
Elektrotehnički fakultet u Beogradu
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

Predmet: Multiprocesorski sistemi (13E114MUPS, 13S114MUPS)

Nastavnik: dr Milo Tomašević, red. prof.

Asistent: doc. dr Marko Mišić; Matija Dodović, dipl. ing.

Ispitni rok: Jul 2023.

Datum: 06.07.2023.

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] Ukratko objasniti šta je *power wall* i kako se prevazilazi.

2. [10] Opisati karakteristike sistolnih arhitektura. Diskutovati prednosti i nedostatke.

3. [10] Nacrtati digram prelaza i objasniti rad MSI protokola ako se pri upisu u validan blok koristi posebna transakcija *BusUpgr.* Protokol nadgraditi i *ReadBroadcast* funkcionalnošću.

4. [10] Šta je osnovni cilj povećanje veličine bloka keš memorije? Objasniti pozitivne i negativne efekte.

5. [10] Komparativno objasniti strukuru kataloga i operacije kod protokola Dir_iNB i Dir_iB .

6. [10] Objasniti kako se dolazi do reda funkcije hardverske složenosti i funkcije latencije u višestepenoj interkonekcionoj mreži (MIN) dimenzije n . Nacrtati mrežu tipa *Omega* i prikazati primer blokiranja između dve poruke.

7. [10] Šta su to virtuelne topologije kod MPI biblioteke? Navesti vrste ovih topologija, kao i prednosti i mane njihovog korišćenja.

8. [10] Funkcija u prilogu može prouzrokovati određene probleme sa performansama prilikom izvršavanja na GPU kada se istovremeno pozove iz jezgra od strane više niti. Navesti i objasniti koji su to problemi i napisati alternativnu verziju funkcije koja te probleme rešava ili umanjuje.

```
__device__ int calc (int arg) {  
    int result;  
    if (threadIdx.x % 2)  
        result = foo(arg);  
    else  
        result = bar(arg);  
    return result;  
}
```

9. [15] Koristeći OpenMP tehnologiju paralelizovati funkciju koja računa histogram osvetljenja (*alpha*) date slike na vidljivim pixelima. Smatrati da osvetljenje može uizmati najviše 255 različitih vrednosti. Obratiti pažnju na efikasnost paralelizacije i sinhronizacije i obrazložiti upotrebljeni konstrukt.

```
struct Pixel{ unsigned char r, g, b, alpha; };
void histogram(Pixel** image, int* histo, int h, int w) {

    for (int i=0; i<255; i++) {

        histo[i] = 0;
    }

    for (int i=0; i<w; i++) {

        for (int j=0; j<h; j++) {

            if (image[j][i].alpha != 0)

                histo[image[j][i].alpha]++;

        }

    }

}
```

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