

Comparativo de complexidade algoritmos de ordenação

Guilherme Branco

¹Departamento de Ciência da Computação - Universidade de Brasília

1. Resultados

1.1. Ordem crescente

Para ordem crescente o algoritmo insertion é de fato melhor, pois ele não faz nada se já esta tudo ordenado.

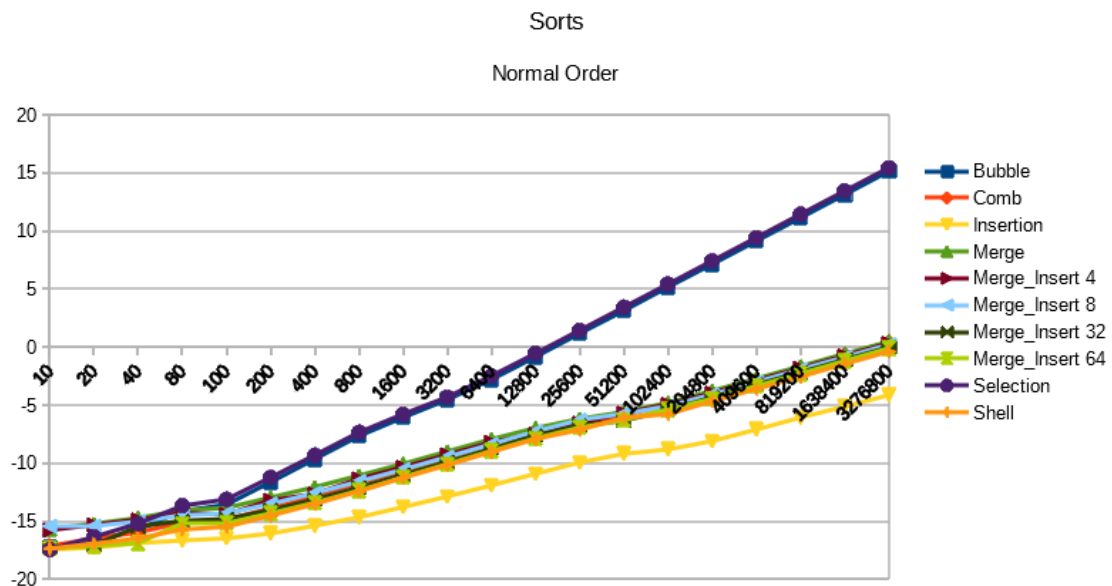


Figura 1. Ordenações em ordem normal, x = tamanho da entrada, y = tempo em $\log_2(s)$

1.2. Ordem decrescente

Para ordem decrescente o melhor é o algoritmo de Merge em combinação com o algoritmo de Insertion com uma $k = 8$, deste forma não há o overhead do merge para subvetores pequenos.

