
Elektrotehnički fakultet u Beogradu
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

Predmet: Multiprocesorski sistemi (13S114MUPS)

Nastavnik: dr Marko Mišić, vanr. prof

Asistent: Matija Dodović, mast. ing.

Ispitni rok: Jul-1 2025. (izmenjene propozicije)

Datum: 19.08.2025.

Kandidat:* _____

Broj Indeksa:* _____

*Ispit traje 180 minuta, prvih sat vremena nije dozvoljeno napuštanje ispita.
Upotreba literature nije dozvoljena.*

<i>Zadatak 1</i>	_____/5	<i>Zadatak 6</i>	_____/10
<i>Zadatak 2</i>	_____/10	<i>Zadatak 7</i>	_____/10
<i>Zadatak 3</i>	_____/10	<i>Zadatak 8</i>	_____/10
<i>Zadatak 4</i>	_____/10	<i>Zadatak 9</i>	_____/15
<i>Zadatak 5</i>	_____/10	<i>Zadatak 10</i>	_____/10

Ukupno na ispitu: _____/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.

2. **[10]** Diskutovati osnovne karakteristike implicitnih i eksplicitnih paralelnih programskih modela u kontekstu modela zajedničke memorije. Kao primer koristiti OpenMP i Java niti.

3. **[10]** Precizno objasniti akcije i prelaze u dijagramu stanja za protokol *MSI*. Koji je osnovni nedostatak?

4. **[10]** Objasniti strukturu i princip rada UMA i NUMA multiprocesorskih sistema sa zajedničkom memorijom. Odgovor ilustrovati slikom.

5. [10] Objasniti *DiriNB* tehniku za smanjivanje širine kataloga. Na koji način ona štedi prostor? Koje su njene prednosti i nedostaci?

6. [10] Definirati pojam *crossbar* interkonekcijske mreže, prednosti, nedostatke i najčešće slučajeve korišćenja. Odgovor ilustrovati slikom.

7. **[10]** Da li postoje razlike u implementaciji rutina za komunikaciju tačno dva procesa i kolektivnih operacija kod MPI biblioteke u zavisnosti od dostupne mrežne topologije? Objasniti na primeru slanja (deljenja) jednog niza korišćenjem *MPI_Scatter* poziva i slanja tog istog niza sa nekoliko *MPI_Send* operacija.

8. **[10]** Optimizacija OpenMP koda

- a) **[3]** Kakva je namena *nowait* odredbe *for* direktive paralelnog regiona i na koji način ona funkcioniše kod OpenMP tehnologije?
- b) **[3]** Kakva je namena *atomic* direktive paralelnog regiona i na koji način ona funkcioniše kod OpenMP tehnologije?
- c) **[4]** Priloženi paralelni region računa skalarni proizvod dva vektora. Razmotriti primenu *atomic* direktive i *nowait* odredbe i obrazložiti odgovor.

```
#pragma omp parallel
{
#pragma omp for
    for (i=0; i < N; i++) {
        a[i] = rand(); b[i] = rand();
    }
#pragma omp for shared(a,b)
    for (i=0; i < N; i++)
        sum = sum + (a[i] * b[i]);
}
```

9. [15] Korišćenjem OpenMP tehnologije, paralelizovati funkciju koja računa vrednosti korelacije u okviru zadatog uzorka signala. Obratiti pažnju na efikasnost paralelizacije.

```
double *corr ( int n, double x[], int m ){
    int I, j;
    double *r, xbar;
    r = ( double * ) malloc ( ( m + 1 ) * sizeof ( double ) );

    for ( i = 0; i <= m; i++ ) {

        r[i] = 0.0;
    }

    xbar = 0.0;

    for ( j = 0; j < n; j++ ) {

        xbar = xbar + x[j];
    }

    xbar = xbar / ( double ) ( n );

    for ( i = 0; i <= m; i++ ) {

        for ( j = 0; j < n - i; j++ ) {

            r[i] = r[i] + ( x[i+j] - xbar ) * ( x[j] - xbar );
        }
    }

    for ( i = 0; i <= m; i++ ) {

        r[i] = r[i] / ( double ) ( n );
    }

    return r;
}
```

10. [10] Dat je multiprocesorski sistem sa 4 identična procesora, koji koristi *Dragon* protokol za održavanje koherencije keš memorije. Svaka keš memorija ima po 2 ulaza, koji su veličine jedne reči. Preslikavanje je **direktno**. Početne vrednosti podataka su 0. Svaki upis uvećava vrednost izmenjenog podatka za 1. Na početku su sve keš memorije prazne. Data je sledeća sekvenca pristupa memoriji:

1. P0,R,A0	3. P2,W,A0	5. P1,W,A2	7. P1,R,A2
2. P1,R,A0	4. P2,R,A2	6. P1,R,A1	8. P0,R,A1

Napisati stanja koherencije u svim procesorima i stanje memorije posle svake promene i skicirati opisani sistem u trenutku 8. [8 poena]

Da li procesori pristupaju memoriji i kada? Za svaki pristup navesti razlog. [2 poena]

Trenutak 1												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	
												A1	
												A2	
												A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 2												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	
												A1	
												A2	
												A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 3												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	
												A1	
												A2	
												A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 4												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	
												A1	
												A2	
												A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 5

P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 6

P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 7

P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 8

P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:
