Group 27: Heather Godsell, Jesse McKenna, Mario Franco-Munoz
CS325 Project: Traveling Salesman
2018/6/8

Contents

Algorithm Analysis 3
Greedy Solution: Minimum Spanning Tree (Kruskal’s Algorithm) 3
Description 3
Pseudocode 3
Brute-force Solution 3
Description 3
Pseudocode 4
Exact Solution: *“Branch And Bound”* 4
Description 4
Pseudocode 6
Algorithm Selection 9
2-Opt Solution 9
Description 9
Pseudocode 9
Test Results 10
Example 1 10
Example 2 10
Example 3 10
Competition Results 10
Test Input 1 10
3-minute time limit 10
Unlimited time 11
Test Input 2 11
3-minute time limit 11
Unlimited time 11
Test Input 3 11
3-minute time limit 11
Unlimited time 11
Test Input 4 11

3-minute time limit 12
Unlimited time 12
Test Input 5 12
3-minute time limit 12
Unlimited time 13
Test Input 6 14
3-minute time limit 14
Unlimited time 17
Test Input 7 19
3-minute time limit 19
Unlimited time 25
Bibliography 32

Algorithm Analysis

Greedy Solution: Minimum Spanning Tree (Kruskal's Algorithm)

Description

Using Kruskal's or Prim's algorithms to find a minimum spanning tree (MST) gives us a greedy solution to the traveling salesman problem, however the solution is only approximate and does not always yield an optimal result. [1] For this method to work, the problem instance has to satisfy the triangle inequality: "for any triangle the sum of the lengths of any two sides must be greater than or equal to the length of the remaining side." [2] This means that in a graph with several vertices, the shortest distance to travel from vertex A to vertex B is always to travel directly from vertex A to vertex B, and not by visiting any other vertex. This condition is usually satisfied in most instances.

We first must sort the edges of the graph into ascending order and start with the edge that has the lowest weight/cost. Continue examining each edge and select it if it does not form a cycle (unless it is the final edge to complete the Hamiltonian cycle) and does not cause a vertex to have a degree of more than 2. [3] Continue these steps until each vertex has been visited. This method has O(E log E) complexity.

Pseudocode

```
Let G= (V,E) be the given graph, with |V| = n {
        Start with a graph T= (V,φ) consisting of only the vertices of Gand no edges;

        Arrange E in the order of increasing costs;
        for (i = 1, i ≤ n - 1, i++) {
                Select the next smallest cost edge;
                if (the edge connects two different connected components)
                        add the edge to T;
        }
}
```

[4]

Brute-force Solution

Description

The brute-force solution is an exact solution, but with an extremely poor runtime. Put simply, given a starting vertex *s*, a brute-force algorithm will look at every potential path beginning and ending at *s*, ultimately returning the smallest path that it encountered. Another way to think of the potential paths is as permutations of the vertices to be visited, with the restriction that the permutations begin and end at *s*. [5]

However, the number of permutations of vertices is extremely large – O(n!), where n represents the number of cities on the map – so the brute-force algorithm becomes impractical even at an n of only 20. [6] Regardless of its impracticality at large values of n, the brute-force method is an exact algorithm, so it is worth considering as a baseline for the efficiency and accuracy of our other exact solution, branch and bound (discussed in the subsequent section).

Pseudocode

The basic pseudocode for the brute-force solution is as follows:

```
find an initial Hamiltonian tour, called T
set the min tour to T
set the min distance to T.distance
while there are unchecked permutations of T, excluding start and end vertex s:
    generate a new permutation of T, called T'
    if T'.distance < min distance:
            set the min tour to T'
            set the min distance to T'.distance
[5]
```

The process of getting permutations is where the complexity is introduced, as there are O(*n*!) permutations of *n* cities. When getting permutations, we would also need to be careful to exclude the start/end vertex *s* from the permutation, since those points will never change. Thus, more specifically, there are (*n* – 1)! permutations of a path from *s* back to *s*, since *s* is excluded from the permutation process. We still need to take into account the distance from *s* to other vertices, though, so we can't simply remove it from the calculations.

Simple pseudocode for generating the permutations is as follows:

```
permutations = []
permute(T, start, end):
    if start == end:
            permutations.add(T)
    else:
            for i from start to end:
                    swap(T[start], T[i])
                    permute(T, start+1, end);
                    swap(T[start], T[i]) // backtrack
[7]
```

Exact Solution: *"Branch And Bound"*

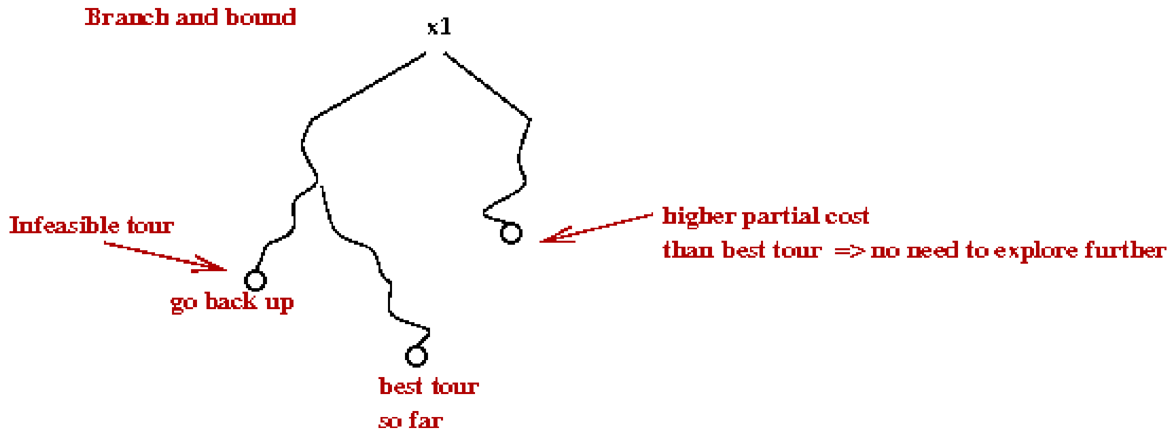
Description

For determining the exact solution, the easiest approach to consider would be that of the "Naïve Approach" or "Brute Force Method" in which case every permutation is examined. A more efficient approach (amongst many) to determining the exact solution however involves either applying a *Branch and Bound* method.

The underlying idea behind the B&B method is that an optimal solution is found by forming a rooted tree of candidate solutions starting at the route node (starting city). From this point, each branch is checked against the upper and lower estimated bounds of the optimal solution, and the branch is discarded if it cannot produce a better solution than the best one found so far. [8]

Below is a simple graphical representation of the B&B method.

[9]



To determine this upper and lower brands, we first need to create an adjacency matrix for the graph in question. After which the matrix is reduced, and we obtain a cost of reduction. For each subsequent node we assign a “cost” value in the following manner:
(The following matrixes are a direct quote/example taken from: https://people.eecs.berkeley.edu/~demmel/cs267/assignment4.html)

i\j	1	2	3	4	5	6	7
1	Inf	3	93	13	33	9	57
2	4	Inf	77	42	21	16	34
3	45	17	Inf	36	16	28	25
4	39	90	80	Inf	56	7	91
5	28	46	88	33	Inf	25	57
6	3	88	18	46	92	Inf	7
7	44	26	33	27	84	39	Inf

[10]

- Reduce this new matrix to obtain an additional cost of reduction

i\j	1	2	3	4	5	6	7	Cost of reduction:
1	Inf	0	83	9	30	6	50	3
2	0	Inf	66	37	17	12	26	4
3	29	1	Inf	19	0	12	5	16
4	32	83	66	Inf	49	0	80	7
5	3	21	56	7	Inf	0	28	25
6	0	85	8	42	89	Inf	0	3
7	18	0	0	0	58	13	Inf	26
				Total Cost of Reduction:				84

- Add the matrix reduction costs to the path cost C(Root Node, Node-k) + R + R_k'
(Where C() is the distance between two nodes) R is the Root Cost of Reduction, and R_k' is the

cost of reduction of subsequently analyzed node k where subsequent matrix reductions are done per row AND per column.

- Repeat procedure for all connected nodes (obtain the cost of the children nodes, distance + R + R')
- Select the node with the lowest cost
- Repeat process for that node

Process is repeated until we have visited all nodes (cities) and thus the optimal TSP path has been found.

For a much more detailed explanation of the outlined procedure please visit https://www.youtube.com/watch?v=1FEP_sNb62k and/or https://people.eecs.berkeley.edu/~demmel/cs267/assignment4.html

Pseudocode

(The following pseudo code is a direct quote from http://cs.indstate.edu/cpothineni/alg.pdf) [11]

```
function CheckBounds(st,des,cost[n][n])  [3]                ▷ Cal. the bounds
    Global variable: cost[N][N] - the cost assignment.
    pencost[0] = t
    for i ← 0, n − 1 do
        for j ← 0, n − 1 do
            reduced[i][j] = cost[i][j]
        end for
    end for
    for j ← 0, n − 1 do
        reduced[st][j] = ∞
    end for
    for i ← 0, n − 1 do
        reduced[i][des] = ∞
    end for
    reduced[des][st] = ∞
    RowReduction(reduced)
    ColumnReduction(reduced)
    pencost[des] = pencost[st] + row + col + cost[st][des]
    return pencost[des]

end function
function RowMin(cost[n][n],i)                              ▷ Cal. min in the row
    min = cost[i][0]
    for j ← 0, n − 1 do
        if cost[i][j] < min then
            min = cost[i][j]
        end if
    end for
    return min
end function
function ColMin(cost[n][n],i)                              ▷ Cal. min in the col
    min = cost[0][j]
    for i ← 0, n − 1 do
        if cost[i][j] < min then
            min = cost[i][j]
        end if
    end for
    return min
end function
function RowReduction(cost[n][n])                          ▷ makes row reduction
    row = 0
    for i ← 0, n − 1 do
        rmin = rowmin(cost, i)
        if rmin ≠ ∞ then
            row = row + rmin
        end if
        for j ← 0, n − 1 do
            if cost[i][j] ≠ ∞ then
                cost[i][j] = cost[i][j] − rmin
            end if
        end for
    end for
end function
```

```
function ColumnReduction(cost[n][n])            ▷ makes column reduction
    col = 0
    for j ← 0, n − 1 do
        cmin = columnmin(cost, j)
        if cmin ≠ ∞ then
            col = col + cmin
        end if
        for i ← 0, n − 1 do
            if cost[i][j] ≠ ∞ then
                cost[i][j] = cost[i][j] − cmin
            end if
        end for


    end for
end function
function Main                                   ▷ main function
    for i ← 0, n − 1 do
        select[i] = 0
    end for
    rowreduction(cost)
    columnreduction(cost)
    t = row + col
    while allvisited(select) ≠ 1 do
        for i ← 1, n − 1 do
            if select[i] = 0 then
                edgecost[i] = checkbounds(k, i, cost)
            end if
        end for
        min = ∞
        for i ← 1, n − 1 do
            if select[i] = 0 then
                if edgecost[i] < min then
                    min = edgecost[i]
                    k = i
                end if
            end if
        end for
        select[k] = 1
        for p ← 1, n − 1 do
            cost[j][p] = ∞
        end for
        for p ← 1, n − 1 do
            cost[p][k] = ∞
        end for
        cost[k][j] = ∞
        rowreduction(cost)
        columnreduction(cost)
    end while
end function
```

Algorithm Selection

Our group initially chose to implement the branch and bound method to find an exact solution to the traveling salesman problem, however this proved to be difficult. After several days working on the implementation, our program still did not find optimal solutions in the allotted time. Once we had exhaustively combed through the code with no fix, we made the decision to scrap the program and start over from scratch using the 2-opt method.

Although 2-opt is an approximation solution, its results are good enough to be usable for the project, and it has the major benefits of being much faster, easier to understand, and simpler to implement.

2-Opt Solution

Description

The 2-Opt method is a heuristic algorithm that can be used to solve the traveling salesman problem. While it cannot guarantee optimal results for all cases, it can return near-optimal solutions quickly. Two-opt starts with an initial tour and creates permutations by removing two edges from the tour and reconnecting the resulting paths, then evaluates the resulting distance. [12] If the permutation is an improvement, that permutation is kept as the optimal solution. If not, the swap is undone, and the next swap made. Permutations are repeatedly created and compared, until (in our case) 20 consecutive attempts have been made with no improvements. At this point, the best permutation thus far is considered optimal, and the algorithm terminates.

The time complexity of 2-opt is still debated, however the speed can be affected by the method used to generate the initial tour. This can be done using any algorithm, however we chose to use a greedy method, which makes the time complexity $O(n^2 \ln(n))$. [13]

Pseudocode

```
TSP_2Opt
while tries < max tries
                    best distance = tour distance
for i = 0 to (tour size – 1)
for k = i + 1 to tour size
          #create new permutation
2_opt_swap(i,k)
if new distance < best distance
#reset tries since improved tour found
tries = 0
tour = new tour
best distance = new distance
                    tries++

2_opt_swap(i, k)
          take first segment of route (0 to i – 1) and add to the new route in order
          take second segment (i to k) and add to new route in reverse order
          add remaining portion (k+1 to end) to new route in order
```

[14]

Test Results

Example 1

76 cities

Length: 113818

Tour: 0 75 2 3 4 6 7 8 9 10 11 12 13 74 14 15 16 17 18 37 36 35 38 39 34 40 41 60 59 61 62 64 73 72 71 63 57 58 56 55 54 43 28 27 26 29 30 19 5 20 31 32 33 42 53 52 51 65 66 49 50 67 70 68 69 47 48 44 45 46 24 25 21 22 23 1

Time: 0:00:01.003315

Example 2

280 cities

Length: 2839

Tour: 0 1 3 4 5 6 7 9 8 10 11 12 13 14 15 271 16 17 18 24 23 25 22 26 27 28 29 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 60 61 118 117 115 114 111 110 108 104 90 89 109 112 88 83 82 81 76 84 66 65 85 87 113 86 116 62 63 64 59 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 68 69 67 70 71 72 73 74 75 77 78 79 80 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 105 107 106 171 172 170 169 168 167 166 165 164 163 162 173 174 161 175 160 159 158 157 119 120 121 122 123 124 125 31 30 126 127 128 21 20 19 133 132 131 130 129 154 155 153 156 152 151 178 177 176 181 183 184 182 180 179 150 149 147 146 145 144 143 142 141 148 139 140 138 137 136 135 134 270 269 268 267 266 265 264 263 262 261 272 273 274 275 276 277 260 259 258 257 256 255 254 253 252 209 208 207 206 205 203 200 199 198 197 193 186 185 187 188 189 190 191 192 194 195 196 201 202 204 213 212 210 211 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 251 246 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 2 243 244 245 247 250 249 248 278 279

Time: 0:00:14.440368

Example 3

15,112 cities

Length: 1968722

Tour: (see .tour file)

Time: 7:38:29827

Competition Results

Test Input 1

50 cities

3-minute time limit

Length: 5592

Tour: 0 5 42 49 8 32 30 24 44 16 9 12 38 22 43 6 15 26 7 20 2 47 3 34 25 41 46 23 11 18 39 35 31 27 4 33 19 13 17 48 40 29 37 14 28 36 21 10 45 1

Time: 0:00:00.085015

Unlimited time
(same as above)

Test Input 2
100 cities

3-minute time limit
Length: 8039

Tour: 0 62 20 60 92 40 3 53 79 39 97 80 55 94 30 78 24 95 8 25 87 75 43 6 9 76 91 96 18 99 1 28 63 69 90 14 54 86 98 64 71 45 7 11 49 34 33 29 5 77 35 19 22 83 70 73 88 16 31 46 89 15 38 68 57 61 41 2 23 82 21 4 10 72 56 52 67 47 36 93 44 48 74 66 27 12 32 58 42 59 37 51 17 81 85 26 13 50 65 84

Time: 0:00:01.051916

Unlimited time
(same as above)

Test Input 3
250 cities

3-minute time limit
Length: 12819

Tour: 0 175 7 231 166 75 241 129 45 9 18 91 1 247 52 44 205 198 213 141 233 148 171 151 167 108 62 87 193 172 161 70 199 34 207 214 60 8 211 225 81 114 181 155 182 153 249 83 100 158 206 176 58 243 101 132 165 82 2 55 119 61 49 84 59 32 130 57 232 25 245 221 149 6 135 79 136 98 145 3 115 157 235 238 103 117 226 248 236 227 131 105 152 74 64 159 54 125 154 139 106 23 71 97 65 246 185 121 11 14 184 36 170 76 86 196 31 200 41 43 85 53 146 229 219 144 133 69 47 113 56 5 26 168 240 160 192 195 112 216 104 124 164 163 244 189 147 179 134 178 99 78 126 201 237 28 35 191 68 67 20 215 107 204 111 177 19 17 123 120 94 16 24 188 128 203 96 218 40 37 4 116 77 228 138 33 217 63 122 13 90 234 180 72 109 10 209 223 38 150 88 118 174 137 21 39 42 12 102 80 162 93 27 194 29 156 73 224 230 127 173 208 15 46 95 92 140 202 48 242 169 142 66 30 197 212 190 210 183 220 89 222 186 143 187 239 51 110 22 50

Time: 0:00:16.519698

Unlimited time
(same as above)

Test Input 4
500 cities

3-minute time limit

Length: 18589

Tour: 0 103 376 389 381 39 41 220 72 42 423 385 368 163 293 51 281 256 43 12 291 478 286 354 128 170 203 349 13 57 161 358 189 148 318 329 460 240 415 254 348 283 300 441 35 322 56 175 311 461 238 458 160 453 499 378 104 118 34 233 26 152 374 120 136 289 102 259 404 497 231 164 316 353 242 1 14 215 335 487 373 225 165 344 443 324 294 154 239 411 80 296 456 369 155 477 246 431 345 9 111 397 261 49 65 491 186 101 315 248 350 145 114 20 188 144 486 33 421 339 214 310 413 121 73 16 265 409 303 149 320 494 277 260 100 7 278 328 483 436 79 450 317 204 473 171 403 331 272 342 143 426 463 355 469 112 475 11 249 434 408 390 279 253 479 131 449 251 229 60 336 309 135 439 454 474 217 153 498 195 465 269 209 151 173 482 226 468 332 433 388 159 263 398 462 210 365 230 232 205 367 377 177 95 455 179 305 192 74 295 116 323 162 302 264 412 133 308 48 451 193 108 334 359 395 99 442 27 174 6 94 190 274 219 241 198 496 97 32 495 228 172 363 347 181 298 466 489 372 432 290 422 258 178 180 402 222 109 167 46 129 490 383 418 492 382 270 284 110 176 122 107 337 488 28 257 90 10 29 224 64 185 399 31 266 459 247 30 392 223 206 91 19 24 158 297 429 306 407 142 299 191 168 130 119 444 287 211 375 262 346 366 213 430 401 40 38 184 333 234 292 267 196 425 126 273 22 480 380 391 312 325 150 124 384 452 88 83 420 304 360 78 216 207 476 117 125 137 288 438 326 183 235 55 194 394 319 427 351 405 437 285 313 467 67 440 212 4 156 96 54 218 493 484 362 414 140 419 87 268 446 37 370 50 406 343 197 132 76 371 428 146 69 23 3 243 417 123 199 86 357 59 245 447 330 396 244 113 361 364 138 202 445 424 464 416 157 15 471 147 71 187 386 82 18 77 44 85 166 8 66 448 81 93 2 139 275 379 45 340 485 435 92 106 276 61 52 141 201 271 393 321 75 227 63 255 127 17 307 470 68 301 21 105 89 5 84 169 327 338 250 252 237 200 352 400 410 25 62 236 341 98 47 472 58 356 115 314 208 53 387 280 70 221 481 457 134 36 182 282

Time: 0:02:16:601072

Unlimited time

(same as above)

Test Input 5

1,000 cities

3-minute time limit

Length: 27757

Tour: 0 38 289 297 355 412 457 952 802 580 633 427 293 275 408 239 172 787 621 635 811 136 103 208 738 115 805 515 197 179 101 998 165 620 833 156 677 322 896 49 804 173 973 125 478 745 690 66 946 311 357 748 462 219 105 661 271 747 583 584 127 380 640 650 646 414 953 619 788 597 182 604 404 477 238 113 779 112 214 243 59 161 482 381 181 262 235 27 894 441 439 396 913 875 891 531 949 390 382 902 603 557 140 570 24 629 340 33 536 766 206 192 326 669 932 42 418 610 715 488 823 224 145 255 269 204 174 421 70 78 330 792 13 190 680 415 354 848 615 820 693 512 121 772 306 829 130 424 853 53 273 34 846 718 968 485 599 631 563 151 703 874 578 344 976 67 104 824 212 171 505 11 83 266 403 984 506 342 279 35 986 994 471 840 249 284 183 851 962 167 784 566 431 881 290 992 878 236 257 215 758 979 324 372 68 65 107 307 660 683 622 687 916 783 146 651 300 714 402 995 826 367 756 260 734 377 57 720 593 581 742 359 608 873 497 102 481 941 88 122 456 451 386 797 18 483 655 810 207 812 956 496 452 345 434 218 114 957 437 558 376 705 721 118 368 479 907 270 210 222 612 553 793 333 763 426 389 137 684 682 374 291 109 775 493 480 486 442 908 15 364 544 707 99 337 353

89 538 964 514 865 524 554 883 652 862 276 565 470 837 739 803 422 51 760 903 993 370 7 938 286 722 327 926 8 780 349 755 40 469 170 458 162 10 283 476 551 352 529 299 245 937 2 556 175 44 717 588 319 843 596 855 341 159 589 309 416 567 465 861 607 935 193 800 198 58 825 753 975 274 794 265 943 287 395 664 363 467 81 623 637 110 498 950 813 397 691 801 94 258 980 96 905 149 294 681 925 54 904 501 117 295 969 513 815 939 468 890 460 378 709 743 630 816 503 407 951 808 527 384 87 550 447 736 6 231 694 928 532 438 672 446 176 317 343 126 453 420 166 592 807 298 489 711 312 752 16 605 988 308 445 351 133 858 436 155 186 639 790 768 895 600 100 305 48 871 29 495 37 626 135 60 409 98 590 163 685 534 735 138 234 369 827 69 454 520 450 90 625 180 628 731 918 806 62 216 119 41 95 774 819 141 831 76 316 398 778 997 46 474 844 860 246 318 686 233 657 507 264 884 704 616 209 961 545 487 150 313 494 449 728 697 869 569 91 211 187 832 435 689 252 791 152 915 139 656 880 885 967 947 667 80 428 546 254 472 123 230 47 912 444 670 391 510 22 587 990 868 762 131 533 559 560 845 535 202 906 634 226 781 710 350 85 737 936 571 79 668 74 576 759 143 671 331 188 194 304 3 552 248 767 158 221 999 798 401 358 296 371 433 892 909 636 746 945 323 761 647 900 959 785 17 568 261 872 666 727 128 9 43 511 991 365 225 356 228 719 97 543 240 203 502 411 609 644 392 393 144 841 530 285 974 679 877 278 996 134 282 288 555 910 301 517 63 585 547 432 336 662 542 169 315 39 31 659 314 817 259 854 347 281 955 21 723 303 765 277 256 475 822 548 966 509 863 417 606 373 944 366 821 914 897 72 302 61 751 335 1 160 500 361 106 789 413 852 385 754 129 987 901 272 857 185 537 491 375 649 777 698 911 864 985 712 842 50 461 12 199 920 740 154 764 191 73 726 325 958 348 519 770 564 30 499 632 56 406 263 220 654 849 773 641 981 830 970 157 713 463 280 701 574 52 448 116 948 464 77 733 229 525 443 971 82 25 850 346 627 847 960 601 26 700 749 332 942 699 886 20 618 184 4 814 866 856 696 5 729 834 178 809 132 484 201 887 611 540 963 665 522 394 867 200 518 466 898 19 142 440 93 241 124 328 196 388 177 965 870 387 893 405 648 594 614 617 675 977 523 591 795 933 586 516 28 922 247 111 310 526 663 383 828 818 730 164 379 267 205 638 250 889 410 455 473 562 983 978 573 71 362 924 232 921 702 658 642 217 577 338 899 268 836 572 744 430 423 595 400 769 108 954 575 195 32 678 253 425 624 688 972 521 549 86 929 223 237 242 329 539 504 148 419 989 120 725 613 706 321 771 692 888 14 838 399 931 147 839 796 882 876 982 879 320 927 917 757 676 528 673 732 84 360 492 674 213 153 64 859 598 55 934 786 930 750 741 541 653 339 645 244 45 189 251 490 695 508 776 92 227 799 459 724 923 292 835 561 579 23 75 716 429 36 708 334 582 782 602 940 643 168 919

Time: 0:02:55:65681 *(cut off by internal timer)*

Unlimited time

Length: 25022

Tour: 0 38 289 297 355 412 457 952 802 580 633 427 293 275 408 239 172 787 621 635 811 136 103 208 738 115 805 515 197 179 101 998 165 839 147 678 253 624 425 688 972 521 549 86 836 929 223 237 242 329 504 725 120 989 419 148 539 613 706 771 321 692 14 888 838 399 931 910 336 432 547 301 585 517 63 620 833 156 677 322 896 49 804 173 973 125 478 745 690 66 946 311 357 748 462 219 105 661 271 747 583 584 127 380 640 650 646 414 953 619 788 597 182 604 404 477 238 113 779 112 214 243 59 161 482 381 181 262 235 27 894 441 439 396 913 875 891 531 949 390 382 902 603 557 140 570 24 629 340 33 536 766 206 192 326 669 932 42 418 610 715 488 823 224 145 255 269 204 174 421 70 78 330 792 13 190 680 415 354 848 615 820 693 512 121 772 306 829 130 424 853 53 273 34 846 718 968 485 403 984 506 342 471 279 35 986 994 840 249 183 851 284 22 510 85 737 936 571 79 668 74 671 188 331 194 304 3 976 67 104 824 151 552 212 563 171 631 266 599 83 11 505 248 767 191 221 158 764 154 740 920 199 12 461 842 50 712 985 911 864 698 777 649 491 375 185 537 857 272 901 987

129 754 385 852 413 789 106 361 500 160 1 335 751 61 302 72 897 914 821 366 944 373 606 417 863 509 966 548 822 475 256 277 765 303 723 21 955 281 347 854 259 817 314 659 31 39 315 169 542 662 555 288 282 134 996 278 877 679 974 285 530 841 144 393 392 644 609 411 502 203 240 543 97 719 228 356 225 365 924 362 71 921 232 702 658 642 217 338 899 577 268 572 744 430 423 595 400 769 108 954 575 195 32 227 799 459 724 923 292 835 561 579 982 876 796 882 92 695 508 776 490 251 189 45 244 645 653 339 750 741 541 816 384 527 808 951 407 503 978 983 562 638 205 267 379 164 730 818 828 383 526 663 310 111 247 922 28 516 586 933 795 523 241 124 617 594 405 648 614 675 977 591 142 19 440 93 898 466 518 522 294 149 905 96 980 258 801 94 963 665 540 611 887 201 484 132 809 834 178 729 4 814 866 184 856 696 5 618 749 332 942 699 886 20 959 900 647 761 323 945 746 636 909 9 128 727 666 872 261 568 785 17 511 991 43 892 433 371 296 358 401 999 798 73 726 325 958 348 519 770 564 30 499 632 56 406 263 220 654 849 773 641 981 830 970 280 157 713 463 701 574 52 448 116 948 464 77 733 525 229 443 971 82 25 850 346 627 847 960 601 700 26 691 397 813 950 498 110 637 434 452 345 496 956 812 207 810 655 483 18 386 797 451 456 122 88 941 481 102 497 873 608 359 742 80 667 947 714 300 578 344 874 703 146 912 444 670 47 230 254 546 123 472 990 868 587 962 167 784 710 350 781 576 759 143 391 226 634 845 560 559 535 202 906 566 431 762 131 533 881 290 992 878 236 257 215 758 979 324 372 68 65 107 622 683 307 687 660 916 783 651 402 995 826 367 260 756 734 377 57 428 720 593 581 880 967 885 656 139 915 791 152 252 689 435 832 274 943 287 395 664 363 467 753 975 794 265 91 187 211 697 569 869 728 449 150 494 313 545 961 487 819 774 141 233 318 686 246 860 474 844 46 997 778 398 316 76 831 507 657 264 884 704 616 209 628 731 41 216 918 806 62 119 95 717 44 588 319 159 341 855 843 596 589 309 416 465 567 861 607 935 193 800 198 58 825 81 623 218 114 957 437 558 376 705 721 118 368 479 907 270 210 222 612 553 793 333 763 426 420 389 137 684 682 374 291 175 556 2 937 245 299 529 476 352 551 283 10 162 458 170 469 40 349 755 780 8 926 327 722 286 938 7 370 993 903 760 51 422 803 837 739 470 565 276 351 133 858 436 155 186 639 790 768 735 138 234 369 827 69 454 520 445 988 308 862 652 883 554 524 865 514 964 538 89 353 625 180 109 775 493 480 486 442 908 15 337 364 707 544 99 90 450 163 534 685 590 98 605 16 752 166 592 807 298 489 711 312 409 60 135 626 37 495 29 871 48 305 100 600 895 453 126 343 672 317 176 446 709 378 460 890 468 939 815 513 969 295 117 501 904 54 925 681 394 867 200 387 893 870 965 177 388 196 328 250 410 889 455 473 573 743 630 438 532 87 550 447 736 6 928 694 231 930 786 934 55 64 859 598 153 213 674 492 360 84 732 673 528 676 757 917 927 879 320 429 75 23 716 36 708 334 582 782 602 940 643 168 919

Time: 0:17:25.085505

Test Input 6

2,000 cities

3-minute time limit

Length: 41299

Tour: 0 1263 387 1076 1297 1113 1611 1074 1447 396 1775 620 51 1624 326 416 1629 102 1090 633 1412 264 1540 196 800 1926 944 1256 513 1010 415 199 83 1486 636 548 194 1976 297 1505 1958 1638 368 1124 52 1602 1571 1251 1314 1172 373 1363 1628 1127 1454 1145 1069 1795 1023 1352 1504 262 1752 35 1797 1812 1726 1170 4 258 62 106 1669 600 1524 1336 1982 1613 1083 847 252 1489 1779 770 773 669 1743 118 1391 1637 277 239 1012 6 1137 1873 1919 1118 1640 1375 877 1612 43 552 1207 1068 941 97 646 470 1255 1057 1817 1494 562 1159 1247 1857 1851 572 1830 342 642 1286 88 654 1903 1693 740 604 193 787 152 288 225 1410 1318 1217 780 333 676 17 908 573 1481 828