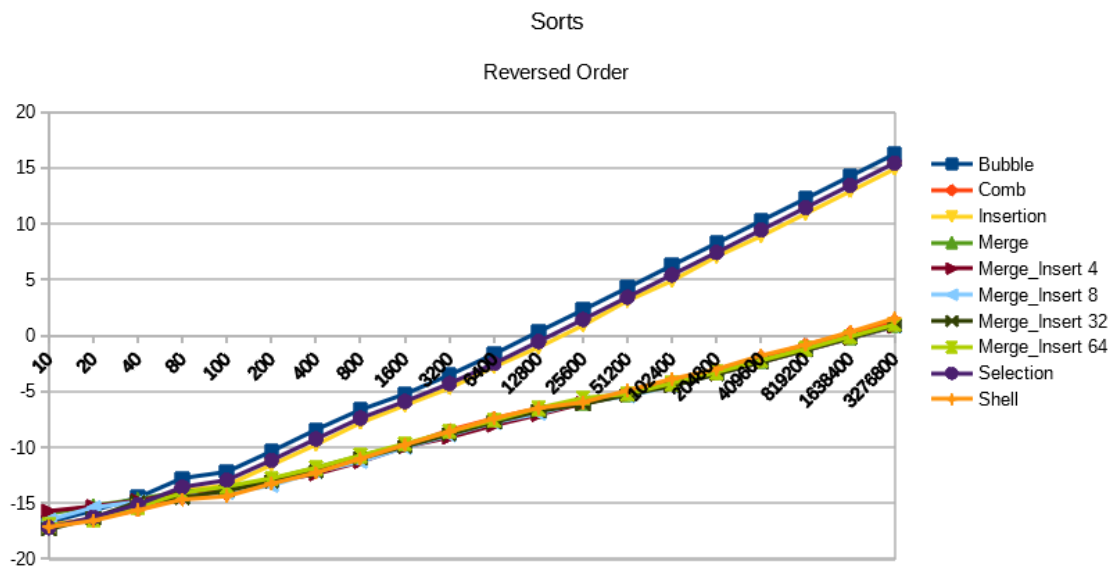


Figura 2. Ordenações em ordem reversa, x = tamanho da entrada, y = tempo em $\log_2(s)$

1.3. Ordem aleatória

Por fim para ordem aleatória continuamos tendo o merge combinado ao insert como melhor algoritmo, porém aqui o $k=32$ pois a entrada é aleatória.

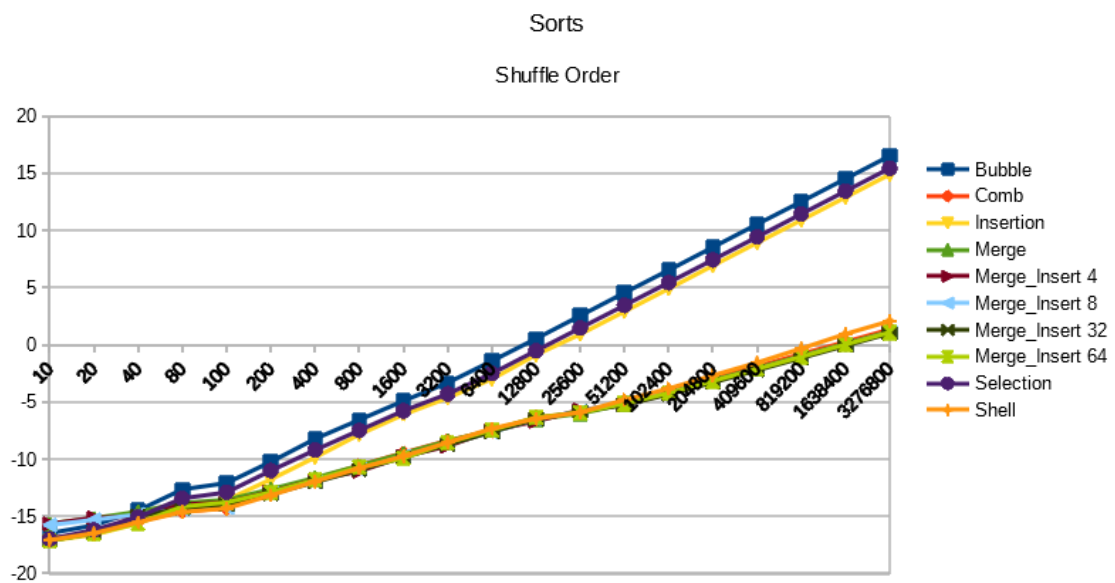


Figura 3. Ordenações em ordem aleatória, x = tamanho da entrada, y = tempo em $\log_2(s)$

2. Análise

Em todos os três casos os algoritmos se comportaram de acordo com o esperado baseado em suas complexidades. Para qualquer tempo acima de 7200 segundos, foi feita estimação a partir da complexidade do algoritmo.

Logicamente quanto maior o número de inversões maior o tempo de execução do algoritmo contanto que o número de inversões seja maior que 0. Isto pode ser visto de acordo com o gráfico abaixo que relaciona o tempo do Bubble com o número de inversões para entradas em ordem decrescente, os outros algoritmos de ordenação se comportam de maneira semelhante.

