



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχ. και Μηχανικών Υπολογιστών
Εργαστήριο Υπολογιστικών Συστημάτων

2^η Εργαστηριακή Άσκηση:

Διαχείριση Διεργασιών και Διαδιεργασιακή Επικοινωνία

Λειτουργικά Συστήματα Υπολογιστών

7ο Εξάμηνο, 2009-2010

Σύνοψη

- ◆ Χρήση του make, Makefile
- ◆ Διαχείριση διεργασιών στο UNIX
 - ➔ `fork()`, `wait()`, `waitpid()`, `explain_wait_status()`
- ◆ Σήματα στο UNIX
 - ➔ `kill()`, `signal()`, `sigaction()`, race conditions
- ◆ Χειρισμός του σήματος SIGCHLD
 - ➔ Ασύγχρονη ειδοποίηση γονικής διεργασίας
 - ➔ non-blocking `waitpid()`
- ◆ Διαδιεργασιακή επικοινωνία με UNIX pipes

Makefile



Makefile



<Tab>

<Tab>

<Tab>

<Tab>

Makefile

```
$ cat Makefile
```

```
# a simple Makefile
```

```
CC = gcc
```

```
CFLAGS = -Wall -O2
```

```
all: proc-example
```

```
proc-example: proc-example.o proc-common.o
```

```
<Tab> $(CC) -o proc-example proc-example.o proc-common.o
```

```
proc-common.o: proc-common.c proc-common.h
```

```
<Tab> $(CC) $(CFLAGS) -o proc-common.o -c proc-common.c
```

```
proc-example.o: proc-example.c proc-common.h
```

```
<Tab> $(CC) $(CFLAGS) -o proc-example.o -c proc-example.c
```

```
clean:
```

```
<Tab> rm -f proc-example proc-common.o proc-example.o
```

```
$ make
```

```
gcc -Wall -O2 -o proc-example.o -c proc-example.c
```

```
gcc -Wall -O2 -o proc-common.o -c proc-common.c
```

```
gcc -o proc-example proc-example.o proc-common.o
```

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = ? mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;  
...  
p = fork();  
if (p < 0) {  
    perror("fork");  
    exit(1);  
} else if (p == 0) {  
    mypid = getpid();  
    child();  
} else {  
    father();  
}
```

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = ? mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
p = fork();
```

```
if (p < 0) {
```

```
    perror("fork");
```

```
    exit(1);
```

```
} else if (p == 0) {
```

```
    mypid = getpid();
```

```
    child();
```

```
} else {
```

```
    father();
```

```
}
```

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = ? mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
→ p = fork();
```

```
if (p < 0) {
```

```
    perror("fork");
```

```
    exit(1);
```

```
} else if (p == 0) {
```

```
    mypid = getpid();
```

```
    child();
```

```
} else {
```

```
    father();
```

```
}
```

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **-1** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
→ p = fork(); p = -1, errno =  
if (p < 0) { ENOMEM  
    perror("fork");  
    exit(1);  
} else if (p == 0) {  
    mypid = getpid();  
    child();  
} else {  
    father();  
}
```

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **-1** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
p = fork(); p = -1, errno =
```

```
→ if (p < 0) { ENOMEM  
    perror("fork");  
    exit(1);  
} else if (p == 0) {  
    mypid = getpid();  
    child();  
} else {  
    father();  
}
```

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **-1** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
p = fork(); p = -1, errno =
```

```
if (p < 0) { ENOMEM
```

```
    → perror("fork");
```

```
        exit(1);
```

```
} else if (p == 0) {
```

```
    mypid = getpid();
```

```
    child();
```

```
} else {
```

```
    father();
```

```
}
```

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **-1** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
p = fork(); p = -1, errno =
```

```
if (p < 0) { ENOMEM
```

```
    perror("fork");
```

```
    → exit(1);
```

```
} else if (p == 0) {
```

```
    mypid = getpid();
```

```
    child();
```

```
} else {
```

```
    father();
```

```
}
```

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()



Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = ? mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
p = fork();
```

```
if (p < 0) {
```

```
    perror("fork");
```

```
    exit(1);
```

```
} else if (p == 0) {
```

```
    mypid = getpid();
```

```
    child();
```

```
} else {
```

```
    father();
```

```
}
```

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = ? mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
→ p = fork();
```

```
if (p < 0) {
```

```
    perror("fork");
```

```
    exit(1);
```

```
} else if (p == 0) {
```

```
    mypid = getpid();
```

```
    child();
```

```
} else {
```

```
    father();
```

```
}
```

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = ? mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
→ p = fork();  
if (p < 0) {  
    perror("fork");  
    exit(1);  
} else if (p == 0) {  
    mypid = getpid();  
    child();  
} else {  
    father();  
}
```

PID=981

Δεδομένα :

p = ? mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
→ p = fork();  
if (p < 0) {  
    perror("fork");  
    exit(1);  
} else if (p == 0) {  
    mypid = getpid();  
    child();  
} else {  
    father();  
}
```

PID=987

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **987** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
→ p = fork(); p = 987
```

```
if (p < 0) {
```

```
    perror("fork");
```

```
    exit(1);
```

```
} else if (p == 0) {
```

```
    mypid = getpid();
```

```
    child();
```

```
} else {
```

```
    father();
```

```
}
```

PID=981

Δεδομένα :

p = **0** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
→ p = fork(); p = 0
```

```
if (p < 0) {
```

```
    perror("fork");
```

```
    exit(1);
```

```
} else if (p == 0) {
```

```
    mypid = getpid();
```

```
    child();
```

```
} else {
```

```
    father();
```

```
}
```

PID=987

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **987** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
p = fork(); p = 987
```

```
→ if (p < 0) {  
    perror("fork");  
    exit(1);  
} else if (p == 0) {  
    mypid = getpid();  
    child();  
} else {  
    father();  
}
```

PID=981

Δεδομένα :

p = **0** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
```

```
...
```

```
→ p = fork(); p = 0
```

```
if (p < 0) {  
    perror("fork");  
    exit(1);  
} else if (p == 0) {  
    mypid = getpid();  
    child();  
} else {  
    father();  
}
```

PID=987

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **987** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
...
p = fork(); p = 987
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    mypid = getpid();
    child();
} else {
    → father();
}
```

PID=981

Δεδομένα :

p = **0** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
...
→ p = fork(); p = 0
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    mypid = getpid();
    child();
} else {
    father();
}
```

PID=987

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **987** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
...
p = fork(); p = 987
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    mypid = getpid();
    child();
} else {
    → father();
}
```

PID=981

Δεδομένα :

p = **0** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
...
p = fork(); p = 0
→ if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    mypid = getpid();
    child();
} else {
    father();
}
```

PID=987

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **987** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
...
p = fork(); p = 987
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    mypid = getpid();
    child();
} else {
    → father();
}
```

PID=981

Δεδομένα :

p = **0** mypid = **987**

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
...
p = fork(); p = 0
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    → mypid = getpid();
    child();
} else {
    father();
}
```

PID=987

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **987** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
...
p = fork(); p = 987
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    mypid = getpid();
    child();
} else {
    → father();
}
```

PID=981

Δεδομένα :

p = **0** mypid = **987**

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
...
p = fork(); p = 0
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    mypid = getpid();
    → child();
} else {
    father();
}
```

PID=987

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

Δεδομένα :

p = **987** mypid = ?

Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
...
p = fork(); p = 987
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    mypid = getpid();
    child();
} else {
    father();
}
```

PID=981

Δεδομένα :

p = **0** mypid = **987**

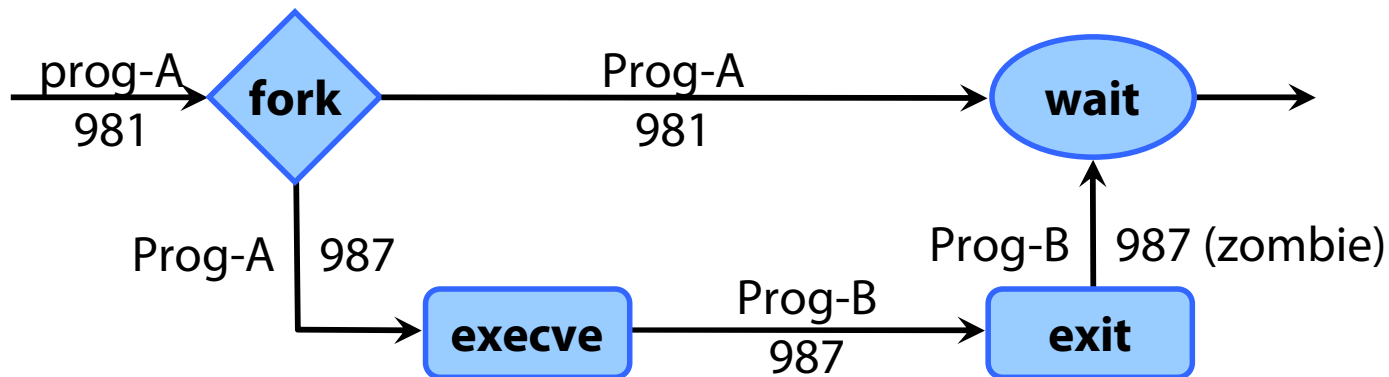
Κείμενο:

```
pid_t p, mypid;
...
p = fork(); p = 0
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    mypid = getpid();
    child();
} else {
    father();
}
```

PID=987

Δημιουργία στο μοντέλο του UNIX: fork()

- ◆ Όλες οι διεργασίες προκύπτουν με `fork()` [σχεδόν όλες]
 - ➔ Ίδιο πρόγραμμα με γονική διεργασία, αντίγραφο χώρου μνήμης, κληρονομεί ανοιχτά αρχεία, συνδέσεις, δικαιώματα πρόσβασης
- ◆ Αντικατάσταση προγράμματος διεργασίας: `execve()`
- ◆ Η γονική διεργασία ενημερώνεται για το θάνατο του παιδιού με `wait()` → συλλογή τιμής τερματισμού (exit status)
 - ➔ Μέχρι τότε, παιδί που έχει καλέσει την `exit()` είναι *zombie*
 - ➔ Αν ο γονέας πεθάνει πρώτα, η διεργασία γίνεται παιδί της `init` (PID = 1), που κάνει συνεχώς `wait()`



wait() / waitpid()

- ◆ Για κάθε **fork()** πρέπει να γίνει ένα **wait()**
- ◆ **wait(&status)**
 - ➔ Μπλοκάρει έως οποιοδήποτε παιδί πεθάνει
- ◆ Το **status** κωδικοποιεί πώς πέθανε η διεργασία
 - ➔ Κανονικά (**exit()**), λόγω κάποιου σήματος (SIGTERM, SIGKILL)
- ◆ Χρήσιμες μακροεντολές για την ερμηνεία του **status**
 - ➔ **WIFEXITED()**, **WEXITSTATUS()**, **WIFSIGNALED()**, **WTERMSIG()**
 - ➔ σας δίνεται η **explain_wait_status()**
- ◆ Μια πιο ευέλικτη **wait()**: **waitpid()**
 - ➔ Περιμένει για αλλαγή κατάστασης συγκεκριμένου ή οποιουδήποτε PID διεργασίας-παιδιού
 - ➔ Συμπεριφορά ελεγχόμενη από **flags** (**WNOHANG**, **WUNTRACED**)

explain_wait_status()

```
void explain_wait_status(pid_t pid, int status)
{
    if (WIFEXITED(status))
        fprintf(stderr, "Child with PID = %ld terminated normally, exit status = %d\n",
                (long)pid, WEXITSTATUS(status));
    else if (WIFSIGNALED(status))
        fprintf(stderr, "Child with PID = %ld was terminated by a signal, signo = %d\n",
                (long)pid, WTERMSIG(status));
    else if (WIFSTOPPED(status))
        fprintf(stderr, "Child with PID = %ld has been stopped by a signal, signo = %d\n",
                (long)pid, WSTOPSIG(status));
    else {
        fprintf(stderr, "%s: Internal error: Unhandled case, PID = %ld, status = %d\n",
                __func__, (long)pid, status);
        exit(1);
    }
    fflush(stderr);
}
```

explain_wait_status()

```
void explain_wait_status(pid_t pid, int status)
{
    if (WIFEXITED(status))
        fprintf(stderr, "Child with PID = %ld terminated normally, exit status = %d\n",
                (long)pid, WEXITSTATUS(status));
    else if (WIFSIGNALED(status))
        fprintf(stderr, "Child with PID = %ld was terminated by a signal, signo = %d\n",
                (long)pid, WTERMSIG(status));
    else if (WIFSTOPPED(status))
        fprintf(stderr, "Child with PID = %ld has been stopped by a signal, signo = %d\n",
                (long)pid, WSTOPSIG(status));
    else {
        fprintf(stderr, "%s: Internal error: Unhandled case, PID = %ld, status = %d\n",
                __func__, (long)pid, status);
        exit(1);
    }
    fflush(stderr);
}
```

Παράδειγμα:

```
pid = wait(&status);
explain_wait_status(pid, status);
if (WIFEXITED(status) || WIFSIGNALED(status))
    --processes_alive;
```

Κώδικας: παράδειγμα fork() / wait()

```
void child(void)
{
    compute(10000);
    exit(7);
}

int main(void)
{
    pid_t p;
    int status;

    p = fork();
    if (p < 0) {
        perror("fork");
        exit(1);
    }
    if (p == 0) {
        child(); exit(1);
    }

    p = wait(&status);
    explain_wait_status(p, status);
    return 0;
}
```

Σήματα στο UNIX (1)



- ◆ Αποστολή (**kill()**, **raise()**)

Σήματα στο UNIX (1)

◆ Αποστολή (**kill()**, **raise()**)

Παράδειγμα:

```
if (kill(pid, SIGUSR1) < 0) {  
    perror("kill");  
    exit(1);  
}
```

Σήματα στο UNIX (1)

◆ Αποστολή (**kill()**, **raise()**)

Παράδειγμα:

```
if (kill(pid, SIGUSR1) < 0) {  
    perror("kill");  
    exit(1);  
}
```

◆ Χειρισμός (**signal()**, με SIG_IGN, SIG_DFL ή handler)

Σήματα στο UNIX (1)

◆ Αποστολή (**kill()**, **raise()**)

Παράδειγμα:

```
if (kill(pid, SIGUSR1) < 0) {
    perror("kill");
    exit(1);
}
```

◆ Χειρισμός (**signal()**, με SIG_IGN, SIG_DFL ή handler)

Παράδειγμα:

```
void sighandler(int signum)
{
    got_sigusr1 = 1;
}

if (signal(SIGUSR1, sighandler) < 0) {
    perror("could not establish SIGUSR1 handler");
    exit(1);
}
```

Σήματα στο UNIX (2)

A horizontal blue brushstroke graphic with a textured, painterly appearance, extending across the width of the slide below the title.

