Διάλεξη 10: Προχωρημένος Προγραμματισμός Κελύφους & Παραδείγματα

Δημήτρης Ζεϊναλιπούρ

Περιεχόμενο Διάλεξης

Προχωρημένος Προγραμματισμός

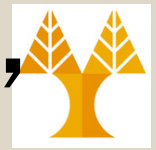
- Αποσφαλμάτωση (set)
- Διαχείριση Σημάτων
  (Signals και trap)
- Διοχετεύσεις & Συσκευές
  (η εντολή exec)

Παραδείγματα Προγραμμάτων

Αποσφαλμάτωση Προγραμμάτων

- Για την αποσφαλμάτωση μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθοι τρόποι
  - **echo/printf** : Εκτύπωση Απλών Μηνυμάτων
  - **set –xv debug on set +xv: debug off**
- Το μειονέκτημα του echo/printf, είναι ότι δεν μπορεί να δείξει εύκολα την ροή του προγράμματος.
- Επίσης δεν μπορούμε εύκολα να κάνουμε μετάβαση από τον υπό ανάπτυξη κώδικα στον τελικό κώδικα

Αποσφαλμάτωση με την “set”



- Το “set” είναι μια built-in εντολή του κελύφους
- Έχει επιλογές, οι οποίες μας επιτρέπουν να ελέγχουμε την ροή της εκτέλεσης
  - **–v Εκτύπωση** εντολών όπως είναι στο script γραμμή-γραμμή
  - **–x Εκτύπωση τιμής μεταβλητών** γραμμή-γραμμή

- Πριν να εκδώσετε την τελική έκδοση του script σας θέσετε το debugging off
  - **Debugging on: set -xv**
  - **Debugging off : set +xv**

- Αυτές οι επιλογές μπορούν επίσης να τεθούν μέσω του **she-bang** (στην αρχή του script)
  - **`#! /bin/bash -xv`**

Αποσφαλμάτωση με την “set”

```
$ cat ZipCode
#!/bin/bash

set –xv      # Debugging On

read -p "Enter Zip code " Zip
echo "Zip Code is: " $Zip
readonly Zip
read -p "Attempting to change Zip Code: "
Zip
echo "Zip Code is: " $Zip

set +xv   # Debugging Off
```

-v : Εκτύπωση εντολών όπως εκτελούνται (με κόκκινο)

-x : Δείχνει με + πως εκτελείται κάθε εντολή και με τι τιμή στις μεταβλητές εισόδου

