

## Bonus PA Assignment

Adam Wheeler

CS1 Torosdagli

3/24/2024

The bubble sort was taking a very long time to run for the 1M dataset, so I could not get screenshot. I believe my code is correct.

```
Dataset Size : 10000
-----
Selection Sort:
  runtime      : 0.1
  extra memory allocated : 0
  Data:
    1 44 123 359 456 586 636 676 690 883 1114 1125 1196 1247 1334 1338 1459 1525 1531 1549 1597 1599 1671 1680 1974 1980 2112 2223 2524 2808 2809 2817 2960 2969 3046 3192 3394 3479 3640 3722 3870 4071 454
2 4622 4737 4774 4903 5005 5144 5322 5406 5493 5510 5521 5987 6009 6355 6557 6571 6819 6870 6885 6915 6919 6968 6988 7053 7054 7077 7086 7093 7173 7284 7367 7408 7416 7675 7691 7945 8030 8166 8170 8754 9009 9
180 9310 9513 9635 9636 9732 9753 9769 9816 9829 9836 10051 10171 10244 10448 10464
    980664 989698 980761 988812 980856 980869 980883 980982 990148 990392 990465 990824 990870 990895 990913 991178 991217 991279 991470 991811 991821 991918 992088 992331 992460 992554 992630 992670 9927
95 992816 992816 992836 992902 993038 993173 993312 993513 993551 993561 993592 993607 993692 993866 993875 993888 993897 993921 994009 994013 994176 994189 994210 994406 994573 994606 994689 994694 994989 99
5172 995207 995265 995385 995457 995469 995513 995592 995963 996173 996186 996324 996378 996379 996508 996531 996537 996544 996690 996753 996842 996866 996994 997070 997290 997601 997785 997825 997873 998165
998170 998240 998370 998835 999107 999415 999420 999606 999791 999810 999963 999990

Insertion Sort:
  runtime      : 0.1
  extra memory allocated : 0
  Data:
    1 44 123 359 456 586 636 676 690 883 1114 1125 1196 1247 1334 1338 1459 1525 1531 1549 1597 1599 1671 1680 1974 1980 2112 2223 2524 2808 2809 2817 2960 2969 3046 3192 3394 3479 3640 3722 3870 4071 454
2 4622 4737 4774 4903 5005 5144 5322 5406 5493 5510 5521 5987 6009 6355 6557 6571 6819 6870 6885 6915 6919 6968 6988 7053 7054 7077 7086 7093 7173 7284 7367 7408 7416 7675 7691 7945 8030 8166 8170 8754 9009 9
180 9310 9513 9635 9636 9732 9753 9769 9816 9829 9836 10051 10171 10244 10448 10464
    980664 989698 980761 988812 980856 980869 980883 980982 990148 990392 990465 990824 990870 990895 990913 991178 991217 991279 991470 991811 991821 991918 992088 992331 992460 992554 992630 992670 9927
95 992816 992816 992836 992902 993038 993173 993312 993513 993551 993561 993592 993607 993692 993866 993875 993888 993897 993921 994009 994013 994176 994189 994210 994406 994573 994606 994689 994694 994989 99
5172 995207 995265 995385 995457 995469 995513 995592 995963 996173 996186 996324 996378 996379 996508 996531 996537 996544 996690 996753 996842 996866 996994 997070 997290 997601 997785 997825 997873 998165
998170 998240 998370 998835 999107 999415 999420 999606 999791 999810 999963 999990

Bubble Sort:
  runtime      : 0.2
  extra memory allocated : 0
  Data:
    1 44 123 359 456 586 636 676 690 883 1114 1125 1196 1247 1334 1338 1459 1525 1531 1549 1597 1599 1671 1680 1974 1980 2112 2223 2524 2808 2809 2817 2960 2969 3046 3192 3394 3479 3640 3722 3870 4071 454
2 4622 4737 4774 4903 5005 5144 5322 5406 5493 5510 5521 5987 6009 6355 6557 6571 6819 6870 6885 6915 6919 6968 6988 7053 7054 7077 7086 7093 7173 7284 7367 7408 7416 7675 7691 7945 8030 8166 8170 8754 9009 9
180 9310 9513 9635 9636 9732 9753 9769 9816 9829 9836 10051 10171 10244 10448 10464
    980664 989698 980761 988812 980856 980869 980883 980982 990148 990392 990465 990824 990870 990895 990913 991178 991217 991279 991470 991811 991821 991918 992088 992331 992460 992554 992630 992670 9927
95 992816 992816 992836 992902 993038 993173 993312 993513 993551 993561 993592 993607 993692 993866 993875 993888 993897 993921 994009 994013 994176 994189 994210 994406 994573 994606 994689 994694 994989 99
