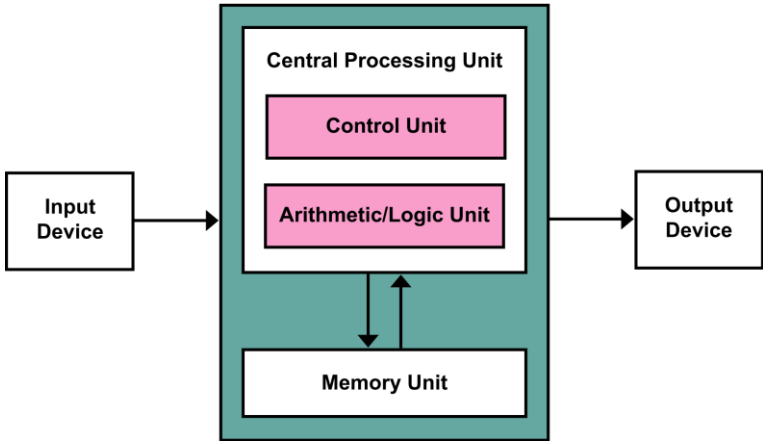
OPERACIJSKI SUSTAVI

Procesi i dretve

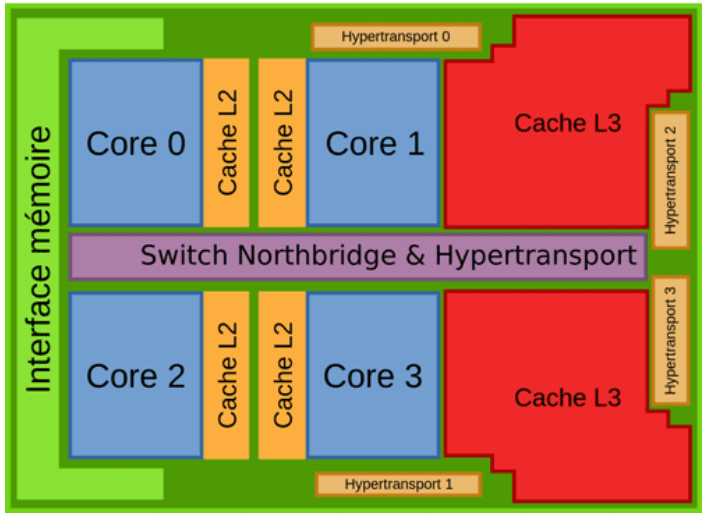
Što ćemo danas raditi?

- Što je proces
- Što je dretva
- Primjeri u C/C++

Jezgra računala (Core)



- Jezgra = fizički procesor = CPU
- Danas skoro sva računala imaju barem dvije jezgre
- Procesor može imati jednu ili više **istih** jezgri
- Svaka jezgra radi brzinom od 1 GHz do 5 GHz (overclocking/turbo za više)
- Zašto nema procesora sa jednom jako brzom jezgrom?



Procesor sa 4 jezgre

Usporedba Intel procesora

Property	i3	i5	i7	i9
Max. Base clock	3.8 GHz	4.1 GHz	3.8 GHz	3.7 GHz
Max. Turbo boost rate	unsupported	unsupported	5.1 GHz	5.2 GHz
Single core turbo	up to 4.6 GHz	up to 4.8 GHz	up to 5.0 GHz	up to 5.1 GHz
Max cores / threads	4/8	6/12	8/16	10/20

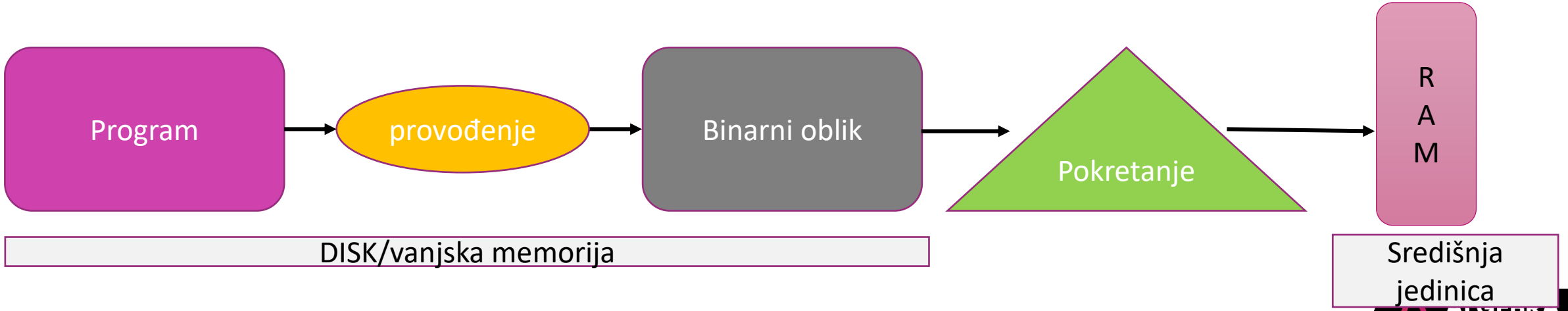
! To nisu programske dretve/thread (već različiti “CPU”ovi, P ili E koji mogu podržavati hyperthreading)

Programi, procesi i dretve

- Program:
  - Skup uputa računalu što treba učiniti i kako to izvesti
  - Primjeri programa:
    - Programi koje koristi operativni sustav,
    - Text-procesori za pisanje teksta
    - Proračunske tablice
    - Baze podataka
  - Programi koji imaju određenu namjenu zovemo „Aplikacije” (npr. Web preglednik, MS Word…)
  - Programi su smješteni na disku u formatu koji se može izvršiti na računalu

Program

- Napisan u nekom programskom jeziku (C, Pythom. PHP, JavaScript…)
- Program se prevodi iz tekstualnog oblika u binarni oblik da se može izvršiti na računalu
  - Neki programi koriste „interpretere” te se provođenje radi samo kada se program pokrene

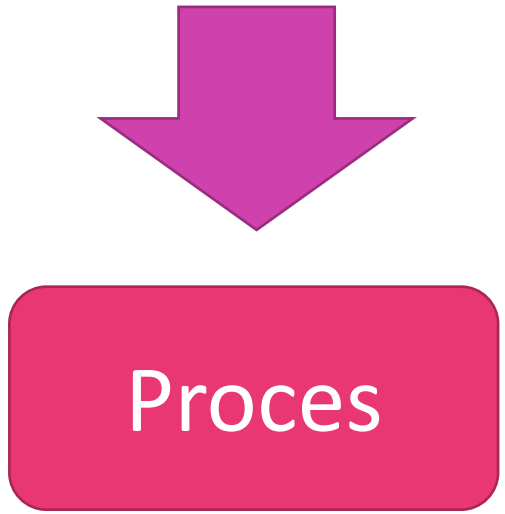


Osnovni pojmovi: Proces

- Proces
  - Instanca programa koja se izvodi
  - Jedan program može imati više instanci (npr. dva puta se otvori)
  - OS se brine da procesi imaju odvojene resurse (nemoguće je pristupiti varijabli drugog procesa iz prvog procesa)

Kako nastaje proces

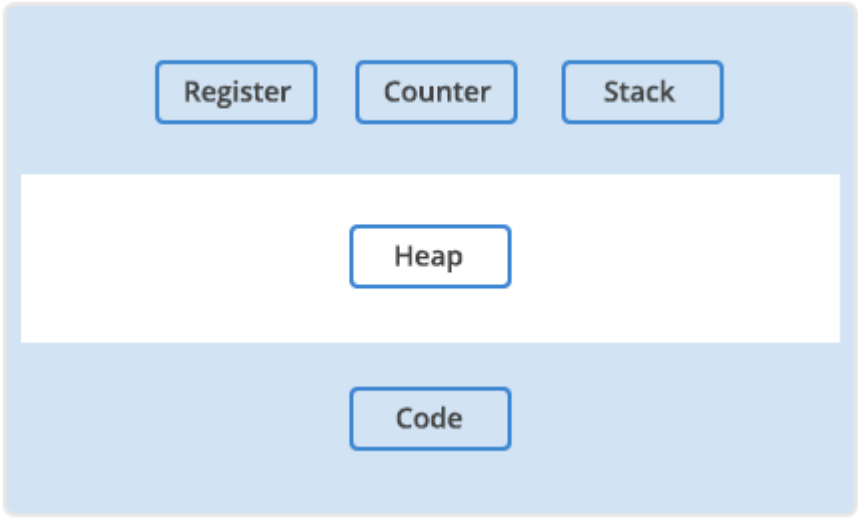
- Program u binarnom obliku je učitan u radnu memoriju
- Program rezervira dodatnu memoriju za svoje varijable
- Program rezervira razne resurse operativnog sustava



