Projeto 2 - Cálculo de π

Igor Andrade Brito

12 de julho de 2021

Foi desenvolvido um programa usando MPI para determinar o valor de π usando o Método de Monte Carlo. Esse valor foi calculado com base em um sorteio de 10^N com N variando entre 3 e 10. Esse programa calcula o tempo gasto da execução usando a função `MPI_Wtime` do MPI que retorna o valor em segundos. (OpenMPI n.d.). Junto com esse relatório estão anexados o programa usando MPI, o programa sequencial feito para o Projeto 1 e as imagens de todas as execuções.

Não consegui chegar em um resultado para N = 10 com nenhum programa, meu computador ficou ligado vários dias seguidos executando o programa paralelo com 2 e 4 processos e o algoritmo sequencial rodando em uma máquina virtual da Amazon mas a conexão caiu algumas vezes e parou a execução, outra vez foi a energia, por isso as tabelas vão com N até 9. Para os programas em paralelo, a partir de 8 processos o meu computador não permite a execução dizendo que não tem espaço (detalhes nas imagens), para "burlar" usei o –oversubscribe que a própria mensagem sugeriu.

As tabelas a seguir possuem o valor de π e o tempo (T - em segundos) gasto para o programa sequencial desenvolvido no projeto anterior (Tabela 1) e para o programa usando MPI com as seguintes quantidades de processos:

- 2 processos (Tabela 2);
- 4 processos (Tabela 3);
- 8 processos (Tabela 4);
- 16 processos (Tabela 5);
- 32 processos (Tabela 6);

N → Execução ↓		3	4	5	6	7	8	9
1ª	π	3.132000	3.180000	3.145320	3.139540	3.141589	3.141323	3.141609
	T	0.000147	0.000941	0.009701	0.095189	0.357799	3.525693	33.010890
2ª	π	3.188000	3.123200	3.133720	3.138880	3.142032	3.141371	3.141534
	T	0.000180	0.001097	0.009767	0.095352	0.350316	3.218580	36.629047
3ª	π	3.144000	3.144800	3.139280	3.141716	3.142027	3.141570	3.141481
	T	0.000149	0.000954	0.009680	0.095416	0.352329	3.261052	39.203005
4ª	π	3.076000	3.137200	3.135640	3.141584	3.141672	3.141871	3.141630
	T	0.000151	0.000974	0.010120	0.097261	0.354604	3.705267	43.289251
5ª	π	3.180000	3.128400	3.142760	3.141980	3.142491	3.141579	3.141646
	T	0.000145	0.000959	0.010082	0.094795	0.351644	3.462967	42.760580
6ª	π	3.116000	3.158400	3.132280	3.138052	3.142838	3.141598	3.141650
	T	0.000154	0.000944	0.009553	0.094636	0.350282	3.428708	41.809463
7ª	π	3.176000	3.146400	3.143000	3.142256	3.141310	3.141862	3.141511
	T	0.000145	0.000950	0.009458	0.094737	0.437085	4.220911	42.718894
8ª	π	3.160000	3.122800	3.152360	3.140476	3.141025	3.141807	3.141642
	T	0.000147	0.000963	0.009530	0.091452	0.435557	4.212941	42.413717
9ª	π	3.152000	3.135200	3.134720	3.140116	3.142572	3.141538	3.141536
	T	0.000146	0.000957	0.009649	0.088294	0.437576	4.240079	42.625438
10ª	π	3.176000	3.134000	0.000978	3.141468	3.141625	3.141591	3.141666
	T	0.000157	0.000978	0.009703	0.089346	0.438124	4.266038	42.713923

Table 1: Tabela para o programa sequencial

Referências

OpenMPI (n.d.). *Open MPI Documentation*. URL: `https://www.open-mpi.org/doc/current/man3/MPI_Wtime.3.php`.

N → Execução ↓		3	4	5	6	7	8	9
1ª	π	3.172000	3.139600	3.149640	3.140872	3.141089	3.141795	3.141514
	T	1.305252	1.278820	1.288674	1.395109	2.336698	11.474651	92.142175
2ª	π	3.228000	3.140000	3.147920	3.141568	3.141580	3.142006	3.141514
	T	1.295643	1.283072	1.302934	1.371346	2.243876	10.923810	92.948317
3ª	π	3.120000	3.154000	3.142680	3.139232	3.141239	3.141299	3.141520
	T	1.297571	1.276809	1.301975	1.365725	2.257933	10.940014	85.420821
4ª	π	3.156000	3.130400	3.149440	3.140000	3.142385	3.141614	3.141601
	T	1.295283	1.281887	1.287172	1.400533	2.241885	10.921800	90.759157
5ª	π	3.156000	3.139600	3.133840	3.140100	3.141598	3.141507	3.141647
	T	1.282514	1.274954	1.290887	1.377447	2.240529	10.939399	82.845708
6ª	π	3.212000	3.180000	3.142120	3.141360	3.140530	3.141710	3.141527
	T	1.277982	1.280145	1.302786	1.381140	2.247563	11.356903	96.652190
7ª	π	3.124000	3.155600	3.133440	3.143564	3.141920	3.141651	3.141667
	T	1.290902	1.278075	1.287372	1.377431	2.244333	11.274575	80.475735
8ª	π	3.168000	3.144800	3.144640	3.141076	3.141856	3.141382	3.141561
	T	1.279040	1.277495	1.293415	1.387302	2.292137	10.919015	114.327690
9ª	π	3.192000	3.116000	3.143880	3.139744	3.142458	3.141558	3.141611
	T	1.279672	1.292026	1.296766	1.383705	2.238475	10.931585	94.602354
10ª	π	3.156000	3.141200	3.153160	3.140500	3.142074	3.141556	3.141538
	T	1.289864	1.277039	1.289369	1.383909	2.245874	12.484858	97.886545

Table 2: Tabela para o programa paralelo com 2 processos

N → Execução ↓		3	4	5	6	7	8	9
1ª	π	3.120000	3.147600	3.147040	3.140104	3.140963	3.141741	3.141610
	T	1.300414	1.307382	1.310719	1.397621	2.287363	11.547515	100.658955
2ª	π	3.160000	3.165600	3.142920	3.142168	3.141989	3.141650	3.141615
	T	1.304965	1.306903	1.315753	1.412146	2.283949	13.564282	114.619993
3ª	π	3.116000	3.134800	3.150400	3.140532	3.141527	3.141862	3.141577
	T	1.817028	1.349953	1.370755	1.455889	2.364360	13.747023	111.945868
4ª	π	3.152000	3.131200	3.136640	3.140248	3.142154	3.141716	3.141578
	T	1.357260	1.345718	1.513425	1.428677	2.446500	11.743991	104.528454
5ª	π	3.148000	3.134800	3.146800	3.140272	3.141340	3.141574	3.141657
	T	1.375513	1.349779	1.353261	1.635073	2.353260	11.714021	125.495893
6ª	π	3.216000	3.140800	3.147560	3.141272	3.142267	3.141525	3.141532
	T	1.513760	1.353935	1.347147	1.442307	2.360985	11.535767	103.818540
7ª	π	3.160000	3.137600	3.144880	3.140212	3.142061	3.141771	3.141541
	T	1.325949	1.354123	1.346988	1.449115	2.380759	11.506948	109.085704
8ª	π	3.156000	3.160400	3.145200	3.142984	3.140944	3.141424	3.141587
	T	1.352260	1.331950	1.373355	1.496054	2.409091	12.086597	112.770446
9ª	π	3.048000	3.130800	3.134920	3.139824	3.141858	3.141537	3.141593
	T	1.721146	1.344027	1.368341	1.467044	2.362915	11.569200	111.707057
10ª	π	3.128000	3.146000	3.134800	3.140876	3.142361	3.141642	3.141602
	T	1.666002	1.347400	1.362493	1.480052	2.544923	14.259959	114.238370

Table 3: Tabela para o programa paralelo com 4 processos

N → Execução ↓		3	4	5	6	7	8	9
1ª	π	3.196000	3.145600	3.145200	3.141860	3.141414	3.141344	3.141532
	T	1.993691	1.924464	2.120787	2.378382	4.213085	20.490694	181.953214
2ª	π	3.184000	3.129600	3.137800	3.143484	3.141358	3.141741	3.141554
	T	2.045863	2.194062	2.100571	2.276925	4.250704	22.739513	185.546581
3ª	π	3.108000	3.146000	3.146040	3.143148	3.142624	3.141767	3.141661
	T	2.352742	4.616639	2.138619	2.284712	4.022280	23.372624	183.006600
4ª	π	3.052000	3.152000	3.148480	3.140040	3.140875	3.141666	3.141643
	T	2.178070	2.019630	2.220336	2.393998	3.975242	21.809622	194.284856
5ª	π	3.048000	3.167200	3.137560	3.142232	3.141974	3.141678	3.141597
	T	2.180881	1.942536	2.204169	2.300908	4.605358	20.553780	184.728369
6ª	π	3.172000	3.146400	3.137720	3.139992	3.141277	3.141631	3.141486
	T	1.982107	1.996828	2.178880	2.233346	4.498767	21.466340	185.437416
7ª	π	3.228000	3.179600	3.132640	3.142916	3.140670	3.141642	3.141559
	T	2.243217	1.984359	2.039218	4.934700	3.975390	21.296966	192.923495
8ª	π	3.144000	3.127600	3.137560	3.142000	3.141517	3.141691	3.141591
	T	2.198003	2.041699	2.038611	2.228858	4.001429	22.960663	184.450464
9ª	π	3.060000	3.166400	3.149000	3.142524	3.141745	3.141753	3.141587
	T	2.008884	2.027599	2.013080	2.284085	4.236699	21.056978	238.494533
10ª	π	3.132000	3.127600	3.145680	3.143560	3.141235	3.141577	3.141542
	T	1.990328	2.064392	1.941474	2.079886	3.943249	19.729647	170.953950