5172 995207 995265 995385 995457 995469 995513 995592 995963 996173 996186 996324 996378 996379 996508 996531 996537 996544 996690 996753 996842 996866 996994 997070 997290 997601 997785 997825 997873 998165
998170 998240 998370 998835 999107 999415 999420 999606 999791 999810 999963 999990

Merge Sort:
  runtime      : 0.0
  extra memory allocated : 0
  Data:
    1 44 123 359 456 586 636 676 690 883 1114 1125 1196 1247 1334 1338 1459 1525 1531 1549 1597 1599 1671 1680 1974 1980 2112 2223 2524 2808 2809 2817 2960 2969 3046 3192 3394 3479 3640 3722 3870 4071 454
2 4622 4737 4774 4903 5005 5144 5322 5406 5493 5510 5521 5987 6009 6355 6557 6571 6819 6870 6885 6915 6919 6968 6988 7053 7054 7077 7086 7093 7173 7284 7367 7408 7416 7675 7691 7945 8030 8166 8170 8754 9009 9
180 9310 9513 9635 9636 9732 9753 9769 9816 9829 9836 10051 10171 10244 10448 10464
    980664 989698 980761 988812 980856 980869 980883 980982 990148 990392 990465 990824 990870 990895 990913 991178 991217 991279 991470 991811 991821 991918 992088 992331 992460 992554 992630 992670 9927
95 992816 992816 992836 992902 993038 993173 993312 993513 993551 993561 993592 993607 993692 993866 993875 993888 993897 993921 994009 994013 994176 994189 994210 994406 994573 994606 994689 994694 994989 99
5172 995207 995265 995385 995457 995469 995513 995592 995963 996173 996186 996324 996378 996379 996508 996531 996537 996544 996690 996753 996842 996866 996994 997070 997290 997601 997785 997825 997873 998165
998170 998240 998370 998835 999107 999415 999420 999606 999791 999810 999963 999990
```

```
Heap Sort:
runtime      : 0.0
extra memory allocated : 0
Data:
5 6 44 123 359 456 586 636 676 690 883 1114 1125 1196 1247 1334 1338 1459 1525 1531 1549 1597 1599 1671 1680 1974 1980 2112 2223 2524 2808 2809 2817 2960 2969 3046 3192 3394 3479 3640 3722 3870 4071 454
2 4622 4737 4774 4903 5005 5144 5322 5406 5493 5510 5521 5987 6089 6355 6557 6571 6819 6870 6885 6915 6919 6968 6988 7053 7054 7077 7086 7093 7173 7284 7367 7408 7416 7675 7691 7945 8030 8166 8170 8754 9009 9
180 9310 9513 9635 9636 9732 9753 9769 9816 9829 9836 10051 10171 10244 10448 10464
998968 989761 998812 998056 998969 998883 989982 990148 990392 990465 990824 990870 990895 990913 991178 991217 991279 991470 991811 991821 991918 992088 992331 992460 992554 992630 992670 992795 9928
16 992816 992836 992902 993038 993173 993312 993513 993551 993592 993607 993662 993866 993875 993888 993897 993921 994009 994013 994176 994189 994210 994486 994573 994606 994689 994694 994989 995172 99
5207 995265 995385 995457 995469 995513 995592 995663 996173 996186 996324 996378 996379 996508 996531 996537 996544 996600 996753 996842 996866 996994 997078 997290 997601 997785 997825 997873 998165 998170
998240 998370 998835 999187 999415 999420 999606 999791 999810 999963 999990 823682

-----
Dataset Size : 100000
-----
Selection Sort:
runtime      : 9.2
extra memory allocated : 0
Data:
5 6 44 122 171 369 401 499 667 794 1005 1281 1414 1822 2076 2342 2460 2545 2616 2620 2674 2752 2877 2932 3070 3341 3353 3481 3561 3589 3649 3655 3703 3920 4255 4258 4265 4640 4666 4795 4817 4838 4867
5804 5173 5233 5236 5680 5806 5832 5913 5939 6006 6074 6182 6208 6208 6323 6512 6622 6935 7039 7094 7153 7156 7190 7438 7567 7602 7681 7742 7774 7814 7985 7957 8160 8275 8518 8521 8534 8624 8696 8786 8807 880
9 8882 8947 9003 9174 9175 9199 9261 9379 9438 9530 9547 9801 9948 9994 10176
