

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Centro de Informática (CIn)

Bacharelado em Sistemas de Informação
IF969 - Algoritmos e Estruturas de Dados

João Rafael Santos Camelo (jrsc2)
Projeto 4 - Grafos

1. Explicação

O grafo foi feito por meio de uma lista, com seus vértices funcionando como índices, visto que eram somente números, graças a isso grande parte de suas funções obteve complexidades simples.

No caso padrão do grafo não ser ponderado, suas arestas não tiverem peso, os vértices funcionam como listas de adjacentes, enquanto que, no caso do grafo ser ponderado, os vértices são dicionários cujo chaves são os vértices em que ele é adjacente e o valor delas sendo o peso da aresta em questão, que pode vir a ser negativo também. Também foi tratado o caso dos grafos simétricos e assimétricos, inclusive a possibilidade de haver arestas cíclicas.

Diversas funcionalidades foram implementadas, mas somente algumas foram usadas nos testes a seguir.

2. Testes

Air Traffic Control

1226 Vértices e 2615 Arestas

Leitura do arquivo out.maayan-faa:

0.0043335126386097045 segundos

Criação do grafo [1226V / 2615A]:

0.00875456488888915 segundos

Tempo de busca do primeiro vértice para o último:

0.006262100842008067 segundos

Tempo de percorrer todo o grafo:

0.0020737832144845925 segundos

1000 buscas de caminhos aleatórios:

7.826173800541298 segundos

Tempo médio: 0.00638349908348435 segundos

Chicago

1467 Vértices e 1298 Arestas

Leitura do arquivo out.tntp-ChicagoRegional:

0.002284783864695328 segundos

Criação do grafo [1467V / 1298A]:

0.0021664544585746626 segundos

Tempo de busca do primeiro vértice para o último:

0.007384720896567387 segundos

Tempo de percorrer todo o grafo:

0.0008089867561409392 segundos

1000 buscas de caminhos aleatórios:

4.592788667906689 segundos

Tempo médio: 0.0031307326133041603 segundos

Dolphins

62 Vértices e 159 Arestas

Leitura do arquivo out.dolphins:

0.00042894409720398483 segundos

Criação do grafo [62V / 159A]:

0.00021130251093792306 segundos

Tempo de busca do primeiro vértice para o último:

2.173397255361524e-05 segundos

Tempo de percorrer todo o grafo:

6.007028525235186e-05 segundos

1000 buscas de caminhos aleatórios:

0.07271674053198728 segundos

Tempo médio: 0.0011728263101344794 segundos

EuroRoad

1174 Vértices e 1417 Arestas

Leitura do arquivo out.subelj_euroroad_euroroad:

0.0023303648349326522 segundos

Criação do grafo [1174V / 1417A]:

0.0029186913975252082 segundos

Tempo de busca do primeiro vértice para o último:

4.4977248762734234e-05 segundos

Tempo de percorrer todo o grafo:

0.0002623169743003473 segundos

1000 buscas de caminhos aleatórios:

12.690651010961773 segundos

Tempo médio: 0.010809749728441303 segundos

Facebook (NIPS)

2888 Vértices e 2981 Arestas

Leitura do arquivo out.ego-facebook:

0.004754004635373357 segundos

Criação do grafo [2888V / 2981A]:

0.00406515844971575 segundos

Tempo de busca do primeiro vértice para o último:

0.05106276107179877 segundos

Tempo de percorrer todo o grafo:

0.002484313807170152 segundos

1000 buscas de caminhos aleatórios:

36.547786062848616 segundos

Tempo médio: 0.012655049426032058 segundos

Linux

30837 Vértices e 213954 Arestas

Leitura do arquivo out.linux:

0.35996107204027084 segundos

Criação do grafo [30837V / 213954A]:

0.25053897233325984 segundos

Tempo de busca do primeiro vértice para o último:

0.031351557269324815 segundos

Tempo de percorrer todo o grafo:

0.003767221909292573 segundos

1000 buscas de caminhos aleatórios:

51.18965547427452 segundos

Tempo médio: 0.0016600074990506305 segundos

US Airport

1574 Vértices e 28236 Arestas

Leitura do arquivo out.opsahl-usairport:

0.0476091724608807 segundos

Criação do grafo [1574V / 28236A]:

0.03332029294979577 segundos

Tempo de busca do primeiro vértice para o último:

0.139631717835087 segundos

Tempo de percorrer todo o grafo:

0.0033569931773484996 segundos

1000 buscas de caminhos aleatórios:

58.207832018126126 segundos

Tempo médio: 0.03698083106349215 segundos

3. Vetores de Antecessores

Air Traffic Control

[0, 1, 2, 3, 4, 1, 6, 7, 8, 1, 10, 46, 127, 1, 14, 2, 16, 2, 18, 1, 6, 23, 2, 6, 24, 15, 3, 27, 10, 25, 6, 31, 18, 4, 21, 35, 2, 37, 4, 4, 2, 41, 10, 43, 3, 1, 4, 14, 46, 46, 6, 51, 16, 53, 1076, 55, 632, 57, 58, 59, 716, 423, 120, 82, 66, 114, 72, 172, 53, 71, 110, 79, 72, 73, 53, 52, 116, 73, 20, 79, 24, 106, 47, 421, 168, 68, 73, 62, 737, 134, 46, 134, 68, 157, 73, 116, 427, 47, 428, 91, 91, 156, 102, 103, 79, 124, 106, 68, 538, 72, 72, 67, 116, 51, 72, 124, 116, 117, 37, 52, 122, 20, 121, 10, 124, 63, 46, 127, 168, 129, 113, 68, 132, 10, 122, 7, 116, 91, 144, 427, 68, 72, 142, 10, 54, 91, 146, 52, 116, 54, 96, 79, 786, 102, 146, 24, 24, 24, 158, 1090, 144, 106, 47, 103, 27, 157, 43, 79, 168, 151, 54, 46, 187, 187, 179, 46, 176, 177, 293, 10, 103, 181, 79, 183, 50, 73, 176, 18, 34, 191, 124, 34, 192, 113, 537, 186, -1, 312, 623, 102, 72, 145, 312, 203, 562, 896, 895, 786, 895, 187, 212, 68, 220, 213, 214, 212, 213, 221, 218, 68, 220, 218, 213, 214, 213, 250, 226, 226, 213, 261, 230, 231, 226, 213, 241, 235, 236, 213, 214, 213, 250, 241, 226, 214, 226, 241, 241, 226, 218, 220, 221, 254, 217, 68, 216, 218, 241, 214, 214, 220, 260, 261, 136, 135, 263, 134, 162, 135, 268, 52, 270, 51, 51, 124, 274, 52, 276, 81, 278, 279, 81, 660, 567, 135, 572, 52, 555, 287, 27, 3, 119, 43, 10, 162, 172, 52, 296, 274, 14, 148, 82, 114, 302, 902, 304, 953, 179, 307, -1, 629, 1196, 650, 312, 308, 314, 315, 472, 312, 1095, 319, 320, 340, 187, 179, 577, 41, 315, 327, 312, 329, 330, 361, 1222, 