

Facultad de Ciencias UNAM

Programa 03

Profesora: María de Luz Gasca Soto
Ayudante: José Luis Vázquez Lázaro

14 de mayo de 2018

Fecha de entrega: lunes 21 de mayo antes de las 23:59 hrs.

Objetivos.

1. Implementar un algoritmo genético para el agente viajero.
2. Aplicar la heurística implementada a una red dada.

Resumen.

Los algoritmos genéticos:

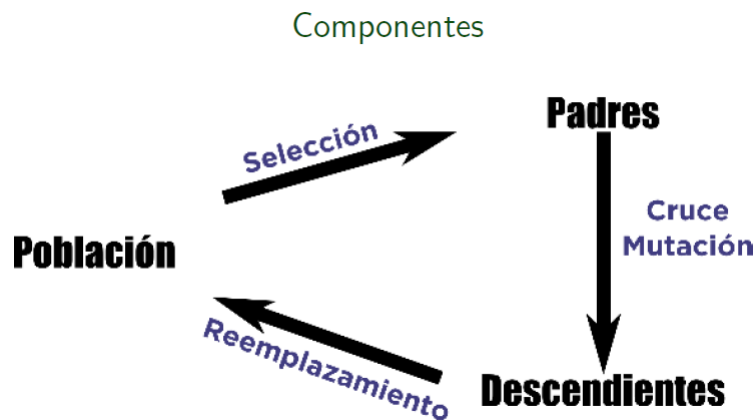
- Se inspiran en la evolución biológica.
- Hacen evolucionar poblaciones.
- Modifica aleatoriamente las características de los individuos.
- Hacen una selección de los mejores individuos.
- Poseen un modelo iterativo.

Los componentes esenciales de un algoritmo genético son:

- Población (conjunto de individuos que son soluciones factibles del problema).
- Proceso de selección.

- Proceso de reproducción (cruce/mutación).
- Proceso de reemplazo.

El principio de funcionamiento de los algoritmos genéticos se basa en someter a una población de individuos a una serie de transformaciones (proceso de reproducción), para hacer una búsqueda, así como a un proceso de selección, que favorece a los mejores individuos de la misma. De esta manera, cada uno de los ciclos de selección-reproducción, sufridos por la población, constituyen una generación; se espera que al cabo de un determinado número de generaciones, la población halla evolucionado hacia la solución óptima al problema, o que al menos se esté muy próximo a ella. Todo este ciclo de creación de una nueva generación puede verse claramente y de forma simplificada en la siguiente figura.



Desarrollo.

1. Codificación.

- Deberás utilizar la codificación de *tours* vista en clase, esto es, cada individuo de la población se codificará como una permutación (sin repetición) del conjunto $\{1, 2, \dots, n\}$, donde n es el número total de ciudades a visitar.
- La red que reciba tu heurística deberá estar codificada a través de una matriz cuadrada que contenga la información de adyacencias y pesos de las aristas.

2. Población inicial.

- Deberás crear una población inicial de manera conveniente.

3. Función de evaluación (*fitness*).

- La “aptitud” de cada individuo estará determinada por el peso total del *tour* que codifica.

4. Proceso de selección.

- Deberás definir cómo seleccionar a los individuos que serán padres, utilizando la función de evaluación.
- Debes considerar que, los individuos más aptos deben tener mayor probabilidad de ser elegidos y los individuos menos aptos deben tener oportunidad de ser elegidos.

5. Proceso de reproducción.

- **Cruce.** Deberás implementar los siguientes operadores de cruce: *Partially Mapped Crossover*, *Cycle Crossover*, *Order Crossover*. En cada iteración de tu heurística, esta deberá elegir (de manera aleatoria) uno de estos tres operadores de cruce para aplicarlo.
- **Cruce.** Deberás implementar los siguientes operadores de mutación: *Displacement Mutation*, *Exchange Mutation*. En cada iteración de tu heurística, esta deberá elegir (de manera aleatoria) uno de estos dos operadores de mutación. La probabilidad de aplicar cualquiera de estos dos operadores de mutación deberá ser de a lo más 0.2.

