

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

**PROJEKTNI RAD**  
iz  
Arhitekture računara i operativnih sistema

Beograd, februar 2021.

# O projektu

**Predmet:** Arhitektura računara i operativni sistemi

**Tema:** Implementacija "Unisex Bathroom Problem" opisanog u knjizi "The Little Book Of Semaphores" korišćenjem niti i semafora u programskom jeziku C

**Mentor:** Ivan Milenkovic

**Student:** Matija Čolaković, indeks 0132/2019

Fakultet Organizacionih Nauka, Univerzitet u Beogradu.

## Opis problema

Zadatak Projektnog rada je implementacija rešenja problema "Unisex Bathroom " opisanog u knjizi "The Little Book Of Semaphores" korišćenjem niti i semafora u programskom jeziku C uz poštovanje sledećih pravila u cilju sinhronizacije pristupa toaletu:

- Osobe različitog pola ne mogu istovremeno pristupiti toaletu
- Najviše 3 osobe istog pola mogu biti istovremeno u toaletu

## Rešenje problema

Za rešavanje ovog problema koristićemo programski jezik C, POSIX biblioteku za rad sa nitima i semaforima. U prilogu rada dati su source code rešenja ovog sistema kao i izvještaj simulacije pristupanja toaletu od strane zaposlenih.

## Opis fajlova

- unisex\_bathroom.c - fajl koji sadrži glavni program
- function\_prototype.h - fajl sa prototipovima funkcija
- user\_function.h - fajl sa definicijom korisničkih funkcija
- Makefile - fajl za kompajliranje source code-a.
- unisex\_bathroom - izvršna verzija programa
- unisex\_bathroom.pdf - grafički prikaz razumijevanja rada sa semaforima

## Literatura

- TheLittleBookofSemaphores Allen B. Downey  
<http://alumni.cs.ucr.edu/~kishore/papers/semaphores.pdf>
- David R. Butenhof, "Programming with POSIX Threads", Addison-Wesley, 2004.  
<https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>

# PRILOG

## *unisex\_bathroom.c*

```
/*
Seminarski rad AROS
Matija Colakovic 0132/2019
*/
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <pthread.h>
#include <semaphore.h>
#include "function_prototype.h" // fajl sa prototipovima korisnickih funkcija
#include "user_function.h" // fajl sa definicijom korisnickih funkcija

#define MAX_THREAD 20

int main(void){
    srand(time(NULL)); // inicijalizacija random generatora
    printf("Unisex Bathroom problem - PROJEKTNi RAD\n");

    printf("Ukupno %d zaposlenih\n", MAX_THREAD);

    //postavljamo semafore na default vrednosti

    sem_init(&empty, 0, 1);
    sem_init(&maleSwitch, 0, 1);
    sem_init(&femaleSwitch, 0, 1);
    sem_init(&maleMultiplex, 0, MAX_PERSON);
    sem_init(&femaleMultiplex, 0, MAX_PERSON);
    sem_init(&turnstile, 0, 1);

    pthread_t person[MAX_THREAD];

    for(int i = 0; i < MAX_THREAD; i++){
        int *arg = malloc(sizeof(int));
        *arg = i+1;

        if(getGender() == g_female)
            pthread_create(&person[i], NULL, female, arg);
        else
            pthread_create(&person[i], NULL, male, arg);

        thread_delay();
    }

    // join-ujemo sve stvorene niti u glavnu nit
    for(int i = 0; i < MAX_THREAD; i++){
        pthread_join(person[i], NULL);
    }

    sem_destroy(&empty);
    sem_destroy(&maleSwitch);
    sem_destroy(&femaleSwitch);
    sem_destroy(&maleMultiplex);
    sem_destroy(&femaleMultiplex);
    sem_destroy(&turnstile);

    return 0;
}
```

### ***function\_prototype.h***

```
void thread_delay();

void *male(void *);
void *female(void *);

enum gender getGender();
char *genderName(int);

void bathroom_enter(int, int);
void bathroom_access(int, int);
```

