

Autor(es): João José Cardoso Ribeiro 18.1.8160

*Parte 1: Biblioteca de Algoritmos em Grafos*

Link para o GitHub da biblioteca: <https://github.com/joaojosecr/Grafos-22.1.git>

*Parte 2: Análise de Algoritmos de Caminho Mínimo*

Arquivo	Tempo de execução (segs)				Caminho (0 a 100)
	Dijkstra	Bellman-Ford	Bellman-Ford Melhorado	Floyd-Warshall	
toy	0,000	0,000	0,000	0,000	[0,2,1,4]
Rg_300_4730	0,336	0,671	0,336	0,671	[0, 15, 97, 248, 16, 122, 100]
Rome99c	0,0671	1,6106	0,1007	61,2033	[0, 21, 20, 16, 17, 18, 14, 19, 159, 158, 171, 155, 181, 138, 129, 128, 65, 120, 119, 123, 124, 125, 127, 126, 72, 86, 85, 79, 90, 89, 87, 97, 100]
Facebook_combined	0,5704	26,0382	0,1342	107,6091	[0,100]
USA-road-dt.DC	0,5369	27,2798	0,1678	1036,3286	[0, 1, 3, 24, 291, 9356, 8871, 286, 287, 284, 285, 309, 263, 264, 265, 267, 272, 273, 268, 269, 271, 369, 370, 373, 361, 360, 366, 367, 362, 363, 365, 392, 391, 389, 390, 56, 57, 58, 59, 70, 73, 74, 79, 81, 92, 91, 101, 103, 95, 96, 97, 98, 100]
USA-road-dt.NY	259,6106	3682,1292	12,0460	Erro: Java heap space, ocasionado pela falta de memória RAM.	[0, 1362, 1357, 1356, 1355, 1275, 1272, 1276, 1268, 1266, 1267, 1283, 1282, 1281, 1254, 1252, 1259, 1258, 1248, 1245, 962, 963, 961, 1001, 951, 999, 997, 993, 994, 995, 986, 987, 978, 979, 968, 976, 880, 881, 873, 875, 860, 856, 853, 851,

					849, 848, 475, 473, 474, 470, 469, 468, 435, 434, 403, 402, 401, 393, 392, 390, 283, 282, 281, 268, 280, 269, 259, 255, 228, 227, 226, 224, 222, 221, 231, 232, 99, 100]
--	--	--	--	--	---

Escreva aqui as principais conclusões/explicações para os resultados obtidos:

É perceptível que de acordo com o estudado em sala de aula, o algoritmo do Floyd Warshal é o mais lento de todos para encontrar o caminho mínimo entre 2 pontos, mas ele tem vantagem ao ser utilizado em sistemas que precisem encontrar sucessivos caminhos entre 2 pontos distintos, isso se o grafo não for grande o suficiente para conseguir gerar a matriz de distancias e de predecessores em tempo polinomial.

O algoritmo Dijkstra teve um bom desempenho, como esperado, onde em todos os teste entregou o resultado com poucos minutos, mas tem como contra o não funcionamento com pesos negativos.

Já o algoritmo Bellman Ford não teve um bom desembenho, se comparado ao Dijkstra e ao Bellman Ford melhorado, pois ficou pelo menos o dobro do tempo dos outros algoritmos. Quanto a opção melhorada, é o mais rápido de todos em grafos maiores, e em grafos menores, a diferença é mínima, mas tem como ponto fraco caso caia próximo ao pior caso, que vai depender da ordem da lista de adjacências de cada grafo.

O algoritmo do Floyd Warshal por si só já utiliza muito espaço na memória para fazer os cálculos. Apesar disso, encontramos problemas ainda ao tentar ler o grafo USA-road-dt.NY em matriz, pelo fato de que matriz ocupa muito espaço para arestas inexistentes em grafos com densidade baixa, que é o caso desse grafo com sua densidade de 0,0000104480494439, o que gerou o erro de espaço na memoria, impossibilitando a leitura do grafo.