673 955 540 990 1677 1165 709 399 1249 269 1852 1938 691 1342 1648 1531 1719 1794 1425 1271 712
1324 488 1841 184 1788 104 331 1798 160 883 672 1320 1700 250 281 1969 592 1813 1641 622 1560
760 1250 891 899 952 435 1093 896 182 155 1626 1932 1488 569 895 1605 3 1606 924 982 1202 479
1666 992 374 634 238 1227 1183 1826 1464 1916 1931 446 1674 1835 1946 371 1008 1175 1499 1988
1373 517 1542 960 127 799 335 438 224 1230 1234 1378 1924 532 1948 917 1365 1044 1620 1487 1696
870 614 1721 499 832 165 498 1422 735 1865 1053 1408 1753 237 1749 1284 711 1618 1335 1383 518
1349 1575 1600 626 1507 796 1850 759 1722 1653 615 1877 408 432 567 1875 1061 1573 161 1399 738
457 1803 919 1066 660 861 515 1164 1870 1633 589 972 544 1780 1358 409 359 159 268 455 789 228
1847 602 1861 183 1417 590 1474 1513 594 1404 87 354 867 1623 245 1594 1135 10 979 380 1433
1453 452 1366 1906 1905 1043 835 1086 825 116 320 1224 1998 935 340 813 1429 1597 1482 767 1033
430 1825 668 76 91 79 142 1350 868 581 1273 463 804 907 1438 1994 528 392 1158 754 95 1005 1565
915 85 826 951 988 1801 232 1346 1744 1307 591 338 125 1889 314 207 744 508 1024 73 1128 1037
1644 1583 1572 334 1295 954 111 1576 949 1974 381 143 1246 1848 890 937 1519 772 976 364 31 78
670 282 1131 1717 1111 1268 1502 1385 1214 1394 812 1305 280 436 1173 1002 1177 1218 683 1836
1898 307 1317 606 1468 343 1151 1781 814 162 1348 783 587 137 1510 535 367 1777 1088 210 47
1106 715 163 1829 1442 999 1959 681 1211 349 527 700 1392 32 1262 350 63 1712 1821 756 843 325
407 1209 1334 649 651 46 1704 1785 1126 317 1843 313 757 1107 1791 611 733 693 764 1957 1229
482 623 1541 748 989 1671 92 1621 657 30 993 679 1161 995 1141 921 1178 1622 957 1893 1563 1853
453 1616 1071 939 1498 1860 923 1564 884 424 1676 1928 1515 201 1327 561 26 1546 1139 171 737
1806 695 1243 753 1300 311 100 1786 706 185 433 566 117 429 1465 1384 1 1081 507 900 1221 14
1954 805 1947 1253 1547 1990 963 254 147 75 164 1427 490 563 82 1030 707 932 730 1027 538 869
853 769 727 749 1484 244 1533 421 1736 394 1463 1970 1636 89 842 121 1237 1766 621 1045 1937
1762 1092 1193 1920 1094 1585 998 794 1934 627 1718 377 1733 1492 1754 1617 1838 579 1395 186
1319 1435 1370 1296 1338 267 866 1313 1459 1157 1811 365 879 559 1742 1174 1288 58 820 1070 692
234 477 1632 1935 1149 1129 542 1986 173 1344 553 1180 584 746 1846 1630 1260 1649 1109 103
1882 1194 449 450 1216 1001 1804 180 138 1814 294 1699 888 434 1555 958 533 16 1771 248 1663
445 2 1871 1756 188 1432 1476 451 609 1244 427 852 1900 1155 240 38 1751 398 1584 310 285 1831
214 815 903 1374 1238 1845 1713 784 522 1715 1668 793 1266 419 1122 724 845 231 1414 348 986
821 1143 1110 1807 1325 1561 603 273 568 1820 1914 1026 1041 897 1883 1999 1242 871 1312 1241
1979 1446 1701 1267 1195 854 1409 1739 243 966 157 929 1058 585 806 1360 849 665 485 1052 583
1529 1657 363 1965 437 1890 328 1759 790 1953 1655 93 290 1518 726 1133 1148 1000 1015 1590
1796 1406 402 525 200 352 126 625 420 1951 1580 1382 473 1475 1964 1096 1368 1651 1191 1208
1558 1047 1449 1333 586 1579 1895 275 1168 1444 1562 1424 1469 90 1100 1685 1407 1282 1065 575
67 920 968 1108 694 176 316 739 596 1810 287 37 1711 702 323 469 355 601 1802 1854 1709 1125 703
543 1940 1520 1656 131 18 1856 169 985 1627 637 1684 892 1095 1372 640 1292 593 1918 1809 1146
1968 422 526 1289 565 1966 462 332 1007 216 1978 1393 1615 940 1025 827 904 395 1491 23 1670
361 1887 1213 474 145 101 1493 40 1639 641 34 1679 930 1984 1416 1038 1556 411 425 841 134 108
1315 1972 723 1544 1060 1458 1658 242 283 1340 1527 1236 1299 719 467 133 689 167 1099 1386
1961 1302 635 1119 1281 384 901 1445 44 256 618 1345 667 710 1098 291 1437 911 1790 1902 1479
1880 1607 1522 1079 223 211 1067 1864 1185 1706 1059 1156 1610 1891 950 1011 1248 1102 560 857
80 795 21 1134 8 1723 1929 1686 1989 829 293 980 1921 414 1815 84 510 1727 1557 582 1192 15 1601
736 1212 881 967 953 539 1136 875 260 1913 187 1635 530 246 610 1275 1016 934 1483 1855 1303
1309 251 440 822 64 1062 1223 1980 1147 279 686 1115 1705 630 1985 61 502 1645 942 1863 110
1290 1326 115 68 978 844 1428 195 1467 105 777 632 1254 1945 837 1245 662 369 948 301 140 1269

400 696 910 1228 537 322 441 1150 329 1039 765 1154 230 428 1287 848 1516 916 661 1767 506 168
1698 1936 1205 946 53 19 1322 443 1703 36 1019 77 1511 598 872 624 1839 658 619 1799 1478 639
802 1631 174 1735 834 1101 312 1678 779 1569 1896 1750 1730 1963 1725 375 1153 1842 865 475
1995 1328 863 838 1977 785 266 882 1456 1833 172 1231 459 1528 272 220 1220 65 1728 677 55 1351
731 1274 1816 1973 1431 57 659 456 1367 1987 1357 315 1064 60 1225 922 170 1301 1523 1692 28
1316 1020 227 781 529 705 222 1559 1732 153 817 1181 1647 218 886 298 1960 987 1169 1643 376
1837 571 442 682 524 300 1552 1874 136 1337 628 1050 1022 1872 1652 1387 9 302 1270 1521 1082
1609 1691 1466 1381 426 476 1405 1051 1832 1553 1992 1566 1567 1232 431 1116 303 1473 855 1769
122 206 25 1235 819 1508 1800 236 1904 1441 460 933 1772 1548 534 393 501 1138 1758 512 1619
1029 810 697 1862 975 1967 289 1477 616 1536 217 1910 1939 964 1276 1283 617 514 1472 1535 1710
484 1310 977 1285 213 1439 1452 1943 1457 1745 383 27 1389 497 961 357 487 466 550 1634 98 1506
1687 1925 1329 39 509 774 1892 970 947 1003 5 973 1265 1077 913 631 1581 1595 1496 191 1355 675
1747 1398 1210 448 574 1419 1206 413 401 1199 197 909 991 12 1377 1690 1219 1462 1179 599 263
1983 1664 388 1574 241 704 346 1304 511 181 1867 1258 226 1792 1599 1859 638 1257 859 969 337
1582 1675 809 1415 464 520 1724 1356 1586 404 492 219 1818 212 382 678 830 444 29 1176 405 576
887 1888 94 1198 1380 653 1554 1901 209 1760 178 20 370 1737 1501 129 1240 203 959 1401 1455
997 1588 734 128 905 663 1112 880 1085 851 645 714 99 1430 496 1132 113 494 72 261 1084 179 1364
107 1167 763 1259 996 1354 1103 406 893 1332 685 1787 1123 151 439 150 1885 123 1530 1899 1233
1187 1773 358 1400 918 608 1993 1189 189 495 732 1550 931 1625 41 1036 1729 306 1323 1040 1942
1114 792 1907 745 454 1689 1596 1660 1971 850 1740 249 1130 816 124 557 801 204 253 1411 1741
353 1577 1046 493 1252 271 684 175 1927 1184 1955 846 247 284 1734 725 1163 1783 1716 412 1293
1844 362 1042 605 878 1418 766 1915 330 327 345 1568 1894 13 1402 898 831 1911 716 840 1827
1054 120 1770 1291 741 1683 1162 1697 130 721 112 265 386 1592 1593 523 1450 1682 296 1662 192
1761 1460 564 379 505 286 927 1321 1869 308 1196 410 876 1009 177 1897 1549 1140 49 1443 1748
1279 276 612 885 1048 666 81 1659 1746 215 70 1330 1695 257 1570 839 874 1823 166 701 1347 483
1642 755 478 22 906 914 928 752 807 1497 747 24 1782 1343 1204 720 607 1379 1708 943 1014 378
1397 1805 1661 324 742 1681 797 648 468 7 1537 500 1500 1361 351 344 1578 1448 555 1975 1222
1793 1073 1912 1311 1369 1908 1480 1672 1121 823 1306 1097 751 718 588 656 629 925 1049 336
1371 613 1808 1598 558 472 504 292 644 1055 551 59 1013 597 798 1765 1403 1534 664 516 1886
1426 936 42 1828 1353 1517 1551 321 1789 389 295 1933 1490 1142 728 771 318 713 894 862 1587
1388 889 1650 1021 71 1849 864 722 811 1720 650 1186 1991 717 1035 1714 447 971 786 902 1144
1667 1420 1226 480 339 139 1514 778 688 974 595 1944 1879 1503 158 304 418 1440 1203 994 1277
1072 1917 274 1604 743 1822 768 824 1032 1152 1778 1413 372 1707 385 390 680 521 423 1182 347
965 1495 305 1280 1962 503 11 690 1768 278 1776 699 856 803 570 1996 1784 45 1538 458 776 983
1160 1080 33 1614 86 397 536 1239 818 531 519 471 1981 1840 836 356 489 1878 1876 1362 1215
1423 962 50 1923 1532 1688 1272 1950 1278 154 1117 1470 1261 1434 580 1591 1731 1056 791 1063
1201 66 208 1188 114 1376 141 366 491 1738 96 1104 1200 1075 674 1881 360 309 981 912 687 1545
1006 255 1774 1941 48 808 486 1930 698 1004 1755 758 1868 1031 1512 1331 873 1764 119 270 1017
1949 1509 1539 1190 1294 1922 146 1824 1997 1702 788 233 1543 1589 762 132 1171 554 391 750 541
1485 235 1396 860 481 858 156 1680 671 1359 833 221 229 148 1091 1608 341 205 647 578 652 1339
1089 190 259 1034 1858 938 945 198 417 1884 1952 1819 643 984 135 109 556 1028 549 74 56 782
1120 775 54 149 729 1166 461 1078 546 1197 403 202 1526 1654 1264 1390 1298 1471 1421 1866 926
761 1341 1694 547 655 708 577 1834 299 1461 1763 1757 1673 1909 69 319 1105 956 1525 1018 545
144 1087 1451 1436 1665 1308 465 1646 1603 1956

Time: 0:02:55:643069 *(cut off by internal timer)*

Unlimited time

Length: 39972

Tour: 0 1263 387 1076 1297 1113 1611 1074 1447 396 1775 620 51 1624 326 416 1629 102 1090 633 1412 264 1540 196 800 1926 944 1256 513 1010 415 199 83 1486 636 548 194 1976 297 1505 1958 1638 368 1124 52 1602 1571 1251 1314 1172 373 1363 1628 1127 1454 1145 1069 1795 1023 1352 1504 262 1752 35 1797 1812 1726 1170 4 258 62 106 1669 600 1524 277 1637 239 1012 1137 6 1873 1919 1118 1640 1375 1324 488 1841 184 1788 592 1813 1641 622 1560 760 899 7 1661 1361 1500 1537 500 1222 1975 555 351 344 1578 1448 1579 1674 1895 1168 1444 1805 1397 1469 238 1227 1562 1183 1424 634 90 374 1100 992 1666 1685 468 797 742 1681 324 952 891 1250 1613 1083 847 252 1489 1779 773 669 1743 770 118 1391 1982 1336 896 1093 435 648 479 1202 1407 182 155 1626 1488 575 1065 569 1932 67 982 924 1606 3 1605 1282 895 920 968 176 694 1108 1810 596 739 316 287 37 1711 702 323 355 469 601 1802 1125 703 1709 1854 131 1656 543 1940 1520 132 762 1589 1543 233 788 1702 1997 1824 1922 146 1294 1190 1539 1509 1949 1017 119 270 1764 873 1331 1512 1031 1868 758 1826 1464 1916 1931 446 275 1835 1449 1946 1047 1558 1208 1191 371 1651 101 864 722 811 1720 650 1670 361 1887 1213 145 474 1008 1368 1096 1499 730 932 1988 1493 40 894 713 318 771 728 1142 1490 1849 1333 586 1933 295 389 1789 321 71 1021 1353 1828 42 1650 889 1388 1587 862 1639 641 34 1679 930 1984 1416 1556 1038 1185 211 223 1079 1607 1522 1067 1864 936 1426 1886 1517 1551 516 664 801 124 557 816 1130 249 850 1740 1971 1660 705 222 1559 1732 153 1181 817 218 1647 1747 675 1355 191 1496 1595 631 1581 913 1077 1265 973 5 1003 1818 947 970 466 487 27 383 1745 1457 1943 1452 1439 213 1285 977 1310 484 1710 1535 1472 514 617 1283 1276 964 1939 1910 217 1536 616 1477 289 1967 975 1862 697 810 1029 1619 512 1758 1138 509 39 1329 1925 1687 1506 1634 98 550 1892 774 357 1389 497 961 1415 393 534 501 1867 181 511 1599 1792 1859 638 1257 859 969 337 809 1582 1675 226 1258 1304 991 909 197 401 1199 122 206 819 25 413 1235 933 1548 1772 460 1508 1800 236 1904 1441 1387 302 1270 9 1652 1872 1022 1050 1337 628 136 1874 1552 300 524 442 682 1837 376 987 298 886 1960 1169 1643 571 1398 448 574 1210 1206 1419 1521 1082 597 1013 59 798 1765 1534 1403 551 292 644 1055 504 472 558 1598 1808 336 1371 613 426 1691 1609 1466 1381 823 1121 1306 656 1097 1049 925 751 588 718 629 1793 1073 1311 1912 1369 1908 1480 1672 476 1405 1051 1832 1992 1567 1232 1566 1553 1798 331 104 1969 281 250 1700 1320 672 883 160 431 1116 303 1473 855 1769 346 241 1574 1664 1983 12 1377 1690 1462 1219 787 193 604 740 1693 1903 654 88 1286 642 342 1830 572 1851 1857 1247 1159 562 1494 1817 1057 1255 470 646 97 941 1068 1207 552 43 1612 877 1425 1794 1271 712 1719 1531 1648 1342 691 1938 1852 269 1249 399 709 1165 1677 990 540 955 673 828 1481 573 908 17 676 333 780 1217 1318 1410 225 288 152 1179 599 263 388 704 212 382 678 830 444 29 1176 405 576 887 1888 94 1198 1380 653 1554 1901 209 1760 178 20 370 1737 1501 129 1240 203 959 1401 1455 997 1588 734 128 905 663 1112 880 1085 851 645 714 99 1430 496 1132 113 494 72 261 1084 179 1364 107 1167 763 1259 996 1354 1103 406 893 1332 685 1787 1123 151 439 150 1885 123 1530 1899 1233 1187 1773 358 1400 918 608 1993 1189 189 495 732 1550 931 1625 41 1036 1729 306 1323 1040 1942 1114 792 1907 745 454 1689 1596 529 781 227 1020 1316 28 1692 1523 1301 170 922 1225 60 1064 315 1357 1987 1367 456 659 57 1431 1973 1816 1274 731 1351 55 677 1728 65 1220 220 272 1528 459 1231 172 1833 1456 882 266 785 1977 838 863 1328 1995 475 865 1842 1153 375 1725 1963 1730 1750 1896 1569 779 1678 312 1101 834 1735 174 1631 802 639 1478 1799 619 658 1839 624 872 598 1511 77 1019 36 1703 443 1322 19 53 946 1205 1936 1698 168 506 1767 661 916 1516 848 1287 428 230 1154 765 1039 329 1150 441 322 537 1228 910 696 400 1269

