

Praktické paralelní programování (PPP 2025)

Počítačové cvičení č. 6: MPI-IO

Jiří Jaroš (jarosjir@fit.vutbr.cz)

1 ÚVOD

Cílem dnešního cvičení bude vyzkoušet si práci se vstupem a výstupem v MPI. Nejprve si vyzkoušíme vytvoření souboru následované individuálními zápisy. Následně se pokusíme zapsat matici distribuovanou po řádcích do souboru pomocí kolektivních komunikací. Na závěr dlaždicově načteme obrázek Lenny, aplikujeme gamma korekci a uložíme obrázek zpět.

2 PŘIHLÁŠENÍ NA BARBORU / KAROLINU A ALOKACE VÝPOČETNÍHO UZLU

Pokud používáte cluster Karolina:

1. Zažádejte o jeden uzel v interaktivním módu:

```
$ salloc -A DD-24-108 -p qcpu_exp -N 1 --ntasks-per-node 128 -t 01:00:00
```

2. Natáhněte modul s OpenMPI:

```
$ ml GCC/12.2.0 OpenMPI/4.1.4-GCC-12.2.0 CMake/3.24.3-GCCcore-12.2.0
```

Pokud používáte cluster Barbora:

1. Zažádejte o jeden uzel v interaktivním módu:

```
$ salloc -A DD-24-108 -p qcpu_exp -N 1 --ntasks-per-node 36 -t 01:00:00
```

2. Natáhněte modul s OpenMPI:

```
$ ml GCC/12.2.0 OpenMPI/4.1.4-GCC-12.2.0 CMake/3.24.3-GCCcore-12.2.0
```

2.1 PŘEKLAD

Vygenerujte překladový skript pomocí cmake a spusťte překlad:

```
$ cmake -Bbuild -S.  
$ cmake --build build
```

3 PŘÍKLAD 1. - VYTVOŘENÍ SOUBORU A ZÁPIS Z JEDNOHO RANKU

Cílem tohoto příkladu je vyzkoušet si tvorbu a uzavření souboru (`MPI_File_open`, `MPI_File_close`) a zápis z jednoho ranku (`MPI_File_write`). Zadání se nachází ve funkci `main` pod sekcí `case 1`:

1. Nejprve si deklarujte objekt MPI souboru.
2. Následně soubor otevřete pro zápis.
3. Root rank poté zapíše do souboru text `Hello from rank #0`.
4. Na závěr soubor uzavřete.
5. Přeložte soubor.
6. Spusťte výslednou binárku a prohlédněte si obsah souboru:

```
$ mpiexec ./io 1  
$ cat File1.txt
```

4 PŘÍKLAD 2. - INDIVIDUÁLNÍ ZÁPIS DO JEDNOHO SOUBORU

Cílem tohoto příkladu je vyzkoušet si individuální zápis do souboru na předem dané místo (`MPI_File_write_at`). Zadání se nachází ve funkci `main` pod sekcí `case 2`:

1. Nejprve si deklarujte objekt MPI souboru.
2. Následně soubor otevřete pro zápis.
3. Nyní pomocí operace exkluzivního scanu zjistěte, na které místo v souboru můžete daný rank zapsat svůj řetězec.

4. Zapište na dané místo požadovaný řetězec.
5. Na závěr soubor uzavřete.
6. Přeložte soubor.
7. Spusťte výslednou binárku:

```
$ mpiexec -np 16 --oversubscribe ./io 2  
$ cat File2.txt
```

8. Vyhodnoťte správnost dat v souboru.

5 PŘÍKLAD 3. - KOLEKTIVNÍ ZÁPIS MATICE DISTRIBUOVANÉ PO ŘÁDCÍCH

Cílem tohoto příkladu je vyzkoušet si kolektivní zápis do souboru pomocí dvou funkcí `MPI_File_set_view` a `MPI_File_write_all`. Matice je vygenerovaná na root ranku a je nutné ji nejprve rozptýlit mezi ostatní ranky. Následně je matice kolektivně zapsána do souboru. Poslední část programu soubor sekvenčně otevře a porovná zapsaná data. Zadání se nachází ve funkci `main` pod sekcí `case 3`:

1. Vytvořte datový typ pro distribuci řádků matice.
2. Rozptýlte matici po blocích mezi jednotlivé ranky.
3. Otevřete soubor pro zápis.
4. Nastavte pohled do souboru tak, aby každý rank viděl svoji část (zde stačí pracovat s hodnotou `displacement`).
5. Zapište matici kolektivním zápisem.
6. Uzavřete soubor a uvolněte vytvořený datový typ.
7. Přeložte soubor.
8. Spusťte výslednou binárku:

```
$ mpiexec -np 2 ./io 3  
$ mpiexec -np 4 ./io 3  
$ mpiexec -np 8 ./io 3  
$ mpiexec -np 16 --oversubscribe ./io 3
```

9. Porovnejte výsledky všech operací.

6 PŘÍKLAD 4. - APLIKACE GAMMA KOREKCE NA OBRÁZEK LENNY

Cílem tohoto příkladu je vyzkoušet si práci s hlavičkami a dlaždicovou dekompozici dat při načítání a ukládání do souboru. Root rank nejprve otevře vstupní soubor ve formátu PGM a přečte z něj hlavičku. Tu následně zpracuje a zjistí velikost uloženého obrázku. Nyní všechny ranky kolektivně načtou svoji dlaždici obrázku. Následně se aplikuje gamma korekce a provede se zpětné uložení (hlavička i data).

Zadání se nachází ve funkci main pod sekci case 4:

1. Otevřete vstupní soubor pro čtení.
2. Smažte výsledný soubor.
3. Root rank načte a zpracuje hlavičku.
4. Vytvořte datový typ pro distribuci informací z hlavičky mezi jednotlivé ranky a proveďte rozhlášení.
5. Vytvořte datový typ pro čtvercovou dlaždici v souboru.
6. Nastavte pohled do vstupního souboru a přečtete obrázek. Nezapomeňte přeskočit hlavičku.
7. Aplikujte gamma korekci.
8. Zapište hlavičku do výstupního souboru.
9. Nastavte pohled a zapište výsledný obrázek.
10. Přeložte soubor.
11. Spusťte výslednou binárku:

```
$ mpiexec -np 4 ./io 4  
$ mpiexec -np 16 --oversubscribe ./io 4
```

12. Porovnejte výsledný obraz, zda-li neobsahuje artefakty.