999069 999012 999016 999025 999026 999021 999023 999024 999027 999028 999029 999030 999031 999032 999033 999034 999035 999036 999037 999038 999039 999040 999041 999042 999043 999044 999045 999046 999047 999048 999049 999050 999051 999052 999053 999054 999055 999056 999057 999058 999059 999060 999061 999062 999063 999064 999065 999066 999067 999068 999069 999070 999071 999072 999073 999074 999075 999076 999077 999078 999079 999080 999081 999082 999083 999084 999085 999086 999087 999088 999089 999090 999091 999092 999093 999094 999095 999096 999097 999098 999099 999100 999101 999102 999103 999104 999105 999106 999107 999108 999109 999110 999111 999112 999113 999114 999115 999116 999117 999118 999119 999120 999121 999122 999123 999124 999125 999126 999127 999128 999129 999130 999131 999132 999133 999134 999135 999136 999137 999138 999139 999140 999141 999142 999143 999144 999145 999146 999147 999148 999149 999150 999151 999152 999153 999154 999155 999156 999157 999158 999159 999160 999161 999162 999163 999164 999165 999166 999167 999168 999169 999170 999171 999172 999173 999174 999175 999176 999177 999178 999179 999180 999181 999182 999183 999184 999185 999186 999187 999188 999189 999190 999191 999192 999193 999194 999195 999196 999197 999198 999199 999200 999201 999202 999203 999204 999205 999206 999207 999208 999209 999210 999211 999212 999213 999214 999215 999216 999217 999218 999219 999220 999221 999222 999223 999224 999225 999226 999227 999228 999229 999230 999231 999232 999233 999234 999235 999236 999237 999238 999239 999240 999241 999242 999243 999244 999245 999246 999247 999248 999249 999250 999251 999252 999253 999254 999255 999256 999257 999258 999259 999260 999261 999262 999263 999264 999265 999266 999267 999268 999269 999270 999271 999272 999273 999274 999275 999276 999277 999278 999279 999280 999281 999282 999283 999284 999285 999286 999287 999288 999289 999290 999291 999292 999293 999294 999295 999296 999297 999298 999299 999300 999301 999302 999303 999304 999305 999306 999307 999308 999309 999310 999311 999312 999313 999314 999315 999316 999317 999318 999319 999320 999321 999322 999323 999324 999325 999326 999327 999328 999329 999330 999331 999332 999333 999334 999335 999336 999337 999338 999339 999340 999341 999342 999343 999344 999345 999346 999347 999348 999349 999350 999351 999352 999353 999354 999355 999356 999357 999358 999359 999360 999361 999362 999363 999364 999365 999366 999367 999368 999369 999370 999371 999372 999373 999374 999375 999376 999377 999378 999379 999380 999381 999382 999383 999384 999385 999386 999387 999388 999389 999390 999391 999392 999393 999394 999395 999396 999397 999398 999399 999400 999401 999402 999403 999404 999405 999406 999407 999408 999409 999410 999411 999412 999413 999414 999415 999416 999417 999418 999419 999420 999421 999422 999423 999424 999425 999426 999427 999428 999429 999430 999431 999432 999433 999434 999435 999436 999437 999438 999439 999440 999441 999442 999443 999444 999445 999446 999447 999448 999449 999450 999451 999452 999453 999454 999455 999456 999457 999458 999459 999460 999461 999462 999463 999464 999465 999466 999467 999468 999469 999470 999471 999472 999473 999474 999475 999476 999477 999478 999479 999480 999481 999482 999483 999484 999485 999486 999487 999488 999489 999490 999491 999492 999493 999494 999495 999496 999497 999498 999499 999500 999501 999502 999503 999504 999505 999506 999507 999508 999509 999510 999511 999512 999513 999514 999515 999516 999517 999518 999519 999520 999521 999522 999523 999524 999525 999526 999527 999528 999529 999530 999531 999532 999533 999534 999535 999536 999537 999538 999539 999540 999541 999542 999543 999544 999545 999546 999547 999548 999549 999550 999551 999552 999553 999554 999555 999556 999557 999558 999559 999560 999561 999562 999563 999564 999565 999566 999567 999568 999569 999570 999571 999572 999573 999574 999575 999576 999577 999578 999579 999580 999581 999582 999583 999584 999585 999586 999587 999588 999589 999590 999591 999592 999593 999594 999595 999596 999597 999598 999599 999600 999601 999602 999603 999604 999605 999606 999607 999608 999609 999610 999611 999612 999613 999614 999615 999616 999617 999618 999619 999620 999621 999622 999623 999624 999625 999626 999627 999628 999629 999630 999631 999632 999633 999634 999635 999636 999637 999638 999639 999640 999641 999642 999643 999644 999645 999646 999647 999648 999649 999650 