140 301 948 369 662 1245 837 1945 1254 632 777 105 1467 195 1428 844 978 68 115 1326 1290 110
1863 942 1645 502 61 1985 630 1705 1115 686 279 1147 1980 1223 1062 64 822 440 251 1309 1303
1855 1483 934 1016 1275 610 246 530 1635 187 1913 260 875 1136 539 953 967 881 1212 736 1601 15
1192 582 1557 1727 510 84 1815 414 1921 980 293 829 1989 1686 1929 1723 8 1134 21 795 80 857 560
1102 1248 1011 950 1891 1610 1156 1059 1706 411 425 841 134 108 1315 1972 723 1544 1060 1458
1658 242 283 1340 1527 1236 1299 719 467 133 689 167 1099 1386 1961 1302 635 1119 1281 384 901
1445 44 256 618 1345 667 710 1098 291 1437 911 1790 1902 1479 1880 204 253 1411 1741 353 1577
1046 493 1252 271 684 175 1927 1184 1955 846 247 284 1734 725 1163 1783 1716 412 1293 1844 362
1042 605 878 1418 766 1915 330 327 345 1568 1894 13 1402 898 831 1911 716 840 1827 1054 120
1770 1291 741 1683 1162 1697 130 721 112 265 386 1592 1593 523 1450 1682 296 1662 192 1230 707
1030 82 563 490 1427 164 75 147 254 963 1990 1547 1253 1947 805 1954 14 1221 900 507 1081 1 1384
1465 429 117 566 433 185 706 1786 100 219 492 404 1586 1356 1724 520 464 311 1300 753 1243 695
1806 737 171 1139 1546 26 561 1327 201 1515 1928 1676 424 884 1564 923 1860 1498 939 1071 1616
453 1853 1563 1893 957 1622 1178 921 1141 995 1161 679 993 30 657 1621 92 1671 989 748 1541 623
482 1229 1957 764 693 733 611 1791 1107 757 313 1843 317 1126 1785 1704 46 651 649 1334 1209
407 325 843 756 1821 1712 63 350 1262 32 1392 700 527 349 1211 681 1959 999 1442 1829 163 715
1106 47 210 1088 1777 367 535 1510 137 587 783 1348 162 814 1781 1151 343 1468 606 1317 307
1898 1836 683 1218 1177 1002 1173 436 280 1305 812 1394 1214 1385 1502 1268 1111 1717 1131 282
670 78 31 364 976 772 1519 937 890 1848 1246 143 381 1974 949 1576 111 954 1295 334 1572 1583
1644 1037 1128 73 1024 508 744 207 314 1889 125 338 591 1307 1744 1346 232 1801 988 951 826 85
915 1565 1005 95 754 1158 392 528 1994 1438 907 804 463 1273 581 868 1350 142 79 91 76 668 1825
430 1033 767 1482 1597 1429 813 340 935 1998 1224 320 116 825 1086 835 1043 1905 1906 1366 452
1453 1433 380 979 10 1135 1594 245 1623 867 354 87 1404 594 1513 1474 590 1417 183 1861 602
1847 228 789 455 268 159 359 409 1358 1780 544 972 589 1633 1870 1164 515 861 660 1066 919 1803
457 738 1399 161 1573 1061 1875 567 432 408 1877 615 1653 1722 759 1850 796 1507 626 1600 1575
1349 518 1383 1335 1618 711 1284 1749 237 1753 1408 1053 1865 735 1422 498 165 832 499 1721 614
870 1696 1487 1620 1044 1365 917 1948 532 1924 1378 1234 224 438 335 799 960 127 1373 517 1542
1761 1460 564 379 505 286 927 1869 308 1196 410 876 1009 1708 943 1379 607 720 1204 1343 1782
24 747 1497 807 752 928 914 906 22 478 755 1642 483 1347 701 166 1823 874 839 1570 257 1695 1330
70 215 1746 1659 81 666 1048 885 612 276 1279 1748 1443 49 1140 1549 1897 177 1321 1027 538 869
853 769 727 749 1484 244 1533 421 1736 394 1463 1970 1636 89 842 121 1237 1766 621 1045 1937
1762 1092 1193 1920 1094 1585 998 794 1934 627 1718 377 1733 1492 1754 1617 1838 579 1395 186
1319 1435 1370 1296 1338 267 866 1313 1459 1157 1811 365 879 559 1742 1174 1288 58 820 1070 692
234 477 1632 1935 1149 1129 542 1986 173 1344 553 1180 584 746 1846 1630 1260 1649 1109 103
1882 1194 449 450 1216 1001 1804 180 138 1814 294 1699 888 434 1555 958 533 16 1771 248 1663
445 2 1871 1756 188 1432 1476 451 609 1244 427 852 1900 1155 240 38 1751 398 1584 310 285 1831
214 815 903 1374 1238 1845 1713 784 522 1715 1668 793 1266 419 1122 724 845 231 1414 348 986
821 1143 1110 1807 1325 1561 603 273 568 1820 1914 1026 1041 897 1883 1999 1242 871 1312 1241
1979 1446 1701 1267 1195 854 1409 1739 243 966 157 929 1058 585 806 1360 849 665 485 1052 583
1529 1657 363 1965 437 1890 328 1759 790 1953 1655 93 290 1518 726 1133 1148 1000 1015 1590
1796 1406 402 525 200 352 126 625 420 1951 1580 1382 473 1475 1964 1175 23 1991 1186 717 1491
395 904 827 1025 940 1615 1393 1978 216 1007 332 462 1966 565 1289 526 422 1968 1146 1809 1918
593 1292 640 1372 1095 892 1684 491 1738 1200 1104 96 1075 674 1881 360 309 981 912 687 1545
1006 255 1774 1941 48 486 808 1930 698 1755 1004 378 1014 1035 1714 447 971 786 902 1144 1667

1420 1226 480 339 139 1514 778 688 974 595 1944 1879 1503 158 304 418 1440 1203 994 1277 1072 1917 274 1604 743 1822 768 824 1032 1152 1778 1413 372 1707 385 390 680 521 423 1182 347 965 1495 305 1280 1962 503 11 690 1768 278 1776 699 856 803 570 1996 1784 45 1538 458 776 983 1160 1080 33 1614 86 397 536 1239 818 531 519 471 1981 1840 836 356 489 1878 1876 1362 1215 1423 962 50 1923 1532 1688 1272 1950 1278 154 1117 1470 1261 1434 580 1591 1731 1056 791 1063 1201 66 208 1188 114 1376 366 141 637 1627 985 169 1856 18 1171 554 391 750 541 1485 235 1396 860 481 858 156 1680 671 1359 833 221 229 148 1091 1608 341 205 647 578 652 1339 1089 190 259 1034 1858 938 945 198 417 1884 1952 1819 643 984 135 109 556 1028 549 74 56 782 1120 775 54 149 729 1166 461 1078 546 1197 403 202 1526 1654 1264 1390 1298 1471 1421 1866 926 761 1341 1694 547 655 708 577 1834 299 1461 1763 1757 1673 1909 69 319 1105 956 1525 1018 545 144 1087 1451 1436 1665 1308 465 1646 1603 1956

Time: 2:18:92333

Test Input 7

5,000 cities

3-minute time limit

Length: 64229

Tour: 0 3302 2667 1954 4107 2601 212 3833 3996 868 3272 2975 223 1192 2711 2302 4512 4386 1335 1201 3616 244 1668 1409 335 1010 3167 1568 2026 4858 133 1021 3678 4588 2099 3947 3179 3888 3636 3325 1526 2489 1229 1162 1103 3620 2335 4143 2330 3707 4563 2835 226 4231 4021 4891 3871 2594 2590 3630 1485 4381 1862 2511 649 56 2672 2660 2346 1977 505 810 2889 774 3087 1305 1459 1528 1638 2432 1406 1946 1295 4640 3687 1152 4287 1567 3025 621 2163 1667 1725 2158 1250 2439 2382 1117 2117 2270 970 563 766 4843 2385 3342 4919 4427 3787 581 286 628 592 4672 666 3696 1674 3451 3258 4890 1379 283 1904 4962 4923 4320 236 2798 3885 4736 4070 3783 702 4127 630 3472 2821 2359 2442 2709 4480 329 3746 535 1260 3836 2942 3372 254 1173 4466 1159 4870 4707 1481 4576 1150 4925 2005 540 3257 2238 2959 3136 3602 3512 887 399 2668 1228 3232 4664 121 3182 1982 279 4048 3571 4924 3770 1203 3239 4158 1866 4303 2056 943 3777 1846 3267 4061 4277 2068 2715 4862 1160 3962 2241 1775 1758 2611 3587 4730 2139 3505 2570 1842 126 4845 4249 2704 41 4578 4106 4758 35 1174 3434 4388 323 3802 2534 2362 3264 4677 3471 3784 1565 3798 231 1425 356 2683 4567 3946 3435 3919 1878 559 1078 4799 2961 886 3242 139 1480 2532 4957 3508 247 2279 4748 816 4197 2364 1746 2576 2680 2646 23 2862 4586 1454 339 1855 4442 3373 2479 293 4015 4407 2621 4635 359 3138 3984 3107 2388 2351 4130 2583 2011 2383 3623 3730 2437 1813 420 3673 1850 261 4273 3948 4065 2061 112 1587 1375 4482 3207 2230 3876 2993 1814 3785 1302 1618 2220 464 2641 2463 622 1863 1142 3497 3265 4105 2589 340 2423 4708 1365 2544 1749 3694 3526 3595 2044 2625 4494 3594 1953 3727 1704 2354 3699 3726 1547 153 4689 4724 2853 2819 4660 397 118 75 4166 3204 1987 1059 2045 3496 1614 170 3099 3094 2461 3347 90 2449 4165 2144 1114 307 245 1884 3749 3824 1546 2377 2360 4478 262 2353 119 4948 51 4392 4610 3693 4359 1140 3171 4726 65 2156 3999 1559 334 3417 4951 3933 2970 1637 790 3197 1732 237 473 4545 3424 4486 1027 2727 3935 1959 704 2733 1244 953 4067 239 4042 158 3098 140 2013 730 2925 243 1112 1978 1205 4213 3225 1657 1594 1050 1852 3940 3718 4246 1940 3111 3661 1296 4228 113 2199 1232 2295 2579 1346 3416 1530 771 632 3352 3503 4646 2308 2585 2799 4194 1972 1586 4195 4458 4654 4752 2541 253 182 1996 2630 3873 3387 3411 2426 3601 2021 3354 759 3362 2815 1137 1701 1869 4857 1038 227 452 1580 2046 238 1970 698 3740 2669 4323 4657 1359 3949 2949 4794 1726 2217 3721 3902 4783 740 967 2943

2967 2294 4148 3543 4336 3535 3445 4470 3047 2111 3685 3743 4263 57 2272 4913 2212 3572 3941
1924 4414 3162 2014 4979 4698 1020 2201 4681 3912 4562 4608 1571 180 440 3692 4742 3206 516
1076 838 2736 3152 4445 4298 843 204 993 635 2375 2864 2039 2016 3359 1785 4044 1669 3644 3009
1617 718 3877 2908 2211 587 91 594 932 3828 1898 4727 280 205 2376 4535 950 1461 1094 2258 4154
4505 3864 4619 1317 60 662 3838 2356 4377 3475 1960 3579 2253 789 2417 2764 117 2468 3228 760
1251 3166 320 2974 742 2866 2560 1399 1491 3010 851 1421 1067 1009 2941 100 1319 4798 2197
1518 772 175 4296 3022 2083 1912 3 4140 3055 1180 4546 2753 1463 184 107 1435 3732 4722 2070
519 4614 2948 298 678 1965 3201 553 374 21 2143 3357 1802 3056 4152 195 1410 1106 4040 1692 228
3376 96 3117 3675 2748 4285 4525 542 2414 4072 2284 1887 3337 2176 2379 4308 862 105 2755 3717
1058 3898 1374 1214 444 2868 508 3917 2806 1272 4115 4047 4078 1792 4012 3172 53 980 3482 2997
4239 3937 4498 2418 2316 200 3003 481 3063 1952 4459 1968 671 536 4644 3604 1426 2717 4290
4421 1257 3874 2497 3889 2678 1579 4244 4637 3187 3125 3858 30 2025 2480 388 2186 676 436 49
4872 655 2521 1175 4028 2780 4824 3288 2435 1656 4668 4469 147 2692 2955 4496 1748 252 4573
3608 610 4914 1620 4150 385 4275 1709 804 214 2436 4787 1267 2326 1644 3189 3074 3397 4932 604
4705 2274 1347 3516 1672 3309 99 1601 1237 4437 4779 2203 1345 892 4706 3333 4952 1318 3904
1083 3573 1384 3146 4457 4147 2408 2496 2367 2697 1096 3216 2440 1118 2896 4971 882 4774 285
423 2830 453 3615 4372 3060 2447 1089 3829 1779 4010 2761 4902 4861 1512 529 2006 4938 3733
1405 3629 3655 3315 1472 282 1448 3522 3256 620 2361 3303 4398 1548 4940 2172 911 1363 1851
2828 795 3590 1910 1127 265 171 4118 3259 3148 2705 3748 4326 2766 4380 3450 3078 3268 2368
2744 263 3220 551 1494 4841 1789 4355 1492 310 381 1988 1921 4715 3878 3261 1687 3881 3645
1905 3432 2718 2345 4223 4288 4631 670 1088 4609 2421 4255 726 2010 689 4674 4011 2783 2687
3773 4815 974 4541 2233 2656 382 4485 1502 1799 3995 427 1290 665 2427 1213 1341 3951 4557
3355 3467 2694 1206 3865 3039 1356 3612 4241 1014 2236 445 1477 1554 2522 3530 4696 1919 2578
4491 4581 1891 2922 3304 2972 97 765 3013 3826 1906 2963 4543 1433 4098 3406 2085 1935 1665
1914 4757 157 2395 2374 4361 1741 586 1821 2323 2195 27 779 811 2696 4177 645 500 4018 2313 984
4939 4837 606 1263 4701 1233 1016 1120 1811 2803 1497 4687 1699 1995 1221 2225 493 2109 2397
3059 1470 619 983 4690 4806 3928 3370 3230 4196 844 400 2535 2462 4289 4922 3611 2043 4569 191
1659 960 870 3253 2545 1992 4850 83 1109 4089 271 1452 2708 2802 4471 4374 3747 2928 1608 734
1911 3452 2890 4555 2333 179 2637 1783 3760 3109 1772 4460 1544 1086 3609 1082 197 52 2769 991
4378 3381 1868 2125 717 2036 2981 3273 1892 3132 2166 308 3736 1098 609 1042 1125 712 15 3525
1870 4300 2781 1867 1729 4524 1209 1000 3103 1297 521 1450 462 2370 4348 3404 3314 4655 1235
614 2915 2154 1411 4878 1077 4684 4514 3794 2214 1790 2460 148 840 3669 193 568 3641 1524 3510
910 1824 1072 4828 2613 659 2797 2458 1515 217 4936 2947 3447 3979 1564 1631 963 3875 2465 295
2032 1211 1258 364 836 750 2644 1523 1981 439 2102 762 3377 4568 2808 1334 3739 3577 74 1843
187 1064 4910 1045 756 4533 4368 4807 246 4574 2474 321 3756 3235 1505 1584 3286 3143 1740 229
1054 3524 2786 3222 4874 1434 2962 812 3911 686 3263 3910 1264 1373 4912 3893 3809 3781 371
1394 2602 1055 3569 931 2921 3203 4966 4528 1903 2282 3079 1376 1342 2472 1885 2342 1949 787
879 3765 1689 3967 4905 365 4867 4749 2573 165 2145 4159 3188 1397 199 3915 1645 1653 2349
3035 1369 921 409 1464 2008 3449 344 1655 2486 3218 2404 4164 4697 1514 4595 1955 1482 3423
2338 4759 1337 2192 3310 1675 2328 2523 2101 2223 4760 1006 3280 3140 796 3164 1762 513 2820
3255 4762 2987 1809 2663 4745 1204 2849 4439 3121 4350 3174 3870 4325 1945 1456 2907 2098
2964 1916 1798 3880 2516 3154 2817 3628 3665 3703 2114 84 684 3127 3965 2150 3369 2848 1183
3637 4341 4898 1589 2893 1389 3738 2407 1721 292 2505 2716 2498 4495 1416 94 390 3249 3398
4247 4615 3588 4160 3974 1841 2444 2402 938 631 3894 4424 4050 3901 4332 1314 926 1563 1234

