



Instituto Politécnico de Setúbal

Escola Superior de Tecnologia de Setúbal

João Espada (202100660)

Tiago Silva (202000331)

Licenciatura em Engenharia Informática

Sistemas Operativos

Trabalho Prático #1

Descrições das soluções

Foram realizadas 10 execuções para cada versão do programa em diferentes conjuntos de dados.

Tempo de Execução:

Até ao ficheiro com a matriz de 8 cidades, a versão avançada apresentou uma menor média de tempo até a identificação do melhor caminho, em comparação com a versão base.

No entanto, a partir do conjunto de dados com 8 cidades, a média de tempo da versão avançada tornou-se superior à da versão base.

Número de Iterações:

A versão avançada exibiu uma média de iterações significativamente maior em comparação com a versão base até ao ficheiro com 8 cidades.

Posteriormente, as diferenças entre os valores diminuíram, com a versão avançada mantendo uma ligeira vantagem em número de iterações.

Encontrar o Caminho Ideal:

Ambas as versões apresentaram resultados semelhantes em termos de frequência de identificação do caminho ideal.

Resultados Testes Versão Base

Valores Passados		Ficheiro: ex5.txt - 5 Cidades			
		Versão do programa: Base			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução: 1s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	4 2 3 5 1	21	2	10ms	879ms
2	2 4 1 5 3	21	8	29ms	486ms
3	3 5 1 4 2	21	28	45ms	892ms
4	1 4 2 3 5	21	12	59ms	566ms
5	4 2 3 5 1	21	12	44ms	377ms
6	2 3 5 1 4	21	4	53ms	518ms
7	2 4 1 5 3	21	6	64ms	309ms
8	4 1 5 3 2	21	10	41ms	838ms
9	3 5 1 4 2	21	16	48ms	817ms
10	3 5 1 4 2	21	86	44ms	849ms
Resultados:		10/10	18,4	43,7 ms	653,1 ms

Valores Passados		Ficheiro: ex6.txt - 6 Cidades			
		Versão do programa: Base			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução: 1s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	6 3 5 2 4 1	23	40	60ms	940ms
2	5 3 6 1 4 2	23	12	66ms	535ms
3	1 4 2 5 3 6	23	23	54ms	1019ms
4	5 2 4 1 6 3	23	540	63m	115ms
5	2 4 1 6 3 5	23	70	68ms	728ms
6	4 2 5 3 6 1	23	202	63ms	978ms
7	1 6 3 5 2 4	23	534	52ms	902ms
8	2 5 3 6 1 4	23	50	62ms	657ms
9	5 3 6 1 4 2	23	2	25ms	678ms
10	4 1 6 3 5 2	23	238	69ms	339ms
Resultados:		10/10	171,1	52,5 ms	689,1 ms

Valores Passados		Ficheiro: ex7.txt - 7 Cidades			
		Versão do programa: Base			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução: 1s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	7 5 1 2 4 6 3	105	14	58 ms	840 ms
2	7 3 6 4 2 1 5	105	220	61 ms	650 ms
3	2 4 6 3 7 5 1	105	220	61 ms	650 ms
4	5 7 3 6 4 2 1	105	208	51 ms	904 ms
5	1 5 7 3 6 4 2	105	1012	43 ms	784 ms
6	4 6 3 7 5 1 2	105	1618	53 ms	198 ms
7	7 3 6 4 2 1 5	105	468	64 ms	827 ms
8	4 2 1 5 7 3 6	105	296	38 ms	208 ms
9	4 6 3 7 5 1 2	105	256	56 ms	105 ms
10	6 4 2 1 5 7 3	105	924	55 ms	843 ms
Resultados:		10/10	523,6	54 ms	600,9 ms

Valores Passados		Ficheiro: ex8.txt - 8 Cidades			
		Versão do programa: Base			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução: 1s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	3 8 6 4 1 2 5 7	244	198	59 ms	207 ms
2	5 2 1 4 6 8 3 7	244	3416	61 ms	845 ms
3	1 2 5 7 3 8 6 4	244	3416	61 ms	845 ms
4	2 1 4 6 8 3 7 5	244	20292	75 ms	763 ms
5	1 2 5 7 3 8 6 4	244	5094	51 ms	864 ms
6	1 4 6 8 3 7 5 2	244	3254	56 ms	840 ms
7	6 8 3 7 5 2 1 4	244	5250	75 ms	774 ms
8	7 3 8 6 4 1 2 5	244	9496	73 ms	862 ms
9	5 7 3 8 6 4 1 2	244	5256	87 ms	876 ms
10	7 5 2 1 4 6 8 3	244	2652	64 ms	941 ms
Resultados:		10/10	5832.4	66.2 ms	781.7 ms