Table 4: Tabela para o programa paralelo com 8 processos

N → Execução ↓		3	4	5	6	7	8	9
1ª	π	3.192000	3.139600	3.144960	3.141404	3.140758	3.141668	3.141657
	T	2.918400	3.046586	2.842568	3.366867	8.986437	34.671110	302.450819
2ª	π	3.224000	3.144000	3.138560	3.140868	3.141086	3.141643	3.141451
	T	2.977871	3.012150	2.9290685	3.231245	6.319595	34.002907	291.291365
3ª	π	3.228000	3.138400	3.140360	3.142936	3.141335	3.141800	3.141568
	T	2.866820	2.850312	3.072133	3.328293	6.806440	32.765118	280.797128
4ª	π	3.196000	3.157600	3.136960	3.141916	3.141430	3.141755	3.141705
	T	2.908098	2.658770	2.684312	3.245041	5.705530	34.201530	296.620394
5ª	π	3.008000	3.141600	3.149160	3.140132	3.141505	3.141615	3.141580
	T	3.024931	2.739544	2.758811	3.154087	6.141310	34.019007	284.791151
6ª	π	3.164000	3.143600	3.136160	3.143200	3.142254	3.141707	3.141530
	T	2.896811	2.858913	2.718783	3.458063	6.199770	33.754816	315.509393
7ª	π	3.104000	3.158400	3.140120	3.140216	3.141873	3.141719	3.141576
	T	2.951673	2.820426	3.051996	3.103891	5.946626	35.836786	288.339006
8ª	π	3.140000	3.180000	3.142440	3.142256	3.141256	3.141679	3.141598
	T	2.749100	2.952173	3.052689	3.260238	6.226169	35.731847	292.540232
9ª	π	3.092000	3.156800	3.142360	3.138532	3.141313	3.141336	3.141604
	T	2.808098	5.433476	2.887211	3.517757	6.247810	33.809928	321.551933
10ª	π	3.132000	3.122000	3.133440	3.142852	3.142055	3.141566	3.141622
	T	2.756113	2.960445	3.229106	5.832605	6.392667	33.430201	291.243037

Table 5: Tabela para o programa paralelo com 16 processos

N → Execução ↓		3	4	5	6	7	8	9
1ª	π	3.156000	3.140800	3.139960	3.138932	3.142002	3.141504	3.141578
	T	5.607396	5.606796	5.432438	6.061295	11.783865	67.210531	526.914867
2ª	π	3.000000	3.126400	3.141760	3.144140	3.141778	3.141610	3.141603
	T	4.961677	7.901749	4.986446	5.995887	12.679141	66.584809	590.135083
3ª	π	3.132000	3.146000	3.145000	3.140420	3.141289	3.141541	3.141599
	T	4.672124	5.380889	5.183016	5.553570	12.234865	66.143366	536.373304
4ª	π	3.168000	3.140800	3.146200	3.142788	3.141506	3.141342	3.141625
	T	4.154748	6.977563	4.207802	4.708124	9.335494	50.833452	461.074418
5ª	π	3.132000	3.127600	3.141720	3.141368	3.142748	3.141551	3.141564
	T	4.221214	4.154625	4.329728	4.751949	9.108047	50.015427	514.592033
6ª	π	3.028000	3.153600	3.146080	3.143532	3.141623	3.141555	3.141619
	T	4.394621	6.733070	4.132709	7.248512	9.061099	51.833595	491.136560
7ª	π	3.060000	3.125200	3.151800	3.142208	3.141188	3.141443	3.141629
	T	4.489518	4.293856	4.182658	4.708642	11.605562	54.900765	538.567505
8ª	π	3.048000	3.154000	3.141600	3.142272	3.142198	3.141866	3.141672
	T	5.741736	6.041203	5.753435	6.479376	12.514274	66.672556	563.681178
9ª	π	3.100000	3.132800	3.147880	3.141464	3.142547	3.141517	3.141565
	T	5.338201	5.279771	4.367577	4.706612	9.421566	58.229166	537.630489
10ª	π	3.100000	3.155600	3.136320	3.144356	3.141406	3.141848	3.141599
	T	4.717995	5.043379	5.036016	5.462799	12.631224	67.217809	563.577295

Table 6: Tabela para o programa paralelo com 32 processos