
Elektrotehnički fakultet u Beogradu
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

Predmet: Multiprocesorski sistemi (13S114MUPS)
Nastavnik: dr Milo Tomašević, red. prof.
Asistent: doc. dr Marko Mišić; Pavle Divović, dipl. ing.
Ispitni rok: Prvi kolokvijum (Novembar 2022.)
Datum: 02.11.2022.

Kandidat:* _____

Broj Indeksa:* _____

*Kolokvijum traje 105 minuta, prvih sat vremena nije dozvoljeno napuštanje kolokvijuma.
Upotreba literature nije dozvoljena.*

<i>Zadatak 1</i>	_____ /15	<i>Zadatak 5</i>	_____ /15
<i>Zadatak 2</i>	_____ /15	<i>Zadatak 6</i>	_____ /10
<i>Zadatak 3</i>	_____ /15	<i>Zadatak 7</i>	_____ /15
<i>Zadatak 4</i>	_____ /15		

Ukupno na kolokvijumu: _____ /100

Napomena: Ukoliko u zadatku nešto nije dovoljno precizno definisano, student treba da uvede razumnu pretpostavku, da je uokviri (da bi se lakše prepoznala prilikom ocenjivanja) i da nastavi da izgrađuje preostali deo svog odgovora na temeljima uvedene pretpostavke. Kod pitanja koja imaju ponuđene odgovore treba **samo zaokružiti** jedan odgovor. Na ostala pitanja odgovarati **čitko, kratko i precizno.** * popunjava student.

1. [15] Objasniti suštinu fenomena *power wall*. Navesti neke tehnike za smanjivanje snage.

2. [14] Objasniti šta je ILP i navesti primere. Diskutovati trendove u iskorišćenju ILP i potkrepiti činjenicama.

3. [15] Nacrtati opštu strukturu savremenog *multicore* procesora. Objasniti koji elementi *Flynn*-ove klasifikacije se u njemu mogu prepoznati?

4. [15] Objasniti karakteristike programskog modela *prenosa poruka*. Nacrtati i objasniti tipičnu arhitekturu sistema koja podržava ovaj model..

5. [15] Korišćenjem OpenMP tehnologije, paralelizovati deo koda u prilogu koji sortira niz korišćenjem *quicksort* algoritma za sortiranje. Obratiti pažnju na efikasnost i korektnost paralelizacije. Smatrati da su sve promenljive ispravno deklarirane.

```
#include <stdio.h>

void quicksort(int *A, int len) {

    if (len < 2) return;

    int pivot = A[len / 2];

    int i, j;

    for (i = 0, j = len - 1; ; i++, j--) {

        while (A[i] < pivot) i++;

        while (A[j] > pivot) j--;

        if (i >= j) break;

        int temp = A[i];

        A[i]      = A[j];

        A[j]      = temp;
    }

    quicksort(A, i);

    quicksort(A + i, len - i);
}

int main (void) {
    // int a[] = ...;
    // int n = ...;
    // Input

    quicksort(a, n);

    // Output

    return 0;
}
```

6. [10] Kod u prilogu je paralelizovan korišćenjem OpenMP tehnologije, ali sadrži određene nedostatke. Diskutovati nedostatke, načine njihovog rešavanja i navesti alternativu.

```
#pragma omp parallel shared(sum)
{
    double factor;
    for (long long i = n * omp_get_thread_num() / N;
        i < n * (omp_get_thread_num() + 1) / N; i++) {
        factor = (i % 2 == 0) ? 1.0 : -1.0;
        #pragma omp critical
        {
            sum += factor / (2*i+1);
        }
    }
}
```

7. [15] Neka se posmatra jedna aplikacija koja vrši obradu video snimka. Aplikacija najpre učitava video snimak visoke rezolucije, tipično 3840 x 2160 sa 60 slika u sekundi (*frames per second* – FPS), zatim primenjuje zadate filtere i na kraju upisuje rezultate svoga rada. Nakon merenja performansi sekvencijalne implementacije posmatrane aplikacije pri uobičajenoj upotrebi, dobijeni su sledeći rezultati: aplikacija 5% vremena provodi obavljajući ulazno-izlazne operacije, a 95% vremena provodi u obradi podataka. Tipično vreme obrade pojedinačne slike (*frame-a*) korišćenjem jednog jezgra je 50ms.
- a) [7] Ukoliko se aplikacija paralelizuje za izvršavanje na SMP sistemu sa 4 jezgara na 2GHz sa 32GB memorije, navesti formulu za Amdalov zakon i odrediti maksimalno moguće ubrzanje koje se može postići za zadataku aplikaciju sa datom konfiguracijom.

b) **[8]** Da li je postignuto ubrzanje u slučaju pod a) dovoljno da se postigne prikazivanje obrađenog snimka u realnom vremenu, odnosno da se zadrži FPS od 60 slika po sekundi? Diskutovati moguće načine za paralelizaciju obrade, kao i hardverske alternative koje bi omogućile postizanje odgovarajućeg FPS. Smatrati da se pojedinačne slike u okviru snimka mogu nezavisno obrađivati.