### Parte 3: Resolvendo o Problema do Labirinto

Para cada arquivo de labirinto abordado apresente o caminho do início até a saída e o tempo de execução em segundos para obter a resposta:

Como o algoritmo do Bellman Ford melhorado teve um bom desempenho em todos os grafos na busca do caminho mínimo, foi utilizado ele para encontrar o caminho mínimo entre os pontos “S” e “E” dos labirintos.

#### **Maze3:**

Caminho encontrado: [0, 1, 2, 12, 22, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 48, 58, 59, 69]

Custo: 15

Tempo: 0,0000 segundos

#### **Maze10:**

Caminho encontrado: [0, 1, 2, 33, 64, 95, 126, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 203, 234, 265, 296, 327, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 395, 426, 457, 488, 519, 550, 551, 552, 553, 584, 615, 616, 617, 618, 619, 650]

Custo: 50

Tempo: 0,0000 segundos

#### **Maze20:**

Caminho encontrado: [0, 1, 2, 63, 124, 185, 186, 187, 248, 309, 308, 307, 368, 429, 490, 551, 552, 553, 554, 615, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 743, 804, 805, 806, 807, 746, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 752, 813, 814, 815, 816, 755, 694, 695, 696, 697, 758, 819, 820, 821, 822, 761, 700, 701, 702, 703, 642, 581, 520, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 532, 593, 594, 595, 596, 657, 718, 719, 720, 721, 782, 843, 904, 965, 966, 967, 1028, 1089, 1088, 1087, 1086, 1085, 1084, 1083, 1082, 1081, 1142, 1203, 1264, 1325, 1326, 1327, 1328, 1389, 1450, 1511, 1572, 1633, 1694, 1695, 1696, 1697, 1758, 1819, 1880, 1941, 2002, 2063, 2064, 2065, 2066, 2127, 2188, 2249, 2310, 2371, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2500]

Custo: 140

Tempo: 0,0336 segundos

#### **Maze30:**

Caminho encontrado: [0, 1, 2, 93, 184, 275, 366, 457, 548, 639, 730, 821, 912, 1003, 1004, 1005, 1006, 1007, 1008, 1009, 918, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 742, 651, 560, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 569, 660, 751, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 939, 1030, 1121, 1212, 1213, 1214, 1215, 1216, 1217, 1218, 1219, 1220, 1221, 1130, 1039, 948, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 775, 684, 685, 686, 687, 596, 505, 506, 507, 508, 599, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 605, 514, 423, 332, 333, 334, 335, 426, 517, 518, 519, 520, 611, 702, 793, 884, 885, 886, 977, 1068, 1067, 1066, 1065, 1064, 1063, 1154, 1153, 1244, 1335, 1426, 1517, 1608, 1607, 1606, 1697, 1696, 1787, 1786, 1785, 1694, 1603, 1602, 1601, 1600, 1691, 1690, 1781, 1780, 1779, 1778, 1777, 1776, 1775, 1774, 1773, 1864, 1955, 2046, 2137, 2138, 2139, 2140, 2231, 2322, 2413, 2504, 2595, 2686, 2777, 2868, 2869, 2870, 2961, 3052, 3051, 3050, 3141, 3140, 3231, 3322, 3413, 3412, 3411, 3502, 3501, 3592, 3591, 3590, 3681, 3772, 3773, 3774, 3775, 3776, 3777, 3778, 3779, 3780, 3781, 3872, 3963, 4054, 4145, 4236, 4327, 4418, 4509, 4600, 4691, 4782, 4873, 4964, 5055, 5146, 5237, 5238, 5239, 5240, 5149, 5058, 5059, 5060, 5061, 5152, 5243, 5244, 5245, 5246, 5155, 5064, 4973, 4882, 4883, 4884, 4885, 4976, 5067, 5068, 5069, 5070, 5071, 5072, 5073, 5074, 5075, 5076, 5167, 5258, 5259, 5260, 5261, 5262, 5263, 5264, 5173, 5082, 5083, 5084, 5085, 5086, 5087, 5088, 5089, 5090, 5091, 5092, 5093, 5094, 5185, 5276, 5367, 5458, 5459, 5550]

Custo: 268

Tempo: 0,0336 segundos

#### **Maze40:**

Caminho encontrado: [0, 1, 2, 123, 244, 365, 366, 367, 368, 489, 610, 731, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 982, 1103, 1224, 1345, 1466, 1587, 1708, 1829, 1950, 2071, 2072, 2073, 2074, 1953, 1832, 1833, 1834, 1835, 1714, 1593, 1594, 1595, 1596, 1597, 1598, 1599, 1720, 1841, 1842, 1843, 1844, 1965, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2212, 2333, 2454, 2575, 2696, 2817, 2938, 3059, 3180, 3301, 3422, 3543, 3664, 3785, 3784, 3783, 3782, 3781, 3780, 3779, 3778, 3777, 3776, 3775, 3774, 3773, 3772, 3771, 3892, 3891, 4012, 4133, 4254, 4253, 4252, 4373, 4372, 4493, 4614, 4735, 4734, 4733, 4732, 4731, 4730, 4851, 4972, 5093, 5214, 5335, 5456, 5577, 5698, 5699, 5700, 5701, 5702, 5703, 5704, 5705, 5706, 5707, 5828, 5949, 5950, 5951, 6072, 6193, 6192, 6191, 6312, 6311, 6432, 6553, 6674, 6673, 6672, 6793, 6914, 7035, 7156, 7157, 7158, 7159, 7160, 7161, 7162, 7163, 7164, 7165, 7166, 7167, 7168, 7169, 7170, 7171, 7050, 6929, 6930, 6931, 6932, 6811, 6690, 6691, 6692, 6571, 6450, 6329, 6208, 6207, 6206, 6085, 5964, 5963, 5962, 5961, 5960, 5959, 5958, 5837, 5716, 5595, 5474, 5353, 5232, 5111, 4990, 4991, 4992, 4993, 5114, 5235, 5236, 5237, 5238, 5239, 5240, 5241, 5120, 4999, 5000, 5001, 5002, 5003, 5004, 5005, 5006, 5007, 5008, 5009, 5010, 5011, 5012, 5013, 4892, 4771, 4650, 4529, 4528, 4527, 4406, 4285, 4164, 4043, 4044, 4045, 4046, 4047, 4048, 4049, 3928, 3807, 3808, 3809, 3810, 3689, 3568, 3447, 3326, 3327, 3328, 3329, 3208, 3087, 3088, 3089, 3090, 3211, 3332, 3333, 3334, 3213, 3092, 2971, 2850, 2729, 2608, 2607, 2606, 2605, 2604, 2603, 2482, 2361, 2240, 2119, 1998, 1877, 1878, 1879, 1880, 1881, 1882, 1883, 1762, 1641, 1642, 1643, 1644, 1645, 1646, 1647, 1648, 1649, 1650, 1651, 1652, 1653, 1654, 1655, 1656, 1657, 1658, 1659, 1660, 1661, 1662, 1663, 1664, 1665, 1544, 1423, 1302, 1181, 1182, 1183, 1184, 1185, 1186, 1307, 1428, 1427, 1426, 1547, 1668, 1789, 1910, 1911, 1912, 1913, 2034, 2155, 2276, 2397, 2518, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2765, 2886, 3007, 3128, 3249, 3370, 3491, 3612, 3611, 3610, 3609, 3608, 3607, 3606, 3605, 3604, 3603, 3602, 3601, 3722, 3721, 3842, 3963, 4084, 4205, 4326, 4325, 4324, 4445, 4444, 4565, 4686, 4807, 4928, 5049, 5170, 5291, 5290, 5289, 5288, 5287, 5286, 5285, 5284, 5283, 5404, 5403, 5524, 5645, 5766, 5765, 5764, 5885, 5884, 6005, 6004, 6003, 6124, 6123, 6244, 6243, 6242, 6363, 6362, 6483, 6604, 6725, 6724, 6723, 6844, 6965, 7086, 7207, 7328, 7449, 7450, 7451, 7452, 7573, 7694, 7695, 7696, 7817, 7938, 7937, 7936, 8057, 8178, 8299, 8420, 8421, 8422, 8423, 8424, 8425, 8426, 8547, 8668, 8789, 8910, 8911, 8912, 8913, 8914, 8915, 9036, 9157, 9156, 9155, 9276, 9397, 9518, 9639, 9640, 9641, 9642, 9643, 9644, 9645, 9646, 9647, 9648, 9649, 9650, 9651, 9652, 9653, 9654, 9655, 9656, 9657, 9658, 9659, 9660, 9539, 9418, 9419, 9420, 9421, 9300, 9179, 9058, 8937, 8938, 8939, 8940, 8941, 8942, 8943, 8944, 8945, 8946, 9067, 9188, 9309, 9430, 9431, 9432, 9433, 9554, 9675, 9676, 9677, 9678, 9679, 9800]

Custo: 496

Tempo: 0,0671 segundos

#### **Maze50:**

Caminho encontrado: [0, 1, 2, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 316, 467, 618, 769, 920, 1071, 1222, 1373, 1374, 1375, 1376, 1377, 1378, 1379, 1530, 1681, 1682, 1683, 1684, 1533, 1382, 1383, 1384, 1385, 1234, 1083, 1084, 1085, 1086, 1087, 1088, 1089, 938, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 947, 1098, 1099, 1100, 1101, 1102, 1103, 1104, 1105, 1106, 1107, 956, 805, 654, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 358, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 367, 518, 669, 820, 971, 1122, 1273, 1424, 1575, 1726, 1727, 1728, 1729, 1730, 1731, 1732, 1733, 1734, 1735, 1736, 1737, 1738, 1889, 2040, 2191, 2342, 2493, 2644, 2645, 2646, 2647, 2798, 2949, 2950, 2951, 2952, 3103, 3254, 3255, 3256, 3257, 3408, 3559, 3560, 3561, 3562, 3563, 3564, 3565, 3716, 3867, 4018, 4169, 4320, 4471, 4472, 4473, 4474, 4625, 4776, 4927, 5078, 5229, 5380, 5381, 5382, 5533, 5684, 5683, 5682, 5833, 5832, 5983, 6134, 6285, 6284, 6283, 6434, 6585, 6586, 6587, 6588, 6739, 6890, 7041, 7192, 7193, 7194, 7195, 7196, 7197, 7348, 7499, 7650, 7801, 7952, 8103, 8102, 8101, 8252, 8403, 8404, 8405, 8406, 8407, 8408, 8409, 8258, 8107, 8108, 8109, 8110, 8111, 8112, 8113, 8264, 8415, 8566, 8717, 8868, 9019, 9170, 9321, 9322, 9323, 9324, 9325, 9326, 9327, 9478, 9629, 9630, 9631, 9632, 9783, 9934, 9935, 9936, 9937, 10088, 10239, 10240, 10241, 10392, 10543, 10694, 10845, 10844, 10843, 10692, 10541, 10540, 10539, 10538, 10537, 10536, 10535, 10686, 10685, 10836, 10987, 11138, 11289, 11440, 11591, 11742, 11741, 11740, 11739, 11738, 11737, 11736, 11735, 11734, 11885, 11884, 12035, 12186, 12337, 12336, 12335, 12334, 12333, 12332, 12483, 12482, 12633, 12784, 12935, 12934, 12933, 13084, 13235, 13386, 13537, 13538, 13539, 13540, 13691, 13842, 13993, 14144, 14145, 14146, 14147, 14298, 14449, 14600, 14751, 14752, 14753, 14754, 14905, 15056, 15057, 15058, 15059, 15060, 15061, 15062, 15063, 15064, 15065, 15066, 15067, 15068,

15069, 15070, 15071, 15072, 15073, 15074, 15075, 15076, 15077, 14926, 14775, 14624, 14473, 14474, 14475, 14476, 14325, 14174, 14023, 13872, 13873, 13874, 13875, 13876, 13877, 13878, 14029, 14180, 14331, 14482, 14483, 14484, 14485, 14636, 14787, 14788, 14789, 14790, 14791, 14792, 14793, 14642, 14491, 14492, 14493, 14494, 14645, 14796, 14947, 15098, 15099, 15250]

Custo: 368

Tempo: 0,1342 segundos