Σήματα στο UNIX (2)

◆ Αναξιόπιστα

➔ Τι θα γίνει αν έρθουν πολλά σήματα;

- Η συνάρτηση χειρισμού θα τρέξει από 1 έως n φορές

➔ Τι θα γίνει αν το σήμα έρθει ενώ η συνάρτηση χειρισμού εκτελείται;

◆ Race conditions: αυτό θα δουλέψει;

Σήματα στο UNIX (2)

◆ Αναξιόπιστα

➔ Τι θα γίνει αν έρθουν πολλά σήματα;

- Η συνάρτηση χειρισμού θα τρέξει από 1 έως n φορές

➔ Τι θα γίνει αν το σήμα έρθει ενώ η συνάρτηση χειρισμού εκτελείται;

◆ Race conditions: αυτό θα δουλέψει;

Παράδειγμα:

```
void sighandler(int signum)
{
    got_sigusr1 = 1;
}
. . .
got_sigusr = 0;
while (!got_sigusr1)
    pause(); /* Αναμονή έως ότου ληφθεί κάποιο σήμα */
```

Σήματα στο UNIX (3)

- ◆ Η `signal()` δεν είναι φορητή
- ◆ Ο handler ακυρώνεται όταν εκτελείται (System V)
 - ➔ και πρέπει να επανεγκατασταθεί
 - ➔ ή όχι... BSD. Στο Linux; εξαρτάται... libC vs. kernel
- ◆ Καλύτερη, φορητή λύση: **`sigaction()`**

Σήματα στο UNIX (3)

- ◆ Η `signal()` δεν είναι φορητή
- ◆ Ο handler ακυρώνεται όταν εκτελείται (System V)
 - ➔ και πρέπει να επανεγκατασταθεί
 - ➔ ή όχι... BSD. Στο Linux; εξαρτάται... libC vs. kernel
- ◆ Καλύτερη, φορητή λύση: **`sigaction()`**

Παράδειγμα:

```
struct sigaction sa;
sigset_t sigset;

sa.sa_handler = sigchld_handler;
sa.sa_flags = SA_RESTART;
sigemptyset(&sigset);
sa.sa_mask = sigset;
if (sigaction(SIGCHLD, &sa, NULL) < 0) {
    perror("sigaction");
    exit(1);
}
```

Σήματα στο UNIX (4)



- ◆ Χρήσιμες εντολές
 - ➔ kill, ps, pstree, killall, grep

Σήματα στο UNIX (4)

◆ Χρήσιμες εντολές

➔ kill, ps, pstree, killall, grep

\$ kill -l

1) SIGHUP	2) SIGINT	3) SIGQUIT	4) SIGILL
5) SIGTRAP	6) SIGABRT	7) SIGBUS	8) SIGFPE
9) SIGKILL	10) SIGUSR1	11) SIGSEGV	12) SIGUSR2
. . .			

\$ ps -ef | grep vkoukis|grep bash

```
vkoukis  4277  4276  0 12:17 pts/0    00:00:00 bash
```

\$ kill -TERM 4277

\$ kill -9 4277

\$ killall -9 bash

Σήματα στο UNIX (4)

◆ Χρήσιμες εντολές

➔ kill, ps, pstree, killall, grep

\$ kill -l

1) SIGHUP	2) SIGINT	3) SIGQUIT	4) SIGILL
5) SIGTRAP	6) SIGABRT	7) SIGBUS	8) SIGFPE
9) SIGKILL	10) SIGUSR1	11) SIGSEGV	12) SIGUSR2
. . .			

\$ ps -ef | grep vkoukis|grep bash

```
vkoukis  4277  4276  0 12:17 pts/0    00:00:00 bash
```

\$ kill -TERM 4277

\$ kill -9 4277

\$ killall -9 bash

◆ Όλες οι λεπτομέρειες στα manual pages


SIGCHLD



SIGCHLD

- ◆ SIGCHLD: ένα παιδί άλλαξε κατάσταση
 - ➔ Πέθανε κανονικά
 - ➔ τερματίστηκε από σήμα
 - ➔ έχει σταματήσει λόγω σήματος (SIGTSTP, SIGSTOP)
- ◆ Επιτρέπει στη γονική διεργασία να κάνει `waitpid()` ασύγχρονα, όταν χρειάζεται
 - ➔ Κάτι συμβαίνει σε ένα παιδί
 - ➔ Ο πατέρας λαμβάνει SIGCHLD
 - ➔ Εκτελεί `waitpid()`
 - Ιδανικά: πολλές φορές, με `WNOHANG`

Κώδικας: παράδειγμα χειρισμού SIGCHLD



Κώδικας: παράδειγμα χειρισμού SIGCHLD

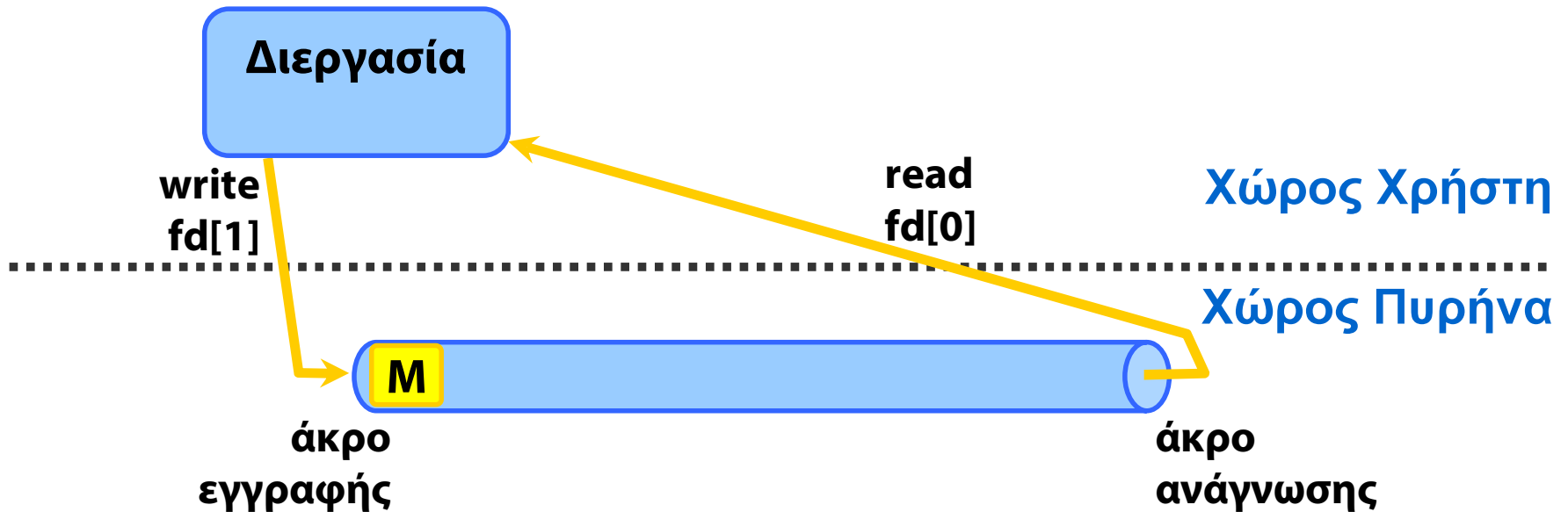
```
void sigchld_handler(int signum)
{
    pid_t p;
    int status;

    /*
     * Something has happened to one of the children.
     * We use waitpid() with the WUNTRACED flag, instead of wait(), because
     * SIGCHLD may have been received for a stopped, not dead child.
     *
     * A single SIGCHLD may be received if many processes die at the same time.
     * We use waitpid() with the WNOHANG flag in a loop, to make sure all
     * children are taken care of before leaving the handler.
     */

    do {
        p = waitpid(-1, &status, WUNTRACED | WNOHANG);
        if (p < 0) {
            perror("waitpid");
            exit(1);
        }
        explain_wait_status(p, status);

        if (WIFEXITED(status) || WIFSIGNALED(status))
            /* A child has died */
        if (WIFSTOPPED(status))
            /* A child has stopped due to SIGSTOP/SIGTSTP, etc... */
    } while (p > 0);
}
```

Σωληνώσεις στο UNIX (1)



- ◆ Ένας από τους βασικότερους μηχανισμούς στο UNIX
- ◆ Μονόδρομη μεταφορά δεδομένων
- ◆ Από το άκρο εγγραφής στο άκρο ανάγνωσης
 - ➔ Δημιουργία με **pipe()**, επικοινωνία με **write()** και **read()**
 - ➔ Αν η σωλήνωση είναι άδεια; → η **read()** μπλοκάρει

Σωληνώσεις στο UNIX (1)

Διεργασία

Χώρος Χρήστη

Χώρος Πυρήνα

```
int fd[2];
```

```
int num1, num2;
```

```
pipe(fd);
```

```
write(fd[1], &num1, sizeof(num1));
```

```
read(fd[0], &num2, sizeof(num2));
```

Σωληνώσεις στο UNIX (1)

Διεργασία

Χώρος Χρήστη

Χώρος Πυρήνα

άκρο
εγγραφής

άκρο
ανάγνωσης

```
int fd[2];
```

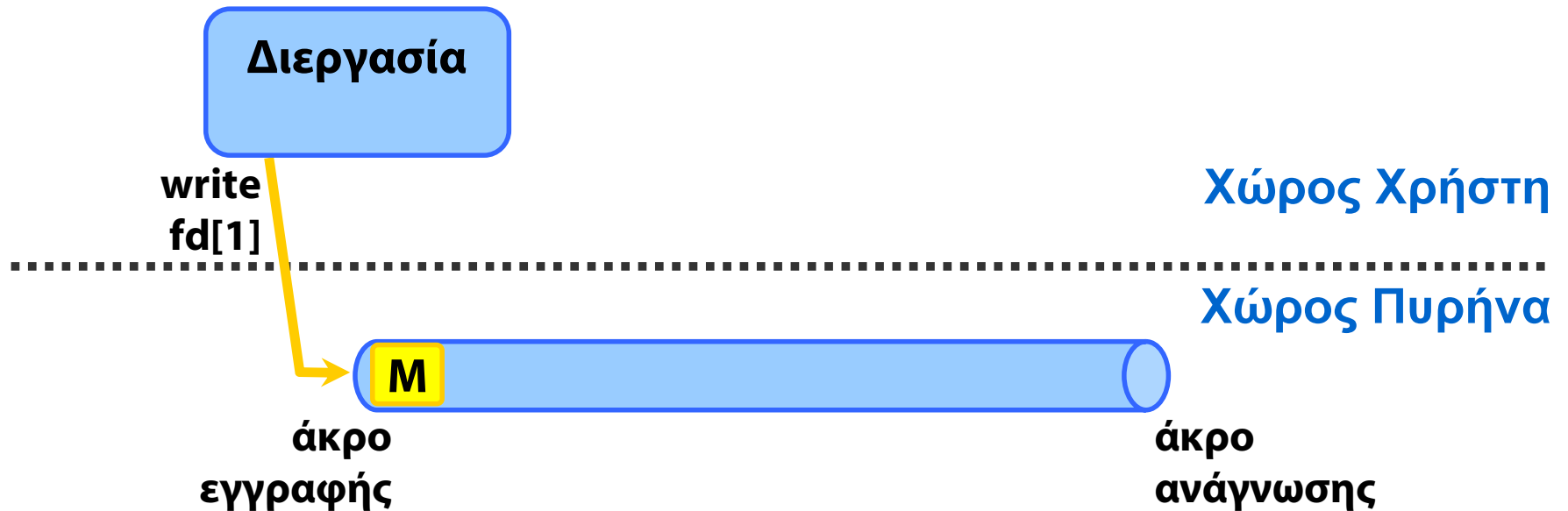
```
int num1, num2;
```

```
→ pipe(fd);
```

```
write(fd[1], &num1, sizeof(num1));
```

```
read(fd[0], &num2, sizeof(num2));
```

Σωληνώσεις στο UNIX (1)



```
int fd[2];
```

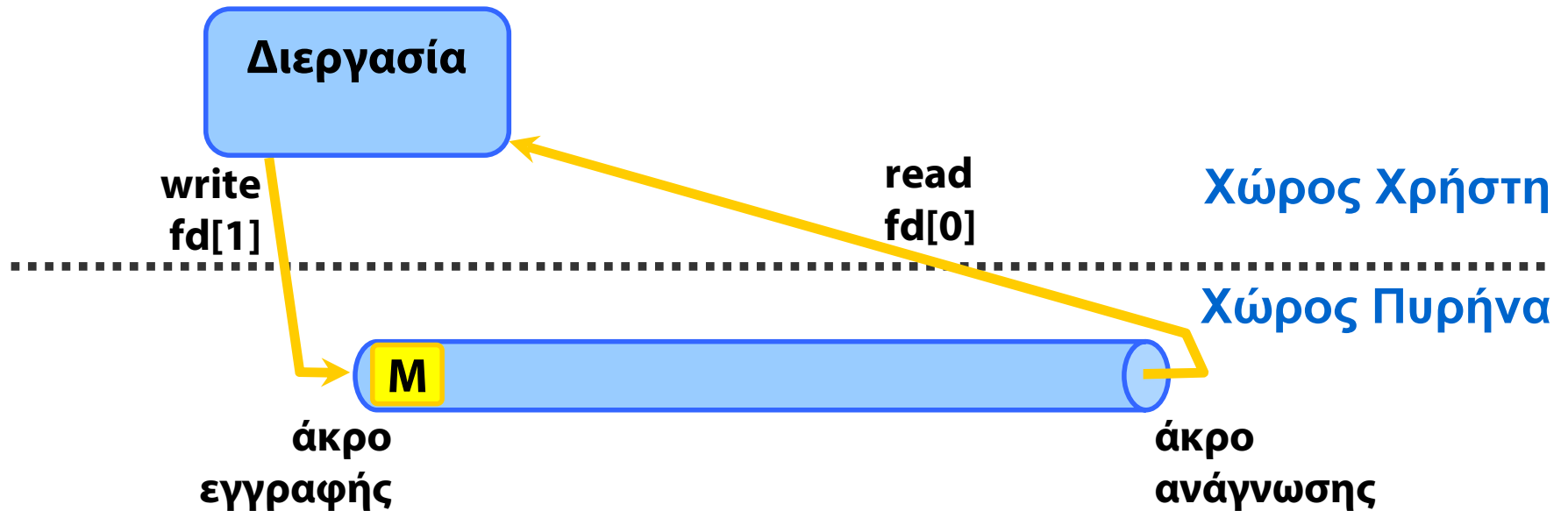
```
int num1, num2;
```

```
pipe(fd);
```

```
→ write(fd[1], &num1, sizeof(num1));
```

```
read(fd[0], &num2, sizeof(num2));
```

Σωληνώσεις στο UNIX (1)



```
int fd[2];
```

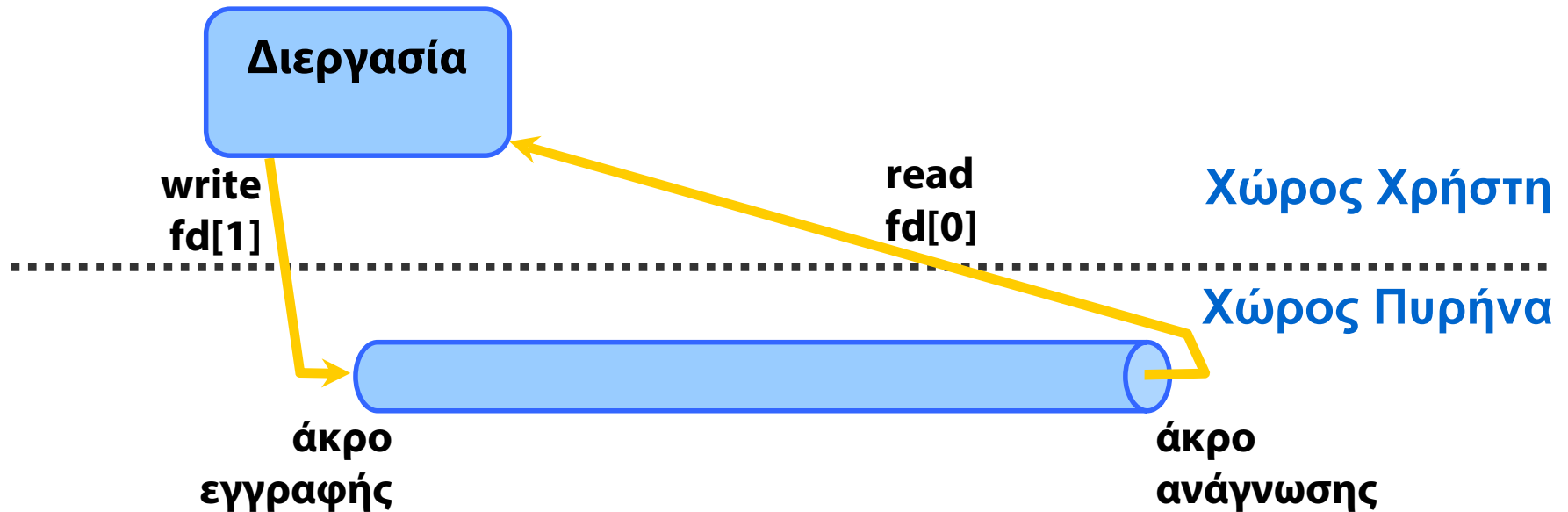
```
int num1, num2;
```

```
pipe(fd);
```

```
write(fd[1], &num1, sizeof(num1));
```

```
→ read(fd[0], &num2, sizeof(num2));
```

