
Elektrotehnički fakultet u Beogradu
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

Predmet: Multiprocesorski sistemi (13E114MUPS)

Nastavnik: dr Milo Tomašević, red. prof.

Asistent: doc. dr Marko Mišić

Ispitni rok: Jun 2020.

Datum: 19.06.2020.

Kandidat:* _____

Broj Indeksa:* _____

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

<i>Zadatak 1</i>	_____ /10	<i>Zadatak 6</i>	_____ /10
<i>Zadatak 2</i>	_____ /5	<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 u okviru (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. [10] Izvesti *Amdahl*-ov zakon i interpretirati ga. Koju vrstu skalabilnosti podrazumeva? Koji faktori dodatno ograničavaju ubrzanje?

2. [5] Koji elementi *Flynn*-ove klasifikacije se prepoznaju u savremenim višejezgarnim procesorima?

3. **[10]** Koja operacija se optimizuje u MOESI protokolu? Objasniti stanja i karakterisati ih u pogledu validnosti, ekskluzivnosti i vlasništva ?

4. **[10]** Diskutovati efekat povećanja veličine bloka u keš memorijama multiprocesorskih sistema.

5. [10] Objasniti strukturu i način održavanja kataloga kod *directory* protokola sa grubim vektorom. Ukratko objasniti prednosti i nedostatke ovog protokola.

6. [10] Objasniti i nacrtati interkonekcionu mrežu sa topologijom hiperkocke ($n = 4$). Navesti vrednosti relevantnih parametara. Koji je osnovni nedostatak?

7. [10] Neka se posmatra isečak koda u prilogu. Navesti gde u kodu postoje sinhronizacione tačke i objasniti da li se i na koji način može izvršiti optimizacija koda dostupnim odredbama.

```
#pragma omp parallel
{
    b();
    #pragma omp for
    for (int i = 0; i < 10; ++i) {
        c(i);
    }
    #pragma omp critical
    {
        d();
    }
}
z();
```

8. [10] Objasniti način kako se može efikasno sproversti operacija redukcije na grafičkom procesoru i nacrtati odgovarajuću redukcionu šemu. Koje uslove mora da zadovolji redukциони operator da bi operacija mogla da se sprovede? Koje alternative mogu da se koriste?

9. [15] Korišćenjem MPI tehnologije, paralelizovati kod u prilogu koji računa vrednost određenog integrala korišćenjem Simpsonovog 1/3 pravila. Obratiti pažnju na efikasnost i korektnost paralelizacije. Smatrati da je MPI okruženje već inicijalizovano, a da proces gospodar ima sve dostupne ulazne podatke i da ravnopravno vrši obradu.

```
float simpsons(float ll, float ul, int n) {
    float h = (ul - ll) / n, x[10], fx[10];
    for (int i = 0; i <= n; i++) {
        x[i] = ll + i * h; fx[i] = func(x[i]);
    }
    float res = 0;
    for (int i = 0; i <= n; i++) {
        if (i == 0 || i == n) res += fx[i];
        else if (i % 2 != 0) res += 4 * fx[i];
        else res += 2 * fx[i];
    }
    res = res * (h / 3);
    return res;
}
```

10. [10] Dat je multiprocesorski sistem sa 4 identična procesora, koji koristi *Firefly* 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. P1,R,A0	5. P0,W,A2	7. P1,R,A2
2. P0,W,A0	4. P2,R,A1	6. P0,R,A2	8. P0,W,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	

Pristupi memoriji:

Trenutak 2												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	

Pristupi memoriji:

Trenutak 3												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	

Pristupi memoriji:

Trenutak 4												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	

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:
