Osnove korištenja operacijskog sustava Linux

07. Procesi i ljuske

Dominik Barbarić
Nositelj: dr. sc. Stjepan Groš

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva

06.01.2017

Sadržaj

Proces i program

- Program
  - Datoteka s izvršnim kodom
  - Primjer: `/bin/bash` je program
- Proces
  - Pokretanjem programa na računalu nastaje *proces*
  - Za proces su vezani izvršni kod programa te svi podaci vezani uz izvršavanje programa (podaci u memoriji i u ostalim resursima)
  - Svaki proces posjeduje jedinstveni identifikator - PID (*process identifier*)

Ispis procesa

- Ispis procesa obavlja se s naredbom `ps`
  - *process status*
  - ako se pokrene bez argumenata i opcija ispisuju se procesi vezani za trenutni terminal
- `ps` prihvaća tri vrste opcija: Unix, BSD, GNU opcije

- Zadatak
  - U man stranicama proučiti opcije `ps` naredbe.

Ispis procesa

- Ispis naredbe `ps` sadrži:
  - PID — Process ID
  - TTY — TTY (terminal) za koji je proces vezan
  - TIME — Ukupno vrijeme izvršavanja
  - CMD — Naredba kojom je proces pokrenut (put do programa, bez argumenata)
- Dodatne informacije o procesima korištenjem opcije `-f`
  - UID — Vlasnik procesa
  - PPID — Roditelj procesa
  - CMD — Naredba s argumentima

Ispis procesa

- Korisne opcije `ps` naredbe
  - `-e` ispis svih procesa u sustavu
  - `-f` dodatne informacije o procesima
  - `-o` zadavanje formata ispisa
  - `--sort` sortiranje ispisa (po PID ako nije drugačije navedeno)

Primjer: Ispis procesa s prikazom navedenih atributa i sortiranjem

```
ps -eo pid,ppid,user,args,nice --sort user
```

Ispis procesa

- S argumentom `u` dobivamo pregled resursa koje procesi zauzimaju

%CPU	Zauzeće procesora
%MEM	Zauzeće radne memorije
VSZ	Veličina virtualne memorije
STAT	Trenutno stanje procesa
START	Vrijeme pokretanja procesa

Stanja procesa

- Procesi mogu poprimiti sljedeća stanja:

R	*running* - aktivni proces
S	*sleeping* - neaktivan 20 sekundi ili manje
I	*idle* - neaktivan više od 20 sekundi
T	*stopped* - zaustavljen proces
Z	*zombie* - proces koji je završio, ali je još uvijek upisan u tablicu procesa

Signali

- *Signal* je metoda komunikacije između procesa (IPC - Inter-process communication)
- Pojava signala izaziva prekid u radu procesa
- Ovisno o vrsti primljenog signala proces ili jezgra operativnog sustava obrađuju prekid
  - Proces može za primljeni signal obraditi funkciju koja se definira kao *signal handler*. Ako nije definirana signal handler funkcija izvršava se zadana radnja (ovisno o vrsti signala)
  - Po završetku obrade proces nastavlja s normalnim izvršavanjem (osim ako u prekidu nije okončan)

Signal handler primjer

main.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <signal.h>

void signal_handle(int sig_code){
        if (sig_code == SIGINT){
                printf("Primljen INT. Kraj programa!\n");
                exit(0);
        }
        else if (sig_code == SIGUSR1)
                printf("Primiljen USR1\n");
}

int main(){
        if (signal(SIGINT, signal_handle) == SIG_ERR)
                exit(1);
        if (signal(SIGUSR1, signal_handle) == SIG_ERR)
                exit(1);

        while(1)
                sleep(1);

        return 0;
}
```

Signali

- U UNIX sustavima svaka vrsta signala uz naziv ima i brojčanu oznaku

Naziv signala	Kod	Značenje
SIGHUP	1	*Hangup* - Ugašen terminal u kojem se proces odvijao
SIGINT	2	*Terminal interrupt* - Signal s terminala. Aktivira se s CTRL+C
SIGTERM	15	*Terminate* - Programsko gašenje procesa
SIGKILL	9	*Kill* - Trenutačno gašenje procesa
SIGUSR1	10	*User defined 1*

- Popis svih signala: `man 7 signal`
- Signali su se kroz razne standardizacije mijenjali. Uočite u `man` stranicama da je `SIGUSR1` u ranijim sustavima imao 3 koda

Slanje signala

- Signali se u komandnoj liniji šalju naredbom `kill`

