**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра МО ЭВМ**

отчет

**по лабораторной работе №2**

**по дисциплине «Параллельные алгоритмы»**

Тема: Обмен сообщениями чётных и нечётных процессов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 9381 |  | Колованов Р.А. |
| Преподаватель |  | Татаринов Ю.С. |

Санкт-Петербург

2021

**Цель работы.**

Написание программы обмена сообщениями чётных и нечётных процессов и определение зависимости времени обмена от длины сообщения.

**Формулировка задания.**

Написать программу обмена сообщениями чётных и нечётных процессов. Замерить время на одну итерацию обмена и определить зависимость времени обмена от длины сообщения.

**Выполнение работы.**

Для начала была написана программа для обмена сообщениями четных и нечетных процессов. Программа выполняет следующие действия:

* В самом начале цикла определяется длина сообщения, равная 1;
* Для каждого четного процесса генерируется случайная строка, выступающая в роли отправляемого сообщения;
* Запоминается время, с которого начинается обмен сообщениями
* После этого четные процессы осуществляют отправку сообщения соседнему нечетному процессу (процесс 0 отправляет процессу 1, процесс 2 отправляет процессу 3 и так далее);
* Нечетные процессы принимают входящее сообщение;
* Вычисляется время, затраченное на обмен сообщениями;
* При помощи MPI\_Reduce находится максимальное время обмена сообщениями между всеми парами процессов, тем самым находя время обмена сообщениями на одной итерации, и выводится в консоль;
* Увеличивается длина сообщения;
* Осуществляется возврат в начало цикла до тех пор, пока не превысили максимальную длину сообщения.

Сообщение представляет собой массив типа CHAR. В качестве шага между длинами сообщения выбрано значение 10000 символов. Максимальная длина сообщения – 10000000 символов. Программа запускалась с 8 процессами.

**Листинг программы.**

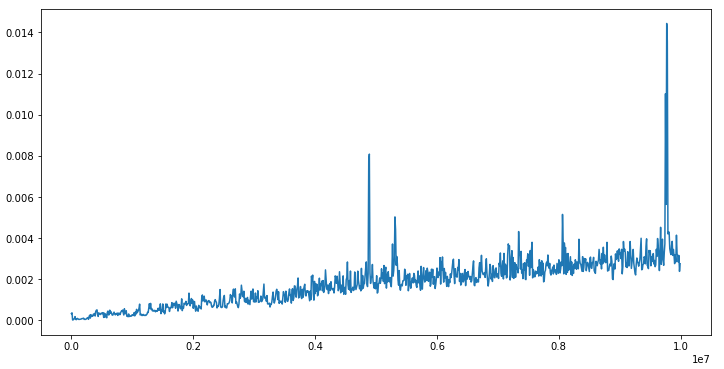
|  |
| --- |
| **Листинг 1. Код программы.**  #include <iostream>  #include <mpi.h>  int main(int argc, char\*\* argv) {  const int messageMaxLength = 10000000, lengthStep = 10000;  int processNumber, processRank;  MPI\_Status status;  MPI\_Init(&argc, &argv);  MPI\_Comm\_size(MPI\_COMM\_WORLD, &processNumber);  MPI\_Comm\_rank(MPI\_COMM\_WORLD, &processRank);    for (int messageLength = 1; messageLength <= messageMaxLength; messageLength += lengthStep) {  char\* data = nullptr;  char\* buffer = nullptr;  if (processRank % 2 == 0) {  data = new char[messageLength];  } else {  buffer = new char[messageLength];  }  double startTime = MPI\_Wtime();  if (processRank % 2 == 0) {  if (processRank < processNumber - processNumber % 2) {  MPI\_Send(data, messageLength + 1, MPI\_CHAR, processRank + 1, 0, MPI\_COMM\_WORLD);  }  } else {  MPI\_Recv(buffer, messageLength + 1, MPI\_CHAR, processRank - 1, MPI\_ANY\_TAG, MPI\_COMM\_WORLD, &status);  }  double deltaTime = MPI\_Wtime() - startTime;  delete[] data;  delete[] buffer;  double maxTime;  MPI\_Reduce(&deltaTime, &maxTime, 1, MPI\_DOUBLE, MPI\_MAX, 0, MPI\_COMM\_WORLD);  if (processRank == 0) {  std::cout << maxTime << ", ";  }  }    MPI\_Finalize();  return 0;  } |

