

Programação Paralela e Distribuída

Prática 7: MPI (for Python) - Operações Coletivas

<http://mpitutorial.com/tutorials/>

1 - Construa um programa para calcular o desvio padrão um array de valores, usando MPI Allreduce em mpi4py. Abaixo tem o algoritmo esquematizado na linguagem c.

```

rand_nums = create_rand_nums(num_elements_per_proc);

// Sum the numbers locally
float local_sum = 0;
int i;
for (i = 0; i < num_elements_per_proc; i++) {
    local_sum += rand_nums[i];
}

// Reduce all of the local sums into the global sum in order to
// calculate the mean
float global_sum;
MPI_Allreduce(&local_sum, &global_sum, 1, MPI_FLOAT, MPI_SUM,
             MPI_COMM_WORLD);
float mean = global_sum / (num_elements_per_proc * world_size);

// Compute the local sum of the squared differences from the mean
float local_sq_diff = 0;
for (i = 0; i < num_elements_per_proc; i++) {
    local_sq_diff += (rand_nums[i] - mean) * (rand_nums[i] - mean);
}

// Reduce the global sum of the squared differences to the root
// process and print off the answer
float global_sq_diff;
MPI_Reduce(&local_sq_diff, &global_sq_diff, 1, MPI_FLOAT, MPI_SUM, 0,
          MPI_COMM_WORLD);

// The standard deviation is the square root of the mean of the
// squared differences.
if (world_rank == 0) {
    float stddev = sqrt(global_sq_diff /
                       (num_elements_per_proc * world_size));
    printf("Mean - %f, Standard deviation = %f\n", mean, stddev);
}

```

2 - Construa um programa que gere um array de valores aleatórios de dimensão n , divida os elementos do array pelo número total de processadores que o comando de execução usar, e calcule a soma dos valores do array. Cada subprocesso deve calcular a soma dos valores que recebeu.

Para vários valores de n (10 000, 100 000, 1 000 000 compare os tempos de execução de 4 versões:

- i) Versão sequencial.
- ii) Os valores do array são distribuídos individualmente (comunicação ponto a ponto);
- iii) Os valores do array são distribuídos em bloco com scatter;
- iv) Os valores do array são distribuídos com broadcast.

3 - Partindo da versão paralela mais rápida para o programa anterior, construa um programa que determine o valor máximo de um array de valores aleatórios.

4 - Construa um programa que calcule em paralelo o produto interno de dois vectores com uma dada dimensão.

5 - Construa um programa paralelo que calcule o valor de PI usando o método de Monte Carlo. Compare tempos de execução e precisão dos resultados usando 3 versões:

i) Versão sequencial;

ii) Versão paralela em que os valores aleatórios são calculados no processo master.

iii) Versão paralela em que os valores aleatórios são calculados em cada subprocesso.

6 - Pretende-se calcular o integral $\int_5^{80} x^3$.

a) Construa um programa paralelo que calcule o integral pelo método de monte Carlo.

b) Construa um programa paralelo que calcule o integral pela regra do trapézio.

Calcule analiticamente o valor do integral e compare com os valores obtidos com as suas soluções, variando o número de valores aleatórios gerado (no caso da alínea a) e variando o número de intervalos em que divide o domínio da função (no caso da alínea b). Analise a precisão dos resultados obtidos.