



ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO
INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA

PROCURA GENÉTICOS

TRABALHO PRÁTICO N.º 9

Curso	Engenharia Informática
Unidade Curricular	Inteligência Artificial
Ano / Semestre	3.º / 1.º
Ano Letivo	2012/2013
Docente	Celestino Gonçalves

Responsável	Jorge Antunes nº1009689		
Data	07.Janeiro.2013	Refª	

Considere que se pretende otimizar uma função matemática por aplicação de um AG ao longo de um conjunto de gerações.

Indique o valor máximo da função matemática $f(x)$ definida por

$$f(x) = (x-3)^2$$

com $1 \leq x \leq 6$.

Caracterize todos os elementos do AG implementado e justifique as opções tomadas. Analisar os resultados obtidos.

- Codifica a variável x através de uma cadeia binária
- Vamos supor uma precisão de 3 casas decimais.
- O domínio da variável x tem comprimento 6
- Intervalo $[1,6]$ tem de ser dividido em pelo menos $6 \cdot 10^3$
- São necessários 13 bits para codificar x :

$$4096 = 2^{12} < 6000 < 2^{13} = 8192$$

1ª Iteração

População de cromossomas gerada aleatoriamente

Indivíduo	Cromossoma		Decimal	Função de Avaliação
i1	1100111010111	→	6615	5,84556
i2	1111011110110	→	7926	6,80588
i3	0100100111101	→	2365	2,73239
i4	1100110001111	→	6543	5,79282
i5	0010110001111	→	1423	2,04236
i6	1011101101011	→	5995	5,39141
i7	1000000011011	→	4123	4,02014
i8	1111101000010	→	8002	6,86156
i9	0110110011101	→	3485	3,5528
i10	1010001001011	→	5195	4,8054

Avaliação dos Indivíduos

Indivíduo i	Qualidade f(i)	Probabilidade p(i)	Segmento da Roleta r(i)
i1	8,097	0,143	0,143
i2	14,485	0,256	0,399
i3	0,072	0,001	0,400
i4	7,800	0,138	0,538
i5	0,917	0,016	0,554
i6	5,719	0,101	0,655
i7	1,041	0,018	0,674
i8	14,912	0,263	0,937
i9	0,306	0,005	0,942
i10	3,259	0,058	1
SOMA	56,607		

Seleccção

Preservar os 2 indivíduos de melhor qualidade para selecção por elitismo e seleccionar 4 pares através da roleta.

Elitismo:	i2 e i8	
Roleta:	0,620	i6
	0,230	i2
	0,850	i8
	0,980	i10
	0,420	i4
	0,002	i1
	0,832	i8
	0,562	i5

Recombinação

O operador de combinação foi aplicado com uma probabilidade de 75% e com três pontos de corte. Os valores de probabilidade gerados aleatoriamente e os respectivos pontos de corte também gerados aleatoriamente estão indicados na tabela seguinte.

Os valores aleatórios de probabilidade superiores a 0,75 indicam que não ocorre recombinação.

Indivíduos Seleccionados (Pares)	Valores Aleatório [0;1]	Ponto de corte	Filhos
i2	-	-	i'1
i8	-	-	i'2
i6 e i2	0,44	1,8,12	i'3 e i'4
i8 e i10	0,82	-	i'5 e i'6
i4 e i1	0,29	3,7,10	i'7 e i'8
i8 e i5	0,73	5,9,11	i'9 e i'10

Operador de Recombinação

Os filhos são criados pela combinação dos pais utilizando os pontos de corte.

Pais	Cromossoma	Filhos	Cromossoma
i2	1111011110110	i'1	1111011110110
i8	1111101000010	i'2	1111101000010
i6	1 0111011 0101 1	i'3	1111011101010
i2	1 1110111 1011 0	i'4	1011101110111
i8	1111101000010	i'5	1111101000010
i10	1010001001011	i'6	1010001001011
i4	110 0110 001 111	i'7	1100111001111
i1	110 0111 010 111	i'8	1100110010111
i8	11111 0100 00 10	i'9	1111110000011
i5	00101 1000 11 11	i'10	0010101001110

Filho	Cromossoma
i'1	1111011110110
i'2	1111101000010
i'3	1111011101010
i'4	1011101110111
i'5	1111101000010
i'6	1010001001011
i'7	1100111001111
i'8	1100110010111
i'9	1111110000011
i'10	0010101001110

Mutação

O operador de mutação foi aplicado com uma probabilidade de 1,5% por gene, do qual resultam 2 mutações nos seguintes pontos:

- Indivíduo 2, gene 12
- Indivíduo 10, gene 4

Filho	Cromossoma
i'1	1111011110110
i'2	11111010000000
i'3	1111011101010
i'4	1011101110111
i'5	1111101000010
i'6	1010001001011
i'7	1100111001111
i'8	1100110010111
i'9	1111110000011
i'10	0011101001110

2ª Iteração

População de cromossomas resultante da iteração anterior.

