МГУ им. М.В. Ломоносова
Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики
Кафедра Автоматизации Систем Вычислительных Комплексов

Задание по курсу "Распределённые системы"

Выполнила:
Бурдюгова Мария Витальевна
421 группа

Москва, 2024 год

Содержание

1 Постановка задач

В транспьютерной матрице размером 5x5, в каждом узле которой находится один процесс, необходимо выполнить операцию редукции MPI_MAXLOC, определить глобальный максимум и соответствующих ему индексов. Каждый процесс предоставляет свое значение и свой номер в группе. Для всех процессов операция редукции должна возвратить значение максимума и номер первого процесса с этим значением.

Реализовать программу, моделирующую выполнение данной операции на транспьютерной матрице при помощи пересылок MPI типа точка-точка. Оценить сколько времени потребуется для выполнения операции редукции, если все процессы выдали эту операцию редукции одновременно. Время старта равно 100, время передачи байта равно 1 (Ts=100,Tb=1). Процессорные операции, включая чтение из памяти и запись в память, считаются бесконечно быстрыми.

2 Основные функции

Полный код и команды для компиляции и запуска можно найти по ссылке:
https://github.com/murlinmurlo/parallel-programming/tree/main/distributed

2.1 exchange_data

Функция определяет координаты соседнего процесса и получает его ранг с помощью MPI_Cart_rank. Затем она проверяет, отправляет ли текущий процесс данные или принимает их. Если отправляет, используется MPI_Send для передачи данных и ранга соседнему процессу. Если принимает, применяются MPI_Recv для получения данных и ранга. После этого происходит сравнение полученных данных с текущими, и если они лучше, текущие данные обновляются.

2.2 find_max

В функции происходит обмен данными с соседями в двумерной сетке в зависимости от координат процесса. Если процесс находится в первой или второй строке, он сначала обменивается данными с верхним соседом (если он существует), а затем с нижним. Если процесс находится в третьей или четвертой строке, обмен происходит в обратном порядке: сначала с нижним соседом, затем с верхним. Для процессов, находящихся в других строках, функция обменивается данными с соседями по вертикали (сверху и снизу), а затем по горизонтали (слева и справа).

2.3 send_to_all

Функция отправляет данные всем процессам в зависимости от их координат в двумерной сетке. В зависимости от координат процесса (x, y), данные отправляются вверх или вниз, а также влево или вправо. Если координаты не соответствуют крайним значениям, происходит обмен данными в обоих направлениях.

3 Временная оценка

3.1 Условия задачи

- Размер матрицы: 5x5 (всего 25 процессов).
- Время старта (Ts): 100 мс.
- Время передачи байта (Tb): 1 мс.
- Количество процессов: 25.

3.2 Этапы выполнения

На первом этапе происходит пересылка значений от краёв матрицы к её центру. Для данной матрицы потребуется 4 этапа пересылки, чтобы достичь корневого процесса с координатами (4, 4)).

На втором этапе результат операции редукции рассылается от корневого процесса остальным процессам, что также требует 4 этапа пересылки.

3.3 Расчет времени передачи

Общее время выполнения операции MPI_MAXLOC можно выразить следующей формулой:

$$T(n) = T_{\text{старт}} * m + T_{\text{передача}}(n) \tag{1}$$

где:

- m = 4 + 4 = 8 — количество этапов передачи
- $T_{\text{старт}} = 100$ мс — время старта,
- $T_{\text{передача}}(n)$ — время передачи данных за 8 этапов.

Общее время передачи для 8 этапов будет:

$$T_{\text{передача}}(n) = 8 \times n \times T_b \tag{2}$$

Подставив значение $T_b = 1$ мс, получаем:

$$T_{\text{передача}}(n) = 8n \tag{3}$$

Итак, общее время выполнения операции для матрицы 5x5 будет:

$$T(n) = 800 + 8n \tag{4}$$

где n — размер области памяти в байтах.

4 Пример вывода

Rank	Coords	Data
0	(0, 0)	289383
1	(0, 1)	289383
2	(0, 2)	335290
3	(0, 3)	554746
4	(0, 4)	78301
5	(1, 0)	11675
6	(1, 1)	852541
7	(1, 2)	618677
8	(1, 3)	547896
9	(1, 4)	454915
10	(2, 0)	69295
11	(2, 1)	311423
12	(2, 2)	63760
13	(2, 3)	590890
14	(2, 4)	406683
15	(3, 0)	299093
16	(3, 1)	648444
17	(3, 2)	918265
18	(3, 3)	168598
19	(3, 4)	271449
20	(4, 0)	571911
21	(4, 1)	411056
22	(4, 2)	631170
23	(4, 3)	469902
24	(4, 4)	364873

Rank	Best Rank	Coords	Value
0	17	(3, 2)	918265
1	17	(3, 2)	918265
2	17	(3, 2)	918265
3	17	(3, 2)	918265
4	17	(3, 2)	918265
5	17	(3, 2)	918265
6	17	(3, 2)	918265
7	17	(3, 2)	918265
8	17	(3, 2)	918265
9	17	(3, 2)	918265
10	17	(3, 2)	918265
11	17	(3, 2)	918265
12	17	(3, 2)	918265
13	17	(3, 2)	918265
14	17	(3, 2)	918265
15	17	(3, 2)	918265
16	17	(3, 2)	918265
17	17	(3, 2)	918265
18	17	(3, 2)	918265
19	17	(3, 2)	918265
20	17	(3, 2)	918265
21	17	(3, 2)	918265
22	17	(3, 2)	918265
23	17	(3, 2)	918265
24	17	(3, 2)	918265