Valores Passados		Ficheiro: ex9.txt - 9 Cidades			
		Versão do programa: Base			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução: 1s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	2 9 4 1 7 8 6 3 5	1472	10610	78 ms	984 ms
2	7 8 6 3 5 2 9 4 1	1472	79982	288 ms	458 ms
3	2 9 4 1 7 8 6 3 5	1472	79982	288 ms	458 ms
4	8 6 3 5 2 9 4 1 7	1472	46790	90 ms	579 ms
5	3 6 8 7 1 4 9 2 5	1472	17922	97 ms	953 ms
6	9 2 5 3 6 8 7 1 4	1472	37658	145 ms	965 ms
7	2 9 4 1 7 8 6 3 5	1472	155884	266 ms	826 ms
8	7 1 4 9 2 5 3 6 8	1472	128602	299 ms	786 ms
9	1 4 9 2 5 3 6 8 7	1472	10518	44 ms	293 ms
10	2 5 3 6 8 7 1 4 9	1472	84044	280 ms	392 ms
Resultados:		10/10	65199,2	43,7 ms	653,1 ms

Valores Passados		Ficheiro: ex10.txt - 10 Cidades				
		Versão do programa: Base				
		Número de Processos: 10				
		Tempo de execução máximo: 1s				
Resultados:						
Nº Teste	Melhor Caminho		Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	3 1 2 4 5 6 7 8 9 10		417	70556	118 ms	378 ms
2	5 6 4 2 1 3 10 9 8 7		413	685480	981 ms	993 ms
3	9 10 3 1 2 4 6 5 7 8		413	685480	981 ms	993 ms
4	2 1 3 10 9 8 7 5 6 4		413	7390	52 ms	724 ms
5	8 9 10 3 1 2 4 6 5 7		413	1552	53 ms	522 ms
6	7 6 5 4 2 1 3 10 9 8		417	149128	403 ms	467 ms
7	4 2 1 3 10 9 8 7 5 6		413	536040	729 ms	798 ms
8	9 10 3 1 2 4 6 5 7 8		413	120058	283 ms	703 ms
9	10 3 1 2 4 6 5 7 8 9		413	341218	397 ms	1001 ms
10	10 9 8 7 5 6 4 2 1 3		413	18896	129 ms	995 ms
Resultados:			8/10	261579,8	412,6 ms	757,4 ms

Valores Passados		Ficheiro: sp11.txt - 11 Cidades			
		Versão do programa: Base			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 3s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	1 9 2 10 3 6 4 7 8 11 5	133	1088574	1231 ms	2739 ms
2	7 4 6 3 10 9 1 5 11 8 2	134	254718	414 ms	2405 ms
3	11 5 1 9 2 10 3 6 4 7 8	133	254718	414 ms	2405 ms
4	11 8 2 7 4 6 3 10 9 1 5	134	677382	981 ms	2658 ms
5	8 2 7 4 6 3 10 9 1 5 11	134	523518	760 ms	2881 ms
6	4 7 2 1 5 11 8 9 10 3 6	134	1269512	1363 ms	2008 ms
7	11 5 1 2 7 4 6 3 10 9 8	134	442336	645 ms	2483 ms
8	11 8 7 4 6 3 10 2 9 1 5	133	1468786	1520 ms	2952 ms
9	6 3 10 2 9 1 5 11 8 7 4	133	1541220	2042 ms	3040 ms
10	10 9 8 11 5 1 2 7 4 6 3	134	156342	286 ms	2992 ms
Resultados:		4/10	767710,6	965,6 ms	2656,3 ms