- Operativni sustav je mozak za alociranje svih potrebnih resursa

Resursi procesa

- Registri (*Register*)
  - Instrukcije, pohrana adresa…
- Brojači (*Counter*)
  - Vodi brigu koja je trenutna i sljedeća instrukcija na izvršavanju
- Stog (*Stack*)
  - služi za pohranu niza istovrsnih elemenata (omogućava upis i ispis po principu "zadnji koji ulazi - prvi izlazi„ - FIFO)
- Dinamički alocirana memorija (*Heap*)



Detaljnije na predmetu Građa računala

Više procesa

- Primjer:
  - Pokrenuto više istih Aplikacija – više procesa i više nezavisnih alokacija memorije
  - Prebacivanje iz jednog procesa u drugi zahtjeva vrijeme
  - Nezavisnost procesa je bitna odlika Operativnog sustava
    - Lakše je pronaći jedan proces koji je „zapeo” nego „gasiti cijelo računalo”

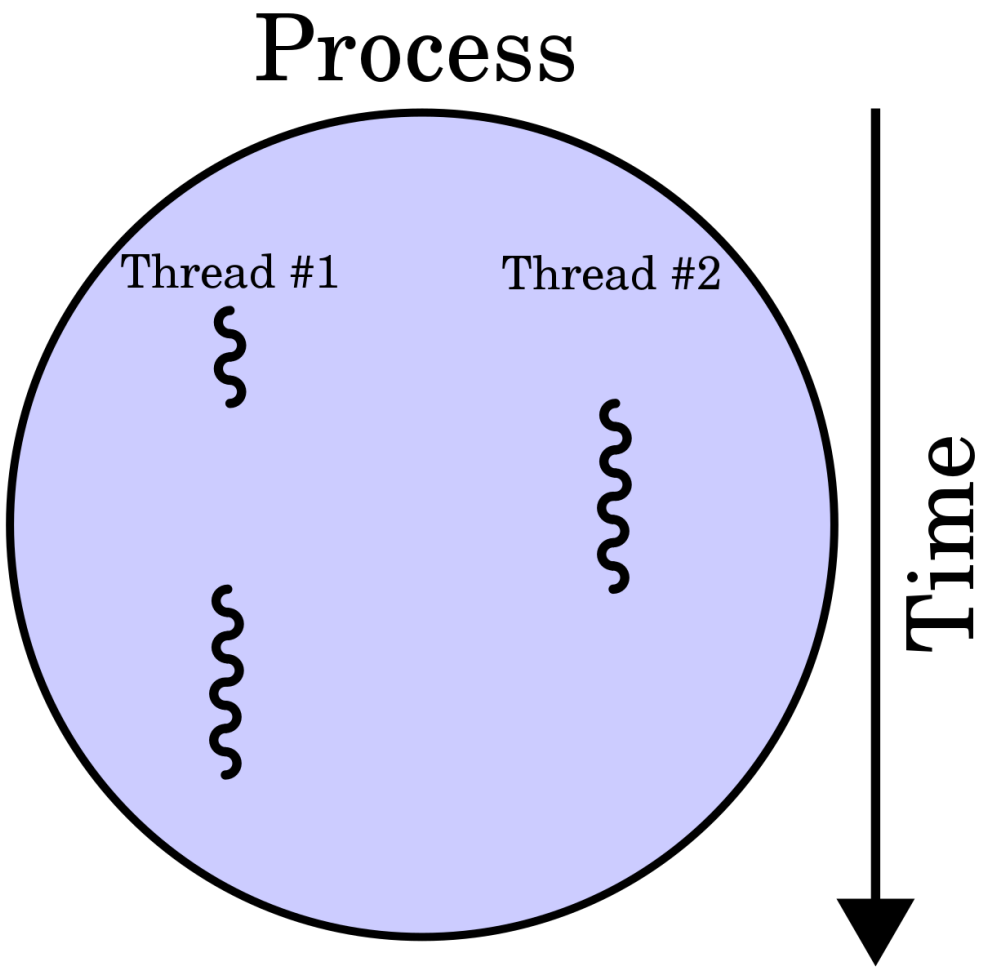
Osnovni pojmovi: Dretva

- Dretva (Thread)
  - Izvršavaju se unutar procesa (kod većine OS-a)
  - Dijele resurse (Memorija tj. adresni prostor)
    - Istoj varijabli mogu pristupiti različite dretve
  - Imaju zaseban stog (Stack)
  - Na sustavu s jednim procesorom događa se time-division multiplexing
    - Procesorsko vrijeme se prebacuje s jedne na drugu dretvu
    - Korisnik ima dojam da se operacije izvode simultano
  - Na višeprocesorskim sustavima dretve se izvode simultano ovisno o broju procesora / jezgara
- Svaki process ima adresni prostor i jednu kontrolnu dretvu

Proces vs. Dretva

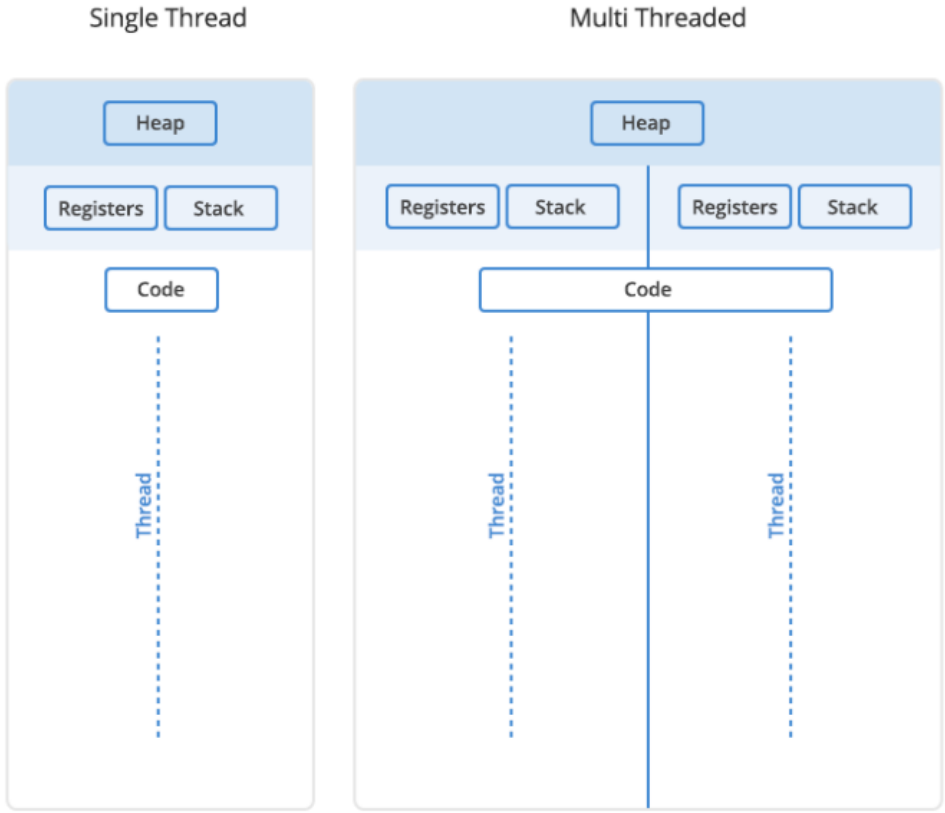
Svojstveno pojedinom procesu	Svojstveno pojedinoj dretvi
Adresni prostor	Programski brojač
Globalne varijable	Registri
Otvorene datoteke	Stog
Procesi djeca	Stanje
Tekući alarmi	
Signali i rukovatelji signalima	

Višedretvenost primjer: jedna dretva čita sa diska, a druga vrši aritmetičke operacije

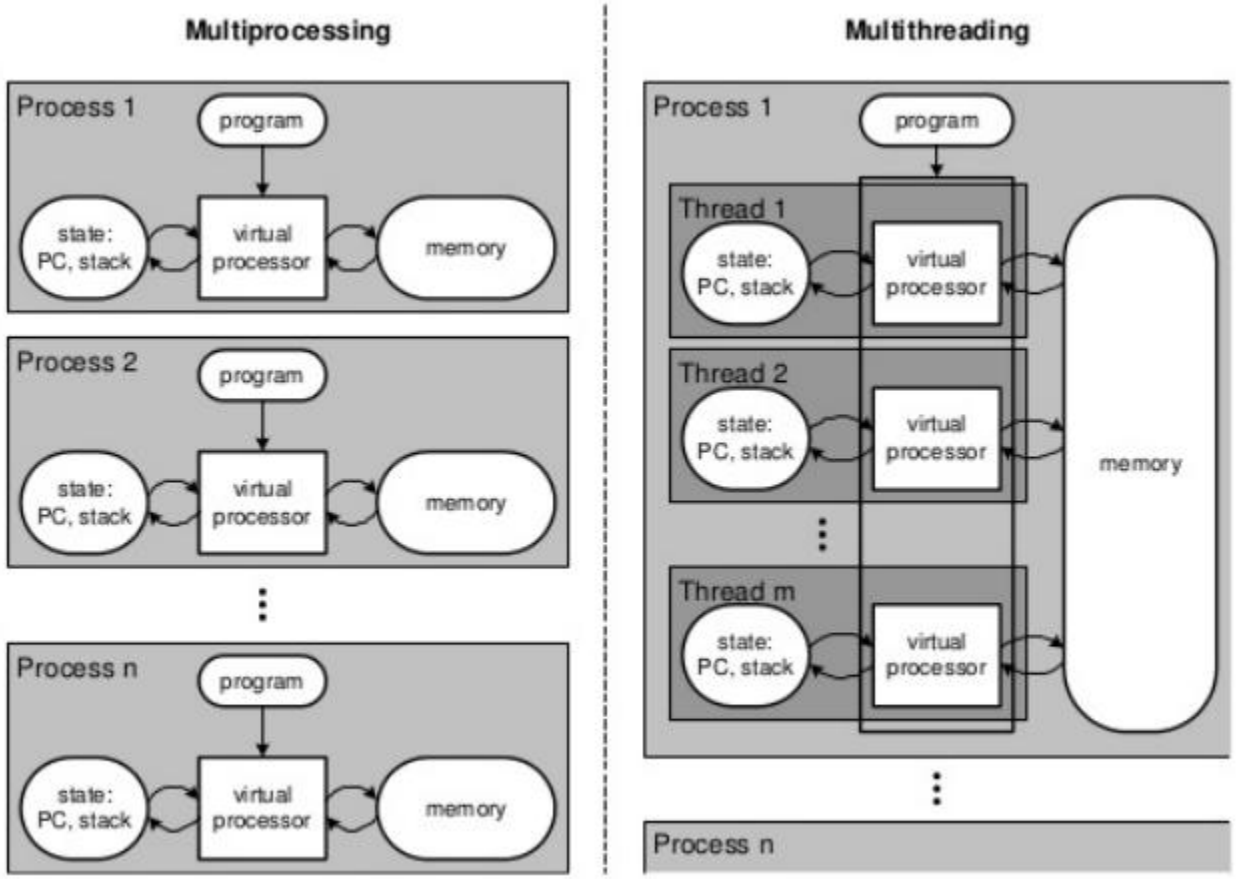


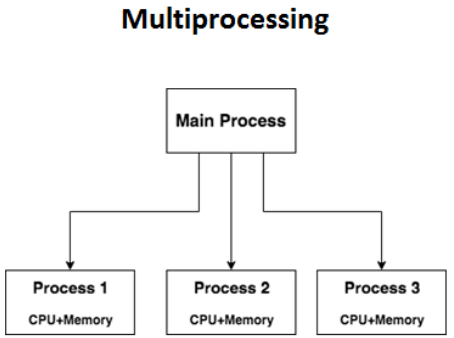
Dretvenost (Thread)