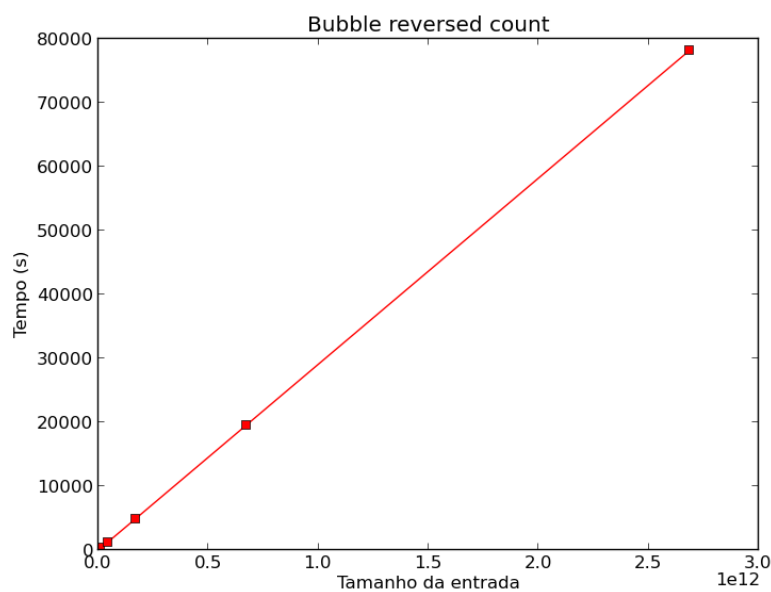


Figura 4. Bubble comparado ao número de inversões, x = número de inversões, y = tempo em log2(s)

Para os algoritmos de merge combinado ao insertion o k, tamanho do subvetor que será usado insertion ao invés de merge, gera melhorias até o valor 32, pois após este valor o merge já passa a ser melhor que o insertion como pode ser visto nas tabelas abaixo.

Normal	Bubble	Comb	Insertion	Merge	Merge_Insert 4	Merge_Insert 8	Merge_Insert 32	Merge_Insert 64	Selection	Shell
Tamanhos										
10	0.000067	0.000007	0.0000057	0.0000193	0.000018	0.0000227	0.0000063	0.000006	0.0000057	0.000006
20	0.000009	0.000011	0.0000063	0.0000263	0.0000247	0.000023	0.0000073	0.000007	0.000012	0.000008
40	0.0000187	0.0000157	0.0000063	0.0000373	0.0000333	0.00003	0.0000223	0.0000083	0.0000267	0.000011
80	0.000056	0.0000283	0.0000097	0.0000587	0.0000503	0.0000437	0.0000313	0.0000263	0.000077	0.0000187
100	0.0000827	0.000034	0.000011	0.000068	0.0000457	0.0000487	0.000035	0.0000277	0.000133	0.000022
200	0.0003153	0.0000653	0.0000147	0.0001257	0.000106	0.000086	0.00006	0.000049	0.0004173	0.0000423
400	0.0012487	0.0001397	0.0000233	0.0002353	0.0001557	0.000163	0.000112	0.000092	0.0015777	0.0000857
800	0.0048313	0.0002917	0.0000387	0.0004683	0.000381	0.000329	0.0002293	0.0001893	0.006158	0.0001827
1600	0.014966	0.0006243	0.0000713	0.0009403	0.0007703	0.000673	0.0004923	0.000424	0.0183143	0.000408
3200	0.0433343	0.0013837	0.0001333	0.00197	0.0016127	0.0014217	0.0010627	0.0009267	0.0506337	0.0008713
6400	0.1433337	0.003044	0.0002597	0.0041023	0.0033967	0.003028	0.0023067	0.002025	0.1790263	0.001908
12800	0.5580743	0.006239	0.000518	0.0079563	0.0066043	0.0064603	0.005062	0.004317	0.687471	0.0041467
25600	2.2435547	0.0091213	0.0010217	0.0137713	0.0107233	0.012959	0.0092537	0.008212	2.730098	0.007111
51200	8.772095	0.0171003	0.0017043	0.020864	0.0194543	0.018734	0.0123033	0.0126547	10.8387597	0.0147683
102400	35.956048	0.0316477	0.0022133	0.035957	0.0327973	0.0295627	0.0234883	0.024256	43.0798957	0.0181267
204800	141.0809107	0.0667123	0.0036537	0.073571	0.0643227	0.0589077	0.0496177	0.045496	172.3302167	0.0394727
409600	560.7072693	0.135487	0.007266	0.1522897	0.135827	0.1245373	0.106153	0.0972843	688.3964847	0.081596
819200	2246.67742	0.2947377	0.0148007	0.3203337	0.2832313	0.2638347	0.2226553	0.2048757	2788.7468997	0.1698893
1638400	8986.70968	0.6433647	0.0286793	0.6677827	0.5840157	0.548364	0.4704303	0.436457	11154.9875988	0.36432
3276800	35946.83872	1.340663	0.0568853	1.3896977	1.246886	1.153984	0.965849	0.9317397	44619.9503952	0.7629437

Figura 5. Tabela tempos ordem crescente

Reversed										
Tamanhos	Bubble	Comb	Insertion	Merge	Merge_Insert 4	Merge_Insert 8	Merge_Insert 32	Merge_Insert 64	Selection	Shell
10	0.000093	0.000008	0.000073	0.0000157	0.0000187	0.0000107	0.000006	0.000077	0.000067	0.000007
20	0.0000193	0.0000113	0.000012	0.000026	0.000025	0.0000233	0.0000123	0.0000107	0.0000127	0.0000103
40	0.0000433	0.00002	0.0000233	0.0000387	0.0000357	0.0000333	0.000033	0.0000243	0.000028	0.0000197
80	0.000144	0.0000427	0.0000663	0.0000633	0.000058	0.0000447	0.000042	0.0000573	0.0000627	0.0000383
100	0.000213	0.0000537	0.000092	0.000072	0.0000633	0.0000583	0.0000663	0.0000867	0.000127	0.000047
200	0.0007583	0.000115	0.000324	0.0001357	0.000115	0.0000907	0.000117	0.000143	0.0004357	0.000102
400	0.0028953	0.0002163	0.0011437	0.0002757	0.0001863	0.000216	0.0002197	0.0002737	0.0016327	0.0002017
800	0.0099973	0.000572	0.0044337	0.0005753	0.000396	0.000402	0.0004907	0.000587	0.005932	0.0004777
1600	0.02659	0.0010877	0.0131997	0.0011453	0.001002	0.0009663	0.001021	0.0012163	0.016736	0.00114
3200	0.08617	0.0028223	0.0381667	0.0024713	0.001805	0.0020697	0.002175	0.0025823	0.0507687	0.002568
6400	0.3169267	0.0058557	0.1437063	0.005214	0.0038263	0.0045033	0.004642	0.005197	0.175268	0.0058777
12800	1.2668747	0.0110677	0.479245	0.0093597	0.007363	0.0079703	0.0091247	0.0111227	0.6839733	0.011183
25600	4.8948343	0.015551	1.8769943	0.015034	0.014852	0.0160503	0.0142277	0.0207693	2.7053977	0.015795
51200	19.410504	0.0287167	8.640234	0.0254093	0.0250963	0.0232903	0.025249	0.0265807	10.826674	0.0330883
102400	77.8019197	0.0570713	29.8712847	0.0484973	0.0459123	0.0442023	0.0438147	0.0520257	43.340487	0.067675
204800	308.561029	0.1206147	134.9968277	0.0983153	0.0916723	0.091931	0.0912857	0.102492	173.1865633	0.1242143
409600	1237.667928	0.259589	478.603028	0.208047	0.1911187	0.1952787	0.190904	0.2128347	694.0893173	0.2885787
819200	4885.6181853	0.5592597	1923.9391177	0.426353	0.400174	0.4086147	0.399193	0.4398297	2789.8193533	0.5618357
1638400	19542.4727412	1.1495633	7695.7564708	0.8913223	0.8370407	0.856677	0.8600443	0.9392273	11159.2774132	1.249765
3276800	78169.8909648	2.4551773	30783.0258832	1.8835743	1.7599503	1.784385	1.812197	1.975153	44637.1096528	2.892181

Figura 6. Tabela tempos ordem decrescente

Shuffle										
Tamanhos	Bubble	Comb	Insertion	Merge	Merge_Insert 4	Merge_Insert 8	Merge_Insert 32	Merge_Insert 64	Selection	Shell
10	0,000011	0,0000083	0,000007	0,0000197	0,0000193	0,000018	0,000007	0,000007	0,0000077	0,0000073
20	0,0000177	0,00001	0,00001	0,0000273	0,000028	0,0000247	0,000011	0,0000107	0,0000133	0,000011
40	0,0000433	0,0000227	0,0000197	0,0000403	0,00003	0,000034	0,0000307	0,00002	0,0000293	0,0000213
80	0,0001563	0,000041	0,0000597	0,000069	0,0000623	0,000047	0,00005	0,000055	0,0000907	0,0000397
100	0,0002293	0,00005	0,0000817	0,000083	0,0000713	0,0000523	0,0000617	0,000071	0,00013	0,0000493
200	0,000828	0,0001263	0,0002857	0,0001577	0,000134	0,0001223	0,0001173	0,000131	0,000485	0,0001083
400	0,0033343	0,000296	0,001081	0,0003153	0,0002787	0,0002497	0,0002417	0,0002787	0,0016897	0,0002523
800	0,010521	0,0006603	0,0043343	0,000659	0,000466	0,0005257	0,0005087	0,000598	0,0055507	0,000658
1600	0,0331647	0,0014307	0,0144573	0,0013887	0,001144	0,0011547	0,0010887	0,0010223	0,0192747	0,0011767
3200	0,0998873	0,003008	0,0400613	0,0029447	0,0021483	0,0024457	0,0023453	0,0026737	0,050904	0,0026797
6400	0,3739833	0,0063723	0,1247503	0,0056423	0,0055243	0,005019	0,005073	0,005708	0,17553	0,0062537
12800	1,4530753	0,0123517	0,5426573	0,0109757	0,009707	0,0101103	0,0110257	0,0122287	0,6972667	0,0113537
25600	5,8222483	0,0158757	1,8970203	0,0154463	0,0191523	0,017749	0,0172163	0,0163777	2,7609807	0,0167107
51200	23,3337693	0,0324497	7,5288707	0,027512	0,0268207	0,031568	0,0262697	0,028465	10,9129157	0,0353707
102400	92,226365	0,0600063	29,9283773	0,0553373	0,052234	0,05279	0,0494143	0,0534873	43,4781917	0,0703357
204800	370,2598823	0,1279607	121,6236407	0,1170337	0,109353	0,108462	0,101581	0,1115543	172,7412867	0,1559227
409600	1492,320126	0,2584113	495,5010817	0,2446923	0,229246	0,2226527	0,2130207	0,2302637	690,789863	0,339151
819200	5895,5530747	0,573599	1918,4056953	0,5120493	0,480762	0,4779733	0,4501667	0,4850477	2789,774043	0,7974997
1638400	23546,2122888	1,1952347	7673,6227812	1,076751	1,0106333	0,9966837	0,9484163	1,0177173	11159,096172	1,9256227
3276800	94184,8491952	2,544011	30694,4911248	2,2489013	2,1213007	2,0940587	1,9949303	2,115811	44636,384688	4,2129193

Figura 7. Tabela tempos ordem aleatória