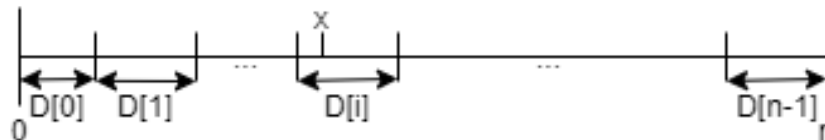


## PARALELNO PROGRAMIRANJE – LJETNI ISPITNI ROK a.g. 2019./2020.

NAPOMENA: Navedene akademske godine obrađeno i ispitno gradivo iz kolegija je reducirano.

1. Provedite MAX\_prescan algoritam na zadanom nizu duljine  $n=20$  elemenata i na  $p=8$  procesora. Označiti podjelu elemenata po procesorima i tablično (prikaz vrijednosti u memoriji) napisati izvedbu algoritma. Ulazni niz je:  $A[] = [1, 2, 3, 2, 3, 0, 3, 1, 5, 2, 0, 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 2]$ . (5 bodova)
2. Napišite algoritam za EREW PRAM računalu koje će sve elemente niza  $A[]$  duljine  $n$  usporediti s vrijednošću u varijabli „prag“ te na svako mjesto u nizu zapisati 1 ako je vrijednost bila veća ili jednaka pragu, odnosno 0 ako je manja. Koja je optimalna složenost ako se problem rješava na CRCW PRAM računalu? (4 boda)
3. PRAM program za  $n$  procesora izvodi se na APRAM računalu na  $p$  procesora ( $n$  je djeljivo s  $p$ ), uz trošak sinkronizacije  $p$  procesora jednak  $B$ . Opišite simbolički kako se jedna EREW PRAM instrukcija prilagođava izvedbi na  $p$  APRAM procesora. Navedite broj koraka za jednu EREW PRAM instrukciju ako je  $n=1024$ ,  $p=32$ ,  $B=8$ , a trajanje pristupa globalnoj memorijskoj lokaciji je 4 koraka. (3 boda)
4. Korištenjem MPI funkcija Send i Recv (skraćena sintaksa) napisati 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 odsječka prije nego bilo koji proces može nastaviti s izvođenjem. (U svakom procesu varijabla ID je indeks, a varijabla N ukupni broj procesa). (4 boda)
5. Zadana je binarna operacija  $x(a, b) = \begin{cases} 0, & \text{ako je } b = 0 \\ a + b, & \text{inače} \end{cases}$ . Primijenite algoritam paralelnog reduciranja zadanom operacijom na proizvoljni binarni niz. Pokažite na primjeru i navedite zašto ova operacija nije jednoznačna za algoritam reduciranja. (3 boda)
6. Genetski algoritam s veličinom populacije  $n$  treba odabrati jednu jedinku proporcionalnim odabirom (roulette wheel). Dobrote jedinke zapisane su u nizu  $D[]$ , a iznosi su pozitivni i normirani tako da je zbroj svih dobrota jednak 1. Zadan je slučajni broj  $x$  u intervalu  $[0,1>$  koji na temelju dobrota određuje koja će jedinka biti odabrana (primjerice, ako su prve dvije jedinke u nizu 0.07 i 0.05, druga jedinka će biti odabrana za bilo koji  $x$  u intervalu  $[0.07, 0.12>$ ). Napišite algoritam za EREW PRAM računalu koji određuje redni broj jedinke (varijabla RBR) uz najviše  $n$  procesora i proizvoljne operacije scan i reduce. (5 bodova)

Slika uz zadatak:



7. Napišite algoritam za EREW PRAM koji za zadani cjelobrojni niz duljine  $n$  uz najviše  $n$  procesora otkriva vrijednost koja se najviše puta javlja u nizu (element s najviše primjeraka iste vrijednosti). Ako ih ima više, svejedno je koji se ispisuje. Na raspolaganju su scan i reduce za proizvoljne operacije. Netrivijalne operacije (npr. one koje uključuju grananja) potrebno je definirati algoritamski. Ocijenite složenost ovakvog algoritma. Odredite složenost algoritma uz najviše  $p < \frac{n}{2}$  procesora. (5 bodova)

8. U jednom trenutku svaki proces MPI programa ima lokalnu varijablu  $v$ . Korištenjem MPI funkcija `send` i `recv` (skraćena sintaksa) napiši odsječak programa logaritamske složenosti (po pitanju broja poslanih poruka) koji će za  $N$  procesora provjeriti čini li vektor vrijednosti lokalnih varijabli  $v$  svakog procesa permutacijski vektor (permutacija skupa  $\{1, 2, \dots, n\}$ ). Varijabla  $v$  poprima sam prirodne vrijednosti.  
 Primjerice  $(3, 2, 1)$  je permutacijski vektor dok  $(2, 4, 3)$ ,  $(1, 1, 3)$  i  $(4, 2, 1)$  nisu.  
 Svaki proces treba odrediti rezultat – jesu li ili nisu permutacijski.
9. Paralelni program izvodi se na  $P$  procesora. Procesor 0 je voditelj i na početku svake iteracije šalje poslove svim procesorima na obradu tako da svaki procesor ocjenjuje  $N/P$  poslova (u ocjenjivanju sudjeluje i voditelj) gdje je  $N$  veličina problema. Nakon obrade, rezultati se šalju voditelju koji sprema rezultate (trajanje spremanja je zanemarivo), a količina podataka rezultata jednaka je količini podataka posla. Trajanje obrade jednog posla je  $t_c$ , a parametri komunikacije su  $t_s$  i  $t_w$ . Odredi trajanje jedne iteracije algoritma ako se raspodjela posla i skupljanje rezultata odvija po strukturi binarnog stabla (broj procesora  $= 2^i$ ). Odredi izraz za broj procesora koji daje optimalno (najmanje) trajanje algoritma. Pretpostaviti  $P \approx P - 1$ . (6 bodova)
10. Paralelni algoritam izvodi prescan algoritam uz operaciju  $OP$ , gdje svaki od  $n$  zadataka posjeduje 1 element niza. Trošak izvođenja jedne operacije  $OP$  za 2 elementa je  $t_c$  (svi ostali troškovi su zanemarivi), a parametri komunikacije za pojedine elemente su  $t_s$  i  $t_w$ .  
 Koliko traje izvođenje algoritma ako se koristi:
  - a. struktura lanca,
  - b. struktura binarnog stabla (broj zadataka je potencija broja 2)? (bodove nisam prepisao)
11. Paralelni algoritam iterativno računa nove rijednosti elemenata matrice. Nova vrijednost elementa računa se pomoću vrijednosti svih elemenata u istom stupcu, iznad promatranog elementa. Trošak računanja jednog elementa je  $t_c$ . Izrazi trošak izvođenja 1 iteracije na  $P$  procesora te učinkovitosti algoritma ako je matrica na procesorima podijeljena:
  - a. Po retcima (svaki procesor ima jednako redaka),
  - b. Po podmatricama jednakih dimenzija,
  - c. Predložite razdjelu matrice koja postiže najbolju učinkovitost algoritma i odredi iznos te učinkovitosti. (bodove nisam prepisao)