1033 715 530 4544 4607 903 1116 4484 114 18 102 1711 4934 4208 4651 430 1367 3849 560 2567 1764
3591 2321 2770 4826 878 1412 2903 4108 1651 361 547 68 1897 2855 3867 3065 4688 1501 3605 3120
1714 232 241 146 1166 3223 4520 1442 1350 4221 1413 4508 2118 580 4998 4206 220 3950 2703 2012
1200 4243 1328 1339 2413 509 1549 4809 3607 889 3842 289 1315 297 1641 3884 3513 2825 1227
3705 3116 3068 1483 4504 3550 4333 1474 1417 922 3028 839 357 3818 2892 3248 1602 1460 44 681
3722 3592 281 58 3583 4006 2978 1834 2091 3436 941 3768 2252 2355 3295 898 1757 644 1840 584
4503 4771 709 640 2249 1377 2854 806 4329 235 2574 275 183 2973 1654 4155 4465 2776 3297 4016
1917 4718 1636 3709 4526 3378 4889 194 2561 1181 673 2015 2571 2344 3307 1979 4992 2054 952
209 2980 4964 2916 4328 1001 2745 4453 672 1498 2824 4838 4261 3147 3903 3764 752 1944 1844
3001 674 1829 597 3750 4911 4306 2141 2304 4102 2152 1427 4101 95 4982 4139 1131 2722 2724 273
4907 213 1496 3067 3395 1292 3585 2357 4534 1737 1242 2422 1838 4083 733 894 1217 3305 1053
4743 93 2714 865 693 4781 2482 3614 4413 4945 2875 3173 4203 946 4401 1677 2831 3932 2595 122
160 2944 2983 2019 495 3488 4621 2181 4432 4600 4737 3656 4132 4653 4763 2749 4995 2275 1468
4903 4169 4570 4220 4606 3181 2719 2910 290 3442 616 688 4020 1275 2247 4756 287 4989 3677
1207 2533 1187 3383 1286 12 2674 2986 2051 801 1592 4024 1539 1861 1550 3126 3832 1933 3081 28
144 3091 2027 859 3978 302 1129 2529 4571 2836 2198 4764 4700 1570 3470 3533 221 4521 2130
3085 2140 4976 3100 842 2818 3441 492 22 155 3057 67 4357 2586 4059 324 3361 4254 2673 3998
1613 753 2003 1767 4057 1424 312 3313 3080 2557 4026 1872 979 1403 3763 3356 1158 3797 2645
3679 2754 1085 1964 3149 1679 3921 642 1500 3959 42 4880 4506 507 4371 4017 831 3102 1993 4686
412 3960 208 2876 1283 2823 3328 185 514 1815 338 626 3183 657 4451 2500 948 3529 1471 1941
1391 2246 4594 3213 2506 1623 2007 2702 4720 4648 1308 4349 1893 522 415 2695 3578 4240 1558
2906 3185 4384 721 968 520 4464 1999 2577 25 4659 2250 3531 103 4420 4670 3335 4391 1820 1352
1304 4111 4117 2256 4131 4339 4124 695 251 3546 1382 4137 1436 4091 3542 2020 577 707 69 4959
441 736 4978 3774 761 1583 2248 2873 1079 4860 2563 1052 1219 1542 732 3625 4468 2698 3549
1876 3651 2148 4182 3710 909 4268 511 389 2945 3031 1366 3389 4190 4956 1750 2525 407 4146
2690 1915 2310 1899 1513 3072 1684 778 4797 3755 3670 2239 4617 3860 2686 2647 491 3511 3384
575 1765 3428 3633 268 1552 4448 1925 2340 4476 2838 1532 2844 517 37 1504 4270 4283 2804 2750
3627 3596 4518 4278 4958 2932 833 2658 2762 2592 2850 206 1688 3401 3050 4327 4125 1902 2999
4509 1595 3430 1368 367 55 2971 1115 1288 1769 2693 720 1130 2196 1065 875 1534 3118 413 4803
4753 4064 3823 1780 4187 3600 379 2180 301 315 4728 352 2219 3603 2933 1853 2450 4209 3952 913
4942 2024 3260 1385 3695 4224 3298 1671 4869 4259 3589 3728 1686 955 3844 4237 434 2087 4204
2826 85 7 3399 3659 4222 152 1597 4768 814 391 1555 2891 1702 1495 2651 1833 798 2572 3964 3224
716 4894 2455 891 2263 1176 687 2513 4416 3129 4548 863 219 1724 4073 1650 132 925 494 2787
2721 4302 3811 1712 1918 4191 4969 1449 3165 1730 533 1146 2406 4217 1883 1291 3375 4319 411
1839 2042 783 1124 3502 3155 3119 1075 3287 1418 3190 3719 3953 3567 2412 1186 4455 4667 1195
4515 1676 3622 3635 2995 3106 3040 2173 1700 38 884 1856 3270 1031 1069 2470 1138 2779 4282
3474 3247 3186 2433 4622 313 4709 749 3827 4812 4068 4389 4041 2464 1240 4559 3734 1215 3368
2315 3561 72 660 2028 2931 3868 4800 4975 4928 3724 4168 872 3741 437 4620 2801 4004 3754 2538
3019 4313 327 4136 66 3008 1487 3817 1066 4176 4382 343 4836 954 3157 3663 1220 1694 2286 4777
4193 871 4172 2188 4202 224 4234 2774 4632 4274 168 613 4943 1693 2865 1974 3115 3266 999 4087
722 4625 2759 4602 4933 809 2137 1536 3394 1682 1310 3192 890 2649 685 2352 1517 1121 2095 363
845 196 880 2968 727 2618 1994 1781 211 4066 3841 4434 149 4682 3968 1908 1648 17 347 2791 830
2207 4093 767 4532 1690 8 4095 2129 2373 71 353 4443 4180 1445 1387 2386 2096 1101 4156 915
1475 2097 4642 3084 4723 3532 4260 3556 2084 743 2281 4238 1243 370 4321 4530 465 319 3759

1070 901 276 86 2926 848 2581 1017 1615 3209 3649 3816 3407 2515 1901 2267 4178 459 4542 4417
410 1048 378 4810 4954 4649 3682 2548 4315 2807 3731 2372 4205 990 4219 1032 443 1493 2410
2911 3713 1717 4034 1172 2048 4271 3788 332 2502 876 3520 653 3158 1037 1985 4307 3422 2539
4626 650 4138 3954 1533 1336 317 2072 4613 3294 1046 3977 1321 48 4428 2456 4481 2767 1431
1753 311 2671 4229 1144 546 2527 3326 2276 4472 4930 1976 531 269 3279 156 1457 4791 2425 2615
4253 375 2988 3899 3486 4077 3431 3282 3930 3866 3711 1247 4881 47 4716 651 1268 1845 1828 274
1199 3624 617 962 2160 1744 2829 1184 4145 4851 4739 189 1249 4142 1705 3011 1432 3501 669
2600 2261 3004 3159 1299 1766 589 4893 4174 449 425 4740 2528 1913 3680 2324 1179 2869 3834
3194 1043 350 1155 471 1635 523 3674 3938 3371 3671 2934 1835 3459 4104 3252 3334 4144 4517
291 4449 3658 402 2255 3329 506 483 3613 976 4556 3905 3822 857 1225 4572 3539 3262 3782 1588
4060 3018 823 4185 2518 1170 2128 599 711 1562 1271 3973 2795 1663 2897 4950 4770 3857 3443
431 4266 4301 3720 454 4761 2174 446 2037 4775 2306 3489 4830 4813 2363 1718 2536 3284 1874
1633 826 3139 288 828 4406 4186 4839 2064 4135 4412 3324 4561 2659 2493 76 3909 2851 1354 306
2881 3244 1778 3618 3043 3285 3799 222 3178 747 490 3319 4096 694 3745 2288 2293 3689 3076
3277 3863 3234 1538 1300 1390 596 3879 4980 2221 4973 3128 3992 2771 1713 847 4002 3426 3071
4033 3052 3681 351 3576 4983 2706 4968 1396 1428 4175 4338 151 4591 3300 2080 3778 3292 2135
3321 2336 1259 776 3349 583 2612 1582 4669 2843 2587 4314 1378 4997 4986 1742 2475 2445 305
4370 3845 29 82 4735 1030 4188 1894 565 4419 4823 2899 690 1529 3610 4766 4343 3647 1429 2488
4396 4331 1566 705 4772 2215 3923 202 1164 2483 1313 3735 680 2939 3214 2501 4790 497 978 2369
2175 4009 1890 3082 3555 2634 4589 2185 172 4134 1393 3926 3024 1357 40 982 341 1754 2240 3820
3983 3891 458 1 4151 1975 1807 791 2133 858 1745 1634 1447 4097 2348 4014 944 593 3716 4433
1388 4519 4788 866 4351 4647 1253 2580 920 463 499 111 1440 2982 2244 4276 3896 3237 4817 392
4379 4628 2182 3233 4487 4694 3020 4293 905 4435 488 1599 1149 1193 216 1939 3563 2620 2169
3697 2228 3934 4036 3491 1484 3493 556 2002 104 1007 817 477 3897 1279 987 2309 2164 4211 3363
2741 4119 4767 4820 1380 3819 2923 4630 1877 4429 1808 1551 2303 4488 861 115 4410 3536 4831
1545 1499 524 3296 667 4366 1343 1216 4575 64 4 3480 342 4908 4037 2914 4387 4084 3332 3243 270
1722 2653 2183 2991 1540 3519 923 4058 1245 3913 3070 4918 1139 2491 4895 2059 532 4618 608 61
433 3793 4311 2398 643 2017 2194 2707 1791 602 2929 3769 2299 3090 3544 3981 4658 2604 1188
808 3691 773 1691 4804 3780 3097 2662 1727 456 4547 3961 2151 460 4438 3012 555 4214 2760 3364
2882 4218 4991 2689 4375 354 3481 467 1478 2049 2640 3955 510 1621 748 3771 1520 4744 4897
1095 2441 3415 1966 2074 4949 2960 504 4994 1681 4092 4714 3048 1784 3446 2591 4295 3358 4965
4876 534 3241 2089 264 648 2626 124 3890 1092 2485 1859 19 2550 2811 4842 2448 4665 2556 2894
2405 2494 4853 1022 777 3030 4906 2453 1473 1943 856 2542 4385 852 805 3725 3626 3196 2684
2161 4941 945 3586 2842 451 3275 3815 4324 3382 3479 369 4825 4920 3150 3344 3251 3469 417
1731 994 1386 638 3862 4025 1383 1210 154 3454 3410 4854 336 1508 3134 728 4200 912 1989 2022
4189 2378 11 3688 3141 2735 2476 4977 2681 4340 1936 2720 971 4440 813 2121 435 1430 4909 2507
1100 2387 1465 1596 20 3931 3137 2 2627 3393 2880 4612 4133 2260 2857 2739 2380 3547 3553 1796
3560 4027 969 3015 1801 3343 3648 387 198 3872 4005 895 1804 799 240 992 3236 2434 4045 3353
1273 169 3757 1230 3792 3545 2763 739 4927 4848 2245 4712 3668 2329 2725 2603 4884 2814 2271
2871 4345 2584 1191 3238 1603 2622 1831 1607 2060 218 2390 4859 4601 3676 2920 4297 3886 2782
2358 3390 43 989 2852 1381 1847 1581 4444 4242 4931 1605 3599 1832 4082 2874 2800 3851 2469
2768 1194 4802 4198 2537 573 3744 3684 3135 1519 1400 1458 3044 2307 2093 108 2858 3108 4732
1535 2431 4353 4661 2631 824 2278 4212 9 4123 4207 502 1163 362 1274 4312 300 902 3485 2950
1873 951 2900 3133 634 883 4917 2047 3945 3804 4365 2565 1325 4080 3002 881 258 595 2067 2291