Σωληνώσεις στο UNIX (1)



```
int fd[2];
```

```
int num1, num2;
```

```
pipe(fd);
```

```
write(fd[1], &num1, sizeof(num1));
```

```
→ read(fd[0], &num2, sizeof(num2));
```

Σωληνώσεις στο UNIX (2)

**Διεργασία
πατέρας**

Χώρος Χρήστη

.....
Χώρος Πυρήνα

pipe(fd);

fork();

... ο πατέρας κλείνει το άκρο ανάγνωσης

...το παιδί κλείνει το άκρο εγγραφής

Σωληνώσεις στο UNIX (2)

**Διεργασία
πατέρας**

write **read**
fd[1] **fd[0]**

Χώρος Χρήστη

Χώρος Πυρήνα

**άκρο
εγγραφής**



**άκρο
ανάγνωσης**

→ **pipe(fd);**

fork();

... ο πατέρας κλείνει το άκρο ανάγνωσης

...το παιδί κλείνει το άκρο εγγραφής

Σωληνώσεις στο UNIX (2)

**Διεργασία
πατέρας**

write **read**
fd[1] **fd[0]**

Χώρος Χρήστη

Χώρος Πυρήνα

**άκρο
εγγραφής**



**άκρο
ανάγνωσης**

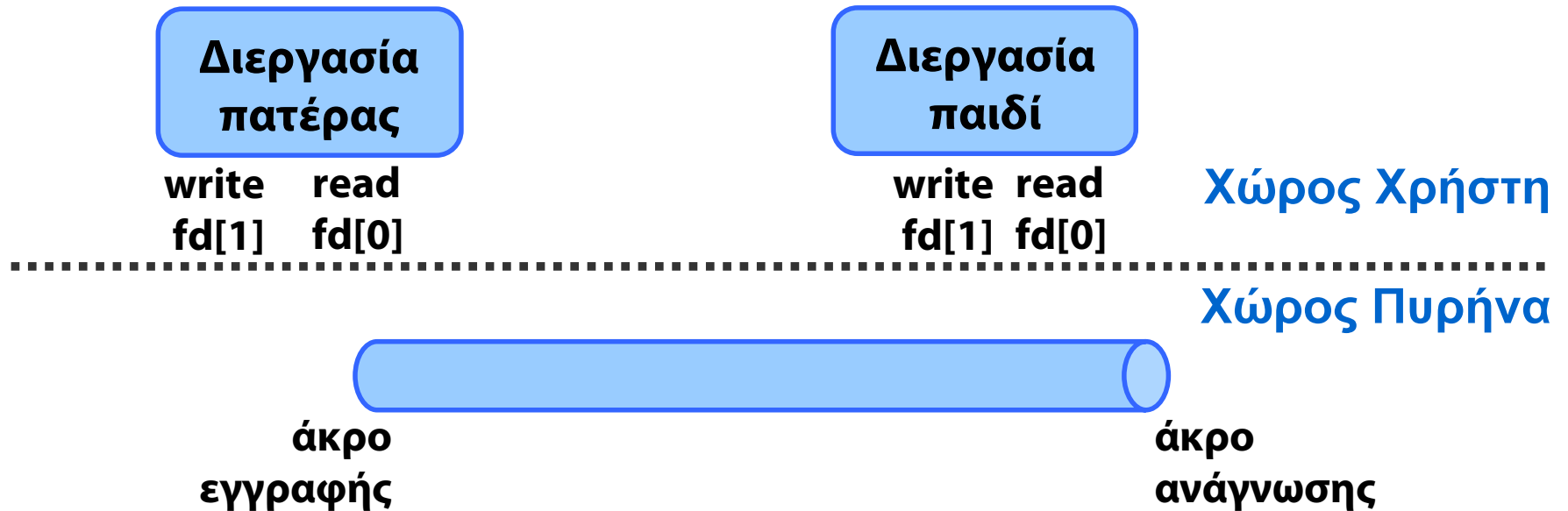
pipe(fd);

→ fork();

