

1. (6) Tablica istinitosti Boole-ove funkcije predstavljena je nizom (nula i jedinica) dužine  $n$ . Napišite algoritam za CREW PRAM računalo koji će odrediti/položaj/ prve i posljednje znamenke nule u tablici istinitosti (položaj je broj u intervalu  $[0, n-1]$ , možemo pretpostaviti da postoje barem dvije nule). Nakon toga potrebno je odrediti/broj znamenki jedinica/ koje se nalaze između prve i posljednje znamenke nule. Na raspolaganju su  $n$  procesora te funkcije scan i reduce za proizvoljnu operaciju.
2. (4) Napišite algoritam logaritamske složenosti za CREW PRAM računalo koji će za zadani niz cjelobrojnih vrijednosti  $A[i]$  dužine  $n$  odrediti (ispisati) koliko je elemenata niza djeljivo cjelobrojom vrijednošću u varijabli  $djelitelj$ . Koja je optimalna složenost ako se problem rješava na CREW PRAM računalo?
3. (4) Koristeći MPI funkcije Send i Recv (skraćena sintaksa) napišite odsječak programa /logaritamske složenosti/ (po broju poslanih poruka po procesu) koji će za  $N$  procesa ostvariti funkciju MPI-Barrier, tj. postići da svi procesi moraju doći do istog odsjeka prije nego bilo koji proces može nastaviti s izvođenjem. (U svakom procesu varijabla  $ID$  je indeks, a varijabla  $N$  ukupni broj procesa.)
4. (3) Navedite i definirajte barem 3 parametra operatora migracije koji se javljaju u raspodijeljenom evolucijskom algoritmu.
5. (3) Navedite tri razine memorije (tri vrste pristupa) u arhitekturi GPU te ukratko navedite njihove razlike.
6. (2) Što označavaju pojmovi radna grupa (work group, thread block) i val (warp) u programiranju GPU, te koji je optimalan (preporučen) odnos njihovih veličina?
7. (8) Paralelni algoritam iterativno računa elemente matrice veličine  $N \times N$ . Nova vrijednost svakog elementa računa se s pomoću vrijednosti svih neposrednih susjeda tog elementa (8 susjeda u 8 smjerova!). Trošak računanja nove vrijednosti elementa je  $t_c$ , a parametri komunikacije su  $t_s$  i  $t_w$ . Izračunajte trajanje izvođenja jedne iteracije na  $P$  procesora te učinkovitost i izračunajte algoritam ako je matrica na procesore podijeljena:
  - a. po retcima (svaki procesor ima jednak broj redaka);
  - b. po podmatricama jednakih dimenzija.

8. (4) Na svakom od  $P$  procesa nalazi se jednaki dio niza veličine  $N$ . Sve elemente niza potrebno je dostaviti na proces 0. Koliko je trajanje ove operacije, ako se komunikacija odvija p uzorku binarnog stabla? Napomena:  $N$  je djeljivo s  $P$ ,  $P$  je potencija broja 2, a parametri komunikacije su  $t_s$  i  $t_w$ .
9. (6) Paralelni algoritam izvodi reduciranje niza uz operaciju  $OP$ , gdje svaki od  $P$  zadataka posjeduje  $N/P$  elemenata niza. Trošak izvođenja jedne operacije  $OP$  za dva elementa je  $t_o$ , a parametri komunikacije za pojedine elemente su  $t_s$  i  $t_w$ . Koliko traje izvođenje reduciranja ako se koristi:
- komunikacijska struktura lanca (svaki zadatak prima meta rezultat od prethodnog zadatka, računa novi međurezultat i šalje ga slijedbeniku),
  - komunikacijska struktura binarnog stabla (broj zadataka je potencija broja 2)?
10. (1) Ako je ubrzanje superlinearno, učinkovitost je (kakvog iznosa?) \_\_\_\_\_
- (1) Niz instrukcija kojima se vrijednost iz jedne varijable  $x$  kopira u sve elemente niza  $A[i]$  dužine  $N$ , na CREW PRAM računalu uz  $N$  procesora izvodi se u \_\_\_\_\_ koraka.
- (1) Ako je učinkovitost 75%, a ubrzanje je 12, broj procesora je \_\_\_\_\_.
- (1) Faza pridruživanja se provodi ukoliko je broj \_\_\_\_\_ veći od broja \_\_\_\_\_.
- (1) Na računalu EREW PRAM, optimalan broj koraka algoritma / procesora / na nizu s 64 elementa iznosi: \_\_\_\_\_.
- (1) U jednostavnom modelu komunikacije, trajanje slanja poruke ovisi o: \_\_\_\_\_.
- (1) Iz učinkovitost opisuje kako se mora promijeniti \_\_\_\_\_ u ovisnosti o količini posla (računanja) kako bi \_\_\_\_\_ ostala nepromijenjena.
- (1) MPI mehanizam dijeljenja komunikatora omogućava izvedbu \_\_\_\_\_ kompozicije modula u paralelnom programu.
- (1) Uz povećanje trajanja računanja: nepromijenjene ostale elemente trajanja, učinkovitost programa se (mijenja na koji način?) \_\_\_\_\_.
- (1) Pozitivna svojstva paralelnih programa su: \_\_\_\_\_.