**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет інформатики та обчислювальної техніки**

**Кафедра інформатики та програмної інженерії**

Звіт до комп’ютерного практикуму №6

З дисципліни «Технології паралельних обчислень»

|  |  |
| --- | --- |
| Прийняв: | Виконав: |
| Викладач | Студент 3 курсу, гр. ІП-24 |
| Дифучина О. Ю. | Кондратюк Вадим Русланович |

Оцінка: \_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р.

**Київ – 2025**

**Комп’ютерний практикум №6**

1. **Текст завдання**

**5.** **6 Завдання до комп’ютерного практикуму 6 «Розробка паралельного алгоритму множення матриць з використанням МРІ-методів обміну повідомленнями «один-до-одного» та дослідження його ефективності»**

1. Ознайомитись з методами блокуючого та неблокуючого обміну повідомленнями типу point-to-point (див. лекцію та документацію стандарту MPI).

2. Реалізувати алгоритм паралельного множення матриць з використанням розподілених обчислень в MPI з використанням методів блокуючого обміну повідомленнями (лістинг 1). 30 балів.

3. Реалізувати алгоритм паралельного множення матриць з використанням розподілених обчислень в MPI з використанням методів неблокуючого обміну повідомленнями. 30 балів

4. Дослідити ефективність розподіленого обчислення алгоритму множення матриць при збільшенні розміру матриць та при збільшенні кількості вузлів, на яких здійснюється запуск програми. Порівняйте ефективність алгоритму при використанні блокуючих та неблокуючих методів обміну повідомленнями. 40 балів.

1. **Лістинг програмного коду**

Увесь програмний код було завантажено на гітхаб за посиланням –

https://github.com/VadymKondratiuk/tpo/tree/main/LAB6

1. **Скріншоти запуску програми**

Зображення, що містить текст, знімок екрана, Шрифт

Вміст на основі ШІ може бути неправильним.

Рис.1 **–** множення матриць з використанням **блокуючих** методів обміну повідомленнями (100х100, 4 процеси)

Зображення, що містить текст, знімок екрана, Шрифт

Вміст на основі ШІ може бути неправильним.

Рис.2 **–** множення матриць з використанням **блокуючих** методів обміну повідомленнями (500х500, 6 процесів)

Зображення, що містить текст, Шрифт, знімок екрана

Вміст на основі ШІ може бути неправильним.

Рис.3 **–** множення матриць з використанням **блокуючих** методів обміну повідомленнями (1000х1000, 8 процесів)

Зображення, що містить текст, Шрифт, знімок екрана

Вміст на основі ШІ може бути неправильним.

Рис.4 **–** множення матриць з використанням **блокуючих** методів обміну повідомленнями (2000х2000, 4 процеси)

Зображення, що містить текст, знімок екрана, Шрифт

Вміст на основі ШІ може бути неправильним.

Рис.5 **–** множення матриць з використанням **блокуючих** методів обміну повідомленнями (4000х4000, 6 процесів)

Зображення, що містить текст, Шрифт, знімок екрана

Вміст на основі ШІ може бути неправильним.

Рис.6 **–** множення матриць з використанням **неблокуючих** методів обміну повідомленнями (100х100, 4 процеси)

Зображення, що містить текст, знімок екрана, Шрифт

Вміст на основі ШІ може бути неправильним.

Рис.7 **–** множення матриць з використанням **неблокуючих** методів обміну повідомленнями (500х500, 6 процесів)

Зображення, що містить текст, знімок екрана, Шрифт

Вміст на основі ШІ може бути неправильним.

Рис.8 **–** множення матриць з використанням **неблокуючих** методів обміну повідомленнями (1000х1000, 8 процесів)

Зображення, що містить текст, знімок екрана, Шрифт

Вміст на основі ШІ може бути неправильним.

Рис.9 **–** множення матриць з використанням **неблокуючих** методів обміну повідомленнями (2000х2000, 4 процеси)

Зображення, що містить текст, Шрифт, знімок екрана

Вміст на основі ШІ може бути неправильним.

Рис.10 **–** множення матриць з використанням **неблокуючих** методів обміну повідомленнями (4000х4000, 6 процесів)

1. **Результати**

Для дослідження ефективності розподіленого обчислення алгоритму множення матриць при збільшенні розміру матриць та при збільшенні кількості вузлів, на яких здійснюється запуск програми було проведено три спроби тестування для блокуючого та неблокуючого обміну повідомленнями. Тестування здійснювалося для квадратних матриць різного розміру (100, 500, 1000, 2000, 4000) із використанням 4, 6 та 8 процесів.

Результати кожної з трьох спроб наведено у Таблицях 1 відповідно. У Таблиці 2 подано порівняльну таблицю, що містить середній час виконання.

Таблиця 1 – три спроби тестування

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Matrix Size | Threads | Blocking (ms) | Nonblocking (ms) |
| 100 | 4 | 13, 11, 12 | 10, 14, 13 |
| 100 | 6 | 16, 17, 15 | 18, 16, 16 |
| 100 | 8 | 15, 14, 18 | 15, 15, 18 |
| 500 | 4 | 96, 87, 98 | 99, 94, 93 |
| 500 | 6 | 82, 79, 87 | 81, 85, 91 |
| 500 | 8 | 90, 94, 99 | 104, 95, 101 |
| 1000 | 4 | 593, 502, 510 | 488, 504, 538 |
| 1000 | 6 | 441, 409, 390 | 386, 383, 459 |
| 1000 | 8 | 391, 391, 376 | 444, 394, 437 |
| 2000 | 4 | 19727, 18228, 14291 | 15026, 15670, 18970 |
| 2000 | 6 | 8861, 8790, 8899 | 11025, 11765, 12599 |
| 2000 | 8 | 12186, 12179, 13626 | 8872, 9228, 10234 |
| 4000 | 4 | 165415, 143262, 146507 | 173682, 175859, 173947 |
| 4000 | 6 | 116656, 134676, 143317 | 127515, 144060, 129884 |
| 4000 | 8 | 96205, 97899, 108754 | 106849, 110973, 109165 |

Таблиця 2 – середні значення

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Matrix Size | Threads | Blocking (ms) | Nonblocking (ms) |
| 100 | 4 | 12 | 12.33 |
| 100 | 6 | 16 | 16.67 |
| 100 | 8 | 15.67 | 16 |
| 500 | 4 | 93.67 | 95.33 |
| 500 | 6 | 82.67 | 85.67 |
| 500 | 8 | 94.33 | 100 |
| 1000 | 4 | 535 | 510 |
| 1000 | 6 | 413.33 | 409.33 |
| 1000 | 8 | 386 | 425 |
| 2000 | 4 | 17482 | 16568.67 |
| 2000 | 6 | 8826.67 | 11496.33 |
| 2000 | 8 | 12694 | 9378.33 |
| 4000 | 4 | 151590.67 | 176274.67 |
| 4000 | 6 | 131503.67 | 134446.33 |
| 4000 | 8 | 101614.67 | 108343.67 |

На основі експериментальних результатів можна зробити висновок, що ефективність блокуючих і неблокуючих обмінів залежить від розміру матриць і кількості процесів. Для невеликих розмірів матриць різниця в часі виконання між двома підходами незначна, а іноді блокуючий варіант навіть швидший завдяки простішій реалізації та меншому накладному часу.

**Висновок:**

У ході виконання завдання було реалізовано два варіанти алгоритму паралельного множення матриць у середовищі MPI — з використанням блокуючого та неблокуючого обміну повідомленнями. Ознайомлення з принципами point-to-point комунікацій дозволило глибше зрозуміти відмінності між методами Send/Recv і Isend/Irecv, а також їхній вплив на організацію взаємодії між процесами в розподіленій системі.

Після реалізації обох підходів було проведено експериментальне дослідження ефективності виконання при різних розмірах матриць і кількості процесів. Результати показали, що блокуючий обмін повідомленнями часто демонструє стабільніший час виконання, тоді як неблокуючий у деяких випадках дозволяє досягнути кращої продуктивності завдяки перекриттю обчислень і передавання даних.