999651 999652 999653 999654 999655 999656 999657 999658 999659 999660 999661 999662 999663 999664 999665 999666 999667 999668 999669 999670 999671 999672 999673 999674 999675 999676 999677 999678 999679 999680 999681 999682 999683 999684 999685 999686 999687 999688 999689 999690 999691 999692 999693 999694 999695 999696 999697 999698 999699 999700 999701 999702 999703 999704 999705 999706 999707 999708 999709 999710 999711 999712 999713 999714 999715 999716 999717 999718 999719 999720 999721 999722 999723 999724 999725 999726 999727 999728 999729 999730 999731 999732 999733 999734 999735 999736 999737 999738 999739 999740 999741 999742 999743 999744 999745 999746 999747 999748 999749 999750 999751 999752 999753 999754 999755 999756 999757 999758 999759 999760 999761 999762 999763 999764 999765 999766 999767 999768 999769 999770 999771 999772 999773 999774 999775 999776 999777 999778 999779 999780 999781 999782 999783 999784 999785 999786 999787 999788 999789 999790 999791 999792 999793 999794 999795 999796 999797 999798 999799 999800 999801 999802 999803 999804 999805 999806 999807 999808 999809 999810 999811 999812 999813 999814 999815 999816 999817 999818 999819 999820 999821 999822 999823 999824 999825 999826 999827 999828 999829 999830 999831 999832 999833 999834 999835 999836 999837 999838 999839 999840 999841 999842 999843 999844 999845 999846 999847 999848 999849 999850 999851 999852 999853 999854 999855 999856 999857 999858 999859 999860 999861 999862 999863 999864 999865 999866 999867 999868 999869 999870 999871 999872 999873 999874 999875 999876 999877 999878 999879 999880 999881 999882 999883 999884 999885 999886 999887 999888 999889 999890 999891 999892 999893 999894 999895 999896 999897 999898 999899 999900 999901 999902 999903 999904 999905 999906 999907 999908 999909 999910 999911 999912 999913 999914 999915 999916 999917 999918 999919 999920 999921 999922 999923 999924 999925 999926 999927 999928 999929 999930 999931 999932 999933 999934 999935 999936 999937 999938 999939 999940 999941 999942 999943 999944 999945 999946 999947 999948 999949 999950 999951 999952 999953 999954 999955 999956 999957 999958 999959 999960 999961 999962 999963 999964 999965 999966 999967 999968 999969 999970 999971 999972 999973 999974 999975 999976 999977 999978 999979 999980 999981 999982 999983 999984 999985 999986 999987 999988 999989 999990 999991 999992 999993 999994 999995 999996 999997 999998 999999 1000000

-----
Bubble Sort:
runtime      : 22.0
extra memory allocated : 0
Data:
5 6 44 122 171 369 401 499 667 794 1005 1281 1414 1822 2076 2342 2460 2545 2616 2620 2674 2752 2877 2932 3070 3341 3353 3481 3561 3589 3649 3655 3703 3920 4255 4258 4265 4640 4666 4795 4817 4838 4867
5804 5173 5233 5236 5680 5806 5832 5913 5939 6006 6074 6182 6208 6208 6323 6512 6622 6935 7039 7094 7153 7156 7190 7438 7567 7602 7681 7742 7774 7814 7985 7957 8160 8275 8518 8521 8534 8624 8696 8786 8807 880
9 8882 8947 9003 9174 9175 9199 9261 9379 9438 9530 9547 9801 9948 9994 10176
999069 999012 999016 999025 999026 999021 999023 999024 999027 999028 999029 999030 999031 999032 999033 999034 999035 999036 999037 999038 999039 999040 999041 999042 999043 999044 999045 999046 999047 999048 999049 999050 999051 999052 999053 999054 999055 999056 999057 999058 999059 999060 999061 999062 999063 999064 999065 999066 999067 999068 999069 999070 999071 999072 999073 999074 999075 999076 999077 999078 999079 999080 999081 999082 999083 999084 999085 999086 999087 999088 999089 999090 999091 999092 999093 999094 999095 999096 999097 999098 999099 999100 999101 999102 999103 999104 999105 999106 999107 999108 999109 999110 999111 999112 999113 999114 999115 999116 999117 999118 999119 999120 999121 999122 999123 999124 999125 999126 999127 999128 999129 999130 999131 999132 999133 999134 999135 999136 999137 999138 999139 999140 999141 