**Результаты работы программы.**

|  |
| --- |
| **Листинг 2. Результаты работы программы.**  0.000335, 0.0003716, 2.45e-05, 3.11e-05, 6.83e-05, 7.94e-05, 0.0001881, 6.1e-05, 3.78e-05, 8.11e-05, 9.9e-05, 7.47e-05, 5.23e-05, 5.31e-05, 5.95e-05, 6.12e-05, 6.89e-05, 8.88e-05, 9.18e-05, 9.84e-05, 0.0001121, 5.25e-05, 5.83e-05, 5.18e-05, 6.03e-05, 9.85e-05, 0.000117, 0.0001408, 5.57e-05, 0.0001814, 0.0002571, 0.0001134, 0.0002835, 0.0001932, 0.0002133, 0.0002053, 0.000303, 0.0002627, 0.0003398, 0.0002158, 0.0004427, 0.0004968, 0.0005169, 0.0002855, 0.0001964, 0.0003727, 0.000322, 0.0003213, 0.0002878, 0.0003585, 0.0003607, 0.0003292, 0.0003801, 0.0001473, 0.0003559, 0.000162, 0.0003174, 0.0001974, 0.0001302, 0.0003954, 0.0004575, 0.0002694, 0.0002839, 0.0005013, 0.0003455, 0.0004255, 0.0003439, 0.0002605, 0.0002618, 0.0003389, 0.0004047, 0.0003435, 0.0002709, 0.0003175, 0.0003079, 0.0003585, 0.0002458, 0.0003567, 0.0002821, 0.0003507, 0.000288, 0.000392, 0.0004562, 0.0004457, 0.0005052, 0.000383, 0.0002664, 0.0005696, 0.0003325, 0.0003387, 0.0004727, 0.0002054, 0.0002413, 0.0001805, 0.000316, 0.0001931, 0.0002015, 0.0002149, 0.0002038, 0.0002552, 0.0002779, 0.0002355, 0.0002655, 0.0003806, 0.0002222, 0.0004144, 0.0003056, 0.0005415, 0.0003739, 0.0004301, 0.0004894, 0.0005947, 0.0007942, 0.0002665, 0.0003129, 0.0002938, 0.000236, 0.0002818, 0.0002935, 0.0002499, 0.0002443, 0.0002619, 0.0002431, 0.0002693, 0.0003046, 0.0003942, 0.0003852, 0.0005939, 0.0008175, 0.0005819, 0.0008306, 0.0005317, 0.000577, 0.0004659, 0.000495, 0.0004574, 0.0004844, 0.0004899, 0.0004227, 0.0004719, 0.0004514, 0.0004461, 0.0005858, 0.0004994, 0.0006041, 0.0005012, 0.0008076, 0.0003316, 0.0004897, 0.0004487, 0.0008036, 0.0004055, 0.0004641, 0.00032, 0.0004128, 0.0008013, 0.0006275, 0.0007921, 0.0006602, 0.0006419, 0.0006291, 0.0004375, 0.0005976, 0.0005996, 0.0006867, 0.0008679, 0.0006203, 0.0007613, 0.000832, 0.0007315, 0.0008397, 0.0005955, 0.0009352, 0.0008213, 0.000723, 0.0004578, 0.0007712, 0.0007733, 0.0006533, 0.0005698, 0.0006298, 0.0010514, 0.0004777, 0.0006364, 0.0005933, 0.0008395, 0.0008032, 0.0008112, 0.0009306, 0.0007306, 0.0008019, 0.000799, 0.0008415, 0.00133, 0.0008239, 0.0007129, 0.0009093, 0.0010664, 0.0008319, 0.0009997, 0.0005942, 0.0007904, 0.0009211, 0.0006103, 0.0004526, 0.0007026, 0.0005706, 0.0005271, 0.0004484, 0.0007355, 0.0006341, 0.0006122, 0.0006486, 0.0005582, 0.0011578, 0.0012402, 0.0009446, 0.0009971, 0.0011817, 0.0009046, 0.0009216, 0.0009993, 0.0009237, 0.0007564, 0.000911, 0.000964, 0.0009619, 0.000865, 0.0008963, 0.000872, 0.000704, 0.0006401, 0.0006509, 0.0007297, 0.0007214, 0.0009342, 0.0010132, 0.0009304, 0.0008822, 0.0006089, 0.0006903, 0.0006829, 0.0007887, 0.0010844, 0.0015033, 0.0006586, 0.0006339, 0.0006297, 0.0006703, 0.0009643, 0.0011363, 0.0012156, 0.0006423, 0.0007003, 0.0006095, 0.0006165, 