Valores Passados		Ficheiro: uk12.txt - 12 Cidades			
		Versão do programa: Base			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 20s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	5 3 10 1 2 6 8 12 4 9 7 11	1756	21428152	19773 ms	19792 ms
2	2 11 5 3 10 1 6 8 12 4 9 7	1739	8740648	8794 ms	19109 ms
3	11 5 3 10 1 6 8 12 4 9 7 2	1739	8740648	8794 ms	19109 ms
4	7 11 5 3 10 1 2 6 8 12 4 9	1756	18789344	18103 ms	19802 ms
5	1 10 3 5 11 7 9 2 4 12 8 6	1733	7629288	8399 ms	19161 ms
6	7 11 5 3 10 1 6 8 12 4 2 9	1733	2387484	2587 ms	19166 ms
7	10 1 6 8 12 4 2 9 7 11 5 3	1733	350884	832 ms	19107 ms
8	8 6 2 1 10 3 5 11 7 9 4 12	1756	7860144	7907 ms	19180 ms
9	8 6 1 10 3 5 11 2 7 9 4 12	1739	9465842	14320 ms	19344 ms
10	10 1 6 8 12 4 2 7 9 11 5 3	1771	16497244	19390 ms	19614 ms
Resultados:		3/10	10188967,8	10889,9 ms	19338,4 ms

Valores Passados		Ficheiro: ex13.txt - 13 Cidades				
		Versão do programa: Base				
		Número de Processos: 10				
		Tempo de execução máximo: 60s				
Resultados:						
Nº Teste	Melhor Caminho		Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	7 12 6 5 4 3 2 10 9 11 8 1 13		3251	14525370	13991 ms	59120 ms
2	11 13 7 6 12 5 4 3 2 8 1 10 9		3204	52996200	49163 ms	59066 ms
3	1 11 9 10 2 3 4 5 6 12 7 13 8		3206	52996200	49163 ms	59066 ms
4	3 4 5 6 12 7 13 11 9 10 1 8 2		3181	29030142	28143 ms	59756 ms
5	11 9 13 7 6 12 5 4 3 2 8 1 10		3289	5851432	5847 ms	59280 ms
6	7 13 11 9 10 8 1 2 3 4 5 12 6		3194	17015644	16204 ms	59792 ms
7	5 12 6 7 13 8 11 9 10 1 2 3 4		3181	36445410	36644 ms	59524 ms
8	5 6 12 7 13 8 1 11 9 10 2 3 4		3206	42658556	41326 ms	59178 ms
9	6 7 13 11 9 10 1 8 2 3 4 5 12		3204	39255392	39601 ms	59381 ms
10	8 13 7 12 6 5 4 3 2 1 10 9 11		3158	3518414	3654 ms	59288 ms
Resultados:			1/10	29429276	28373,6 ms	59345,1 ms

Valores Passados		Ficheiro: burma14.txt - 14 Cidades				
		Versão do programa: Base				
		Número de Processos: 15				
		Tempo de execução máximo: 90s				
Resultados:						
Nº Teste	Melhor Caminho		Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	2 10 9 11 13 7 12 6 5 4 3 14 8 1		3388	9480558	16694 ms	89417 ms
2	3 4 5 6 12 7 13 2 1 10 9 11 8 14		3446	18486798	33290 ms	89326 ms
3	9 8 13 7 6 12 5 4 3 14 2 1 10 11		3409	18486798	33290 ms	89326 ms
4	8 1 9 10 11 2 14 3 4 5 12 6 7 13		3503	8870258	15517 ms	89846 ms
5	4 5 6 12 7 13 1 8 11 9 10 2 3 14		3483	28381124	50006 ms	89932 ms
6	12 6 5 4 3 14 1 8 2 10 9 11 13 7		3475	43373558	74525 ms	89091 ms
7	11 13 7 12 6 5 4 3 14 1 2 8 9 10		3508	22490258	39530 ms	89407 ms
8	3 4 5 6 12 7 13 8 11 10 9 1 2 14		3386	15399000	26906 ms	89362 ms
9	2 10 9 11 8 14 3 4 5 6 12 7 13 1		3478	47316018	81113 ms	89969 ms
10	8 9 10 11 13 7 6 12 5 4 3 14 2 1		3382	28298570	46801 ms	89912 ms
Resultados:			0/10	24058294	41767,2 ms	89558,8 ms

Valores Passados		Ficheiro: lau15.txt - 15 Cidades			
		Versão do programa: Base			
		Número de Processos: 20			
		Tempo de execução máximo: 120s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	13 1 11 4 6 9 8 10 14 12 3 7 5 15 2	347	12129754	24703 ms	119115 ms
2	6 4 11 1 13 2 10 8 5 9 15 7 3 12 14	346	27221266	49151 ms	119187 ms
3	6 4 8 10 11 1 13 2 15 9 5 7 3 14 12	353	27221266	49151 ms	119187 ms
4	10 5 9 15 2 13 1 11 4 6 12 14 3 7 8	357	20623368	46360 ms	119087 ms
5	14 6 8 10 4 11 1 13 2 15 9 7 5 3 12	349	33574742	68821 ms	120039 ms
6	11 1 13 2 8 15 5 9 7 3 10 14 12 6 4	349	13175878	21933 ms	119779 ms
7	4 1 13 9 15 5 7 3 12 14 10 8 2 11 6	360	44321448	71152 ms	119347 ms
8	2 13 1 4 11 6 8 10 14 12 3 5 7 9 15	351	73462768	119229 ms	119655 ms
9	13 2 8 9 15 5 7 10 14 12 3 6 4 11 1	353	47509564	83225 ms	119855 ms
10	12 7 5 9 15 2 13 1 11 4 6 8 10 14 3	325	38922724	69683 ms	119735 ms
Resultados:		0/10	33816277,8	60340,8 ms	119498,6 ms

Resultados Testes Versão Avançada

ValoresPassados		Ficheiro: ex5.txt - 5 Cidades			
		Versão do programa: Advanced			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 1s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	3 2 5 4 1	21	10695	52 ms	86 ms
2	5 4 1 3 2	21	145138	29 ms	667 ms
3	3 2 4 5 1	21	145138	29 ms	667 ms
4	4 3 5 1 2	21	10575	30 ms	80 ms
5	1 2 4 5 3	21	164824	38 ms	919 ms
6	4 5 1 3 2	21	108384	33 ms	643 ms
7	1 4 3 2 5	21	103026	54 ms	753 ms
8	5 2 3 1 4	21	138982	35 ms	700 ms
9	2 4 1 3 5	21	139927	38 ms	830 ms
10	1 4 5 2 3	21	7946	27 ms	45 ms
Resultados:		10/10	97463,5	36,5 ms	539 ms

ValoresPassados		Ficheiro: ex6.txt - 6 Cidades			
		Versão do programa: Advanced			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 1s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	5 6 4 3 2 1	23	67489	36 ms	362 ms
2	4 3 1 5 2 6	23	136128	31 ms	929 ms
3	5 4 1 6 2 3	23	136128	31 ms	929 ms
4	6 2 3 1 5 4	23	11433	50 ms	121 ms
5	6 4 3 2 5 1	23	85920	31 ms	502 ms
6	3 6 4 1 5 2	23	108884	34 ms	656 ms
7	4 5 6 3 2 1	23	165899	33 ms	897 ms
8	2 1 5 6 4 3	23	98512	34 ms	828 ms
9	3 6 4 5 2 1	23	133990	33 ms	682 ms
10	6 1 2 4 3 5	23	124594	53 ms	770 ms
Resultados:		10/10	106897,7		36,6 ms
					667,6 ms

ValoresPassados		Ficheiro: ex7.txt - 7 Cidades			
		Versão do programa: Advanced			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 1s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	1 5 7 2 6 3 4	105	94941	38 ms	581 ms
2	2 6 7 4 5 1 3	105	42699	48 ms	232 ms
3	2 3 5 1 7 6 4	105	42699	48 ms	232 ms
4	4 3 5 1 6 2 7	105	156413	32 ms	936 ms
5	1 2 3 6 5 7 4	105	22248	26 ms	222 ms
6	6 5 1 7 4 3 2	105	94588	59 ms	528 ms
7	3 7 4 5 2 1 6	105	10444	35 ms	56 ms
8	1 7 6 3 2 4 5	105	106268	28 ms	553 ms
9	7 5 3 1 4 6 2	105	169920	39 ms	883 ms
10	5 3 4 7 1 6 2	105	38259	31 ms	321 ms
Resultados:		10/10	77847,9	38,4 ms	454,4 ms

ValoresPassados		Ficheiro: ex8.txt - 8 Cidades			
		Versão do programa: Advanced			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 1s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	6 1 7 4 2 8 5 3	244	183416	97 ms	961 ms
2	8 6 1 3 7 4 2 5	244	27363	40 ms	171 ms
3	7 1 8 5 4 2 6 3	244	27363	40 ms	171 ms
4	5 7 4 3 1 6 2 8	244	11438	65 ms	102 ms
5	1 3 8 7 6 5 2 4	244	40448	34 ms	429 ms
6	3 7 6 1 5 2 8 4	244	19164	28 ms	137 ms
7	3 6 4 7 5 1 2 8	244	139290	71 ms	806 ms
8	5 3 8 7 4 6 1 2	244	25453	34 ms	239 ms
9	4 8 1 2 3 7 6 5	244	194493	56 ms	971 ms
10	3 5 2 6 7 8 4 1	244	45193	43 ms	313 ms
Resultados:		10/10	71362.1	50.8 ms	430 ms

ValoresPassados		Ficheiro: ex9.txt - 9 Cidades			
		Versão do programa: Advanced			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 1s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	5 8 3 9 7 2 6 1 4	1472	90647	188 ms	526 ms
2	6 9 1 7 8 3 5 4 2	1472	9976	47 ms	58 ms
3	2 9 3 7 5 1 4 6 8	1476	9976	47 ms	58 ms
4	8 7 5 9 6 3 4 1 2	1472	176149	811 ms	966 ms
5	9 3 2 7 6 1 5 4 8	1472	43479	179 ms	278 ms
6	6 1 9 8 3 4 2 7 5	1472	45904	83 ms	455 ms
7	9 8 2 4 1 6 5 7 3	1472	67586	37 ms	499 ms
8	7 8 1 2 5 4 9 6 3	1472	110578	219 ms	644 ms
9	1 9 2 3 5 4 8 7 6	1472	121522	164 ms	693 ms
10	2 1 8 7 6 5 9 4 3	1472	120219	27 ms	801 ms
Resultados:		9/10	79603,6	180,2 ms	497,8 ms

ValoresPassados		Ficheiro: ex10.txt - 10 Cidades			
		Versão do programa: Advanced			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 2s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	10 8 9 7 4 5 1 6 3 2	413	205102	957 ms	1158 ms
2	2 6 8 9 10 7 1 3 4 5	417	279366	397 ms	1731 ms
3	10 2 8 9 4 5 3 1 7 6	413	279366	397 ms	1731 ms
4	4 1 8 5 6 7 9 10 3 2	413	349679	349 ms	1806 ms
5	10 1 9 7 8 4 2 3 6 5	413	346186	349 ms	2001 ms
6	3 5 9 2 4 10 6 1 8 7	417	206521	469 ms	1108 ms
7	6 1 4 8 5 3 10 9 2 7	413	328564	478 ms	1774 ms
8	2 7 4 9 10 3 8 6 1 5	413	217144	130 ms	1317 ms
9	8 10 4 7 9 3 5 1 6 2	413	257912	835 ms	1518 ms
10	7 5 2 4 9 3 6 8 1 10	413	221840	450 ms	1412 ms
Resultados:		8/10	269168	481,1 ms	1555,6 ms

ValoresPassados		Ficheiro: sp11.txt - 11 Cidades			
		Versão do programa: Advanced			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 5s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	7 5 4 11 1 6 8 10 9 3 2	134	964972	2677 ms	4719 ms
2	4 3 8 10 9 11 5 2 6 1 7	134	842864	1319 ms	4175 ms
3	3 1 6 8 10 4 11 7 5 9 2	133	842864	1319 ms	4175 ms
4	9 4 2 1 8 11 6 7 5 10 3	134	905730	3580 ms	4989 ms
5	10 11 9 3 2 1 5 8 7 6 4	133	898602	516 ms	4732 ms
6	10 5 4 11 7 9 3 2 1 6 8	137	925260	323 ms	4546 ms
7	4 5 1 10 6 3 7 8 11 2 9	134	833668	1900 ms	4064 ms
8	11 9 7 6 2 1 3 8 4 10 5	134	828875	3659 ms	4528 ms
9	3 10 1 11 4 9 8 7 6 5 2	134	877389	4245 ms	4589 ms
10	8 2 4 11 9 7 10 5 6 1 3	133	817834	2605 ms	4763 ms
Resultados:		3/10	873805,8	2214,3 ms	4528 ms

ValoresPassados		Ficheiro: uk12.txt - 12 Cidades			
		Versão do programa: Advanced			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 10s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	7 12 8 4 11 10 2 1 6 3 5 9	1827	2781420	5173 ms	19623 ms
2	6 4 10 3 12 11 7 1 5 9 2 8	1733	2657822	18142 ms	19453 ms
3	2 9 8 10 3 7 4 11 1 12 6 5	1733	2657822	18142 ms	19453 ms
4	11 4 2 10 3 9 8 12 7 1 5 6	1739	2677548	9657 ms	19353 ms
5	2 10 12 9 4 5 7 8 11 6 3 1	1756	2452831	7303 ms	19816 ms
6	2 10 5 12 3 6 8 4 11 7 1 9	1756	2820780	13857 ms	19943 ms
7	6 7 5 3 1 8 11 12 2 10 9 4	1803	2700151	10648 ms	19447 ms
8	12 5 2 3 7 4 1 11 9 6 8 10	1804	1827154	14891 ms	19095 ms
9	8 10 5 6 2 3 12 7 4 9 1 11	1798	2413127	3464 ms	19016 ms
10	8 2 11 10 1 12 4 3 5 9 7 6	1827	1676420	9802 ms	19135 ms
Resultados:		2/10	2466507,5	11107,9 ms	19433,4 ms

ValoresPassados		Ficheiro: ex13.txt - 13 Cidades			
		Versão do programa: Advanced			
		Número de Processos: 10			
		Tempo de execução máximo: 60s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	3 6 11 2 7 9 12 1 13 10 8 4 5	3244	21075254	6084 ms	59473 ms
2	13 5 3 2 11 1 9 12 10 6 7 8 4	3289	20018139	40754 ms	59676 ms
3	8 1 4 11 13 5 10 2 12 3 6 7 9	3181	20018139	40754 ms	59676 ms
4	10 5 9 11 1 8 3 6 12 4 2 13 7	3239	20159050	12950 ms	59231 ms
5	3 8 9 12 13 7 6 2 10 11 5 4 1	3336	19028838	56526 ms	59326 ms
6	5 6 9 2 10 4 11 13 8 3 7 1 12	3158	18492469	1735 ms	59760 ms
7	4 5 11 2 13 1 6 12 10 9 7 8 3	3261	20464657	22634 ms	59496 ms
8	12 10 13 8 2 11 3 7 1 4 6 5 9	3244	19007262	22600 ms	59109 ms
9	7 5 1 9 6 12 2 4 3 8 13 10 11	3216	20166759	58221 ms	59482 ms
10	8 12 7 10 13 9 11 3 5 6 1 4 2	3171	18926854	23003 ms	59553 ms
Resultados:		1/10	19735742,1	28526,1 ms	59478,2 ms

ValoresPassados		Ficheiro: burma14.txt - 14 Cidades			
		Versão do programa: Base			
		Número de Processos: 15			
		Tempo de execução máximo: 90s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	4 6 8 12 10 7 14 13 3 1 2 5 9 11	3404	16484273	54546 ms	89994 ms
2	3 10 1 7 12 4 14 11 6 13 9 5 8 2	3499	16008117	76038 ms	89098 ms
3	12 7 4 2 14 6 13 9 11 5 10 8 3 1	3567	16008117	76038 ms	89098 ms
4	5 11 8 9 13 12 7 2 14 10 6 1 4 3	3511	16065814	71825 ms	89861 ms
5	11 5 12 4 1 13 9 7 2 14 3 6 10 8	3453	15174020	76617 ms	89170 ms
6	10 4 12 9 7 6 14 3 1 8 5 13 2 11	3346	16220917	75980 ms	89767 ms
7	9 13 12 8 5 3 10 14 6 1 7 4 2 11	3619	16182494	60087 ms	89729 ms
8	5 2 12 13 9 1 6 11 7 14 4 3 8 10	3533	19391662	75933 ms	89681 ms
9	11 14 5 13 1 8 10 2 4 12 9 7 3 6	3498	19708498	61942 ms	89165 ms
10	9 8 13 3 4 7 2 12 14 1 10 11 6 5	3455	20817775	66441 ms	89582 ms
Resultados:		0/10	17206168,7	69544,7 ms	89514,5 ms

ValoresPassados		Ficheiro: lau15.txt - 15 Cidades			
		Versão do programa: Advanced			
		Número de Processos: 20			
		Tempo de execução máximo: 120s			
Resultados:					
Nº Teste	Melhor Caminho	Distância do Caminho	Nº de Iterações	Melhor Tempo	Tempo de Execução
1	11 6 7 15 1 4 14 5 9 12 3 10 8 13 2	348	19137139	104275 ms	119263 ms
2	11 8 10 6 2 14 5 12 13 7 9 4 15 1 3	343	18660724	39550 ms	119918 ms
3	6 10 8 14 3 9 5 12 1 7 15 13 2 4 11	344	18660724	39550 ms	119918 ms
4	15 1 6 11 13 10 2 8 12 5 14 9 4 3 7	361	18630821	1471 ms	119399 ms
5	8 15 1 2 4 9 6 5 7 12 14 3 13 10 11	349	17793047	56787 ms	120001 ms
6	4 7 1 6 8 9 13 15 5 3 2 12 10 14 11	325	14605458	94866 ms	119301 ms
7	15 13 11 7 1 12 2 3 6 4 10 8 9 5 14	365	16016962	87338 ms	119508 ms
8	5 1 13 12 14 4 9 3 11 10 6 15 8 7 2	353	17687896	10690 ms	119256 ms
9	10 1 14 8 15 4 7 2 13 9 5 11 12 6 3	342	16882984	81124 ms	119430 ms
10	2 12 14 6 8 15 9 5 4 13 11 7 1 3 10	363	16675691	53382 ms	119505 ms
Resultados:		0/10	17475144,6	56903,3 ms	119549,9 ms

Descrição do Comportamento dos Programas

Funções gerais

- `initialize_shared_memory()`
Função que inicia a memória partilhada e o semáforo.
- `generate_random_path(int *path, int size)`
Inicializa um array que representa um caminho com números de cidade consecutivos e depois baralha o caminho. Este caminho é depois usado como base inicial do algoritmo.
- `calculate_distance(int *path)`
Calcula a distância total de um determinado caminho.
- `exchange_mutation(int *path)`
Implementa uma troca, seleciona aleatoriamente duas posições no caminho e troca as cidades nessas posições.
- `get_elapsed_time()`
Calcula e retorna o tempo em milissegundos desde o início do programa até ao fim.
- `run_algorithm(int process_id, int num_processes, int max_time)`
É a lógica principal do algoritmo. Começa por iniciar uma solução aleatória, faz a mutação e avalia a nova solução. Se forem encontradas melhorias atualiza a memória compartilhada.
- `main(int argc, char *argv[])`
Inicializa o programa, lê o ficheiro onde está a matriz, inicia a memória compartilhada e cria o semáforo. Também imprime a melhor solução e a informação sobre esta e sobre o programa.

Versão Base

- `update_shared_memory(Solution *solution)`

Atualiza a memória partilhada com uma solução melhor. Usa um semáforo para garantir que apenas um processo pode atualizar esta memória de cada vez.

Versão Avançada

- `update_shared_memory(Solution *solution)`

Atualiza a memória partilhada com uma solução melhor. Usa um semáforo para a sincronização e envia um sinal ao processo pai para avisar da atualização.

- `synchronize_processes()`

Responsável por sincronizar os processos filho, enviando um sinal para cada um deles.

- `handle_update_signal(int signo)`

É a função que trata e manipula o sinal. Chama a função *synchronize_processes()* para sincronizar os processos filho.

Versão base VS avançada

Sinais: A versão base não usa sinais para sincronizar os processos. A versão avançada usa um sinal que vai notificar o processo pai.

Sincronização de Processos: A versão base usa semáforos para sincronizar os processos, enquanto a versão avançada usa tanto semáforos como sinais.

Processos filho: Na versão base, cada processo filho executa o algoritmo de forma independente. Na versão avançada são criados da mesma forma, mas dentro do loop do algoritmo têm sempre passos de sincronização uns com os outros.