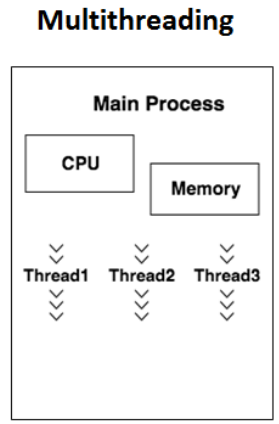
- Jedan proces može imati jednu ili više dretvi



Proces vs. Dretva





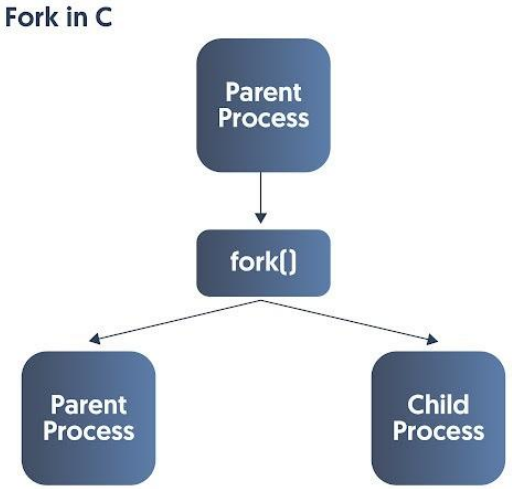


Kreiranje procesa

Comparison Factor / Usporedba	*fork()*	*vfork()*	*exec()*	*clone()*
Invoking/Pozivanje	*fork(),* stvara podređeni process (dijete) pozivajućeg procesa	*vfork()*, stvara podređeni process (dijete) koji dijeli neke atribute s roditeljem	*exec()*, zamjenjuje proces pozivanja	*clone()*, stvara podređeni process (dijete) i nudi veću kontrolu nad dijeljenim podacima
Process ID	Roditelj i dijete imaju jedinstveni (**različiti**) PID	Roditelj i dijete imaju **isti** PID	Proces koji se izvršava i proces koji ga zamjenjuje imaju **isti** PID	Roditelj i dijete imaju jedinstveni (**različiti**) PID ali mogu djeliti memoriju
Execution/Izvršavanje	Roditelj i dijete procesi počinju **istovremeno**	Roditeljski proces je privremeno **zaustavljen** dok se dijete proces izvršava	Roditeljski proces se **terminira** i novi proces počinje od ulazne točke	Roditelj i dijete procesi počinju **istovremeno**

Primjer kreiranja procesa i dretvi u C/C++

- Funkcije:
  - Fork ()
  - Clone ()



- Rezultat funkcije `fork`:
  - fork () < 0 – nije uspio proces kreiranja djeteta
  - fork () = 0 – uspješno kreiran proces djeteta
  - fork () > 0 – informacija roditelju. Vrijednost sadrži PID od djeteta

