

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:

$\text{lucro}(\text{cd1}, \text{cc1}, \text{ct1}, \text{cd2}, \text{cc2}, \text{ct2}, \text{cd3}, \text{cc3}, \text{ct3}, \text{cd4}, \text{cc4}, \text{ct4}) = (\text{CD1} * 0,31) + (\text{CC1} * 0,31) + (\text{CT1} * 0,31) + (\text{CD2} * 0,38) + (\text{CC2} * 0,38) + (\text{CT2} * 0,38) + (\text{CD3} * 0,35) + (\text{CC3} * 0,35) + (\text{CT3} * 0,35) + (\text{CD4} * 0,285) + (\text{CC4} * 0,285) + (\text{CT4} * 0,285) = 42565,92$

estimativa do valor superior = 42565,92

função de fitness: $\text{fitness}(\text{cd1}, \text{cc1}, \text{ct1}, \text{cd2}, \text{cc2}, \text{ct2}, \text{cd3}, \text{cc3}, \text{ct3}, \text{cd4}, \text{cc4}, \text{ct4}) = \text{lucro}(\text{cd1}, \text{cc1}, \text{ct1}, \text{cd2}, \text{cc2}, \text{ct2}, \text{cd3}, \text{cc3}, \text{ct3}, \text{cd4}, \text{cc4}, \text{ct4}) / 42565,92$

Restrições:

carga total = $\text{CD1} + \text{CD2} + \text{CD3} + \text{CD4} + \text{CC1} + \text{CC2} + \text{CC3} + \text{CC4} + \text{CT1} + \text{CT2} + \text{CT3} + \text{CT4}$

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: $(\text{CT1} * 0,48) + (\text{CT2} * 0,65) + (\text{CT3} * 0,58) + (\text{CT4} * 0,39) \leq 5300$
11. proporção da dianteira: $\text{CD1} + \text{CD2} + \text{CD3} + \text{CD4} / \text{carga total} \leq 0.29411764706$
12. proporção da central: $\text{CC1} + \text{CC2} + \text{CC3} + \text{CC4} / \text{carga total} \leq 0.47058823529$
13. proporção da traseira de: $\text{CT1} + \text{CT2} + \text{CT3} + \text{CT4} / \text{carga total} \leq 0.23529411765$
14. peso total: $\text{carga total} \leq 34000$

Satisfação de restrições:

$\text{fitness} = ((\text{CD1} * 0,31) + (\text{CC1} * 0,31) + (\text{CT1} * 0,31) + (\text{CD2} * 0,38) + (\text{CC2} * 0,38) + (\text{CT2} * 0,38) + (\text{CD3} * 0,35) + (\text{CC3} * 0,35) + (\text{CT3} * 0,35) + (\text{CC4} * 0,285) + (\text{CD4} * 0,285) + (\text{CT4} * 0,285) / 12.151,56) - ($
 $\text{max}\{0, (\text{CD1} + \text{CD2} + \text{CD3} + \text{CD4}) - 10000\} / (10000/14) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CC1} + \text{CC2} + \text{CC3} + \text{CC4}) - 16000\} / (16000/14) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CT1} + \text{CT2} + \text{CT3} + \text{CT4}) - 8000\} / (8000/14) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CD1} + \text{CC1} + \text{CT1}) - 18000\} / (18000/14) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CD2} + \text{CC2} + \text{CT2}) - 15000\} / (15000/14) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CD3} + \text{CC3} + \text{CT3}) - 23000\} / (23000/14) +$
 $\text{max}\{0, (\text{CD4} + \text{CC4} + \text{CT4}) - 12000\} / (12000/14) +$
 $\text{max}\{0, ((\text{CD1} * 0,48) + (\text{CD2} * 0,65) + (\text{CD3} * 0,58) + (\text{CD4} * 0,39)) - 6800\} / (6800/14) +$
 $\text{max}\{0, ((\text{CC1} * 0,48) + (\text{CC2} * 0,65) + (\text{CC3} * 0,58) + (\text{CC4} * 0,39)) - 8700\} / (8700/14) +$
 $\text{max}\{0, ((\text{CT1} * 0,48) + (\text{CT2} * 0,65) + (\text{CT3} * 0,58) + (\text{CT4} * 0,39)) - 5300\} / (5300/14) +$
 $\text{max}\{0, ((\text{CD1} + \text{CD2} + \text{CD3} + \text{CD4}) / \text{carga total}) - 0.29411764706\} / (0.29411764706/14) +$
 $\text{max}\{0, ((\text{CC1} + \text{CC2} + \text{CC3} + \text{CC4}) / \text{carga total}) - 0.47058823529\} / (0.47058823529/14) +$
 $\text{max}\{0, ((\text{CT1} + \text{CT2} + \text{CT3} + \text{CT4}) / \text{carga total}) - 0.23529411765\} / (0.23529411765/14) +$
 $\text{max}\{0, \text{carga total} - 34000\} / (34000/14))$

Resultados

Experimento 1

tamanho da população: 10000

máximo de gerações: 1000

taxa de mutação: 0.50

	Dianteiro	Central	Traseiro	Total Peso	Lucro
Qtde C1	4264	2381	561	7206	R\$ 2.233,86
Qtde C2	406	2906	1415	4727	R\$ 1.796,26
Qtde C3	2678	2661	1977	7316	R\$ 2.560,60
Qtde C4	318	4273	2156	6747	R\$ 1.922,89
Total ton	7666	12221	6109		
Total m3	3987,88	6241,63	3176,53		
Proporção	0,2948915217 725804	0,4701107862 7481155	0,2349976919 5260807		
				Lucro	R\$ 8.513,61

Experimento 2

tamanho da população: 10000

máximo de gerações: 1000

taxa de mutação: 0.30

	Dianteiro	Central	Traseiro	Total Peso	Lucro
Qtde C1	2077	5615	358	8050	R\$ 2.495,50
Qtde C2	3447	2907	2247	8601	R\$ 3.268,38
Qtde C3	1171	4438	2566	8175	R\$ 2.861,25
Qtde C4	2149	1468	1947	5564	R\$ 1.585,74
Total ton	8844	14428	7118		
Total m3	4754,8	7731,3	3880		
Proporção	0,2910167818 361303	0,4761434682 46136	0,2342217834 8140836		
				Lucro	R\$ 10.210,87

Experimento 3

tamanho da população: 10000

máximo de gerações: 2000

taxa de mutação: 0.60

	Dianteiro	Central	Traseiro	Total Peso	Lucro
Qtde C1	2544	7303	2026	11873	R\$ 3.680,63
Qtde C2	1982	2777	1436	6195	R\$ 2.354,10
Qtde C3	4206	3024	1124	8354	R\$ 2.923,90
Qtde C4	917	2410	3168	6495	R\$ 1.851,07
Total ton	9649	15514	7754		
Total m3	5306,53	8004,31	3793,32		
	0,2931312087	0,4713066196	0,2355621715		
Proporção	9788556	798007	223137		
				Lucro	R\$ 10.809,70

O experimento 3 mostrou os melhores resultados, mas ainda não chegou ao máximo já encontrado, que é 12.151,56. Utilizando uma população de tamanho 10000, o máximo de gerações em 2000 e uma taxa de mutação de 0,6 foi possível obter um lucro de 10.809,70, 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.