  ```
  kill [-<kod signala>] <PID>
  ```

  - Ako kod signala nije naveden kao argument `kill` će poslati signal SIGTERM

- Neke kombinacije tipki također mogu poslati signale (npr. CTRL+C)

Child procesi

- Proces može pokrenuti drugi proces. Prvi proces je tada *roditelj*, a svi procesi koje je pozvao su njegova *djeca*.
- Child procesi sadrže dodatni podatak - PPID – *parent PID* koji pokazuje na njihove roditelje

- Svi procesi u sustavu su djeca nekog drugog procesa
  - Iznimka je *init* proces s PID = 1 kojeg stvara kernel pokretanju OS-a
  - Proces *init* je roditelj svim ostalim procesima
- Gašenje roditeljskog procesa gasi i sve njegove child procese.

Child procesi

Process management funkcije

- Pokretanje novog procesa ostvaruje se pozivanjem funkcije fork()
- fork() će stvoriti novi proces iz roditelja pozivajući *isti* program

- Prilikom izvršavanja programa u novom procesu ponovno se nailazi na funkciju fork() koja vraća vrijednost:
  - *PID novog procesa*, ako je fork() pozvan iz roditeljskog procesa
  - *0*, ako je fork() pozvan iz child procesa

fork() primjer

main.c

```
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>

int main(){
        int pid = fork();

        if (pid == 0)
                printf("Ovo je child proces!\n");
        else if (pid != -1)
                printf("Ovo je roditelj. Pozvan je child proces s PID %d\n", pid);
        else {
                printf("Fork nije uspio.\n");
                return 1;
        }

        return 0;
}
```

Izlaz

```
Ovo je roditelj.  Pozvan je child proces s PID 4924.
Ovo je child proces!
```

Child procesi

Process management funkcije

- Funkcija wait() čeka da child proces pozvan funkcijom fork() završi s izvođenjem.
  - wait() će, ako nije drugačije zadano čekati završetak prvog pozvanog djeteta
  - wait() u jeziku C može prihvatiti izlaznu vrijednost programa:
    `int status; wait(&status);`
- Nakon završetka izvođenja child procesa, on će ostati u stanju *zombie* dok ga roditeljski proces ne "uhvati" wait() pozivom
- waitpid() će čekati završetak procesa čiji PID zadajemo argumentom
- Zadatak:
  - Proučiti sva man poglavlja za fork, wait i waitpid.

wait() primjer

Dogradimo prethodni primjer:

main.c

```
...
        if (pid == 0)
                printf("Ovo je child proces!\n");
        else if (pid != -1){
                printf("Ovo je roditelj. Pozvan je child proces s PID %d\n", pid);
                wait();
                printf("Child proces je zavrsio s izvodjenjem\n");
        } else {
                printf("Fork nije uspio.\n");
                return 1;
        }
...
```

Izlaz