333, 365, 312, 336, 337, 338, 480, 186, 312, 312, 343, 990, 319, 346, 347, 348, 372, 350, 351, 361, 350, 354, 355, 343, 474, 358, 359, 401, 209, 362, 363, 553, 365, 366, 367, 335, 369, 373, 358, 372, 343, 995, 618, 205, 172, 346, 334, 366, 381, 681, 157, 312, 358, 677, 963, 1012, 312, 669, 311, 311, 393, 57, 86, 314, 136, 398, 399, 527, 397, 315, 971, 206, 405, 312, 686, 340, 806, 497, 174, 312, 413, 669, 415, 416, 417, 367, 144, 10, 146, 146, 135, 116, 34, 134, 116, 34, 191, 101, 90, 432, 49, 51, 43, 261, 252, 438, 218, 218, 441, 224, 252, 444, 224, 235, 261, 448, 1041, 450, 220, 452, 136, 454, 660, 456, 457, 458, 176, 460, 758, 462, 463, 464, 136, 122, 467, 467, 52, 365, 471, 47, 119, 358, 475, 47, 477, 72, 155, 467, 47, 435, 287, 563, 485, 486, 47, 488, 489, 51, 24, 114, 477, 95, 200, 201, 155, 498, 499, 500, 98, 411, 136, 278, 500, 157, 507, 73, 292, 131, 180, 507, 513, 514, 515, 514, 136, 518, 466, 291, 521, 522, 467, 479, 73, 206, 176, 119, 25, 530, 531, 531, 467, 435, 113, 44, 79, 538, 539, 540, 113, 542, 272, 544, 545, 546, 559, 548, 145, 113, 146, 79, 113, 4, 113, 556, 557, 121, 289, 551, 146, 51, 563, 564, 50, 563, 66, 93, 113, 195, 299, 79, 573, 65, 575, 44, 842, 1091, 579, 66, 578, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 872, 212, 299, 566, 299, 135, -1, 322, 617, 601, 601, 617, 604, 947, 606, 280, 604, 609, 610, 611, 612, 604, 604, 1045, 94, 333, 618, 636, 365, 604, 319, 353, 401, 625, 135, 941, 401, 629, 630, 206, 395, 633, 601, 291, 636, 637, 964, 604, 406, 625, 642, 643, 644, 604, 636, 647, 604, 636, 636, -1, -1, 455, 89, 100, 89, 89, 660, 136, 660, 89, 662, 89, 89, 100, 89, 292, 668, 362, 83, 47, 672, 661, 71, 67, 474, 135, 292, 679, 680, 127, 682, 664, 27, 679, 136, 598, 895, 122, 690, 691, 291, 693, -1, -1, -1, -1, -1, 107, 700, 137, 702, 703, 8, 427, 134, 89, 398, 783, 136, 43, 712, 711, 714, 687, 687, 717, 718, 964, 899, 721, 722, 264, 724, 974, 726, 727, 598, 690, 50, 101, 287, 466, 843, 135, 124, 1213, 306, 717, 259, 213, 259, 743, 218, 218, 746, 742, 212, 230, 212, 212, 212, 776, 259, 755, 756, 755, 462, 759, 456, 741, 212, 763, 764, 212, 212, 763, 