0.0008179, 0.0008074, 0.0008203, 0.0008739, 0.0009741, 0.0012595, 0.0011178, 0.0011878, 0.0008529, 0.0013625, 0.001524, 0.0011962, 0.0011391, 0.0015372, 0.000831, 0.0009052, 0.0007894, 0.0006813, 0.0006245, 0.0008011, 0.0012886, 0.0010766, 0.0011659, 0.0017157, 0.0014483, 0.0011976, 0.0011486, 0.0014227, 0.0009381, 0.0009021, 0.0010758, 0.0008758, 0.000974, 0.0011204, 0.0007955, 0.0009852, 0.0008764, 0.0007709, 0.0011693, 0.0014266, 0.0010386, 0.001257, 0.0015313, 0.0009096, 0.0009924, 0.0008933, 0.0013337, 0.0009028, 0.0011491, 0.001072, 0.0014458, 0.0008836, 0.0008864, 0.0009184, 0.0009786, 0.0011868, 0.0009156, 0.0009548, 0.0010341, 0.0014163, 0.0017694, 0.0010979, 0.001079, 0.0011336, 0.0009338, 0.0012111, 0.0008023, 0.0008222, 0.000807, 0.0008411, 0.0006534, 0.0007833, 0.00078, 0.0009081, 0.0011696, 0.001381, 0.0010056, 0.0008466, 0.0009648, 0.0011375, 0.0014282, 0.001516, 0.0013448, 0.0010097, 0.001395, 0.0008306, 0.0009322, 0.0008916, 0.0009407, 0.0008588, 0.0007984, 0.001117, 0.0014014, 0.0013029, 0.0011737, 0.0008867, 0.0014237, 0.001228, 0.0009454, 0.0009263, 0.0010179, 0.0013594, 0.0015326, 0.0012118, 0.0012544, 0.0008435, 0.0014839, 0.001546, 0.0009728, 0.0010947, 0.0016815, 0.0016726, 0.0012201, 0.0011316, 0.0015181, 0.0016525, 0.0020654, 0.0010957, 0.0011766, 0.0013431, 0.0016498, 0.001144, 0.0010638, 0.0015184, 0.0011227, 0.0014747, 0.0016524, 0.001761, 0.001237, 0.0011926, 0.0014371, 0.001379, 0.0014472, 0.0013786, 0.0011803, 0.0009564, 0.0014276, 0.0010121, 0.002153, 0.0019412, 0.0022049, 0.0013012, 0.0009883, 0.0018983, 0.0013023, 0.0017854, 0.0014335, 0.0017586, 0.0011993, 0.0012783, 0.00159, 0.0020567, 0.0014753, 0.0017685, 0.001703, 0.001915, 0.0014438, 0.001939, 0.0013627, 0.0014677, 0.0016601, 0.0024586, 0.001971, 0.0015706, 0.0014977, 0.0017248, 0.0013073, 0.0016485, 0.0017923, 0.0014558, 0.0018832, 0.0015605, 0.001525, 0.0014853, 0.0015567, 0.0013384, 0.00162, 0.002168, 0.002073, 0.001805, 0.0021532, 0.0018399, 0.0014469, 0.0015481, 0.0023684, 0.0018094, 0.0013447, 0.0017211, 0.0015014, 0.0014115, 0.0021676, 0.0012766, 0.001596, 0.001606, 0.0012707, 0.001974, 0.0020815, 0.0028431, 0.0017281, 0.0015128, 0.0019441, 0.0014727, 0.0024015, 0.0013648, 0.0014647, 0.0015135, 0.0016178, 0.0014562, 0.0015096, 0.0023574, 0.001703, 0.0015025, 0.0016297, 0.0017382, 0.0023982, 0.0019494, 0.0017469, 0.0015419, 0.0016909, 0.001438, 0.0025326, 0.0015233, 0.0021838, 0.0015701, 0.0017994, 0.0017981, 0.0022025, 0.0025591, 0.0028461, 0.0017663, 0.0016483, 0.0022633, 0.0077248, 0.008085, 0.0023212, 0.0017997, 0.0020598, 0.0021397, 0.002722, 0.0019192, 0.0017218, 0.0015674, 0.0018364, 0.0015391, 0.0016879, 0.0021756, 0.0013329, 0.0013713, 0.0017907, 0.0018352, 0.0020679, 0.0018062, 0.0019617, 0.0025122, 0.0020613, 0.0023085, 0.0018994, 0.0026711, 0.0017892, 0.0024293, 0.0025866, 0.0015734, 0.0022417, 0.0018764, 0.002369, 0.0019849, 0.0018823, 0.0020862, 0.001736, 0.0016412, 0.0023141, 0.0037163, 0.0021571, 0.0024223, 0.0030108, 0.0050332, 0.0044175, 0.0026864, 0.0031083, 0.0027587, 0.0019711, 0.0017153, 0.002426, 0.0016108, 0.0014716, 0.00172, 0.001757, 0.001682, 0.0019271, 0.001936, 0.0019553, 0.0024916, 0.0023973, 0.0017101, 0.002168, 0.0020513, 0.0022477, 0.0014437, 0.0017061, 0.0022851, 0.0018332, 0.0015677, 0.0017957, 0.0020455, 0.0020649, 0.0018254, 0.0022867, 0.0021989, 0.0018504, 0.0019644, 0.0016832, 0.0016062, 0.0019933, 0.0024068, 0.0018285, 0.0021658, 0.001743, 0.00147, 0.0026312, 0.001657, 0.0015249, 0.0022, 0.0025716, 0.002057, 0.0018663, 0.0020369, 0.0024177, 0.0019444, 0.0025417, 0.0023629, 0.0019003, 0.0022536, 0.0023466, 0.0016648, 0.0017479, 0.0024931, 0.0021072, 0.0024873, 0.0017632, 0.0020838, 0.0021308, 0.0015533, 0.0017561, 0.0020508, 0.0025479, 0.0020958, 0.0020901, 0.0023567, 0.0022198, 0.0030569, 0.0017688, 0.0028669, 0.0024345, 0.0030866, 0.0023602, 0.0018633, 0.0025269, 0.0020741, 0.0023352, 0.0019601, 0.0016566, 0.0021438, 0.0018941, 0.0016457, 0.0019843, 0.0018407, 0.0022639, 0.0020866, 0.0022699, 0.0025484, 0.0028599, 0.0029787, 0.0022051, 0.0017916, 0.0025128, 0.0021576, 0.0021311, 0.0021047, 0.0025787, 0.0024668, 0.0029581, 0.0018956, 0.0022892, 0.0017199, 0.0017715, 0.002278, 0.0022812, 0.0018712, 0.0019272, 0.0023196, 0.002476, 0.001694, 0.0023197, 0.0019991, 0.0021606, 0.0023825, 0.0021275, 0.002138, 0.0019995, 0.0021397, 0.0018694, 0.0019293, 0.0022943, 0.0026116, 0.0028944, 0.0017222, 0.0016901, 0.0020085, 0.0020831, 0.0018474, 0.0019043, 0.0019757, 0.0018707, 0.0025602, 0.0028099, 0.0020815, 0.0026781, 0.0031665, 0.0024094, 0.0022985, 0.002226, 0.0022722, 0.0023268, 0.002094, 0.0026008, 0.0029977, 0.0022883, 0.0019866, 0.0016726, 0.0018859, 0.002339, 0.0027274, 0.0025791, 0.002008, 0.0022427, 0.0018979, 0.0026641, 0.0024399, 0.0020837, 0.0020783, 0.0024878, 0.0025557, 0.0021089, 0.0022424, 0.0022677, 0.0020428, 0.0027856, 0.0026597, 0.0032809, 0.0022965, 0.0021499, 0.0026197, 0.0028963, 0.0020191, 0.0032601, 0.0022255, 0.0027391, 0.0026895, 0.0020676, 0.0021067, 0.0031756, 0.0037221, 0.0035715, 0.0036293, 0.0019662, 0.0022159, 0.0030967, 0.0033927, 0.0020876, 0.0030617, 0.0020435, 0.0027887, 0.0028099, 0.0021011, 0.0027144, 0.0025138, 0.0025367, 0.0023131, 0.0043212, 0.0032027, 0.0031364, 0.0025005, 0.0033597, 0.0023043, 0.0024601, 0.0020333, 0.0027684, 0.0024652, 0.0028081, 0.0020032, 0.0019851, 0.0029348, 0.0028516, 0.0032408, 0.0026329, 0.0030238, 0.0021952, 0.0033965, 0.0025666, 0.0034053, 0.0037998, 0.0020708, 0.0024744, 0.0023906, 0.002126, 0.0021315, 0.0023995, 0.0022675, 0.002344, 0.0022922, 0.002597, 0.0021586, 0.0029563, 0.0023443, 0.002818, 0.0021615, 0.0029009, 0.0022464, 0.0027862, 0.0018772, 0.0019356, 0.002358, 0.0024426, 0.0027488, 0.0028363, 0.0026542, 