Εκτέλεση του Script

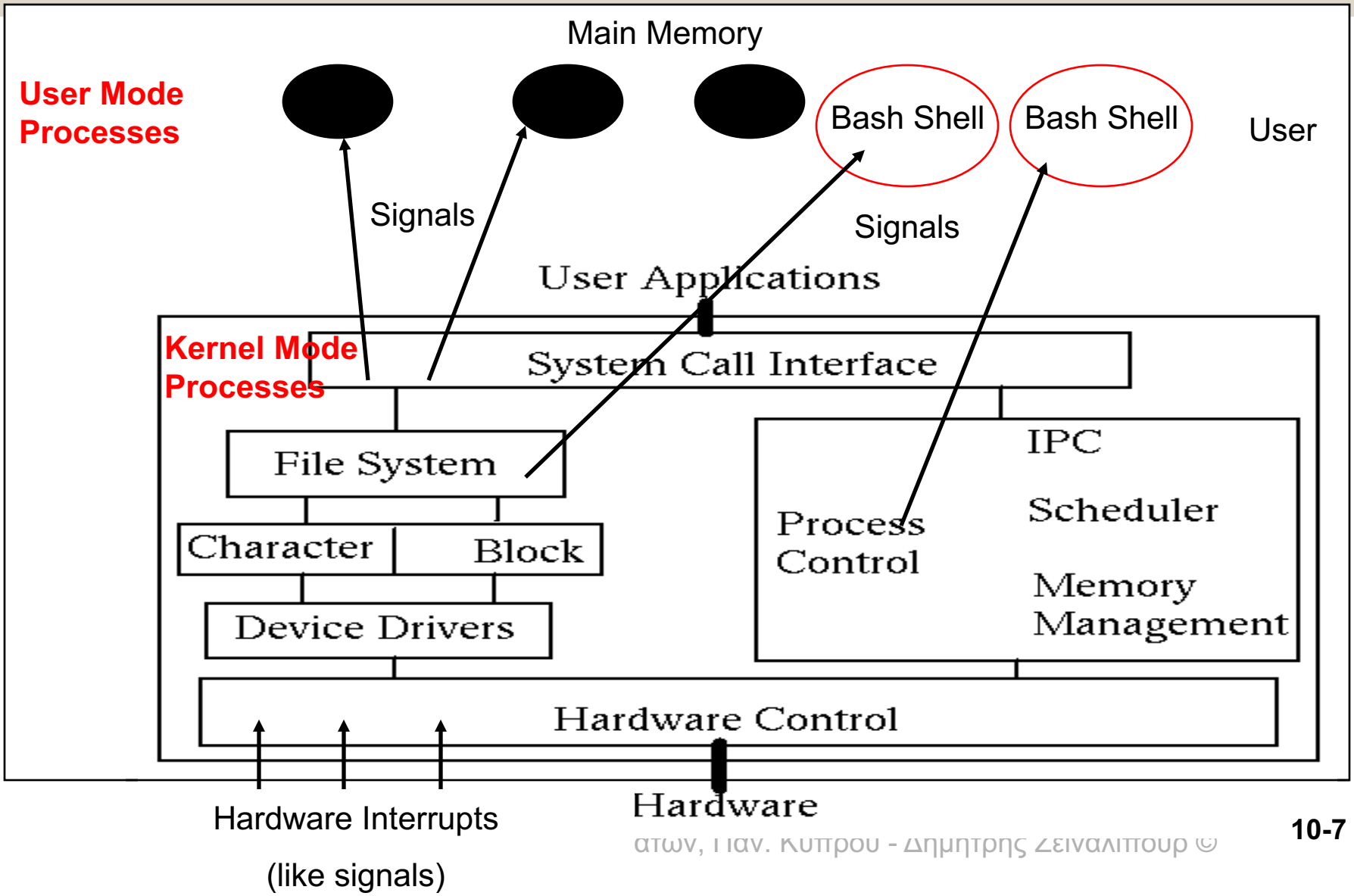
```
$ ZipCode
read -p "Enter Zip code " Zip
+ read -p 'Enter Zip code ' Zip
Enter Zip code 60563

echo "Zip Code is: " $Zip
+ echo 'Zip Code is: ' 60563
Zip Code is:  60563

readonly Zip
+ readonly Zip

read -p "Attempting to change Zip Code: " Zip
+ read -p 'Attempting to change Zip Code: ' Zip
Attempting to change Zip Code: 60115
./ZipCode: Zip: readonly variable

echo "Zip Code is: " $Zip
+ echo 'Zip Code is: ' 60563
Zip Code is:  60563

set +xv
+ set +xv
```

Error message

Διαχείριση Σημάτων (Signals)

- **Signals:** Μικρά μηνύματα, τα οποία στέλνονται σε μια **καθορισμένη** διεργασία ή ομάδες διεργασιών.
- Τα σήματα στέλνονται μεταξύ Διεργασιών (μέσω του πυρήνα, εάν υπάρχουν τα κατάλληλα δικαιώματα) ή από τον Πυρήνα στην Διεργασία.
- Όταν λάβει το signal μια διεργασία, **διακόπτει άμεσα την εκτέλεση της**, και διαχειρίζεται το signal.
  - Μπορεί να αγνοήσει το σήμα (όχι όλα)
  - Μπορεί να το χειριστεί με ένα signal handler.
- Εδώ θα μελετήσουμε τα σήματα στο πλαίσιο του κελύφους αλλά θα τα διαχειριστούμε και μέσω προγραμμάτων C, στην συνέχεια του μαθήματος.