```
Ovo je roditelj.  Pozvan je child proces s PID 4924
Ovo je child proces!
Child proces je završio s izvođenjem
```

Dodatne naredbe

Pretraga i ispis procesa

- `pgrep` pretražuje procese po imenu i drugim atributima
- `pstree` ispisuje stablo svih procesa na sustavu
- Naredba `top` prikazuje stanje svih procesa u real-time sučelju
  - Naprednija verzija ovog sučelja - `htop`

Podrazumijevane vrijednosti naredbe `top`

- Osvježavanje se obavlja svake 3 sekunde
  - Učestalost osvježavanja se mijenja tipkom `i`
- Procesi su poredani po zauzeću procesora
  - Tipka `M` - sortiranje po zauzeću memorije
  - Tipka `S` - sortiranje po zauzeću procesora

Dodatne naredbe

Slanje signala

Za slanje signala procesima po nazivu procesa postoji nekoliko naredbi

- `killall` - šalje signal procesima pod točno navedenim nazivom
  - Signal se šalje svim procesima pod tim imenom
  - Primjer: `killall -SIGKILL dd`
    šalje SIGKILL svim dd procesima
- `pkill` - šalje signal procesima pretragom naziva po zadanom uzorku
  - Primjer: `pkill -SIGKILL dd`
    šalje SIGKILL svim procesima koji u nazivu sadrže dd (npr. proces `ddclient` bi ovdje također bio prekinut)

Prioriteti

- Kod rezerviranja CPU vremena procesi imaju prioritet - *niceness*
  - -20 - najviši prioritet
  - +19 - najniži prioritet
  - Većina korisničkih programa ima isti niceness - 0
  - Procesi *realtime* prioriteta imaju prednost nad ostalima bez obzira na niceness
- Naredbom `nice` procesi se pokreću sa višim ili nižim prioritetom
  - `renice` mijenja prioritet postojećeg procesa ili grupe procesa

Ljuska

- Ljuska je korisničko sučelje prema operacijskom sustavu
- Program koji se prvi pokreće paljenjem terminala
  - Ljuska tada ima ulaz i izlaz vezan na terminal
- Ljuska pokreće procese i usmjerava njihove ulaze i izlaze
- Ljuska može omogućiti automatizaciju (skripte)

Ljuska

- Ljuske u Linuxu
  - Popis ljuski dostupnih na sustavu - `/etc/shells`
  - sh, bash, csh, ksh, ...
- Zadana ljuska za korisnika se zadaje u `/etc/passwd`
- Neke (starije) distribucije podržavaju promjenu ljuske s `chsh`

Ljuska

Bash

- Najraširenija ljuska na Linux sustavima - `bash`
  - *Bourne again shell*
- Nadogradnja `sh` ljuske (*Bourne shell*)

- Bash uvodi
  - upravljanje poslovima (`jobs`, `bg`, `fg`)
  - neograničenu povijest naredbi
  - pseudonime (*alias*)

Bash

Načini rada

- Bash ljusku je moguće pokrenuti na različite načine. Najbitniji od njih su:
  - interaktivno bez prijave
  - interaktivno sa prijavom
  - neinteraktivno
- Ovisno o odabranom načinu pokretanja, bash će na početku procesuirati različite skripte, a u radu će se drugačije ponašati

Bash

Interaktivni način rada

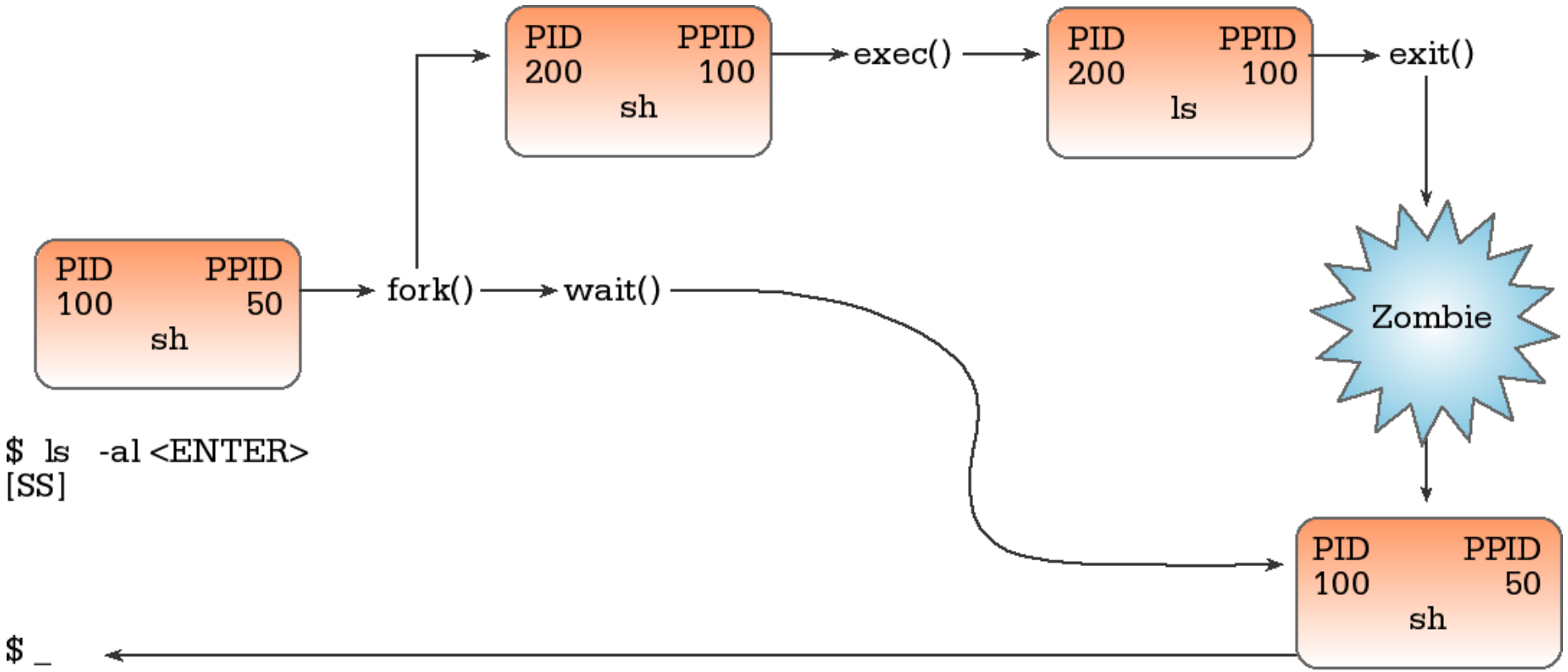
- Korisnik može unositi naredbe
- Ako se korisnik pri pokretanju ljuske prijavio onda je pokrenuta *interactive login shell*. Ljuska izvršava datoteke
  - `/etc/profile`
  - Prvu koja postoji od: `~/.bash_profile`, `~/.bash_login`, `~/.profile`
- Ako se korisnik pri pokretanju ljuske nije prijavio onda je pokrenuta *interactive non-login shell*. Ljuska izvršava datoteke
  - `~/.bashrc`
  - `/etc/bash.bashrc`

- Uobičajeno je skriptu `bashrc` pozvati u `bash_profile` kako bi se ista skripta izvodila pri svakoj vrsti interaktivne prijave

Bash

Procesi u Bashu

- Pokretanje procesa u sh ljuskama



Interpretori skripti

- U skriptama se interpretor odabire *shebang* sekvencom znakova `#!` u prvoj liniji koda

  Sintaksa

  ```
  #!  path [argumenti]
  ```

- Shebang sekvenca se može koristiti za odabir interpretora bilo kojeg skriptnog programskog jezika
- U shell jezicima se obično navodi kako bi se skripta uvijek pokretala u ispravnoj ljusci

- Primjer: U skripti pisanoj za bash (ali ne i za, primjerice, sh) pišemo

  ```
  #!  /bin/bash
  ```

Posao

- Pokretanjem procesa ljuska stvara *posao* (job)
- Posao procesu pridjeljuje atribute kao što su
  - Terminal kojem proces (posao) pripada
  - Ulazne i izlazne uređaje (stdin, stdout, stderr)
  - ...
- Posao može objediniti više procesa koji su međusobno ovisni

  Primjer: Procesi vezani pipeom objedinjeni su u jedan posao
  `cat /etc/passwd | grep korisnik`
- Posao ima vlastiti identifikator - *Job ID* (JID)
  - Dodjeljuje ga ljuska
  - U svakoj pokrenutoj ljusci brojanje JID-ova počinje od 1 (u dvije ljuske može postojati više istih JID-ova)
- Terminiranjem ljuske terminiraju se svi poslovi u njoj

Kontrola poslova

- Posao pokrenut u ljusci može biti u dva načina rada:
  - *Foreground* - prednji plan (fokus) u ljuski
  - *Background* - rad u pozadini
- Kod pokretanja procesa iz terminala ljuska postavlja posao u foreground
- Za pokretanje procesa u pozadini koristi se operator `&`

  Sintaksa: `<naredba> &`
  - Ljuska ispisuje JID i PID procesa

  Primjer: `vim &`

