

Camilla Pozer de Matos

Algoritmos genéticos: problema da distribuição de carga em um avião

Natureza do problema: maximização do lucro final

Conjunto de variáveis:

carga 1 no compartimento dianteira (CD1);
carga 1 no compartimento central (CC1);
carga 1 no compartimento traseira (CT1);
carga 2 no compartimento dianteira (CD2);
carga 2 no compartimento central (CC2);
carga 2 no compartimento traseira (CT2);
carga 3 no compartimento dianteira (CD3);
carga 3 no compartimento central (CC3);
carga 3 no compartimento traseira (CT3);
carga 4 no compartimento dianteira (CD4);
carga 4 no compartimento central (CC4);
carga 4 no compartimento traseira (CT4);

O cromossomo é composto por 12 genes: CD1, CC1, CT1, CD2, CC2, CT2, CD3, CC3, CT3, CD4, CC4, CT4.

Limite inferior: 0

Limite superior CD1: 10000 Kg

Limite superior CC1: 16000 Kg

Limite superior CT1: 8000 Kg

Limite superior CD2: 10000 Kg

Limite superior CC2: 13384 Kg

Limite superior CT2: 8000 Kg

Limite superior CD3: 10000 Kg

Limite superior CC3: 15000 Kg

Limite superior CT3: 8000 Kg

Limite superior CD4: 10000 Kg

Limite superior CC4: 12000 Kg

Limite superior CT4: 8000 Kg

Representação binária: $2^{14} + 2^{14} + 2^{13} + 2^{14} + 2^{14} + 2^{13} + 2^{14} + 2^{14} + 2^{13} + 2^{14} + 2^{14} + 2^{13} = 2^{164}$

Função objetivo e função fitness:

$\text{lucro}(\text{cd1}, \text{cc1}, \text{ct1}, \text{cd2}, \text{cc2}, \text{ct2}, \text{cd3}, \text{cc3}, \text{ct3}, \text{cd4}, \text{cc4}, \text{ct4}) = (\text{CD1} * 0,31) + (\text{CC1} * 0,31) + (\text{CT1} * 0,31) + (\text{CD2} * 0,38) + (\text{CC2} * 0,38) + (\text{CT2} * 0,38) + (\text{CD3} * 0,35) + (\text{CC3} * 0,35) + (\text{CT3} * 0,35) + (\text{CC4} * 0,285) + (\text{CD4} * 0,285) + (\text{CT4} * 0,285)$

estimativa do valor superior = 12.151,56

função de fitness: $\text{fitness}(\text{cd1}, \text{cc1}, \text{ct1}, \text{cd2}, \text{cc2}, \text{ct2}, \text{cd3}, \text{cc3}, \text{ct3}, \text{cd4}, \text{cc4}, \text{ct4}) = \text{lucro}(\text{cd1}, \text{cc1}, \text{ct1}, \text{cd2}, \text{cc2}, \text{ct2}, \text{cd3}, \text{cc3}, \text{ct3}, \text{cd4}, \text{cc4}, \text{ct4}) / 12.151,56$

Restrições:

1. máximo de 10000kg na dianteira: $\text{CD1} + \text{CD2} + \text{CD3} + \text{CD4} \leq 10000$
2. máximo de 16000kg na central: $\text{CC1} + \text{CC2} + \text{CC3} + \text{CC4} \leq 16000$
3. máximo de 8000kg na traseira: $\text{CT1} + \text{CT2} + \text{CT3} + \text{CT4} \leq 8000$
4. máximo de 18000kg da carga 1: $\text{CD1} + \text{CC1} + \text{CT1} \leq 18000$
5. máximo de 15000kg da carga 2: $\text{CD2} + \text{CC2} + \text{CT2} \leq 15000$
6. máximo de 23000kg da carga 3: $\text{CD3} + \text{CC3} + \text{CT3} \leq 23000$
7. máximo de 12000kg da carga 4: $\text{CD4} + \text{CC4} + \text{CT4} \leq 12000$
8. máximo de 6800m³ na dianteira: $(\text{CD1} * 0,48) + (\text{CD2} * 0,65) + (\text{CD3} * 0,58) + (\text{CD4} * 0,39) \leq 6800$
9. máximo de 8700m³ na central: $(\text{CC1} * 0,48) + (\text{CC2} * 0,65) + (\text{CC3} * 0,58) + (\text{CC4} * 0,39) \leq 8700$
10. máximo de 5300m³ na traseira: $(\text{CT1} * 0,48) + (\text{CT2} * 0,65) + (\text{CT3} * 0,58) + (\text{CT4} * 0,39) \leq 5300$

