    199,12  5031938  7464433
9  loop0     0,00      0,03      0,00     1197        0
10 loop1     0,00      0,03      0,00     1198        0
11 loop2     0,00      0,04      0,00     1336        0
```

Referencias

Unix and Linux system administration handbook.
Capítulo 4. *Process Control*, Capítulo 10. *Logging*.
Addison-Wesley. 5th Edition. 2018.

Aeleen Frisch.
Essential system administration.
Capítulo 15. *Managing system resources*.
O'Reilly and Associates. Tercera edición. 2002.

Programación y Administración de Sistemas

5. Gestión de los recursos del sistema

Pedro Antonio Gutiérrez y Javier Sánchez Monedero

Asignatura "Programación y Administración de Sistemas"
2º Curso Grado en Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
(Universidad de Córdoba)
pagutierrez@uco.es

28 de marzo de 2022