999142 999143 999144 999145 999146 999147 999148 999149 999150 999151 999152 999153 999154 999155 999156 999157 999158 999159 999160 999161 999162 999163 999164 999165 999166 999167 999168 999169 999170 999171 999172 999173 999174 999175 999176 999177 999178 999179 999180 999181 999182 999183 999184 999185 999186 999187 999188 999189 999190 999191 999192 999193 999194 999195 999196 999197 999198 999199 999200 999201 999202 999203 999204 999205 999206 999207 999208 999209 999210 999211 999212 999213 999214 999215 999216 999217 999218 999219 999220 999221 999222 999223 999224 999225 999226 999227 999228 999229 999230 999231 999232 999233 999234 999235 999236 999237 999238 999239 999240 999241 999242 999243 999244 999245 999246 999247 999248 999249 999250 999251 999252 999253 999254 999255 999256 999257 999258 999259 999260 999261 999262 999263 999264 999265 999266 999267 999268 999269 999270 999271 999272 999273 999274 999275 999276 999277 999278 999279 999280 999281 999282 999283 999284 999285 999286 999287 999288 999289 999290 999291 999292 999293 999294 999295 999296 999297 999298 999299 999300 999301 999302 999303 999304 999305 999306 999307 999308 999309 999310 999311 999312 999313 999314 999315 999316 999317 999318 999319 999320 999321 999322 999323 999324 999325 999326 999327 999328 999329 999330 999331 999332 999333 999334 999335 999336 999337 999338 999339 999340 999341 999342 999343 999344 999345 999346 999347 999348 999349 999350 999351 999352 999353 999354 999355 999356 999357 999358 999359 999360 999361 999362 999363 999364 999365 999366 999367 999368 999369 999370 999371 999372 999373 999374 999375 999376 999377 999378 999379 999380 999381 999382 999383 999384 999385 999386 999387 999388 999389 999390 999391 999392 999393 999394 999395 999396 999397 999398 999399 999400 999401 999402 999403 999404 999405 999406 999407 999408 999409 999410 999411 999412 999413 999414 999415 999416 999417 999418 999419 999420 999421 999422 999423 999424 999425 999426 999427 999428 999429 999430 999431 999432 999433 999434 999435 999436 999437 999438 999439 999440 999441 999442 999443 999444 999445 999446 999447 999448 999449 999450 999451 999452 999453 999454 999455 999456 999457 999458 999459 999460 999461 999462 999463 999464 999465 999466 999467 999468 999469 999470 999471 999472 999473 999474 999475 999476 999477 999478 999479 999480
```

Insertion Sort:  
runtime : 577.5  
extra memory allocated : 0  
Data:  
173 240 262 272 301 422 510 617 688 757 757 1111 1252 1263 1306 1433 1471 1502 1518 1552 1858 1895 2045 2135 2143 2179 2426 2459 2810 2833 2859 2893 2931 3105 3110 3220 3237 3377 3396 3638 3683 3771 3  
932 3995 4183 4142 4458 4469 4496 4542 4699 4781 4872 4887 5131 5356 5426 5451 5458 5719 5926 6090 6334 6370 6405 6414 6488 6600 6716 6827 6892 7386 7515 7547 7620 7662 7676 7744 7848 7864 7930 7942 7991 8271  
8286 8293 8343 8401 8405 8542 8589 8945 8997 9133 9200 9299 9304 9676 9871 9995  
99988244 99988293 99988398 99988427 99988441 99988498 99988507 99988568 99988580 99988608 99988825 99989008 99989125 99989138 99989363 99989383 99989619 99989671 99989793 99989879 99989928 99990241 99  
990250 99990281 99990301 99990327 99990528 99990878 99990895 99991007 99991110 99991221 99991359 99991385 99991518 99991585 99992061 99992096 99992264 99992271 99992487 99992546 99992667 99992673 99992814 999  
92913 99992937 99993002 99993070 99993250 99993425 99993436 99993439 99993512 99993582 99993635 99993883 99994128 99994407 99994416 99994493 99994835 99995009 99995213 99995307 99995471 99995671 99995687 9999  
5713 99995716 99995743 99995794 99995861 99996194 99996403 99996621 99996763 99996798 99997354 99997468 99997670 99997722 99997741 99997744 99997841 99998004 99998052 99998397 99998523 99998774 99998854 99998  
990 99999103 99999181 99999231 99999371 99999543 99999682 99999762 99999946

Bubble Sort:

█