4539 2847 2157 2677 1698 2490 1196 3198 447 3483 2115 1439 1770 1942 178 2870 3564 4346 2740
1760 137 4814 2734 961 414 3835 1056 3883 3153 1438 4981 1019 827 2162 1797 487 1849 1316 4267
225 2930 1680 2543 4055 2979 3540 2610 2401 1628 408 1035 1287 996 4597 3767 3534 1708 2913
2989 2691 123 3843 1133 1879 1857 1338 1364 2232 1922 3639 582 603 3848 3054 2887 3882 4330
3092 1830 4901 4840 3316 3124 3346 3425 3414 1285 1786 3367 683 326 1404 4808 936 973 1507
1157 2575 2758 2699 1467 4818 3638 1600 4624 3405 768 278 3660 2883 2350 2389 2605 4746 450
4076 322 769 2796 3646 1803 2113 1280 4167 4899 1177 3772 611 2218 2339 3801 2912 697 3465
4963 1516 1632 654 2608 1598 4281 3499 885 2231 3093 4422 2266 2530 1190 1629 2131 4540 1306
2682 770 4397 2415 1926 2495 2063 2935 855 4987 1218 2902 2371 4765 2298 4454 4431 186 1639
4304 4627 1309 1071 1937 2287 1984 1087 2265 303 2954 2652 3566 564 4711 1817 455 3339 2917
2327 4046 4585 4663 475 2519 4447 4322 3037 2094 1322 3408 2729 554 3458 4719 1348 1104 4741
4882 2788 1051 2888 203 588 2116 1029 1340 4492 3036 4522 2227 4699 36 2187 4846 1788 1453
2082 3318 3156 819 1871 1099 88 461 1649 4334 2860 1537 2775 2872 1110 3664 2607 2675 539 4583
4473 1136 4403 3202 4362 468 1990 1420 4536 3320 2794 4477 2341 1015 2685 2018 3341 3379 2452
3433 1344 4795 4284 421 4675 4886 1678 1643 4181 1401 763 3642 566 600 1422 4717 2106 2884
3853 4499 176 4885 2365 2738 3552 4490 1759 1161 1661 4961 4603 1189 4426 3766 1091 4566 32
3484 3427 4721 1882 1774 4170 4114 2277 3413 2069 832 5 2628 1490 1929 3523 2751 489 1311 4502
4822 4256 2596 3538 1289 2471 699 2765 4269 4960 1782 1541 1362 656 2200 2918 4157 552 2514
764 267 2391 2081 1556 1612 1895 2845 3554 1909 822 4796 985 380 4056 3403 4294 2120 1854 62
503 3184 518 3283 2965 4210 2466 26 3327 1812 2863 1574 78 4309 1097 3957 4369 4944 3541 1122
4786 2747 4173 807 4120 1715 1577 569 1278 1265 3017 4835 1143 3653 1008 1777 3805 4400 3104
2393 14 1013 3643 3994 135 2990 1222 775 3200 1511 1560 2841 1349 3144 3351 1025 1111 849 1747
1057 1372 2551 59 2034 4364 1026 3464 3813 4347 1151 2399 34 4592 192 2666 161 177 2510 4232
1226 1948 4947 1407 618 3199 2053 3160 2202 2446 751 757 2509 2994 89 386 1720 1527 578 2834
2593 4402 2273 1881 2540 2153 2969 1578 853 3380 4887 4363 2564 541 675 4409 4141 4834 3340
3453 3053 612 2077 3956 3123 549 2867 3495 725 2023 1084 2409 277 45 333 4121 2856 1090 2110
4404 2334 4935 128 2924 109 3278 1451 1604 448 2816 1619 2966 3892 998 1068 4849 3657 4629
2710 1156 4855 2617 2420 737 348 1685 2810 1923 4081 4999 4946 2665 3455 4755 850 2772 4250
3336 1323 1664 1983 1254 4074 829 2846 3814 3176 215 1806 2366 1062 1888 3558 3461 4245 2254
1795 3580 131 355 601 3791 525 3729 373 2122 3299 924 4022 4747 1167 4864 3418 2285 3969 2477
3438 2919 2822 136 729 3448 4873 31 3317 2743 988 4360 1444 3980 3293 2147 2264 3457 1963 723
738 1324 579 3170 1927 1414 4955 3311 3217 1333 780 1593 1415 54 3971 2314 2262 2290 1531 2343
4450 928 2901 428 2283 3131 1819 3029 4226 2629 162 401 4967 550 4584 986 1907 3066 1419 230
2170 4317 248 2879 784 1706 1707 2190 1284 2142 466 4475 4527 163 3473 1360 4866 4915 4291
3575 4075 3062 2937 3887 4695 2058 4871 3574 4085 3402 3487 384 2785 3548 4926 2210 3972 1900
700 349 4713 4892 4483 4264 4236 3712 2086 260 3338 1044 3908 1957 257 3231 4071 130 3226 1355
2078 1752 4785 2184 3392 46 3462 476 70 79 692 2789 2984 4829 1298 4666 3212 4354 4773 3958
3151 2000 1102 661 2229 1060 3929 2742 2609 977 1126 2998 2384 1525 3859 3944 570 4390 1063
4863 3101 835 1585 846 1696 919 4227 2171 1703 3193 815 1073 3900 2451 4423 2737 724 2623 3168
3654 4731 1437 4676 1683 3219 2552 2732 4996 3821 867 1107 2927 1252 914 1962 3205 4310 3444
965 1710 1080 4953 2832 4710 930 3033 966 2429 3701 4099 3989 2898 1081 1134 173 4029 934 4793
1728 4832 615 1307 3006 1848 3598 3927 548 906 2296 4395 2035 3498 2701 2481 942 4251 4356
1886 2004 2305 1805 1652 1351 3494 2756 4513 256 1958 2419 207 4538 4937 3105 4577 4230 2062
1666 1646 3672 3559 4507 4896 4550 3800 3700 4100 316 981 515 3997 782 120 3058 1398 4051 1198

1128 3852 1825 1875 786 3032 735 4235 1755 3920 545 997 2773 4692 636 1822 664 3095 4789 3807 3456 1282 1266 3177 3021 2428 2237 1395 2713 4811 4579 1148 2793 3810 2487 3753 1119 3914 3869 527 4776 4704 2632 4161 3145 4985 1486 4734 2430 3942 3490 1171 825 1627 956 3562 627 1469 4394 3924 3240 2905 1991 2071 2569 3365 3045 4079 2520 3064 2512 1331 1947 2300 975 3963 4792 4216 1358 1255 4590 4904 3476 2805 4693 625 2206 929 4738 457 3831 2670 129 918 4383 73 2813 2526 396 4318 4184 4446 4877 2052 949 2503 703 150 2040 964 2301 710 3274 2031 3861 3683 4171 3088 190 4683 3077 590 416 1479 393 598 360 3195 916 4019 3345 2155 781 3856 3990 3041 821 4069 2606 3632 101 1673 3634 745 1208 2136 3606 1670 4215 330 2655 2226 1238 3161 4192 3976 482 4847 571 4929 3301 4805 3986 1236 4358 1836 406 2234 4537 4257 958 4452 1301 1320 404 834 2213 2459 3113 4691 92 3514 3227 4754 3348 486 255 544 1889 1739 935 4456 4103 2050 1969 4286 3761 2108 418 4725 877 4633 899 908 2582 803 4094 797 1135 2041 2029 4652 1036 81 426 1858 3086 2599 1973 4399 2165 1794 652 794 2553 4500 4599 442 2661 4529 2524 3803 1239 167 3985 1108 4531 1003 2597 2638 2517 498 818 2792 3847 629 3850 4974 641 377 755 1553 1276 1466 3096 561 4376 4565 1326 4564 2895 538 696 3776 1723 4272 1509 424 429 3500 2648 1719 4337 3271 2654 1591 358 4279 1590 4489 1330 3254 4163 3706 2100 2189 472 837 1734 3051 3507 3907 2946 1928 143 3830 1662 2547 3779 2257 141 1370 4852 1011 1212 4109 1123 2985 647 995 87 299 917 896 3142 3846 888 3437 296 4292 3517 4780 4729 1626 4662 13 1153 1956 1896 4844 478 4656 528 2132 4551 607 4053 2886 145 2833 3758 2679 4342 1074 4367 1154 4611 3400 1476 106 164 3215 1327 3163 4316 1489 4049 4054 4616 4865 159 2904 3130 1248 4604 1932 419 3812 1826 3306 331 4112 484 1012 2508 4008 3089 2317 691 3662 110 4970 2454 3751 2443 4129 3114 900 3702 2778 2499 3042 2312 2168 1408 4405 2038 574 4639 4411 3789 624 792 1569 3621 3005 4408 3839 3229 2624 3308 3515 1039 39 4900 1575 2568 1816 2204 4183 3690 2057 3409 2784 4703 294 4149 2639 959 2325 3666 800 1270 1557 376 3581 3504 4552 1168 1743 3708 1441 250 1606 3468 1004 480 394 558 3388 1522 233 127 4335 1931 4993 63 4883 1860 2403 746 4875 3110 2381 4063 639 4821 2126 4233 3440 623 3246 2438 1047 3112 2952 314 4671 2065 4641 3419 3049 4816 1610 1630 788 719 1735 234 2269 4554 188 2746 3061 3698 1930 3034 3988 4032 701 479 1773 4558 174 4201 4007 785 1640 4199 2134 2859 3991 1223 4052 3023 33 567 3619 309 1262 3366 2105 3269 1967 242 864 3987 1040 1738 3014 841 4299 470 50 3521 1132 2957 1622 4769 1733 1660 2235 3386 4467 4000 3584 572 3916 2400 3412 3391 4516 537 2009 1961 1506 897 2837 557 3925 860 432 4038 3752 485 2311 345 4856 1950 1521 731 1776 2478 4393 125 3742 134 1392 1624 3840 1041 4039 1105 1361 591 4116 259 4479 2322 181 1293 2191 1611 3210 2268 4778 4153 4560 3667 1005 3970 318 1169 4750 3537 3478 933 873 1224 2251 3527 116 2636 2205 1971 3551 3122 3323 2243 3221 793 2224 3208 2676 2090 4888 4553 3312 1455 4549 2840 663 1446 2546 1141 1256 3650 4819 2319 3506 2956 4013 1837 3737 2635 2146 1023 3027 403 4441 2457 2712 3895 1818 1695 4636 4511 1827 1543 874 4582 4415 3330 526 395 4593 2297 1768 422 3385 4733 3528 3993 2289 1113 2688 2396 1823 820 1178 4062 2878 3180 4280 4001 3855 2726 2728 2159 1024 3420 4461 2938 24 1329 1616 3631 16 3786 4623 2790 3466 1572 1920 2075 3795 3290 2633 543 4162 679 3175 3350 2885 2588 2092 1951 2119 3046 3617 2700 2566 496 3250 4003 2877 2347 2642 3191 337 3460 304 1303 1763 3714 2124 4685 2558 3854 3943 4650 372 4305 668 3918 2103 2953 6 2616 4868 4702 2076 4784 2416 2320 2193 3775 3509 4751 3281 2337 3808 2033 2332 3000 4122 4827 2473 1716 4587 4086 2977 3790 4248 2318 708 2394 98 1261 1294 2055 4035 4225 4430 3936 3582 2492 4916 1697 4043 3492 1810 3966 4252 2504 10 4598 1145 2643 3075 3289 4265 2996 4501 4580 4596 4493 2088 3652 4643 1864 585 1647 576 3245 2001 383 1573 1402 677 2331 2664 2107 2958 706 4634 2992 4126 1246 3016 3557 1625 1028 405 2467 1061 4988 3331 1751 1488 714 4523 758 1642 2809 142 2752 2112 3906 2731 3939 1197 4462 3374 4673 4879

2424 1269 2554 1986 4031 2179 4921 802 4801 3007 3806 2909 4088 4352 4128 272 1980 2259 1756 2216 1312 4373 2392 4023 2650 2777 3073 904 3640 2940 2167 4344 2598 266 3477 3396 1800 501 2242 3597 4474 3704 2549 4113 1793 4678 1443 1787 2030 2149 512 1658 940 637 2562 2178 201 2723 4418 2411 3518 3565 2619 3069 907 605 346 2730 284 4258 957 2127 1332 4645 2951 2861 2222 1462 1880 2123 3169 3837 3593 2936 1018 398 4425 4090 1231 2484 682 3439 1771 1049 2531 3038 1371 3083 2657 1736 1934 4605 4972 2614 1165 3762 1182 927 3421 1503 754 1147 4262 3723 3360 4497 4110 3568 138 3211 1423 3982 4984 3429 3796 4638 3276 646 4990 2208 4679 3975 2976 1576 1998 1609 2177 4463 3825 939 328 2839 2066 210 937 1353 2757 3463 1185 2812 658 166 1281 1241 4680 2555 249 366 1034 3922 2138 1997 854 3686 80 893 2292 744 2073 1093 1761 2280 474 713 947 3291 869 3026 972 1510 325 1561 1002 3570 4179 4833 368 4436 469 633 2559 1202 562 4030 3322 1865 2209 1938 2079 741 77 3715 4510 4782 1277 438 2827 2104

Time: 0:02:55:196969 *(cut off by internal timer)*

Unlimited time

Length: 61156

Tour: 0 3302 4107 1954 2667 1006 2223 2523 2101 2601 4306 1474 1417 4333 3550 4504 3705 1483 3068 2825 3513 1641 3884 1227 3116 213 1496 4907 3067 3395 1292 2141 3585 2357 4102 2152 4101 1427 2304 2711 2302 4512 4386 1335 1201 3616 2975 223 1192 597 4911 3750 212 3833 3996 868 3272 1668 335 1409 244 1010 2158 1725 1667 2163 621 3025 3696 1674 283 3451 3258 1379 4890 95 4982 672 4139 1131 1838 1242 1737 4534 273 289 1315 297 3569 1055 371 1394 2602 3842 889 3607 4809 1549 509 2413 2012 1200 1328 1339 2722 2724 2422 4083 733 3305 1053 1217 894 4526 4328 1001 3885 4736 2798 236 4320 2745 4453 3378 1904 4962 4923 702 3783 4070 630 4127 3709 2344 3307 1953 4494 3594 3727 1704 2354 1749 3694 3526 3595 2044 2625 1979 4992 2054 952 2980 209 1375 4482 3207 2230 3876 2993 1814 3508 247 2279 4748 816 4197 2364 1746 2576 2680 2646 23 2862 4586 1454 339 1855 1595 3430 3401 4125 4509 2999 1902 726 4255 2421 4327 3050 1688 206 833 2850 2592 2658 2762 2932 4958 4278 3627 2804 2750 4518 3596 55 1368 367 2971 1115 1288 1769 2693 720 1130 2196 1065 875 1534 3118 413 4803 4064 4753 3823 1780 4187 3600 379 3603 2933 231 1425 4209 3952 2450 1853 356 2683 4567 3946 3435 3919 3999 1078 4799 559 1878 1559 334 3417 4957 4951 2532 1480 139 3242 2961 886 3693 4392 4610 51 4948 119 2353 262 4478 2360 2377 1546 3824 3749 1884 245 307 1114 4165 2144 2449 90 3785 1302 1618 2220 464 1863 622 2641 2463 3347 2461 3094 3099 170 3933 2970 1637 1142 3497 3265 4105 2589 340 2423 4708 1365 2544 3699 3726 1547 153 4689 4724 2853 2819 4660 397 118 75 4166 3204 3496 1614 1987 2045 1059 3811 4302 2721 2787 790 1712 1918 4191 4969 1449 3165 533 1730 1146 2406 4217 1883 3375 1291 4319 1839 2042 783 1124 3502 3119 1075 1186 3155 4667 4455 2412 3567 1802 3357 3953 3719 3190 1418 411 298 2948 4614 3287 2070 519 2560 742 2866 1399 1491 1009 3010 100 1518 2197 4798 1319 2417 1421 851 1067 2941 2974 320 3166 760 1251 1463 2753 1435 107 184 3732 4722 678 1965 3201 553 374 21 2143 385 4908 4037 2914 4387 4084 3332 1180 4546 3055 4140 3 2356 4377 3228 2468 117 2764 789 175 772 4296 3022 2253 3579 1960 3475 3838 662 60 1317 4619 3864 4505 4154 2258 1094 1461 771 632 3352 3503 4646 2308 2585 2799 4194 1972 1586 4195 4458 4654 4752 2541 3655 3629 2006 529 1512 4861 3148 2761 4010 4902 3259 4938 3733 1405 253 182 3315 1472 3256 2361 3303 620 1363 1851 2828 795 3152 4445 4298 843 204 993 635 3881 1687 3261 2375 2864 2039 2016 3359 4200 912 1989 2022 4189 2378 11 3688 3141 2735 4535 2211 2908 587 91 594 932 3828 1898 4727 280 205 2376 2476 4977 2681 1936 4340 950 3416 1530 2199 113 730 4228 1296 3661 3111 3225 4213 1205 1050 1594 1657 1940 3718 4246 3940 1852 2083 1912 1112 1978 243 2925 158 3098 4042 3844

4237 434 2087 239 4067 953 1244 2733 704 1959 3935 2727 1027 2572 3964 3224 716 4894 2455 1176
687 2513 3129 4416 4548 863 219 4073 1724 1650 132 925 494 3197 2263 891 1732 237 4545 473 3424
4486 798 1833 2651 1495 1702 2891 2156 1140 4359 3171 4726 65 4942 913 2024 3260 1555 391 814
4768 1597 152 4222 3659 3399 85 7 1385 3695 4224 2826 4204 3298 4259 1671 4869 3589 3728 955
1686 140 2013 1232 2295 2579 1346 2720 971 4440 813 2121 435 1430 4909 2507 1100 2387 1465
1596 20 3931 3137 2 2627 3393 2880 4612 4133 301 2180 2219 352 2260 2857 2739 2380 3547 3553
1796 3560 4027 969 3015 1801 3343 3648 387 198 3872 4005 895 1804 799 240 992 3236 2434 4045
3353 1273 169 3757 1230 3792 3545 2763 739 4927 4848 2245 4712 3668 2329 2725 2603 4884 2814
2271 2871 4345 2584 1191 3238 1603 2622 1831 1607 2060 218 2390 4859 4601 3676 2920 4297 3886
2782 2358 3390 43 989 2852 1381 1847 1581 4444 4242 4931 1605 3599 1832 4082 323 4388 1174
3434 35 4758 4106 4578 3384 3511 491 2647 2686 3860 4617 1552 2345 2718 4223 3432 3645 1905
4288 4631 670 1088 4609 4283 4270 1504 37 517 2844 1532 4448 1925 2340 2838 4476 1194 2768
2469 3851 2874 2800 3802 2534 4802 4198 2537 573 3744 3684 3135 1519 1400 1458 3044 2307 2093
108 2858 3108 4732 1535 2431 4353 4661 2631 824 2278 4212 9 4123 4207 502 1163 362 1274 4312
300 2362 3264 4677 3471 3784 1565 3798 4728 315 902 3485 2950 1873 951 2900 3133 634 883 4917
2047 3945 3804 4365 2565 1325 4080 3002 881 258 595 2067 2291 4539 2847 2157 2677 1698 2490
1196 3198 447 3483 2115 1439 1770 1942 178 2870 3564 4346 2740 1760 137 4814 2734 2162 1797
487 1849 1316 4267 225 2930 1680 2543 4055 2979 3540 2610 2401 1628 408 1035 1287 996 4597
3767 3534 1708 2913 2989 2691 123 3843 1133 1879 1857 1338 1364 2232 1922 3639 582 603 3848
3054 2887 3882 4330 3092 1830 4901 4840 3316 3124 3346 3425 3414 1285 1786 3367 683 326 1404
4808 936 973 1507 1157 2575 2758 2699 1467 4818 3638 1600 4624 3405 768 278 3660 2883 2350
2389 2605 4746 450 4076 322 769 2796 3646 1803 2113 1280 4167 4899 1177 3772 611 2218 2339
3801 2912 697 3465 4963 1516 1632 654 2608 1598 4281 3499 885 2231 3093 4422 2266 2530 1190
1629 2131 4540 1306 2682 770 4397 2415 1926 2495 2063 2935 855 4987 1218 2902 2371 4765 2298
4454 4431 186 1639 4304 4627 1309 1071 1937 2287 1984 1087 2265 303 2954 2652 3566 564 4711
1817 455 3339 2917 2327 4046 4585 4663 475 2519 4447 4322 3037 2094 1322 3408 2729 554 3458
4719 1348 1104 4741 4882 2788 1051 2888 203 588 2116 1029 1340 4492 3036 4522 2227 4699 36
2187 4846 1788 1453 2082 3318 3156 819 1871 1099 88 461 1649 4334 2860 1537 2775 2872 1110
3664 2607 2675 539 4583 4473 1136 4403 3202 4362 468 1990 1420 4536 3320 2794 4477 2341 1015
2685 2018 3341 3379 2452 3433 1344 4795 4284 421 4675 4886 1678 1643 4181 1401 763 3642 566
600 1422 4717 2106 2884 3853 4499 176 4885 2365 2738 3552 4490 1759 1161 1661 4961 4603 1189
4426 3766 1091 4566 32 3484 3427 4721 1882 1774 4170 4114 2277 3413 2069 832 5 2628 1490 1929
3523 2751 489 1311 4502 4822 4256 2596 3538 1289 2471 699 2765 4269 4960 1782 1541 1362 656
2200 2918 4157 552 2514 764 267 2391 2081 1556 1612 1895 2845 3554 1909 822 4796 985 380 4056
3403 4294 2120 1854 62 503 3184 518 3283 2965 4210 2466 26 3327 1812 2863 1574 78 4309 1097
3957 4369 4944 3541 1122 4786 2747 4173 807 4120 1715 1577 569 1278 1265 3017 4835 1143 3653
1008 1777 3805 4400 3104 2393 14 1013 3643 3994 135 2990 1222 775 3200 1511 1560 2841 1349
3144 3351 1025 1111 849 1747 1057 1372 2551 59 2034 4364 1026 3464 3813 4347 1151 2399 34 4592
192 2666 161 177 2510 4232 1226 1948 4947 1407 618 3199 2053 3160 2202 2446 751 757 2509 2994
89 386 1720 1527 578 2834 2593 4402 2273 1881 2540 2153 2969 1578 853 3380 4887 4363 2564 541
675 4409 4141 4834 3340 3453 3053 612 2077 3956 3123 549 2867 3495 725 2023 1084 2409 277 45
333 4121 2856 1090 2110 4404 2334 4935 128 2924 109 3278 1451 1604 448 2816 1619 2966 3892 998
1068 4849 3657 4629 2710 1156 4855 2617 2420 737 348 1685 2810 1923 4081 4999 4946 2665 3455
4755 850 2772 4250 3336 1323 1664 1983 1254 4074 829 2846 3814 3176 215 1806 2366 1062 1888

3558 3461 4245 2254 1795 3580 131 355 601 3791 525 3729 373 2122 3299 924 4022 4747 1167 4864
3418 2285 3969 2477 3438 2919 2822 136 729 3448 4873 31 3317 2743 988 4360 1444 3980 3293 2147
2264 3457 1963 723 738 1324 579 3170 1927 1414 4955 3311 3217 1333 780 1593 1415 54 3971 2314
2262 2290 1531 2343 4450 928 2901 428 2283 3131 1819 3029 4226 2629 162 401 4967 550 4584 986
1907 3066 1419 230 2170 4317 248 2879 784 1706 1707 2190 1284 2142 466 4475 4527 163 3473 1360
4866 4915 4291 3575 4075 3062 2937 3887 4695 2058 4871 3574 4085 3402 3487 384 2785 3548 4926
2210 3972 1900 700 349 4713 4892 4483 4264 4236 3712 2086 260 3338 1044 3908 1957 257 3231
4071 130 3226 1355 4785 1752 661 1102 2000 3151 3958 4773 4354 1060 2229 2078 3392 3462 2789
692 79 2984 4829 3212 1298 4666 4012 4078 1792 4047 4115 1272 2806 3917 508 2868 3172 53 980
3482 1214 444 1374 3898 1058 4559 1215 3734 1240 2464 4041 4389 4068 4812 3827 749 4709 3117
3675 2748 4285 4525 542 4072 2414 2284 1887 4211 3363 4135 2064 2741 4119 4767 4820 2923 4630
3819 1380 2164 2309 4429 1551 3337 2176 2379 228 3376 96 4308 313 4622 2433 3186 3247 862 105
2755 3717 3368 2315 3561 72 2028 660 3868 2931 4928 4800 4975 3724 4168 872 3741 437 4469 147
2692 4668 343 4382 4176 3817 1066 3754 2538 3019 4313 327 4136 3008 1487 66 1656 2435 4004
2801 4620 3288 1101 2096 2386 1387 1445 4180 4443 4028 2780 4824 4156 915 1475 2097 4642 3084
4723 3532 4260 3556 2084 743 2281 4238 2997 4239 3937 70 476 4186 4839 4872 655 4498 2418 2316
200 370 1243 4321 4530 465 319 3759 1070 901 276 2926 86 848 2581 353 71 2373 1017 1615 3209
3649 3816 3407 2515 1901 1048 378 410 2267 4178 1690 459 4542 4417 1648 17 347 2791 830 1908
2207 4093 767 4532 8 4095 2129 1229 1162 1103 3620 2335 3325 1526 2489 3888 3636 3179 3947
4066 3841 149 3968 4682 4434 291 4517 211 1781 2099 3678 4588 1021 133 4858 2026 1568 3167 505
2672 2660 2346 1977 56 649 1406 563 2270 970 2432 2511 1862 810 2889 774 1305 3087 1459 4381
1485 3630 2590 2594 3871 4891 4021 1528 1638 1517 2352 1121 845 2095 363 196 880 2968 727 1994
2618 890 3192 4143 1682 3394 1310 2649 685 2330 3707 4563 2835 226 4231 1536 194 2137 809 4933
4602 2759 4625 722 4087 999 2117 1117 2382 2439 3687 4640 1946 1295 1250 1152 4287 1567 666
4672 592 4427 3787 581 286 628 4919 2385 3342 766 4843 4889 3266 3115 1974 2571 1181 2015 673
2561 2865 1693 4943 613 4632 4274 168 2774 4234 224 2188 4202 4172 871 4193 4777 2286 1694
1220 3663 954 3157 4836 2955 4496 1748 252 4914 610 3608 4573 1620 1856 3270 1031 1069 2470
1138 2779 4282 3474 4150 2173 38 884 1700 3040 3106 3635 2995 3622 1676 1195 4515 3056 4152
195 1410 1106 4040 1692 3748 2705 4326 3601 2021 3354 759 3362 2815 1137 1701 1869 4857 1038
227 452 1580 2046 238 1970 698 3740 2669 4323 4657 1359 3949 2949 4794 1726 2217 3721 3902
4783 740 967 2943 2967 2294 4148 3543 4336 3535 3445 4470 3047 2111 3685 3743 4263 57 2272
4913 2212 3572 3941 1924 4414 3162 2014 4979 4698 1020 2201 4681 3912 4562 4608 1571 180 440
3692 4742 3206 516 265 1127 1910 3590 1076 838 2736 2172 911 4940 1548 4398 171 4118 1448 282
3522 1996 2630 3873 3387 3411 2426 2766 4380 3450 3078 3268 2368 2744 263 3220 551 1494 4841
1789 4355 1492 310 381 1988 1921 4715 3878 4044 1785 1669 3644 3009 1617 718 3877 827 1019
4981 1438 3153 3883 1056 3835 414 961 728 3134 1508 336 4854 3410 3454 154 1210 1383 4025 3862
638 1386 994 1731 417 3469 3251 3344 3150 4920 4825 369 3479 3382 4324 3815 3275 451 2842 3586
945 4941 2161 2684 3196 3626 3725 805 852 4385 2542 856 1943 1473 2453 4906 3030 777 1022 4853
2494 2405 2894 2556 4665 2448 4842 2811 2550 19 1859 2485 1092 3890 124 2626 648 264 2089 3241
534 4876 4965 3358 4295 2591 3446 1784 3048 4714 4092 1681 4994 504 2960 4949 2074 1966 3415
2441 1095 4897 4744 1520 3771 748 1621 510 3955 2640 2049 1478 467 3481 354 4375 2689 4991
4218 2882 3364 2760 4214 555 3012 4438 460 2151 3961 4547 456 1727 2662 3097 3780 4804 1691
773 3691 808 1188 2604 4658 3981 3544 3090 2299 3769 2929 602 1791 2707 2194 2017 643 2398
4311 3793 433 61 608 4618 532 2059 4895 2491 1139 4918 3070 3913 1245 4058 923 3519 1540 2991

2183 2653 1722 270 3243 1779 3829 1089 2447 3060 4372 3615 453 2830 423 285 4774 882 4971 2896
1118 2440 3216 1096 2697 2367 2496 2408 4147 4457 3146 1384 3573 1083 3904 1318 4952 3333
4706 892 1345 2203 4779 4437 1237 1601 99 3309 1672 3516 1347 2274 4705 604 4932 3397 3074
3189 1644 2326 1267 4787 2436 214 804 1709 4275 342 3480 4 64 4575 1216 1343 4366 667 3296 524
1499 1545 4831 3536 4410 115 861 4488 2303 1808 1877 987 1279 3897 477 817 1007 104 2002 556
3493 1484 3491 4036 3934 2228 3697 2169 2620 3563 1939 216 1193 1149 1599 488 4435 905 4293
3020 4694 4487 3233 2182 4628 4379 392 4817 4412 4561 3324 2659 2493 76 3909 2851 1354 306
2881 3244 1778 3618 3043 3285 3799 222 3178 747 490 3319 4096 694 3745 2288 2293 3689 3076
3277 3863 3234 1538 1300 1390 596 3879 4980 2221 4973 3128 3992 2771 1713 847 4002 3426 3071
4033 3052 3681 351 3576 4983 2706 4968 1396 1428 4175 4338 151 4591 3300 2080 3778 3292 2135
3321 2336 1259 776 3349 583 2612 1582 4669 2843 2587 4314 1378 4997 4986 1742 2475 2445 305
4370 3845 29 82 4735 1030 4188 1894 565 4419 4823 2899 690 1529 3610 4766 4343 3647 1429 2488
4396 4331 1566 705 4772 2215 3923 202 1164 2483 1313 3735 680 2939 3214 2501 4790 497 978 2369
2175 4009 1890 3082 3555 2634 4589 2185 172 4134 1393 3926 3024 1357 40 982 341 1754 2240 3820
3983 3891 458 1 4151 1975 1807 791 2133 858 1745 1634 1447 4097 2348 4014 944 593 3716 4433
1388 4519 4788 866 4351 4647 1253 2580 920 463 499 111 1440 2982 2244 4276 3896 3237 2184 46
3929 2742 2609 977 1175 1126 2998 2384 1525 3859 3944 570 4390 1063 4863 3101 835 1585 846
1696 919 4227 2171 1703 3193 815 1073 3900 2451 4423 2737 724 2623 3168 3654 4731 1437 4676
1683 3219 2552 2732 4996 3821 867 1107 2927 1252 914 1962 3205 4310 3444 965 1710 1080 4953
2832 4710 930 3033 966 2429 3701 4099 3989 2898 1081 1134 173 4029 934 4793 1728 4832 4421
4290 1426 2717 3604 4644 536 671 1968 4459 3063 1952 481 3003 2521 49 436 676 2186 388 2480
2025 30 2456 48 1046 3294 1321 3977 4428 4481 2767 1431 1753 311 615 828 4406 288 3139 826 1633
1307 4244 1579 2678 3889 637 2497 3874 1257 3187 4637 3125 3858 3006 1874 3284 1848 3598 3927
548 906 2296 4395 2035 3498 2701 2481 942 4251 4356 1886 2004 2305 1805 1652 1351 3494 2756
4513 256 1958 2419 207 4538 4937 3105 4577 4230 2062 1666 1646 3672 3559 4507 4896 4550 3800
3700 4100 316 981 515 3997 782 120 3058 1398 4051 1198 1128 3852 1825 1875 786 3032 735 4235
1755 3920 545 997 2773 4692 636 1822 664 3095 4789 3807 3456 1282 1266 3177 3021 2428 2237
1395 2713 4811 4579 1148 2793 3810 2487 3753 1119 3914 3869 527 4776 4704 2632 4161 3145 4985
1486 4734 2430 3942 3490 1171 825 1627 956 3562 627 1469 4394 3924 3240 2905 1991 2071 2569
3365 3045 4079 2520 3064 2512 1331 1947 2300 975 3963 4792 4216 1358 1255 4590 4904 3476 2805
4693 625 2206 929 4738 457 3831 2670 129 918 4383 73 2813 2526 396 4318 4184 4446 4877 2052 949
2503 703 150 2040 964 2301 710 3274 2031 3861 3683 4171 3088 190 4683 3077 590 416 1479 393 598
360 3195 916 4019 3345 2155 781 3856 3990 3041 821 4069 2606 3632 101 1673 3634 745 1208 2136
3606 1670 4215 330 2655 2226 1238 3161 4192 3976 482 4847 571 4929 3301 4805 3986 1236 4358
1836 406 2234 4537 4257 958 4452 1301 1320 404 834 2213 2459 3113 4691 92 3514 3227 4754 3348
486 255 544 1889 1739 935 4456 4103 2050 1969 4286 3761 2108 418 4725 877 4633 899 908 2582 803
4094 797 1135 2041 2029 4652 1036 81 426 1858 3086 2599 1973 4399 2165 1794 652 794 2553 4500
4599 442 2661 4529 2524 3803 1239 167 3985 1108 4531 1003 2597 2638 2517 498 818 2792 3847 629
3850 4974 641 377 755 1553 1276 1466 3096 561 4376 4565 1326 4564 2895 538 696 3776 1723 4272
1509 424 429 3500 2648 1719 4337 3271 2654 1591 358 4279 1590 4489 1330 3254 4163 3706 2100
2189 472 837 1734 3051 3507 3907 2946 1928 143 3830 1662 2547 3779 2257 141 1370 4852 1011
1212 4109 1123 2985 647 995 87 299 917 896 3142 3846 888 3437 296 4292 3517 4780 4729 1626 4662
13 1153 1956 1896 4844 478 4656 528 2132 4551 607 4053 2886 145 2833 3758 2679 4342 1074 4367
1154 4611 3400 1476 106 164 3215 1327 3163 4316 1489 4049 4054 4616 4865 159 2904 3130 1248