C/C++ primjeri

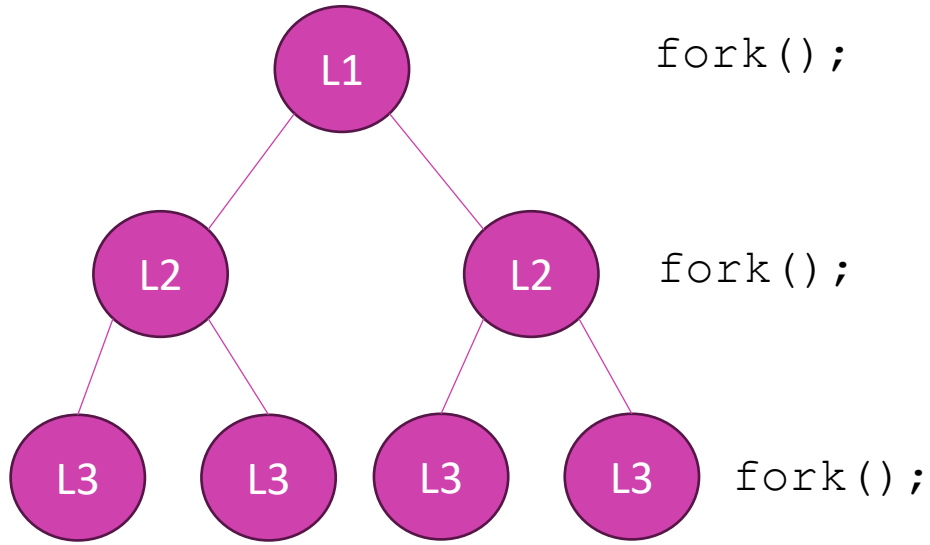
On-line simulator:
https://www.onlinegdb.com/

Fork primjer 1

```
#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>
int main()
{
    fork(); //Linija 1
    fork(); //Linija 2
    fork(); //Linija 3
    printf(„Pozdrav\n");
    return 0;
}
```

Ispis:

Pozdrav
Pozdrav
Pozdrav
Pozdrav
Pozdrav
Pozdrav
Pozdrav
Pozdrav



$n = 3, 2^3 = 8$

NAPOMENA: Simulaciju možete odraditi na https://www.onlinegdb.com/online_c_compiler

Fork primjer 2

```
#include  <stdio.h>
#include  <string.h>
#include  <sys/types.h>

#define   MAX_COUNT  4
#define   BUF_SIZE   10000

int main()
{
     pid_t  pid;
     int    i;
     char   buf[BUF_SIZE];
     pid_t p= fork();
     pid = getpid();
     for (i = 1; i <= MAX_COUNT; i++) {
          sprintf(buf, "Ovo je linija od pid %d, sa vrijednoscu = %d, a ja sam=%d\n", pid, i,p);
          write(1, buf, strlen(buf));
     }
}
```

OUTPUT:

```
Ovo je linija od pid 28076, sa vrijednoscu = 1, a ja sam=28077
Ovo je linija od pid 28076, sa vrijednoscu = 2, a ja sam=28077
Ovo je linija od pid 28076, sa vrijednoscu = 3, a ja sam=28077
Ovo je linija od pid 28076, sa vrijednoscu = 4, a ja sam=28077
   Ovo je linija od pid 28077, sa vrijednoscu = 1, a ja sam=0
   Ovo je linija od pid 28077, sa vrijednoscu = 2, a ja sam=0
   Ovo je linija od pid 28077, sa vrijednoscu = 3, a ja sam=0
   Ovo je linija od pid 28077, sa vrijednoscu = 4, a ja sam=0
```

Fork Primjer 3

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>

#define   MAX_COUNT  20

void  main(void)
{
     pid_t  pid,rez;
     int    i;

for (i=1;i<=MAX_COUNT;i++){
    rez=fork();
    pid = getpid();
    if(rez==-1){
        printf ("Rez=%d A- Ovo je proces (PID) %d kojeg nisam uspio kreirati \n",rez, pid);
    } else if (rez==0){
        printf("Rez=%d  B- Ovo je proces Djete/CHILD (PID)=%d, i=%d \n",rez, pid, i);
    } else{
        printf("Rez=%d  C- Ovo je proces TATA/Parent (PID)=%d, i=%d \n",rez, pid, i);
        //exit(0);
            }
   }
}
```

OUTPUT:

...

Rez=2363 C- Ovo je proces TATA/Parent (PID)=2359, i=1

Rez=0 B- Ovo je proces Djete/CHILD (PID)=2363, i=1

Rez=2364 C- Ovo je proces TATA/Parent (PID)=2359, i=2

Rez=0 B- Ovo je proces Djete/CHILD (PID)=2364, i=2

Rez=2366 C- Ovo je proces TATA/Parent (PID)=2359, i=3

Rez=0 B- Ovo je proces Djete/CHILD (PID)=2366, i=3

...

Rez=2447 C- Ovo je proces TATA/Parent (PID)=2386, i=19

Rez=2446 C- Ovo je proces TATA/Parent (PID)=2396, i=18

Rez=-1 A- Ovo je proces (PID) 2407 kojeg nisam uspio kreirati

Rez=-1 A- Ovo je proces (PID) 2380 kojeg nisam uspio kreirati

...

Python primjer

Primjer Python:

```
# Python code to create child process
import os

def parent_child():
    n = os.fork()

    # n greater than 0  means parent process
    if n > 0:
        print("Parent process and id is : ", os.getpid())

    # n equals to 0 means child process
    else:
        print("Child process and id is : ", os.getpid())

# Driver code
parent_child()
```

Primjer kreiranja dretve

Jednostavni primjer kreiranja dretve:

```c
#include <pthread.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void* func(void* arg)
{
    // detach the current thread
    // from the calling thread
    pthread_detach(pthread_self());

    printf("Inside the thread\n");

    // exit the current thread
    pthread_exit(NULL);
}

void fun()
{
    pthread_t ptid;
    // Creating a new thread
    pthread_create(&ptid, NULL, &func, NULL);
    printf("This line may be printed"
           " before thread terminates\n");

    // The following line terminates the thread manually
    // pthread_cancel(ptid);

    // Compare the two threads created
    if(pthread_equal(ptid, pthread_self()))
        printf("Threads are equal\n");
    else
        printf("Threads are not equal\n");

    // Waiting for the created thread to terminate
    pthread_join(ptid, NULL);

    printf("This line will be printed"
           " after thread ends\n");

    pthread_exit(NULL);
}

// Main code
int main()
{
    fun();
    return 0;
}
```

OUTPUT:

This line may be printed before thread terminates
Threads are not equal
Inside the thread
This line will be printed after thread ends

Primjer sa 4 dretve

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

int no_of_threads = 4;
// Funkcija koju svaka nit izvodi
//Thread job to-do
void* thread_func(void* arg)
{
   int id = *((int*)arg); // dobivamo ID niti (proslijeđen kao argument)
   printf("THREAD %d: STARTED!\n", id);

// simulacija nekog posla
// task simulation
   for (int i = 0; i < 3; i++) {
      printf("Thread %d: i= %d\n", id, i + 1);
      sleep(1); // little job simulation...
   }

   printf(„Thread/dretva %d: ending.\n", id);
   pthread_exit(NULL);
}
```

```
int main()
{
   pthread_t threads[no_of_threads]; //
   int thread_ids[no_of_threads];    //

// Stvaranje dretvi
//Create threads
   for (int i = 0; i < no_of_threads; i++) {
      thread_ids[i] = i + 1;
      int rc = pthread_create(&threads[i], NULL, thread_func,
&thread_ids[i]);
      if (rc) {
         fprintf(stderr, "Greška pri stvaranju dretve/ERROR %d\n", i + 1);
         exit(EXIT_FAILURE);
      }
   }
// Čekanje da sve dretve završe
// Wait until all threads are finished
   for (int i = 0; i < no_of_threads; i++) {
      pthread_join(threads[i], NULL);
   }
   printf("Sve dretve su završile. END of all threads\n");
   return 0;
}
```

```
THREAD 1: STARTED!
Thread 1: i= 1
THREAD 3: STARTED!
Thread 3: i= 1
THREAD 2: STARTED!
Thread 2: i= 1
THREAD 4: STARTED!
Thread 4: i= 1
Thread 1: i= 2
Thread 3: i= 2
Thread 4: i= 2
Thread 2: i= 2
Thread 1: i= 3
Thread 3: i= 3
Thread 2: i= 3
Thread 4: i= 3
Nit 1: ending.
Nit 3: ending.
Nit 2: ending.
Nit 4: ending.
Sve niti su završile. END of all threads
```

- Zašto dretve ne idu po redu (1,3,2,4)?

Hvala na pažnji!