  ```
  [1] 4132
  ```

Kontrola poslova

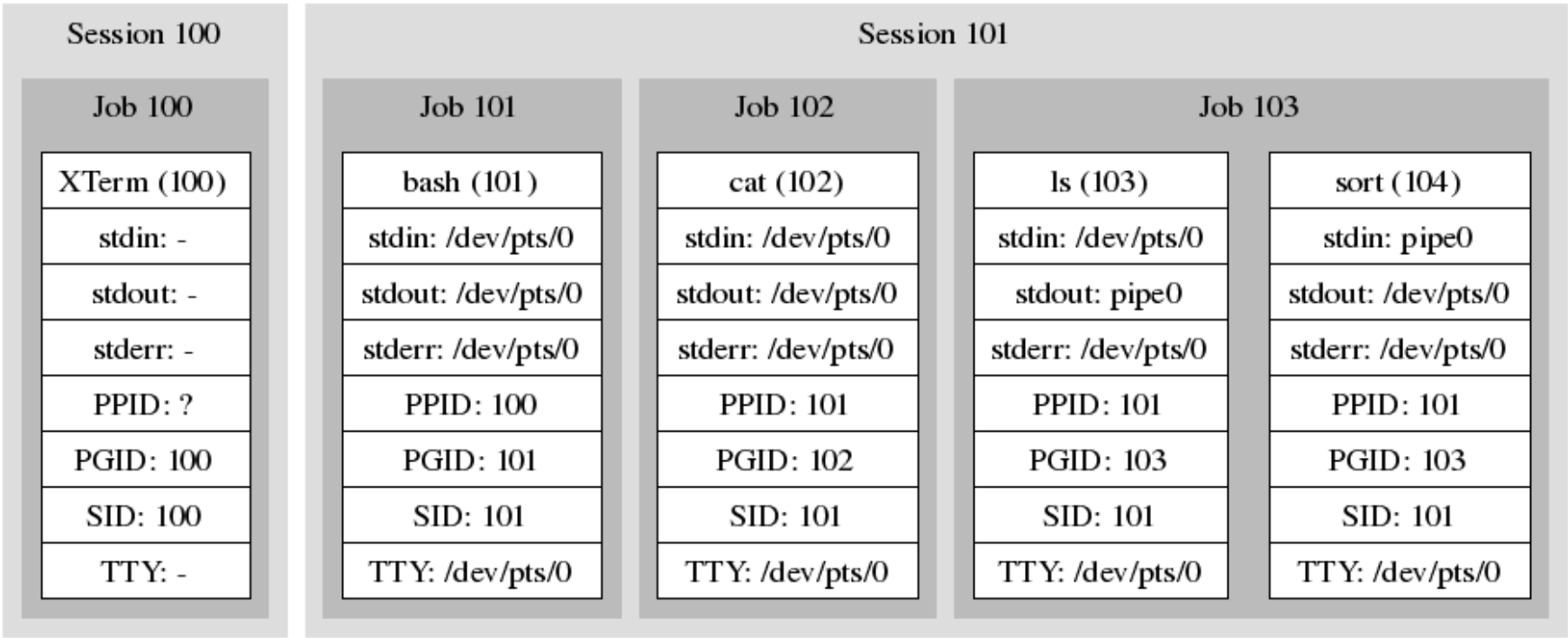
- Proces koji je trenutno u *foreground*-u može se *suspendirati* (signal `SIGTSTP`) kombinacijom tipki *CTRL* + *Z*
- Ljuska ispisuje JID suspendiranog procesa
- Proces se može nastaviti naredbama:
  - `fg` - u foregroundu
  - `bg` - u backgroundu
- Popis poslova koji se izvode u trenutnoj ljusci dobije se naredbom `jobs`

Procesi u Linuxu

- Koncept poslova u ljusci na kernelskoj je razini izveden *grupama procesa*
  - Grupe procesa su koncept podržan od samog operativnog sustava
  - Grupe procesa omogućuju istovremeno slanje signala svim međusobno ovisnim procesima (unutar iste grupe)
  - U modernim ljuskama ova dva pojma se praktički poistovjećuju
- Grupe procesa imaju identifikator PGID (*Process group ID*)
  - PGID je jednak PID-u prvog pokrenutog procesa u grupi
- Osiromašeni (*orphaned*) proces
  - Proces koji je ostao pokrenut u grupi procesa nakon što je glavni proces terminiran

Procesi u Linuxu

- Više grupa procesa dio su jedne *sjednice* (engl. *session*)
  - Jedna sjednica obuhvaća sve procese vezane za isti terminal
  - Prijavom korisnika na sustav započinje se *login session*



Literatura

- http://www.linux.com/archive/feature/125977
- http://www.linux-tutorial.info/modules.php?name=MContent&pageid=84
- http://www.linuxhq.com/guides/SAG/x1826.html
- http://www.win.tue.nl/~aeb/linux/lk/lk-10.html
- http://www.linusakesson.net/programming/tty/index.php
- http://acms.ucsd.edu/info/jobctrl.html

man stranice: ps, 7 signal, fork (sva poglavlja), wait (sva poglavlja), jobs