4604 1932 419 3812 1826 3306 331 4112 484 1012 2508 4008 3089 2317 691 3662 110 4970 2454 3751
2443 4129 3114 900 3702 2778 2499 3042 2312 2168 1408 4405 2038 574 4639 4411 3789 624 792
1569 3621 3005 4408 3839 3229 2624 3308 3515 1039 39 4900 1575 2568 1816 2204 4183 3690 2057
3409 2784 4703 294 4149 2639 959 2325 3666 800 1270 1557 376 3581 3504 4552 1168 1743 3708
1441 250 1606 3468 1004 480 394 558 3388 1522 233 127 4335 1931 4993 63 4883 1860 2403 746 4875
3110 2381 4063 639 4821 2126 4233 3440 623 3246 2438 1047 3112 2952 314 4671 2065 4641 3419
3049 4816 1610 1630 788 719 1735 234 2269 4554 188 2746 3061 3698 1930 3034 3988 4032 701 479
1773 4558 174 4201 4007 785 1640 4199 2134 2859 3991 1223 4052 3023 33 567 3619 309 1268 1845
1828 274 2216 1312 4373 2392 4023 2650 2777 3073 904 3640 2940 2167 4344 2598 266 3477 3396
1800 501 2242 3597 4474 3704 2549 4113 1793 4678 4613 2072 317 1336 1533 3954 4138 650 4626
2539 3422 4307 1985 1037 3158 653 3520 876 2502 332 3788 4271 2048 1172 4034 1717 3713 2911
2410 1493 443 1032 512 1658 940 2030 1443 1787 2149 1353 937 210 2066 2839 328 939 3825 4463
2177 1609 1998 1576 2976 3975 4679 2208 4990 646 3276 4638 1736 4605 1934 2657 3083 2730 2127
957 4258 284 4851 4739 189 2292 2073 1093 1761 744 893 80 3686 1002 1561 972 3026 869 1332 2280
474 713 3291 947 1510 325 3570 4179 4833 368 4436 4060 3018 1155 471 523 1635 3674 3938 3371
1588 3782 4572 3539 3262 3671 2934 1835 2559 3459 4104 3252 4144 3334 3329 506 483 3613 1225
3905 3822 1880 857 633 469 1462 3169 3837 2123 2936 3593 2861 2951 2222 4645 854 1997 2138
2484 398 4090 4425 1018 2723 4556 976 2255 402 4449 3658 2562 2178 201 3069 1231 3439 682 346
605 907 3565 2619 4418 4649 4954 2807 3682 3518 2411 2548 4315 4810 3731 2372 4205 990 4219
2757 3463 1185 2812 658 166 1281 1241 4680 2555 249 366 1771 3922 1034 1049 2531 3038 1371
3796 3429 4984 3982 1423 3211 138 3568 4110 4497 3360 1503 3421 927 1182 3624 1199 617 962
2160 1744 2829 1184 4145 3762 1165 2614 4972 2671 1147 3723 4262 754 4229 1144 546 2527 3326
2276 4472 4930 1976 531 269 3279 156 1457 4791 2425 2615 4253 375 2988 3899 3486 4077 3431
3282 3930 3866 3711 1247 4881 47 4716 651 1262 3366 2105 3269 1967 242 864 3987 1040 1738 3014
841 4299 470 50 3521 1132 2957 1622 4769 1733 1660 2235 3386 4467 4000 3584 572 3916 2400 3412
3391 4516 537 2009 1961 1506 897 2837 557 3925 860 432 4038 3752 485 2311 345 4856 1950 1521
731 1776 2478 4393 125 3742 134 1392 1624 3840 1041 4039 1105 1361 591 4116 259 4479 2322 181
1293 2191 1611 3210 2268 4778 4153 4560 3667 1005 3970 318 1169 4750 3537 3478 933 873 1224
2251 3527 116 2636 2205 1971 3551 3122 3323 2243 3221 793 2224 3208 2676 2090 4888 4553 3312
1455 4549 2840 663 1446 2546 1141 1256 3650 4819 2319 3506 2956 4013 1837 3737 2635 2146 1023
3027 403 4697 4164 2404 409 1464 2008 3449 344 1655 2486 3218 1514 4595 1955 1482 3423 2338
4760 4759 1337 2192 3310 1675 2328 3280 3140 796 3164 1762 513 2820 3255 1543 1827 4511 4636
1695 1818 3895 2712 2457 4441 2987 1809 2663 1204 4745 2849 1456 2907 3880 3154 922 2098 1916
2964 1798 2516 2817 3628 3665 3703 2114 84 684 3127 3965 2150 3369 2848 1183 3637 4341 4898
1589 2893 1389 3738 2407 1721 292 2505 2716 2498 4495 1416 94 390 3249 3398 4247 4615 3588
4160 3974 1841 2444 2402 938 631 3894 4424 4050 3901 4332 1314 926 1563 1234 1033 3028 839 357
3818 2892 3248 1602 1460 44 681 3722 3592 281 58 3583 4006 2978 1834 2091 3436 941 3768 2252
2355 3295 898 1757 644 1840 584 4503 4771 709 640 2249 1377 2854 806 4329 235 2574 275 183 2973
1654 4155 4465 2776 3297 4016 1917 4718 1636 715 530 4544 4607 903 1116 4484 114 18 102 1711
4934 4208 4651 430 1367 3849 560 2567 1764 3591 2321 2770 4826 878 1412 2903 4108 1651 361 547
68 1897 2855 3867 1498 2824 4838 4261 3147 3903 3764 752 1944 3001 1829 674 1844 1876 3549
2698 4468 3625 732 1542 1219 1052 2563 4860 1079 2873 2248 1583 761 3774 4978 736 441 4959 69
707 577 2020 3542 4091 1436 4137 1382 3546 251 695 4124 4339 4131 2256 4117 4111 1304 1352
1820 4391 3335 4670 4420 103 3531 2250 4659 25 2577 1999 4464 520 968 721 4384 3185 2906 1558

4240 3578 2695 415 522 1893 4349 1308 4648 4720 2702 2007 1623 2506 3213 4594 2246 1391 1941
1471 3529 948 2500 4451 657 3183 626 338 1815 514 185 3328 2823 1283 2876 208 3960 412 4686
1993 3102 831 4017 4371 507 4506 4880 42 3959 1500 642 3921 1679 3149 1964 1085 2754 3679 2645
3797 1158 3356 3763 1403 979 1872 4026 2557 3080 3313 312 1424 4057 1767 2003 753 1613 3998
2673 4254 3361 324 4059 2586 4357 67 3057 22 155 3441 842 3100 492 2818 420 3673 1850 4065 2061
1587 112 4273 261 3948 3623 3730 2437 1813 4976 2140 2011 2583 4130 2351 2388 3107 3984 3138
359 4635 2621 4015 4407 293 2479 3373 4442 2383 3085 2130 4521 221 3533 3470 1570 4700 4764
2198 2836 4571 2529 1129 302 3978 859 2027 3091 144 28 3081 1933 3832 3126 1550 1861 1539 4024
1592 801 2051 2986 2674 12 1286 3383 1187 2533 1207 3677 4989 287 4756 2247 1275 4020 688 616
3442 290 2910 2719 3181 4606 4220 4570 4169 4903 1468 2275 4995 2749 4763 4653 4132 3656 4737
4600 4432 2181 4621 3488 495 2019 2983 2944 160 122 2595 3932 2831 1677 4401 946 4203 3173
2875 4945 4413 3614 2482 4781 693 865 93 2714 4743 3950 4243 2703 220 2118 4206 4998 580 4508
1413 4221 1350 1442 4520 3223 1166 241 3605 3915 199 2145 3035 686 812 2962 1434 4874 3222
2786 3524 1054 229 1740 3143 3286 1584 1505 3235 3756 321 2474 4574 246 4807 4368 4533 756
1045 4910 1064 187 1843 74 3577 3739 1334 2808 4568 3377 762 2102 439 1981 1523 2644 750 836
364 1258 1211 2032 295 2465 3875 963 1631 1564 3979 3447 2947 4936 217 1515 2458 2797 659 2613
4828 1072 1824 910 3510 1524 3641 568 193 3669 840 148 2460 1790 2214 3794 4514 4684 1077 4878
1411 2154 2915 614 1235 4655 3314 3404 4348 2370 462 1450 521 1297 3103 1000 1209 4524 1729
1867 2781 4300 1870 3525 15 712 1125 1042 609 1098 3736 308 2166 3132 1892 3273 2981 2036 717
2125 1868 3381 4378 991 2769 52 197 1082 3609 1086 1544 4460 1772 3109 3760 1783 2637 179 2333
4555 2890 3452 1911 734 1608 2928 3747 4374 4471 2802 2708 1452 271 4089 1109 83 4850 1992
2545 3253 870 960 1659 191 4569 2043 3611 4922 4289 2462 2535 400 844 4196 3230 3370 3928 4806
4690 983 619 1470 3059 2397 2109 493 2225 1221 1995 1699 4687 1497 2803 1811 1120 1016 1233
4701 1263 606 4837 4939 984 2313 4018 500 645 4177 2696 811 779 27 2195 2323 1821 586 1741 4361
2374 2395 157 4757 1914 1665 1935 2085 3406 4098 1433 4543 2963 1906 3826 3013 765 97 2972
3304 2922 1891 4581 4491 2578 1919 4696 3530 2522 1554 1477 445 2236 1014 4241 3612 1356 3039
3865 1206 2694 3467 3355 4557 3951 1341 1213 2427 665 1290 427 3995 1799 1502 4485 382 2656
2233 4541 974 4815 3773 2687 2783 4011 4674 689 2010 4182 2148 3651 3710 909 4268 511 389 2945
3031 1366 3389 4190 4956 1750 2525 407 4146 2690 1915 2310 1899 1513 3072 1684 778 4797 3755
3670 2239 268 3633 3428 1765 575 41 2704 4249 4845 126 1842 2570 3505 2139 4730 3587 2611 1758
1775 2241 3962 1160 4862 2715 2068 4277 4061 3267 1846 3777 943 2056 4303 1866 4158 3239 1203
3770 4924 3571 4048 279 1982 3182 121 4664 3232 1228 2668 399 887 3512 3602 3136 2959 2238
3257 540 2005 4925 1150 4576 1481 4707 4480 2442 3472 2821 2359 2709 329 4964 2916 535 3746
4870 1159 4466 1173 254 3372 2942 3836 1260 146 1714 232 3120 3065 4688 1501 1653 2349 1645
1397 3188 4159 165 2573 4749 4867 365 4905 3967 1689 3765 879 787 1949 2342 1885 2472 1342
1376 3911 3263 1373 1264 3781 3809 3893 4912 3910 3079 2282 1369 921 931 2921 3203 4528 1903
874 4762 4439 4350 4325 3870 1945 3174 3121 4966 4582 4415 3330 526 395 4593 2297 1768 422
3385 4733 3528 3993 2289 1113 2688 2396 1823 820 1178 4062 2878 3180 4280 4001 3855 2726 2728
2159 1024 3420 4461 2938 24 1329 1616 3631 16 3786 4623 2790 3466 1572 1920 2075 3795 3290
2633 543 4162 679 3175 3350 2885 2588 2092 1951 2119 3046 3617 2700 2566 496 3250 4003 2877
2347 2642 3191 337 3460 304 1303 1763 3714 2124 4685 2558 3854 3943 4650 372 4305 668 3918
2103 2953 6 2616 4868 4702 2076 4784 2416 2320 2193 3775 3509 4751 3281 2337 3808 2033 2332
3000 4122 4827 2473 1716 4587 4086 2977 3790 4248 2318 708 2394 98 1261 1294 2055 4035 4225
4430 3936 3582 2492 4916 1697 4043 3492 1810 3966 4252 2504 10 4598 1145 2643 3075 3289 4265

2996 4501 4580 4596 4493 2088 3652 4643 1864 585 1647 576 3245 2001 383 1573 1402 677 2331 2664 2107 2958 706 4634 2992 4126 1246 3016 3557 1625 1028 405 2467 1061 4988 3331 1751 1488 714 4523 758 1642 2809 142 2752 2112 3906 2731 3939 1197 4462 3374 4673 4879 2424 1269 2554 1986 4031 2179 4921 802 4801 3007 3806 2909 4088 4352 4128 272 1980 2259 1756 1249 4142 1705 3011 1432 3501 669 2600 2261 3004 3159 1299 1766 589 4893 4174 449 425 4740 2528 1913 3680 2324 1179 2869 3834 3194 1043 350 823 4185 2518 1170 2128 599 711 1562 1271 3973 2795 1663 2897 4950 4770 3857 3443 431 4266 4301 3720 454 4761 2174 446 2037 4775 2306 3489 4830 4813 2363 1718 2536 1202 562 4030 3322 1865 2209 1938 2079 741 77 3715 4510 4782 1277 438 2827 2104

Time: 4:22:29938

Bibliography

[1] "Travelling Salesman Problem I Set 2 (Approximate using MST)," Geeks for Geeks, [Online]. Available: https://www.geeksforgeeks.org/travelling-salesman-problem-set-2-approximate-using-mst/. [Accessed 31 May 2018].

[2] "Triangle inequality," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Triangle_inequality. [Accessed 31 May 2018].

[3] "A Greedy Algorithm for TSP," [Online]. Available: http://lcm.csa.iisc.ernet.in/dsa/node186.html. [Accessed 31 May 2018].

[4] "Kruskal's Algorithm," [Online]. Available: http://lcm.csa.iisc.ernet.in/dsa/node184.html.. [Accessed 31 May 2018].

[5] T. Donaldson, "13. Case Study: Solving the Traveling Salesman Problem," 2012. [Online]. Available: http://www.cs.sfu.ca/CourseCentral/125/tjd/tsp_example.html. [Accessed 31 May 2018].

[6] "Travelling salesman problem," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Travelling_salesman_problem. [Accessed 31 May 2018].

[7] B. Jain, "Write a program to print all permutations of a given string," GeeksforGeeks.org, [Online]. Available: https://www.geeksforgeeks.org/write-a-c-program-to-print-all-permutations-of-a-given-string/. [Accessed 1 June 2018].

[8] "Branch and bound," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Branch_and_bound. [Accessed 30 May 2018].

[9] "The Traveling Salesman Problem (TSP)," [Online]. Available: https://www2.seas.gwu.edu/~simhaweb/champalg/tsp/tsp.html. [Accessed 30 May 2018].

[10] "CS267. Assignment 4: Traveling Salesman Problem," 1 April 1996. [Online]. Available: https://people.eecs.berkeley.edu/~demmel/cs267/assignment4.html. [Accessed 5 May 2018].

[11] C. Pothineni, "http://cs.indstate.edu/cpothineni/," 13 December 2013. [Online]. Available: http://cs.indstate.edu/cpothineni/alg.pdf. [Accessed 30 May 2018].

[12] "2-Opt," Wikipedia, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/2-opt. [Accessed 5 June 2018].

[13] A. Saiyed, "The Traveling Salesman Problem," 2012. [Online]. Available: http://cs.indstate.edu/~zeeshan/aman.pdf. [Accessed 7 June 2018].

[14] Andy, "C++ Implementation of the 2-opt to the "Att48" Traveling Salesman Problem," [Online]. Available: http://www.technical-recipes.com/2012/applying-c-implementations-of-2-opt-to-travelling-salesman-problems/. [Accessed 6 June 2018].