
Elektrotehnički fakultet u Beogradu
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

Predmet: Multiprocesorski sistemi (13S114MUPS)
Nastavnik: dr Milo Tomašević, red. prof.; dr Marko Mišić, vanr. prof.
Asistent: Matija Dodović, dipl. ing.
Ispitni rok: Prvi kolokvijum - popravni (januar 2024.)
Datum: 16.01.2024.

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] Opisati glavne klase računarskih sistema i njihove karakteristike.

2. [15] Izvesti *Amdahl*-ov zakon. Koja je njegova osnovna pretpostavka? Koji faktori praktično ograničavaju teoretsku vrednost ubrzanja?

3. [15] Definirati pojam programskog modela. Kako se oni realizuju? Nabrojati tri osnovna paralelna programska modela i identifikovati na kom nivou sistema se ostvaruje komunikacija i sinfrazionizacija.

4. [15] Objasniti programski model *zajedničke memorije*. Nacrtati i objasniti tipičnu paralelnu arhitekturu koja podržava ovaj model.

5. [15] Korišćenjem OpenMP tehnologije, paralelizovati funkciju koja računa vrednosti vrednosti gradijenta zadate slike. Obratiti pažnju na efikasnost paralelizacije.

```
enum orientation : unsigned char {
    None, Vertical, Horizontal
}
double *grad ( size_t rows, size_t cols, int img[],
               short gradImg[], char dirImg[] ) {

    for (size_t i = 1; i < rows - 1; i++) {

        for (size_t j = 1; j < cols - 1; j++) {

            size_t index = i * cols + j;

            int com1 = img[index + cols + 1] - img[index - cols - 1];

            int com2 = img[index - cols + 1] - img[index + cols - 1];

            int gx = com1 + com2 + img[index + 1] - img[index - 1];

            int gy = com1 - com2 + img[index + cols] - img[index - cols];

            int sum = hypot(gx, gy);

            gradImg[index] = sum;

            if (sum >= THRESHOLD) {

                dirImg[index] = abs(gx) >= abs(gy) ? Vertical : Horizontal;

            }

        }

    }

}
```

6. [10] Sinhronizacija OpenMP koda

a) [3] Kakva je namena *critical* 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 *critical* i *atomic* direktiva 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]);
}
```

7. [15] Posmatra se jedna aplikacija koja vrši obradu nad paketima podataka reda veličine nekoliko desetina MB koji se mogu nezavisno obrađivati. Aplikacija se izvršava na računarskom sistemu sa deljenom memorijom koji sadrži 8 jezgara koja rade na 2GHz i poseduje 16GB RAM. Nakon merenja performansi sekvencijalne implementacije posmatrane aplikacije pri uobičajenoj upotrebi, dobijeni su sledeći rezultati: aplikacija 10% vremena provodi obavljajući ulazno-izlazne operacije, a 90% vremena provodi u obradi podataka. Vreme potrebno da bude obrađen jedan paket podataka korišćenjem jednog procesora varira i tipično iznosi 10-100s. Objasniti najpogodniju strategiju paralelizacije navedene aplikacije i šta je neophodno uraditi da bi se dobile nabolje performanse. Koliko je maksimalno ubrzanje moguće ostvariti na zadatom multiprocesorskom sistemu? Prilikom određivanja maksimalnog ubrzanja, pretpostaviti da dodatno vreme uvedeno paralelizacijom ne postoji i navesti formulu za Amdalov zakon koja odgovara toj pretpostavci.