0.0031821, 0.0027305, 0.0025389, 0.0027737, 0.0023102, 0.0022075, 0.0024405, 0.002452, 0.0025991, 0.00226, 0.0026921, 0.0023586, 0.0024601, 0.0023981, 0.0022394, 0.0027722, 0.0025171, 0.0022882, 0.0029501, 0.0028259, 0.0023083, 0.0025152, 0.0028526, 0.0026637, 0.0051543, 0.0038823, 0.002266, 0.0037683, 0.0034271, 0.0035424, 0.0022393, 0.0032273, 0.0023334, 0.0032554, 0.0024445, 0.002485, 0.0028027, 0.0030986, 0.0022373, 0.0028449, 0.0021882, 0.0026262, 0.0022874, 0.0027386, 0.0025245, 0.0029504, 0.0028277, 0.0024879, 0.0028457, 0.0025846, 0.002512, 0.0039478, 0.0029833, 0.0027684, 0.0027329, 0.0025527, 0.002391, 0.0031023, 0.0023827, 0.0025822, 0.0030103, 0.0028456, 0.0029972, 0.0024187, 0.0026505, 0.0028222, 0.0027516, 0.0025632, 0.0023788, 0.003022, 0.0030797, 0.002558, 0.0025327, 0.0028221, 0.0028443, 0.0030666, 0.0024092, 0.0023638, 0.0022888, 0.0028764, 0.0027753, 0.0026606, 0.0028352, 0.002925, 0.0034544, 0.0030758, 0.0027536, 0.002942, 0.0025079, 0.0032572, 0.0027556, 0.0035594, 0.00284, 0.0031875, 0.0028754, 0.0028079, 0.0028398, 0.0037979, 0.0024023, 0.0024305, 0.0024375, 0.0026502, 0.0027487, 0.0026509, 0.0031303, 0.0028777, 0.002024, 0.0019876, 0.0026181, 0.0027639, 0.0025007, 0.0032348, 0.0029615, 0.0030226, 0.0033828, 0.0030873, 0.0028765, 0.0034779, 0.0032193, 0.0032808, 0.0030091, 0.0034581, 0.0022655, 0.0026083, 0.0038373, 0.0033717, 0.0034705, 0.003306, 0.0026101, 0.0027785, 0.0025747, 0.0033437, 0.0028532, 0.0026443, 0.0031794, 0.0038378, 0.0031354, 0.0025299, 0.0027873, 0.003084, 0.0034533, 0.0027759, 0.002538, 0.0022969, 0.0022136, 0.0027393, 0.0030358, 0.0028559, 0.0027886, 0.0026383, 0.0028026, 0.00296, 0.0035206, 0.0039958, 0.0024641, 0.0024857, 0.0027175, 0.0027465, 0.0030947, 0.003022, 0.0027541, 0.0036107, 0.0039673, 0.0026828, 0.0026246, 0.0025209, 0.0034039, 0.0032739, 0.0033896, 0.0026574, 0.0030921, 0.0028598, 0.0031848, 0.0032508, 0.002742, 0.0029161, 0.0026134, 0.0026961, 0.0034576, 0.0031147, 0.0039824, 0.0036386, 0.0031804, 0.002425, 0.0033522, 0.0045275, 0.0027315, 0.0031629, 0.0039524, 0.0029687, 0.0026788, 0.0032913, 0.0037301, 0.0110197, 0.0056398, 0.0144333, 0.0135763, 0.0042067, 0.0043031, 0.00429, 0.0034928, 0.0033075, 0.0032009, 0.0036562, 0.0038451, 0.0031611, 0.0034519, 0.0031543, 0.0027616, 0.0031897, 0.0028447, 0.004145, 0.0032355, 0.0031757, 0.0028384, 0.003157, 0.0023855, 0.0027589 |

**График зависимости времени обмена от длины сообщения.**

Как видно из графика, время обмена сообщениями линейно зависит от длины отправляемых сообщений.

****

**Выводы.**

Была написана программа, осуществляющая обмен сообщениями между четными и нечетными процессами. Было выполнено измерение времени обмена сообщениями при различных размерах сообщения.

Исходя из полученного графика видно, что время обмена сообщениями четными и нечетными процессами линейно зависит от размера сообщения.