
Elektrotehnički fakultet u Beogradu
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

Predmet: Multiprocesorski sistemi (13S114MUPS, 13E114MUPS)

Nastavnik: dr Milo Tomašević, red. prof.

Asistent: doc. dr Marko Mišić

Ispitni rok: Septembar 2021.

Datum: 17.09.2021.

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.

1. [5] Objasniti i obrazložiti trendove u pogledu povećanja radne frekvencije u savremenim procesorima.

2. [10] Objasniti na kojem nivou (procesor, memorija, U/I) se ostvaruje komunikacija i sinhronizacija u paralelnim programskim modelima zajedničke memorije, prenosa poruka i paralelnih podataka.

3. [10] Precizno objasniti sve akcije i prelaze između stanja koji se dešavaju prilikom upisa u protokolu *Dragon*. Nacrtati odgovarajući deo dijagrama stanja.

4. [10] Objasniti efekat lažnog deljenja (*false sharing*) kod upotrebe keš memorija. Kojim tehnikama se može umanjiti njegov uticaj?

5. [10] Objasniti strukturu kataloga kao i funkcionisanje protokola *Dir i SW*.

6. [10] Šta su direktne interkonekzione mreže? Objasniti najvažnije parametre kojima se karakterišu, kao i njihove poželjne vrednosti?

7. [10] Objasniti gde se i kako koriste *eager* i *rendezvous* tehnike prilikom komunikacije u okviru MPI biblioteke. Koje su prednosti i mane jedne i druge tehnike i da li se mogu koristiti u kombinaciji?

8. [10] Priloženi kod predstavlja CUDA jezgro koje vrši množenje dve matrice M i N. Kod je napisan sa određenim ograničenjima u smislu korektnosti i performansi. Objasniti koja su to ograničenja i kako ih je moguće ispraviti.

```
__global__ void simpleMatMul(float* d_M, float* d_N, float* d_P, int width)
{
    int row = blockIdx.y*width+threadIdx.y;
    int col = blockIdx.x*width+threadIdx.x;

    float product_val = 0
    for(int k=0;k<width;k++) {
        product_val += d_M[row*width+k]*d_N[k*width+col];
    }
    d_p[row*width+col] = product_val;
}
```

9. [15] Korišćenjem OpenMP tehnologije paralelizovati deo koda u prilogu koji pronalazi broj kombinacija u kojima neki broj d zadovoljava uslove Pitagorine četvorke ($a^2 + b^2 + c^2 = d^2$). Obratiti pažnju na efikasnost paralelizacije. Paralelizaciju sprovesti korišćenjem *task*-ova.

```
int a,b,c,d, s = 0;

int r[N+1];

memset(r,0,sizeof(r));

for(a=1; a<=N; a++){

    for(b=a; b<=N; b++){

        int aabb;

        if(a&1 && b&1) continue;

        aabb=a*a + b*b;

        for(c=b; c<=N; c++){

            int aabbcc=aabb + c*c;

            d=(int)sqrt((float)aabbcc);

            if(aabbcc == d*d && d<=N) {

                r[d]+=1;

                s++;
            }
        }
    }
}
```

10. [10] Dat je multiprocesorski sistem sa 4 identična procesora, koji koristi *MSI* 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, W, A0	3. P1, W, A0	5. P0, W, A2	7. P0, R, A1
2. P0, R, A0	4. P1, R, A2	6. P0, R, A0	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											
P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 2											
P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 3											
P0			P1			P2			P3		

Memorija	
A0	
A1	
A2	
A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 4											
P0			P1			P2			P3		

Memorija	
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:
