Описание задачи

В транспьютерной матрице размером 5*5, в каждом узле которой находится один процесс, необходимо выполнить операцию сбора данных (длиной 4 байта) от всех процессов (MPI_ALLGATHER). Данные, посылаемые і-ым процессом, помещаются в і-ый элемент результирующего буфера каждого процесса. После завершения операции содержимое результирующих буферов у всех процессов должно быть одинаково.

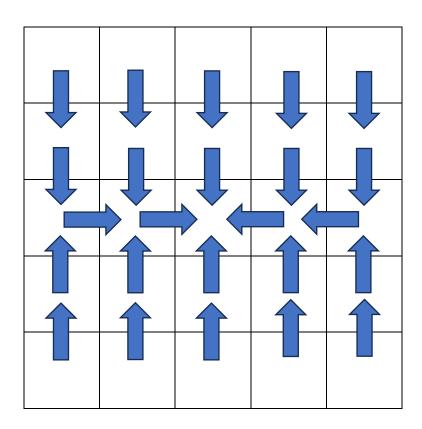
Реализовать программу, моделирующую выполнение операции MPI_ALLGATHER на транспьютерной матрице при помощи пересылок MPI типа точка-точка. Получить временную оценку работы алгоритма.

Оценить сколько времени потребуется для выполнения операции MPI_ALLGATHER, если все процессы выдали ее 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.

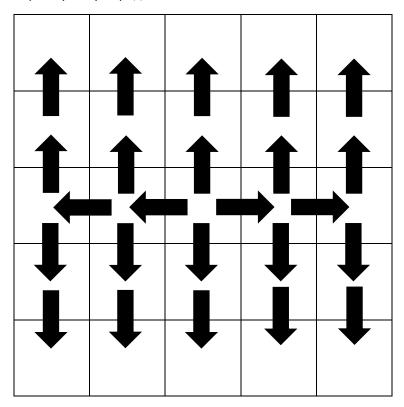
Реализация алгоритма

В каждой ячейке с номером і изначально лежит только і-й фрагмент буфера.

1 шаг) На первом шаге с помощью команды MPI_Recv собираем в буфер все данные от входных процессов, добавляем к ним значение i-го элемента буфера и отправляем дальше с помощью команды MPI_Isend. Данные передаются в центральный процесс матрицы (с координатами [2, 2]) в соответствии с топологией на рисунке, приведённом ниже. В результате первого шага в центральном узле матрицы будет полностью собранный результирующий буфер.



2 шаг) На этом этапе необходимо разослать имеющийся в узле с координатами (2,2) результирующий буфер всем процессам. Для этого разошлём значения буферов в обратном первому шагу порядке:



В результате работы алгоритма содержимое результирующих буферов у всех процессов становится одинаковым:

```
12 process recv buf: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
                       1 2
                           3 4 5
                                        9
  process recv
                buf:
                     0
                                 6
                                      8
                                          10
                                             11
                                                12
                                                   13 14 15
                                                            16
                                                               17
                                                                   18 19
                                                                         20
                                                                            21 22
                                                                                  23
                                                                                     24
                       1 2 3 4 5
                                        9
                                                         15
                buf: 0
                                 6
                                    7 8
                                          10
                                             11 12
                                                   13 14
                                                            16
                                                               17 18
                                                                      19
                                                                         20 21 22 23 24
13 process recv
                                    7 8 9
                buf: 0
                       123456
                                          10
                                             11 12
                                                      14
                                                         15
                                                                17
                                                                      19
                                                                         20
8 process recv
                                                   13
                                                            16
                                                                   18
                                                                            21 22 23 24
                       1 2 3 4 5 6
                                    7 8 9
                                          10
                                                      14
18 process recv
                buf: 0
                                             11 12
                                                   13
                                                         15
                                                            16 17 18
                                                                      19 20 21 22 23 24
                buf: 0
                       1
                         2 3 4 5 6 7 8 9 10
                                             11 12
                                                   13
                                                      14 15
                                                            16 17 18 19 20 21 22 23 24
  process recv
                         2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
                buf: 0
                                                                   18 19 20 21 22 23 24
  process recv
  process recv
                buf: 0
                       1
                         2 3 4 5 6
                                    7 8 9
                                          10
                                             11 12
                                                   13
                                                      14
                                                         15
                                                            16
                                                                   18
                                                                      19 20 21 22 23 24
                                                               17
                buf:
                     0
                         2
                           3
                             4
                               5
                                 6
                                      8
                                        9
                                          10
                                             11
                                                12
                                                   13
                                                       14
                                                          15
                                                             16
23
  process recv
                       1
                                                                17
                                                                   18
                                                                      19
                                                                         20
                                                                            21
                                                                                  23
                         2
                               5
                                        9
                                             11
14
  process recv
                buf:
                     0
                       1
                           3
                             4
                                 6
                                      8
                                          10
                                                12
                                                   13
                                                      14
                                                         15
                                                             16
                                                                17
                                                                   18
                                                                      19
                                                                         20
                                                                            21
                                                                                  23
                                                                                      24
                buf: 0
                                    7 8 9
19 process recv
                         2
                           3 4
                               5
                                 6
                                          10
                                             11 12
                                                   13
                                                      14
                                                         15
                                                             16
                                                                17
                                                                   18
                                                                      19
                                                                         20
                                                                            21 22 23 24
24 process recv
                buf: 0
                         2
                           3 4
                               5 6
                                    7 8 9
                                          10
                                             11 12 13
                                                      14
                                                         15
                                                            16
                                                                17
                                                                   18
                                                                      19
                                                                         20
                                                                            21 22 23 24
                       1
9 process recv
                buf: 0
                         2 3
                             4 5 6
                                    7 8 9
                                         10 11 12 13 14 15
                                                            16 17 18 19 20 21 22 23 24
                       1
                buf: 0
                         2 3 4 5 6
                                    7 8 9
                                         10 11 12 13 14 15
4 process recv
                       1
                                                            16 17 18 19 20 21 22 23 24
                                          10 11 12 13 14 15
                buf: 0
                       1
                         2 3 4 5 6
                                    7 8 9
                                                            16 17 18 19 20 21 22 23 24
22 process recv
                buf: 0
11 process recv
                       1
                         2 3
                             4
                               5
                                 6
                                      8
                                        9
                                          10
                                             11
                                                12
                                                   13
                                                      14
                                                         15
                                                             16
                                                               17
                                                                   18
                                                                      19 20 21 22 23 24
                buf:
                     0
                           3
                             4
                                5
                                  6
                                      8
                                        9
                                          10
                                             11
                                                12
                                                   13
                                                       14
                                                          15
                                                             16
                                                                17
                                                                   18
                                                                      19
                                                                         20
  process recv
                                                                            21
                                        9
                                             11
                                                12
  process recv
                buf:
                     0
                             4
                                  6
                                      8
                                          10
                                                   13
                                                      14
                                                         15
                                                             16
                                                                17
                                                                   18
                                                                      19
                                                                         20
                                                                            21 22
                                                                                  23 24
                               5
                                    7 8 9
                                                         15
                buf: 0
                         2
                           3 4
                                 6
                                          10
                                                12
                                                   13
                                                      14
                                                             16
                                                                   18
                                                                      19
                                                                         20
16 process recv
                       1
                                             11
                                                                            21 22
                                                                                  23 24
                buf: 0
                         2 3 4
                               5 6
                                    7 8 9
                                          10
                                             11 12
                                                   13
                                                      14
                                                         15
                                                             16
                                                                17
                                                                   18
                                                                      19 20
                                                                            21 22 23 24
21 process recv
                       1
                                                      14 15
                buf: 0
                       1 2 3 4 5 6
                                    7 8 9
                                          10
                                             11 12
                                                   13
                                                            16
                                                               17 18
                                                                      19 20 21 22 23 24
                buf: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
  process recv
                buf: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
6
  process recv
                buf: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
20 process recv
1 process recv buf: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
```

Команды для запуска

mpicc MPI_ALLGATHER.c -o ./MPI_ALLGATHER
mpiexec --oversubscribe -np 25 ./MPI_ALLGATHER

Временная оценка

Время работы алгоритма оцениваем по самому "далёкому" в топологии процессу. Для него требуется 4 пересылки на первом шаге и столько же на втором. Так как размер буфера равен 16*sizeof(int) = 64 байта, Ts = 100, Tb = 1, получим итоговую оценку

8 * (Ts + 64 * Tb) = 1312 mc