768, 213, 768, 776, 670, 212, 213, 712, 776, -1, -1, 636, 208, 781, 165, 783, 784, 16, 53, 668, 68, 577, 157, 44, 50, 46, 794, 795, 27, 491, 798, 176, 800, 44, 802, 803, 806, 814, 44, 72, 44, 461, 804, 501, 173, 68, 172, 411, 506, 508, 818, 157, 820, 44, 148, 148, 146, 201, 146, 94, 53, 44, 830, 831, 832, 783, 834, 835, 44, 839, 292, 109, 109, 105, 44, 75, 187, -1, -1, 340, 1168, 780, 850, -1, -1, -1, 1178, 855, 135, -1, -1, -1, 850, 861, 862, -1, -1, 689, 866, 867, 868, -1, 934, 871, 660, 873, 874, -1, -1, -1, 660, -1, -1, -1, 659, 883, 879, 885, 886, 871, 888, 756, -1, -1, 358, 893, 23, 21, 896, 897, 1128, 899, 900, 871, 933, 903, -1, 56, 906, 907, 908, 460, 27, 873, 912, 913, 761, 915, 963, 917, 918, 919, 917, 921, 922, 923, 924, 925, 780, 927, 361, 872, 866, 866, 58, 632, -1, 872, 606, -1, -1, 625, 209, 209, 629, 521, 944, 894, 689, 486, -1, 393, 738, 951, 221, 899, 954, 955, 956, 968, 958, 986, 960, 721, 358, 308, 386, 963, 308, 135, 968, 690, 689, 971, 972, 970, 647, 975, 497, 155, 978, 977, 411, 981, 986, 983, 983, 173, 895, 895, 988, 405, 692, 263, 896, 405, 346, 692, 868, 997, 963, 999, 692, 359, 868, 1003, 692, 692, 221, 971, 944, 1009, 206, 895, 544, 122, 1014, 408, 340, 1016, 102, 408, 1020, 1021, 1018, 408, 523, 1025, 319, 1027, 238, 1029, 1030, 258, 1032, 258, 1034, 1030, 258, 1037, 1030, 748, 252, 1041, 1042, 1030, 685, 406, 405, 1047, 1014, 1049, -1, 95, 830, 257, 1054, 224, 257, 1057, 1058, 1058, 1055, 218, 1062, 398, 1064, 1065, 894, 401, 1068, 868, 1070, 963, 401, 401, 1074, 629, 1076, 1077, 1078, 401, 405, 1081, 397, 379, 1099, 1085, 1086, 1087, 685, 43, 23, 1091, 167, 187, 53, -1, 191, 1097, 1098, 1085, -1, 321, 409, 1103, 720, 964, 388, 386, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 187, 1115, 110, 786, 168, 187, 187, 148, 735, 830, 174, 803, 792, 895, 210, 110, 1130, 424, 783, 145, -1, -1, -1, -1, 306, 523, 1140, 1141, 306, 660, 306, 1145, 1141, 1147, 523, 963, 868, 523, 1152, 1153, 1154, 1155, 1156, 604, 1158, 1159, 523, 1161, 1162, 1163, 523, 1165, 1166, 1174, 1168, 1009, 1170, 1171, 1172, 1009, 849, 523, 1176, 1177, 855, 1179, 1180, 1181, 523,

[illegible]

[0, 37, 11, 15, 52, 14, 55, 41, 4, 18, 1, 52, 34, 55, 1, 1, 15, 28, 16, 8, 48, 30, 18, 46, 15, 28, 28, 8, 48, 11, 43, 18, 14, 15, 15, 30, 41, 15, 15, 37, 1, 55, 1, 15, 3, 16, 44, 1, 58, 35, 15, 30, 15, 44, 8, 16, 7, 55, 39, 16, 33, 3]

[illegible][illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

560, 560, 174, 165, 514, 22, 22, 195, 66, 833, 746, 136, 746, 746, 164, 140, 10, 60, 205, 426, 60, 60, 74, 165, 74, 195, 195, 195, 132, 195, 133, 165, 195, 133, 74, 80, 113, 133, 133, 133, 165, 133, 133, 133, 165, 165, 150, 165, 60, 150, 183, 80, 174, 79, 177, 136, 80, 21, 150, 175, 113, 57, 135, 90, 14, 136, 136, 136, 136, 136, 136, 195, 136, 195, 136, 136, 136, 136, 195, 136, 136, 136, 136, 136, 136, 195, 136, -1, 5, 921, 69, 10, 203, 79, 137, 74, 137, 150, 80, 137, 137, -1, 259, 10, 57, 80, 249, 57, 165, 74, 437, 14, 147, 69, 456, 147, 183, 317, -1, 520, 958, 958, 504, 958, 520, 520, 504, -1, 517, 57, 106, 294, 195, 138, 165, 174, 174, 69, 22, 22, 195, 183, -1, 205, 205, 976, 165, 290, 90, -1, 159, 74, 317, 707, 317, 961, 147, 147, 113, 205, 140, 203, 140, 140, 57, 363, 74, 1002, 674, 673, 230, 82, 165, 418, 374, 74, 164, -1, 88, 976, 976, 418, 159, 366, 195, 147, 22, 255, -1, -1, -1, 145, 57, 74, 57, 22, 79, 79, 79, 88, 147, 205, 147, 147, 147, 147, 147, 147, 195, 147, 165, 74, 147, 147, 962, 57, 165, 57, 57, 57, 88, 514, 74, 290, 174, 772, 74, 106, 958, 74, 273, 69, 833, 8, 22, 159, -1, 59, 60, 60, 60, 60, 292, 292, 174, 174, 195, 83, 958, 958, 174, 74, -1, -1, -1, 205, 22, 273, 74, 165, 106, 82, 80, 514, 514, 151, 165, 366, 195, 369, 22, 22, 196, 977, 1110, 164, 150, 150, 88, 150, 74, 150, 150, 88, 74, 74, 150, 80, 165, 74, 150, 150, 150, 150, 366, 22, 22, 22, 22, 294, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 88, 516, 1148, 1418, 10, 1151, 418, 10, 1152, 196, 10, 62, 62, 165, 62, 174, 74, 74, 165, 62, 74, 62, 62, 62, 663, -1, 183, 1173, 317, 366, 174, 190, 106, 74, 10, 273, -1, 977, 784, 220, 106, 1494, 10, 569, 230, 329, 514, -1, 833, 833, 74, 230, 10, 500, 500, -1, 514, 69, 65, 177, -1, 105, 159, 366, 366, 366, 197, 961, 418, 165, 418, 961, 418, 418, 418, 418, 961, 961, 165, 961, 418, 418, 374, 961, 418, 418, 418, 418, 961, 81, 183, 10, 366, 196, 504, 165, 161, 177, 106, 174, 1148, 418, 739, 165, 368, 513, 418, 418, 418, 418, 74, 513, 513, 418, 513, 418, 165, 513, 317, 5, 5, 5, 82, 157, 10, 10, 10, 74, 10, 106, 165, 10, 10, 10, 106, 10, 106, 10, 106, 10, 10, 106, 10, 10, 10, 10, 79, 95, 223, 74, 504, 504, 958, 504, 74, 74, 80, 69, 74, 74, 273, 159, 165, 165, 165, 159, 159, 159, 159, 80, 165, 74, 113, 195, 174, 80, 426, 72, 72, 72, 230, 173, 165, 90, 317, 102, 74, 83, 82, -1, -1, 74, 74, 74, 74, 165, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 74, 79, 79, 230, 366, 273, 1268, -1, 958, 958, -1, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 976, 514, -1, 958, 504, 504, -1, 165, -1, 197, -1, 165, 164, 164, 164, 164, 195, 165, 165, 165, 165, 165, 195, 165, 165, 165, 165, -1, 230, 736, 230, 76, 321, 466, 977, 977, 977, 977, 977, 931, 317, 174, 191, 90, 514, 226, 1220, 273, 83, 277, 508, 508, 81, 88, -1, -1, 185, 317, 196, 317, 317, 317, 273, 317, 317, 317, 317, 317, 317, 317, 83, -1, 84, -1, 514, -1, -1, -1, 921, 921, 921, 174, 174, 106, 713, 101, 230, 513, 106, 1043, 199, 95, 273, 1480, 995, 177, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 88, 176, 176, -1, 230, 200, 514, 514, 897, 88, 351, 899, 229, 900, 182, -1, 90, 90, 183, 183, -1, 230, 121, 734, -1, -1, 97, 191, 192, 192, 273, -1, 43, 230, 195, 195, 98, 98, 196, 196, 196, 196, -1, 113, -1, 273, 808, 113, 113, -1, -1, -1, 1007, -1, -1, -1, 106, -1, 230, 230, 230, 230, 230, 230, 230, 230, 230, 230, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 105, -1, 958, 958, 958, 958, -1, -1, -1, -1, 460, -1, 1101, -1]