### ***user\_function.h***

```
//Maksimalan broj osoba u toaletu
#define MAX_PERSON 3

//enum vrijednosti za pol
enum gender
{
    g_male,
    g_female
};

// inicijalna vrijednost brojacu muskaraca i zana koji zahtijevaju pristup toaletu
int m_count = 0;
int f_count = 0;

// definicija semafora
sem_t empty, maleSwitch, femaleSwitch, maleMultiplex, femaleMultiplex, turnstile;

// funkcija koja vraca string 'muskog pola' ili 'zenskog pola' u zavisnosti od enum
vrijednosti koju predamo kao parametar
char *genderName(int enum_gender){
    if(enum_gender == 0)
        return "muskog pola";
    else
        return "zenskog pola";
}

/* funkcija koja signalizira ulazak osobe u toalet, izlazak osobe iz toaleta, kao i
vrijeme zadržavanja u toaletu */
void bathroom_enter(int g, int id){
    printf("Osoba %s ID %d je usla u toaleta.\n", genderName(g), id);
    int duration = rand() % 6 + 5;
    sleep(duration); // random broj od 5 do 10
    printf("Osoba %s ID %d je izasla iz toaleta posle %ds.\n", genderName(g), id,
duration);
}

// funkcija koja simulira kasnjenje u kreiranu niti
void thread_delay(){
    int duration = rand() % 5;
    sleep(duration);
}

// funkcija koja signalizira zahtjev korisnika za koriscenje toaleta
void bathroom_access(int g, int id) {
    printf("Osoba %s ID %d zeli da udje u toalet.\n", genderName(g), id);
}

// funkcija koja na slucajan nacin vraca pol osobe
enum gender getGender() {
    return (enum gender) (rand() % 2);
}
```

```

/* funkcija koja se koristi prilikom izvršavanja niti a vezana je za osobe muskog pola
da pristupi toaletu */
void *male(void *arg){
    bathroom_access(0, *((int *) arg));
    sem_wait(&turnstile);

    sem_wait(&maleSwitch);
    m_count = m_count + 1;
    if (m_count==1) sem_wait(&empty);
    sem_post(&maleSwitch);

    sem_post(&turnstile);

    sem_wait(&maleMultiplex);
    bathroom_enter(0, *((int *) arg));
    sem_post(&maleMultiplex);

    sem_wait(&maleSwitch);
    m_count = m_count - 1;
    if (m_count==0) sem_post(&empty);
    sem_post(&maleSwitch);
}

/* funkcija koja se koristi prilikom izvršavanja niti a vezana je za osobe muskog pola
da pristupi toaletu */
void *female(void *arg){
    bathroom_access(1, *((int *) arg));
    sem_wait(&turnstile);

    sem_wait(&femaleSwitch);
    f_count = f_count + 1;
    if (f_count==1) sem_wait(&empty);
    sem_post(&femaleSwitch);

    sem_post(&turnstile);

    sem_wait(&femaleMultiplex);
    bathroom_enter(1, *((int *) arg));
    sem_post(&femaleMultiplex);

    sem_wait(&femaleSwitch);
    f_count = f_count - 1;
    if (f_count==0) sem_post(&empty);
    sem_post(&femaleSwitch);
}

```

### ***Makefile***

```

kompajliranje:
    gcc unisex_bathroom.c -lpthread -lrt -std=c99 -o unisex_bathroom

```

## Output

```
$ ./unisex_bathroom
Unisex Bathroom problem - PROJEKTNi RAD
Ukupno 20 zaposlenih
Osoba zenskog pola ID 2 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 2 je usla u toaleta.
Osoba muskog pola ID 1 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 4 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 3 zeli da udje u toalet.
Osoba muskog pola ID 5 zeli da udje u toalet.
Osoba muskog pola ID 7 zeli da udje u toalet.
Osoba muskog pola ID 6 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 8 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 2 je izašla iz toaleta posle 7s.
Osoba muskog pola ID 1 je usla u toaleta.
Osoba zenskog pola ID 9 zeli da udje u toalet.
Osoba muskog pola ID 10 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 11 zeli da udje u toalet.
Osoba muskog pola ID 1 je izašla iz toaleta posle 9s.
Osoba zenskog pola ID 4 je usla u toaleta.
Osoba zenskog pola ID 3 je usla u toaleta.
Osoba zenskog pola ID 12 zeli da udje u toalet.
Osoba muskog pola ID 15 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 14 zeli da udje u toalet.
Osoba muskog pola ID 13 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 16 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 4 je izašla iz toaleta posle 7s.
Osoba muskog pola ID 18 zeli da udje u toalet.
Osoba muskog pola ID 17 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 3 je izašla iz toaleta posle 9s.
Osoba muskog pola ID 5 je usla u toaleta.
Osoba muskog pola ID 7 je usla u toaleta.
Osoba muskog pola ID 6 je usla u toaleta.
Osoba muskog pola ID 19 zeli da udje u toalet.
Osoba zenskog pola ID 20 zeli da udje u toalet.
Osoba muskog pola ID 7 je izašla iz toaleta posle 6s.
Osoba muskog pola ID 6 je izašla iz toaleta posle 7s.
Osoba muskog pola ID 5 je izašla iz toaleta posle 10s.
Osoba zenskog pola ID 8 je usla u toaleta.
Osoba zenskog pola ID 9 je usla u toaleta.
Osoba zenskog pola ID 8 je izašla iz toaleta posle 5s.
Osoba zenskog pola ID 9 je izašla iz toaleta posle 8s.
Osoba muskog pola ID 10 je usla u toaleta.
Osoba muskog pola ID 10 je izašla iz toaleta posle 6s.
Osoba zenskog pola ID 11 je usla u toaleta.
Osoba zenskog pola ID 12 je usla u toaleta.
Osoba zenskog pola ID 11 je izašla iz toaleta posle 7s.
Osoba zenskog pola ID 12 je izašla iz toaleta posle 9s.
Osoba muskog pola ID 15 je usla u toaleta.
Osoba muskog pola ID 15 je izašla iz toaleta posle 5s.
Osoba zenskog pola ID 14 je usla u toaleta.
Osoba zenskog pola ID 14 je izašla iz toaleta posle 6s.
Osoba muskog pola ID 13 je usla u toaleta.
Osoba muskog pola ID 13 je izašla iz toaleta posle 8s.
Osoba zenskog pola ID 16 je usla u toaleta.
Osoba zenskog pola ID 16 je izašla iz toaleta posle 5s.
Osoba muskog pola ID 18 je usla u toaleta.
Osoba muskog pola ID 17 je usla u toaleta.
Osoba muskog pola ID 19 je usla u toaleta.
Osoba muskog pola ID 19 je izašla iz toaleta posle 8s.
Osoba muskog pola ID 18 je izašla iz toaleta posle 10s.
Osoba muskog pola ID 17 je izašla iz toaleta posle 10s.
Osoba zenskog pola ID 20 je usla u toaleta.
Osoba zenskog pola ID 20 je izašla iz toaleta posle 7s.
```