... ο πατέρας κλείνει το άκρο ανάγνωσης

...το παιδί κλείνει το άκρο εγγραφής

Σωληνώσεις στο UNIX (2)



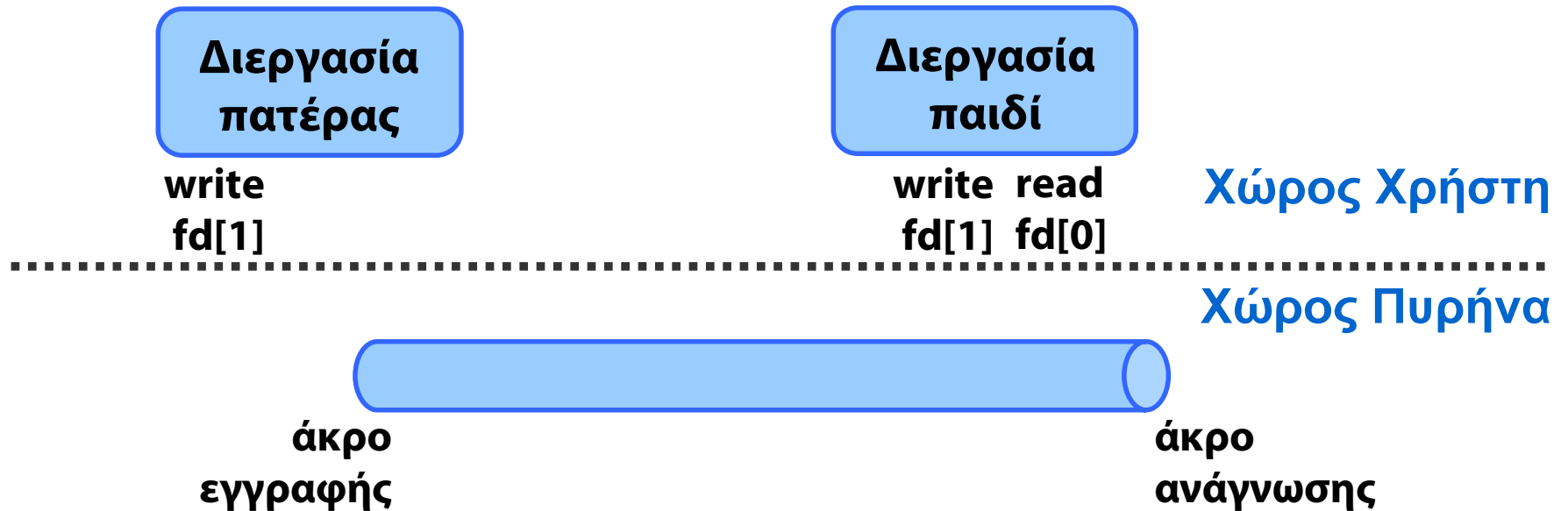
`pipe(fd);`

→ `fork();`

... ο πατέρας κλείνει το άκρο ανάγνωσης

...το παιδί κλείνει το άκρο εγγραφής

Σωληνώσεις στο UNIX (2)



`pipe(fd);`

`fork();`

→ ... ο πατέρας κλείνει το άκρο ανάγνωσης

...το παιδί κλείνει το άκρο εγγραφής

Σωληνώσεις στο UNIX (2)



`pipe(fd);`

`fork();`

... ο πατέρας κλείνει το άκρο ανάγνωσης

→ ...το παιδί κλείνει το άκρο εγγραφής

Σωληνώσεις στο UNIX (2)



`pipe(fd);`

`fork();`

... ο πατέρας κλείνει το άκρο ανάγνωσης

...το παιδί κλείνει το άκρο εγγραφής

Σωληνώσεις στο UNIX (2)



`pipe(fd);`

`fork();`

... ο πατέρας κλείνει το άκρο ανάγνωσης

...το παιδί κλείνει το άκρο εγγραφής

Κώδικας: παράδειγμα IPC με UNIX pipes



Κώδικας: παράδειγμα IPC με UNIX pipes

```
double value;
int pfd[2];
pid_t p;

if (pipe(pfd) < 0) {
    perror("pipe");
    exit(1);
}

p = fork();
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    if (read(pfd[0], &value, sizeof(value)) != sizeof(value)) {
        perror("read from pipe");
        exit(1);
    }
    printf("child received value: value = %f\n", value);
    exit(0);
} else {
    compute_value(&value);
    if (write(pfd[1], &value, sizeof(value)) != sizeof(value)) {
        perror("write to pipe");
        exit(1);
    }
    exit(0);
}
```

Κώδικας: παράδειγμα IPC με UNIX pipes

```
double value;
int pfd[2];
pid_t p;

if (pipe(pfd) < 0) {
    perror("pipe");
    exit(1);
}

p = fork();
if (p < 0) {
    perror("fork");
    exit(1);
} else if (p == 0) {
    if (read(pfd[0], &value, sizeof(value)) != sizeof(value)) {
        perror("read from pipe");
        exit(1);
    }
    printf("child received value: value = %f\n", value);
    exit(0);
} else {
    compute_value(&value);
    if (write(pfd[1], &value, sizeof(value)) != sizeof(value)) {
        perror("write to pipe");
        exit(1);
    }
    exit(0);
}
```

Ερωτήσεις;



Ερωτήσεις;



και στη λίστα:

OS@lists.cslab.ece.ntua.gr