6. Proceso de reemplazo.

- Deberás definir cómo reemplazar a los individuos de la población, por aquellos obtenidos en el proceso de reproducción.
- Considera que, es posible decidir no reemplazar al mejor individuo de la población.

7. Terminación.

- Deberás definir una condición de parada adecuada. Por ejemplo, fijar un número máximo de iteraciones o terminar si después de un cierto número de iteraciones no hay mejora.

Aplicación.

Los siguientes datos conforman la información de la red carretera de 51 ciudades de la Republica Mexicana. Deberás aplicar tu algoritmo genético a esta red para determinar el viaje redondo de menor distancia (o el más aproximado) que se puede llevar a cado.

Apéndice A

Lista de Ciudades

1. Acapulco (Guerrero)
2. Aguascalientes (Aguascalientes)
3. Campeche (Campeche)
4. Cancún (Quintana Roo)
5. Ciudad Guahatemoc (Chiapas)
6. Ciudad Juárez (Chihuahua)
7. Ciudad Victoria (Tamaulipas)
8. Colima (Colima)
9. Cuernavaca (Morelos)
10. Culiacán (Sinaloa)
11. Chetumal (Quintana Roo)
12. Chilpancingo (Guerrero)
13. Chihuahua (Chihuahua)
14. Durango (Durango)
15. Ensenada (Baja California)
16. Guadalajara (Jalisco)
17. Guanajuato (Guanajuato)
18. Hermosillo (Sonora)

19. La Paz (Baja California)
20. León (Guanajuato)
21. Manzanillo (Colima)
22. Matamoros (Tamaulipas)
23. Mazatlan (Sinaloa)
24. Mérida (Yucatán)
25. Mexicali (Baja California)
26. México (Distrito Federal)
27. Morelia (Michoacán)
28. Monterrey (Nuevo León)
29. Nogales (Sonora)
30. Nuevo Laredo (Tamaulipas)
31. Oaxaca (Oaxaca)
32. Pachuca (Hidalgo)
33. Piedras Negras (Coahuila)
34. Puebla (Puebla)
35. Querétaro (Querétaro)
36. Reynosa (Tamaulipas)
37. Salina Cruz (Oaxaca)
38. Saltillo (Coahuila)
39. San Luis Potosí (San Luis Potosí)
40. Tampico (Tamaulipas)
41. Tapachula (Chiapas)
42. Tepic (Nayarit)
43. Tijuana (Baja California)
44. Tlaxcala (Tlaxcala)
45. Toluca (Estado de México)
46. Torreón (Coahuila)

47. Tuxtla Gutiérrez (Chiapas)
48. Veracruz (Veracruz)
49. Villahermosa (Tabasco)
50. Xalapa (Veracruz)
51. Zacatecas (Zacatecas)

Apéndice B

Tabla de distancias

En este apéndice mostramos la tabla de distancias entre cada par de ciudades¹. El número en negrita indica el número de la ciudad dado en la lista de ciudades del Apéndice A.

1										
2	908									
3	1513	1668								
4	2007	2162	494							
5	1193	1782	721	1215						
6	2258	1389	3020	3512	3132					
7	1117	515	1578	2072	1666	1493				
8	678	448	1899	2393	2013	1780	886			
9	306	602	1207	1701	1293	1952	810	833		
10	1651	970	2417	2911	2531	1466	1373	922	1351	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

11	1703	1858	424	388	839	3208	1768	2045	1397	2607
12	117	791	1396	1890	1310	2141	999	804	189	1540
13	1882	1013	2642	3136	2756	376	1117	1404	1576	1191
14	1310	441	2070	2564	2184	1038	844	832	1004	529
15	3350	2709	4116	4610	4230	1425	2813	2621	3050	1699
16	889	246	1697	2191	1811	1578	684	202	631	720
17	760	181	1520	2014	1634	1570	559	479	454	997
18	2348	1707	3114	3608	3228	769	1811	1619	2048	697
19	4701	4060	5467	5961	5581	2776	4164	3972	4401	3050
20	782	127	1542	2036	1656	1516	541	425	476	943
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

¹ Guía Roji, 2004

11										
12	1586									
13	2832	1765								
14	2260	1193	662							
15	4306	3239	1696	2228						
16	1887	820	1202	630	2419					
17	1710	643	1194	622	2696	277				
18	3304	2237	694	1226	1002	1417	1694			
19	5657	4590	3047	3579	1351	3770	4047	2353		
20	1732	665	1140	568	2642	223	54	1640	3993	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

21	697	546	1997	2491	1890	1878	984	98	931	952
22	1370	928	1842	2336	1930	1530	317	1319	1064	1463
23	1431	750	2197	2891	2311	1347	1153	702	1131	220
24	1690	1845	177	317	898	3195	1755	2076	1384	2594
25	3050	2409	3816	4310	3930	1125	2513	2321	2750	1399
26	395	513	1155	1649	1269	1863	721	744	89	1262
27	697	316	1457	1951	1571	1705	739	504	391	1022
28	1328	600	1869	2363	1957	1202	291	991	1022	1148
29	2625	1984	3391	3885	3505	620	2088	1896	2325	974
30	1552	824	2093	2587	2181	1426	515	1215	1246	1372
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

21	2187	814	1502	930	2651	300	577	1649	4002	523
22	2032	1253	1154	934	2850	1117	774	1848	4201	756
23	2387	1320	971	309	1919	500	777	917	3270	723
24	388	1573	2819	2247	4293	1874	1697	3291	5644	1719
25	4006	2939	1396	1928	300	2119	2396	702	1651	2342
26	1345	278	1487	915	2961	542	365	1959	4312	387
27	1647	580	1329	757	2721	302	180	1719	4072	202
28	2059	1211	826	606	2522	789	729	1520	3873	711
29	3581	2514	971	1503	933	1694	1971	277	2284	1917
30	2283	1435	1050	830	2746	1013	977	1744	4097	935
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

21										
22	1417									
23	732	1250								
24	2174	2019	2374							
25	2351	2550	1619	3993						
26	842	975	1042	1332	2661					
27	602	954	802	1634	2421	302				
28	1089	328	928	2046	2222	933	913			
29	1926	2125	1194	3568	633	2236	1996	1797		
30	1313	358	1152	2270	2446	1157	1137	224	2021	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	

31	828	983	996	1490	771	2333	1094	1214	522	1732
32	490	540	1219	1713	1305	1894	626	817	184	1335
33	1681	948	2301	2795	2389	1422	729	1339	1375	1355
34	481	636	1032	1526	1118	1986	813	867	175	1385
35	606	302	1366	1860	1480	1691	552	579	300	1097
36	1397	826	1858	2352	1946	1428	325	1217	1091	1361
37	659	1254	862	1356	534	2604	1178	1346	793	2003
38	1244	511	1958	2452	2046	1113	380	902	938	1046
39	810	171	1570	2064	1658	1448	344	542	504	1029
40	881	572	1343	1837	1431	1728	235	943	575	1430
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

31	1186	711	1957	1385	3431	1012	835	2429	4782	857
32	1440	373	1553	981	3034	615	392	2032	4385	414
33	2491	1564	1046	826	2745	1137	1101	1743	4096	1083
34	1222	364	1610	1038	3084	665	488	2082	4435	510
35	1556	489	1315	743	2796	377	154	1794	4147	176
36	2048	1280	1052	832	2748	1015	884	1746	4099	712
37	1052	776	2228	1656	3702	1283	1160	2700	5053	1128
38	2148	1127	737	517	2433	700	664	1431	3784	646
39	1760	693	1072	500	2768	340	215	1766	4119	197
40	1533	764	1352	901	3048	741	616	2046	4399	598
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

31	1312	1358	1512	1173	2731	470	772	1403	2706	1627
32	915	890	1115	1396	2734	95	397	960	2309	1184
33	1437	545	1135	2478	2442	1286	1283	438	2017	187
34	965	1077	1165	1209	2784	123	425	1056	2359	1280
35	677	767	877	1543	2496	211	192	722	2071	946
36	1309	102	1141	2035	2448	1002	1064	226	2023	256
37	1356	1442	1783	1039	3402	741	1043	1469	2977	1693
38	1000	417	826	2181	2133	849	844	89	1708	313
39	640	559	809	1747	2468	415	395	514	2043	738
40	1041	499	1210	1520	2748	486	796	526	2323	750
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

31										
32	534									
33	1756	1313								
34	347	187	1409							
35	681	238	1094	334						
36	1440	907	443	1093	877					
37	271	805	2027	618	952	1458				
38	1314	895	437	972	657	315	1590			
39	885	446	886	538	208	669	1156	449		
40	859	391	958	578	609	515	943	615	401	
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

41	1109	1670	885	1376	164	3020	1512	1796	1246	2419
42	1145	460	1911	2405	2025	1633	898	416	845	506
43	3237	2556	4003	4497	4117	1312	2700	2508	2937	1586
44	513	631	1065	1559	1151	1981	780	862	208	1380
45	461	497	1221	1715	1307	1808	704	678	155	1196
46	1407	538	2167	2661	2281	851	642	929	1101	784
47	967	1528	652	1146	254	2878	1370	1654	1067	2277
48	760	915	879	1373	967	2265	699	1123	454	1664
49	1126	1281	387	881	475	2631	1191	1512	820	2030
50	684	835	981	1475	1069	2185	651	1066	378	1584
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

41	1000	1226	2644	2072	4118	1699	1522	3116	5469	1544
42	2101	1034	1257	595	2205	214	491	1203	3556	437
43	4193	3126	1583	2115	113	2306	2583	889	1464	2529
44	1255	396	1605	1033	3079	660	483	2077	4430	505
45	1411	344	1432	938	2895	476	349	1893	4246	371
46	2357	1290	475	255	2171	727	719	1169	3522	665
47	770	1084	2502	1930	3976	1557	1380	2974	5327	1402
48	1069	643	1889	1317	3363	944	767	2361	4714	789
49	577	1009	2255	1683	3729	1310	1133	2727	5080	1155
50	1171	567	1809	1237	3283	864	687	2281	4634	709
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

41	1806	1776	2199	1062	3818	1157	1459	1803	3933	2027
42	446	1331	286	2088	1905	756	516	1003	1480	1227
43	2538	2737	1806	4180	187	2848	2608	2409	820	2633
44	960	1044	1160	1242	2779	118	420	1051	2354	1275
45	776	1041	976	1398	2595	66	236	898	2170	1122
46	1027	679	564	2344	1871	1012	854	351	1446	575
47	1664	1634	2054	829	3676	1015	1317	1661	3251	1885
48	1244	963	1444	1056	3063	402	704	990	2638	1214
49	1610	1455	1810	564	3429	768	1070	1482	3004	1706
50	1164	915	1364	1158	2983	322	624	942	2558	1166
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

41	687	1221	2235	1034	1368	1792	450	1892	1572	1277
42	1226	829	1351	879	591	1229	1497	914	554	955
43	3318	2875	2629	2971	2637	2635	3589	2320	2615	2935
44	380	154	1376	33	329	1060	651	967	533	545
45	536	161	1289	189	195	1029	809	852	360	552
46	1482	1043	571	1135	805	577	1753	262	597	877
47	545	1079	2187	892	1226	1650	308	1750	1430	1135
48	395	466	1422	279	613	979	479	1079	817	464
49	609	832	1914	645	979	1471	475	1571	1183	956
50	380	358	1374	203	533	931	581	1031	737	416
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

41										
42	1913									
43	4005	2092								
44	1067	874	2966							
45	1223	690	2782	184						
46	2169	850	2058	1130	957					
47	412	1771	3863	925	1081	2027				
48	813	1158	3250	306	468	1414	671			
49	636	1524	3616	678	834	1780	284	492		
50	915	1078	3170	204	388	1334	773	102	594	
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

51	1000	131	1760	2254	1874	1258	534	522	694	839
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

51	1950	883	882	310	2578	320	312	1576	3929	258
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

51	620	797	619	1937	2278	605	447	469	1853	693
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

51	1075	636	817	728	433	695	1346	380	190	591
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

51	1762	534	2425	723	550	407	1620	1007	1373	927
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50