

Tema 1 - Grupuri de procese în MPI

5 aprilie 2023

1 Introducere

Vi se cere să scrieți un program MPI care să implementeze un algoritm de calcul paralel pentru cantitatea:

$$AVG = \frac{\sum_{i,j}^N x_i A_{ij} y_j}{\sum_i^N x_i y_i}, \quad (1)$$

în care x , y sunt vectori (șiruri) cu $N = 200$ elemente stocați în fișierele $x.dat$, $y.dat$, iar A este o matrice $N \times N$, stocată în fișierul $mat.dat$ în format tabelar (N linii și N coloane).

2 Mod de lucru

Procedura pe care o veți urma este:

1. Veți distribui cele $nproc$ procese lansate în execuție paralelă în două grupuri distincte: grupul *low_group*, căruia i se va asocia comunicatorul *low_comm*, va include procesele cu rang $my_rank < nproc/2$ (se admite că $nproc$ trebuie să fie un număr par) și va calcula în paralel numărătorul expresiei (1), iar grupul *high_group*, căruia i se va asocia comunicatorul *high_comm*, va include procesele cu rang $my_rank \geq nproc/2$ și va calcula numitorul expresiei (1).
2. Operațiile I/O (citire date din fișiere, scriere date în fișiere) vor fi efectuate numai de procesele cu rangul 0 ($my_new_rank = 0$) din fiecare grup, care vor distribui datele către procesele partenere din comunicatorii derivați prin operații de comunicare colective.
3. Precizați sub formă de comentarii în codurile sursă algoritmul paralelizat pe care îl adoptați. În fiecare grup/comunicator, rezultatul calculului va fi stocat de procesul cu rang $my_new_rank = 0$, cu o operație de comunicare colectivă cu reducere (*MPI_Reduce()*).

4. Procesul cu rangurile $my_rank > 0$ și $my_new_rank = 0$ va transmite printr-o operație de comunicare unu-la-unu rezultatul său (numitorul expresiei (1)) către procesul cu rangul $my_rank = 0$, care va stoca într-un fișier text rezultatul final (de ex. "AVG = valoarea calculată de programul dumneavoastră").
5. Veți aloca dinamic toate spațiile RAM necesare pentru dezvoltarea algoritmului, astfel încât programul să poată fi rulat cu orice număr par $nproc$ de procese.
6. Puteți scrie în fișiere distincte și compila separat (scriind un fișier *makefile* pentru utilitarul *make*) codurile sursă asociate funcțiilor de citire/scriere date și de calcul al expresiilor de la numărător/numitor. Această abordare face codul mai ușor de înțeles și de menținut și va fi preferată (se va acorda un bonus de 1 punct).

7. O sugestie pentru variabilele pe care le-ați putea utiliza:

```
int my_rank, my_new_rank, nproc;
unsigned int i, j;
int *low_ranks, *high_ranks;
float *a, *x, *y;
float *a_loc, *x_loc, *y_loc;
float mel, mel_loc = 0., ps, ps_loc = 0.;
MPIComm world_comm = MPLCOMM_WORLD, low_comm, high_comm;
MPIGroup world_group, low_group, high_group;
```

Variabilele *mel* și *ps* ar putea stoca expresiile de la numărătorul, respectiv numitorul expresiei (1).

8. O sugestie pentru funcțiile MPI pe care le-ați putea utiliza:

```
MPI_Init();
MPI_Comm_size();
MPI_Comm_rank();
MPI_Comm_group();
MPI_Group_incl();
MPI_Group_rank();
MPI_Comm_create();
MPI_Scatter();
MPI_Bcast();
MPI_Reduce();
MPI_Send();
MPI_Recv();
MPI_Finalize();
```

9. Va fi punctat felul în care alocați resursele RAM (alocați strict resursele necesare fiecărui proces pentru îndeplinirea sarcinilor sale!) și felul în care gestionați procedurile de comunicare (reduceți la minimum necesar comunicarea între procese).
10. Veți trimite codurile sursă sub forma unei arhive zip sau tar.gz, denumită *Prenume_Nume_GrXXX_T1.zip* sau *Prenume_Nume_GrXXX_T1.tar.gz* (XXX este indicativul grupei din care faceți parte), prin e-mail, către instructorul cu care desfășurați activitățile de laborator (până la remedierea problemei legate de utilizarea platformei Moodle pentru acest curs). Întrucât această temă face parte din evaluarea dumneavoastră pe parcurs, trimiteți codurile, chiar dacă sunt nefinalizate sau nu pot fi rulate fără erori. Termenul limită pentru recepția mesajului dumneavoastră este marți, 11 aprilie 2023, ora 23:59. Mesajele recepționate după expirarea termenului limită nu vor fi luate în considerare.
11. Listele de variabile și funcții MPI de mai sus sunt doar sugestii de lucru: orice soluție care respectă cerințele (utilizarea grupurilor de procese pentru evaluarea expresiei (1) cu un algoritm paralelizat) va fi luată în considerare.

Succes!