Διαχείριση Σημάτων (Signals)



Διαχείριση Σημάτων (Signals)

- **Παράδειγμα Σήματος Διεργασία ⇔ Διεργασία**

  Καθώς εκτελείται το πιο κάτω πρόγραμμα στο κέλυφος πληκτρολογείτε **Ctrl-C**, τότε στέλνετε το **INT** signal (**SIGINT, #2**), το οποίο αντιστοιχεί στο σήμα Terminal Interrupt (δηλαδή έξοδος του προγράμματος)

```
while true; do
    echo “Still Alive”
    sleep 3  # second
done
```

Το πρόγραμμα διακόπτει την εκτέλεση του

Διαχείριση Σημάτων

- Στο κέλυφος (και στο UNIX γενικότερα) μπορούμε να στέλνουμε σήματα σε διεργασίες με διαφόρους τρόπους
- Παράδειγμα με την εντολή KILL
  - `kill -INT 1234` # αποστολή σήματος INT στο processID#1234
  - `kill -KILL 1235`
  - `kill -9 1236` # αποστολή σήματος KILL στο processID#1236
  - Ένα bash script μπορεί να διαχειριστεί εισερχόμενα σήματα με την εντολή **trap**
  - Εξαίρεση Αποτελεί το "KILL" ή "9" το οποίο δεν μπορούμε να το διαχειριστούμε και οδηγεί πάντα σε τερματισμό μιας διεργασίας.
- Σύνταξη:

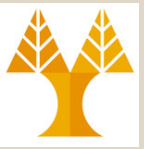
  trap 'εντολή' signals

  μήνυμα

  # σήματος
- Παράδειγμα:

  trap 'echo "Unable to Interrupt"' 1 2

Παράδειγμα

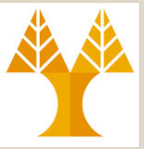


```
#! /bin/bash
trap 'echo "Unable to Interrupt"' 2

while [ true ]
do
        echo "Try to press Ctrl-C"
        sleep 1
done
```

Αποτέλεσμα Εκτέλεσης

```
$run
Try to press Ctrl-C
Try to press Ctrl-C
Ctrl-C
Unable to Interrupt
```

Παράδειγμα με την trap

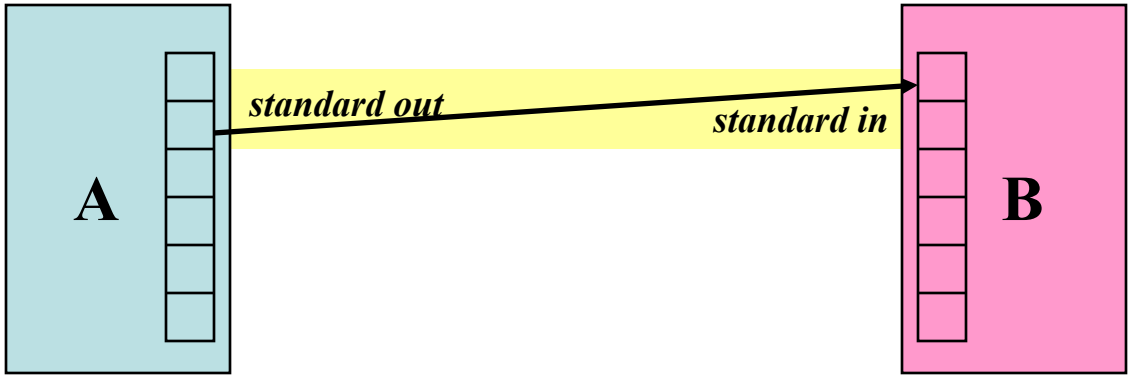


```
#! /bin/bash
trap 'cleanup; exit' 2 3
cleanup () {
        /bin/rm -f /tmp/tempfile.$$.?
}

echo "process id: $$"
for i in 1 2 3 4 5 6 7 8
do
        echo "$i.iteration"
        # Δημιούργησε το (κενό) Αρχείο /tmp/tempfile.ProcessID.$i
        touch /tmp/tempfile.$$.$i
        sleep 1
done
cleanup
```

Το πρόγραμμα δημιουργεί 8 αρχεία και σβήνει αυτά τα αρχεία οπότε εμείς στείλουμε το σήμα Ctrl-C **(#2-Terminal Interrupt)** ή όταν τελειώσει το κέλυφος **(#3 – Terminal Quit)**

Διοχετεύσεις και Συσκευές

- Διοχέτευση (Pipe |) : Τα δεδομένα εξόδου του A είναι τα δεδομένα εισόδου του B.



- Και τα δυο προγράμματα εκτελούνται παράλληλα στην μνήμη και να αποτελέσματα είναι buffered στην μνήμη (σε ενδιάμεσο χώρο στον πυρήνα).

Υλοποίηση Διοχετεύσεων με δυο μεταβλητές

- Μέχρι τώρα το pipelining γινόταν σε συναρτήσεις που έπαιρναν 1 παράμετρο.

  π.χ. sort info.txt | uniq
- Τι γίνεται εάν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε μια εντολή η οποία παίρνει δυο παραμέτρους;

  π.χ. **diff file1 file2**, συγκρίνει δυο αρχεία και εκτυπώνει τις διαφορές τους
- Λύση: Θα χρησιμοποιήσουμε το «-»

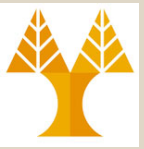
  sort info.txt | diff - info.txt

Δηλαδή,

Αυτό είναι το standard input της εντολής diff

sort info.txt | diff /dev/fd/0 info.txt

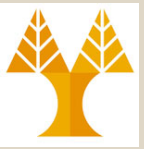
Διοχετεύσεις - Internals



- **Τι γίνεται εάν μια διεργασία Β χρειάζεται να διαβάσει από μια διοχέτευση αλλά δεν υπάρχει κάτι διαθέσιμο για ανάγνωση, π.χ., cat | more ;**
  - Το UNIX θα βάλει τον reader Β σε sleep μέχρι τα δεδομένα να είναι διαθέσιμα (από τον Α)
- **Τι γίνεται εάν μια διεργασία Β δεν μπορεί να ανταποκριθεί στον ρυθμό με τον οποίο γραφεί ο Α στην διοχέτευση;**

  Απάντηση : Επόμενη Διαφάνεια

Διοχετεύσεις - Internals

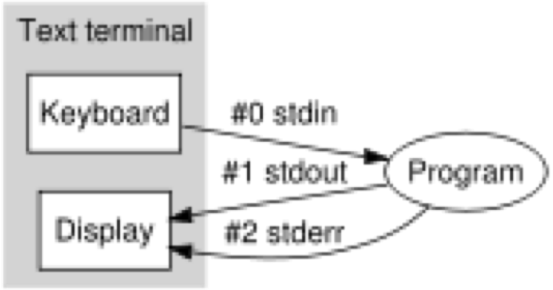


- Για να λύσει το πρόβλημα του μεταβλητού ρυθμού γραφής/ανάγνωσης μεταξύ διεργασιών, το UNIX διατηρεί buffers (στον πυρήνα, στη RAM) από τα unread δεδομένα μεταξύ piped διεργασιών.
  - Αυτό αναφέρεται σαν το pipe size
  - Εάν το **pipe γεμίσει**, το UNIX θα **θέσει τον writer σε sleep** μέχρι ο **reader** να **ελευθερώσει** κάποιο χώρο (**ουσιαστικά κάνοντας read από το pipe) "ulimit –a"**
- Με τις διοχετεύσεις, μπορούμε να έχουμε πολλαπλούς readers και writers να εκτελούνται ψευδό-παράλληλα! (το stdout_A => stdin_B

Standard in/out/err

- Οι πρώτες τρεις εγγραφές στο ***File Descriptor Table*** είναι ορισμένες με κάθε εκκίνηση του κελύφους.

- Entry 0 = Standard Input
- Entry 1 = Standard Output
- Entry 2 = Standard Error



• Για να καταλάβουμε καλυτέρα τι γίνεται μπορούμε να αναλύσουμε το **/proc** filesystem, περιέχει πληροφορίες για κάθε διεργασία στο σύστημα υπό μορφή text)

•
/dev/stdin => /proc/self/fd/0 ή /proc/$$/fd/0) : Standard Input
/dev/stdout => /proc/self/fd/1 ή /proc/$$/fd/1 : Standard Output
/dev/stderr (/proc/self/fd/2 ή /proc/$$/fd/2) : Standard Error

Bash Process ID

Η εντολή lsof παρουσιάζει όλα τα ανοικτά αρχεία του συστήματος
Όλα τα ανοικτά αρχεία του κελύφους σας; "lsof | grep $$"

Παράδειγμα 8

*Να γραφεί ένα πρόγραμμα το οποίο να προσομοιώνει την εντολή **more.** Δηλαδή το πρόγραμμα παρουσιάζει οτιδήποτε προέρχεται από το standard input (#0), σε γραμμές των 30 και στην συνέχεια **"Press enter for more…".** Όταν ο χρήστης δώσει enter, τότε παρουσιάζεται την επόμενη σελίδα.*

Λύση Παραδείγματος 8
(Παράδειγμα I/O Redirect)

$ls /bin | ~/.mymore.sh

```
#!/bin/bash
#
# Max number of rows per screen
ROWS=30

clear

# Current number of rows on screen
i=0

read line
while  [ "$line" != "" ];
do
        handlescreen;
        echo $line
        read line
        ((i++))
done

exit 0
```

```
handlescreen() {
#Εάν εκτυπωθήκαν ROWS γραμμές στο αρχείο τότε
if [ "$i" -gt "$ROWS" ]; then
    echo "Please Press Enter to continue..."

    #FILE DESCRIPTOR (FD)
    # store stdin (FD#0) into some random (and available) FD#6
    # Avoid FD#5: See Advanced Bash Scripting book
    # recall FD#0: stdin, FD#1: stdout, FD#2: stderr
    exec 6<&0 # προσωρινή αποθήκευση ροής #0 στο #6.

    # get the stdio from /dev/tty (the file that captures the keyboard)
    exec < /dev/tty # η ροή εισόδου έρχεται από το keyboard τώρα

    read userenter
    #echo "User Input: $userenter"

    # 0<&6 : restore FD#6 into FD#0
    # (so that we can continue reading the file)
    # 6<&- : deallocate FD#6 so that it can be utilized later on
    exec 0<&6 6<&- # μεταβολή ροής #0 στο #6 και κλείσιμο #6

    # reset the counter
    i=0;     clear
 fi
}
```

Ανακατεύθυνση (Redirect) Εισόδου / Εξόδου

- **Redirect File Descriptor to File:** *M*> N (also applies to >>)
  - π.χ.: M: file descriptor (default=1), N: file name
  - π.χ. `$ ls 2> error.log # stderr is redirected to log`
- **Redirect Input <:**
  - π.χ.: **`$ cat <input.data`**
  - π.χ.: `$ cat <input.data  2> /dev/null`
- **Redirect Output and Error 2>1 ή &>:**
  - `ls 2>1 output_and_error_log` **`# same ls &> oelog`**
- **Redirect FD/FD**: *M*<&N (M: file descriptor, N: file descriptor)
  - **File Descriptor:** Ένας ακέραιος ο οποίος μας δίδει πρόσβαση σε ένα αρχείο που έχει ήδη ανοίξει από μια διεργασία (π.χ., μετά την fopen στην C) ή την ακόλουθη εντολή στο unix.
  - π.χ. exec 6<&0 #store stdin (FD#0) into FD#6

Διάφορες Χρήσεις των Συσκευών

- Έστω ότι θέλουμε να ψάξουμε για όλες τις εμφανίσεις της λέξης “man” στο σύστημα

  $find / -name "man"
- Προφανώς αυτό θα αναγκάσει το κέλυφος να ψάξει σε καταλόγους οπού δεν έχουμε πρόσβαση, με αποτέλεσμα να πάρουμε πολλά «**Permission Denied» στην οθόνη.**
- Για να διορθώσουμε το πρόβλημα δίνουμε

  $find / -name "man" 2>/dev/null

  Τώρα όλα τα stderr διοχετεύονται στο /dev/null (μια μαύρη τρύπα!)

Ανακατεύθυνση (Redirect) Εισόδου / Εξόδου

- Τα δυο ακόλουθα προγράμματα κάνουν ακριβώς την ίδια λειτουργία με την εντολή ls –al
- Σημειώστε ότι τα δυο προγράμματα έχουν υλοποιηθεί σαν φίλτρα.
- Για την εκτέλεση τους πληκτρολογούμε

ls –al | test.sh

```
#!/bin/bash
while read line
do
  echo $line
done
```

```
#!/bin/bash
#store stdin (FD#0) into FD#6 (that is arbitrarily chosen)
exec 6<&0
# cat anything that comes from FD#6
cat <&6
# close file number 6
exec 6<&-
      #redirect nothing “-” into FD#6
```

Παραδείγματα Προγραμματισμού Κελύφους

(Περισσότερα θα καλυφθούν στο εργαστήριο)

Παράδειγμα 1

*Να γραφεί ένα πρόγραμμα **lsdir** για το κέλυφος Bash, το οποίο με τιμή εισόδου **ένα κατάλογο Α**, **εμφανίζει τους καταλόγους που βρίσκονται κάτω από τον Α, σε οποιοδήποτε βάθος**, καθώς επίσης και την ημερομηνία και ώρα τελευταίας τροποποίησης τους (ή δημιουργίας τους).*

Λύση Παραδείγματος 1

```
#! /bin/sh
#
# Usage: lsdir directory
#
if [ $# -eq 0 ]; then
    echo "Exactly one argument is required"
elif [ $# -ge 2 ];   then
    echo "Too many arguments"
else
    # ls -l(list) -R(recursively)
    #
    # grep "^d"
    #-rwxrwxrwx   1 dzeina None  514 Jan 14 14:00 a.sh
    #drwxrwxrwx+  2 dzeina None    0 Jan  5  2006 bin
    #drwxrwxrwx+  5 dzeina None    0 Jan  5  2006 blib

    ls -lR | grep "^d" | awk '{print $6" "$7"\t"$8"\t"$9}'
fi
```

Αποτέλεσμα - Έξοδος

```
Jan 15  12:45   advio
Jan 15  12:45   call
Jan 15  12:45   calld
Jan 15  12:45   datafiles
Jan 15  12:45   db.lock.fine
Jan 15  12:45   environ
Jan 15  12:45   file
Jan 15  12:45   ipc
Jan 15  12:45   lib.44
```

Παράδειγμα 5

Να γραφεί ένα πρόγραμμα για το κέλυφος Bash που να υπολογίζει το παραγοντικό (x!) ενός ακεραίου αριθμού x, ***επαναληπτικά*** *και* ***αναδρομικά***

Λύση Παραδείγματος 5 (Παράδειγμα Αναδρομής)

Για μεγάλες τιμές προκαλείται stack overflow

```
#!/bin/bash

echo -n "Give input number: "
read n

((m=n))  # copy variable
result=1

# A) Repetitive solution
until [ $m -eq 0 ]
do
     ((result*=m))
     ((m--))
done
echo "Factorial of $n is $result"

# B) Recursive solution
fact $n
echo "Factorial of $n is $?."
```

```
fact () {
  #  Variable "number" must be declared as local,
  #+ otherwise this doesn't work.
  local number=$1

  if [ "$number" -eq 1 ];   then
     factorial=1
  else
     ((decrnum=number-1))
     fact $decrnum  # Recursive function call
     ((factorial = number * $?))
  fi

  return $factorial
}
```

Το $?είναι η τιμή επιστροφής (return value), της τελευταίας συνάρτησης

Παράδειγμα 7

Να γραφεί ένα πρόγραμμα για το κέλυφος Bash, που να υπολογίζει το μέγιστο χώρο που καταλαμβάνουν τα περιεχόμενα μιας λίστας καταλόγων, η οποία δίδεται σαν δεδομένο εισόδου

Λύση Παραδείγματος 7

```
#! /bin/bash
#
# Usage: maxsize
#
echo -n "Please specify the directory names: "
read input;       # e.g. "cvroot bin blib c"
set - $input;     # this commands segments input into "$1 $2 $3 ....“
# based on the envir. Variable $IFS
#e.g. IFS=$’\n’     IFS=“+”, etc…
maxdirsize=0

for i             # goes through all the command line arguments (i.e., $*)
do
  if [ ! -d $i ]; then
      echo "Warning: There is no directory $i"
  else
     # du -s(supress): summarize disk use - i.e, show only total space,  output: 20 bin (i.e. 20 KB)
     dirsize=`du -s $i  | awk '{print $1}'`
     if [ $dirsize -gt $maxdirsize ];  then
        maxdirsize=$dirsize
        maxdirname=$i
     fi
  fi
done
echo "Biggest Directory:$maxdirname, Size:$maxdirsize KB"
```

Παράδειγμα Εξόδου

```
./test.sh
Please specify the directory names:
test1 test2 cvroot a b c d e f
Warning : There is no directory cvroot

Biggest Directory:c, Size:20 KB
```