Satisfação de restrições:

$\text{fitness} = ((\text{CD1} * 0,31) + (\text{CC1} * 0,31) + (\text{CT1} * 0,31) + (\text{CD2} * 0,38) + (\text{CC2} * 0,38) + (\text{CT2} * 0,38) + (\text{CD3} * 0,35) + (\text{CC3} * 0,35) + (\text{CT3} * 0,35) + (\text{CC4} * 0,285) + (\text{CD4} * 0,285) + (\text{CT4} * 0,285) / 12.151,56) - ($
 $\text{max}\{0, (\text{CD1} + \text{CD2} + \text{CD3} + \text{CD4}) - 10000\} / (10000/10) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CC1} + \text{CC2} + \text{CC3} + \text{CC4}) - 16000\} / (16000/10) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CT1} + \text{CT2} + \text{CT3} + \text{CT4}) - 8000\} / (8000/10) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CD1} + \text{CC1} + \text{CT1}) - 18000\} / (18000/10) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CD2} + \text{CC2} + \text{CT2}) - 15000\} / (15000/10) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CD3} + \text{CC3} + \text{CT3}) - 23000\} / (23000/10) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CD4} + \text{CC4} + \text{CT4}) - 12000\} / (12000/10) +$
 $\text{max}\{0, ((\text{CD1} * 0,48) + (\text{CD2} * 0,65) + (\text{CD3} * 0,58) + (\text{CD4} * 0,39)) - 6800\} / (6800/10) +$
 $\text{max}\{0, ((\text{CC1} * 0,48) + (\text{CC2} * 0,65) + (\text{CC3} * 0,58) + (\text{CC4} * 0,39)) - 8700\} / (8700/10) +$
 $\text{max}\{0, ((\text{CT1} * 0,48) + (\text{CT2} * 0,65) + (\text{CT3} * 0,58) + (\text{CT4} * 0,39)) - 5300\} / (5300/10))$

Resultados

Experimento 1

tamanho da população: 10000

limite máximo: 20000

máximo de gerações 1000

taxa de mutação: 0.50

	Dianteiro	Central	Traseiro	Total Peso	Contribuição do Lucro
Qtde C1	2.375	3.808	23	6.202	R\$ 1.923,86
Qtde C2	4.273	6.492	3.562	14.327	R\$ 5.444,26
Qtde C3	1.135	3.638	3.952	8.725	R\$ 3.053,75
Qtde C4	1.183	1.364	369	2.916	R\$ 831,00
Total ton	8.966	15.302	7.906		
Total m3	5.037,12	8.689,64	4.762,41		
				Lucro	R\$ 11.252,93

Experimento 2

tamanho da população: 10000

limite máximo: 18000

máximo de gerações 1000

taxa de mutação: 0.50

	Dianteiro	Central	Traseiro	Total Peso	Contribuição do Lucro
Qtde C1	2.497	3.238	1.420	7.155	R\$ 2.218,05
Qtde C2	4.924	6.756	2.669	14.349	R\$ 5.452,62
Qtde C3	1.245	1.613	3.323	6.181	R\$ 2.163,35
Qtde C4	1.010	4.343	79	5.432	R\$ 1.548,12
Total ton	9.676	15.950	7.491		
Total m3	5.515,16	8.574,95	4.374,6		
				Lucro	R\$ 11.382,14

Experimento 3

tamanho da população: 50000

limite máximo: 16000

máximo de gerações 1000

taxa de mutação: 0.50

	Dianteiro	Central	Traseiro	Total Peso	Contribuição do Lucro
Qtde C1	29	7.157	1.863	9.049	R\$ 2.805,19
Qtde C2	22	4.328	2.229	6.579	R\$ 2.500,02
Qtde C3	6.960	237	1.810	9.007	R\$ 3.152,45
Qtde C4	1.138	3.939	808	5.885	R\$ 1.677,22
Total ton	8.149	15.661	6.710		
Total m3	4.508,83	7.922,23	3.708,01		
				Lucro	R\$ 10.134,88

O experimento 2 mostrou os melhores resultados, mas ainda não chegou ao máximo já encontrado, que é 12.151,56. Utilizando uma população de tamanho 10000, um limite mínimo de 0 e máximo de 18000, o máximo de gerações em 1000 e uma taxa de mutação de 0,5 foi possível obter um lucro de 11.382,14, muito próximo de 12.151,56. Os três compartimentos estão equilibrados, porém não foi usado o máximo da capacidade de cada um, seja por peso ou por volume, ou seja, esses espaços poderiam ser ocupados e gerar um lucro maior.