Indivíduo	Cromossoma		Decimal	Função de Avaliação
i1	1111011110110	→	7926	6,80588
i2	1111101000000	→	8000	6,86009
i3	1111011101010	→	7914	6,79709
i4	1011101110111	→	6007	5,4002
i5	1111101000010	→	8002	6,86156
i6	1010001001011	→	5195	4,8054
i7	1100111001111	→	6607	5,8397
i8	1100110010111	→	6551	5,79868
i9	1111110000011	→	8067	6,90917
i10	0011101001110	→	1870	2,3698

Avaliação dos Indivíduos

Indivíduo i	Qualidade f(i)	Probabilidade p(i)	Segmento da Roleta r(i)
i1	14,485	0,146	0,146
i2	14,900	0,150	0,296
i3	14,418	0,145	0,441
i4	5,761	0,058	0,499
i5	14,912	0,150	0,649
i6	3,259	0,033	0,682
i7	8,064	0,081	0,763
i8	7,833	0,079	0,842
i9	15,282	0,154	0,996
i10	0,397	0,004	1
SOMA	99,310		

Seleccção

Preservar os 2 indivíduos de melhor qualidade para selecção por elitismo e seleccionar 4 pares através da roleta.

Elitismo:	i5 e i9	
Roleta:	0,032	i1
	0,216	i2
	0,742	i7
	0,144	i1
	0,930	i9
	0,573	i5
	0,684	i7
	0,386	i3

Recombinação

O operador de combinação foi aplicado com uma probabilidade de 75% e com três pontos de corte. Os valores de probabilidade gerados aleatoriamente e os respectivos pontos de corte também gerados aleatoriamente estão indicados na tabela seguinte. Os valores aleatórios de probabilidade superiores a 0,75 indicam que não ocorre recombinação.

Indivíduos Seleccionados (Pares)	Valores Aleatório [0;1]	Ponto de corte	Filhos
i5	-	-	i'1
i9	-	-	i'2
i1 e i2	0,1	1,4 e 9	i'3 e i'4
i7 e i1	0,93	-	i'5 e i'6
i9 e i5	0,37	3,6 e 12	i'7 e i'8
i7 e i3	0,7	5,9 e 10	i'9 e i'10

Operador de Recombinação

Os filhos são criados pela combinação dos pais utilizando os pontos de corte.

Pais	Cromossoma	Filhos	Cromossoma
i5	1111101000010	i'1	1111101000010
i9	1111110000011	i'2	1111110000011
i1	1 111 01111 0110	i'3	1111011110000
i2	1 111 10100 0000	i'4	1111101000110
i7	1100111001111	i'5	1100111001111
i1	1111011110110	i'6	1111011110110
i9	111 111 000001 1	i'7	1111100000010
i5	111 110 100001 0	i'8	1111111000011
i7	11001 1100 1 111	i'9	1100111101010
i3	11110 1110 1 010	i'10	1111011001111

Filho	Cromossoma
i'1	1111101000010
i'2	1111110000011
i'3	1111011110000
i'4	1111101000110
i'5	1100111001111
i'6	1111011110110
i'7	1111100000010
i'8	1111111000011
i'9	1100111101010
i'10	1111011001111

Mutação

O operador de mutação foi aplicado com uma probabilidade de 1,5% por gene, do qual resultam 2 mutações nos seguintes pontos:

- Indivíduo 4, gene 13
- Indivíduo 7, gene 6

Filho	Cromossoma
i'1	1111101000010
i'2	1111110000011
i'3	1111011110000
i'4	1111101000111
i'5	1100111001111
i'6	1111011110110
i'7	1111110000010
i'8	1111111000011
i'9	1100111101010
i'10	1111011001111

3ª Iteração

População de cromossomas resultante da iteração anterior.

Indivíduo	Cromossoma		Decimal	Função de Avaliação
i1	1111101000010	→	8002	6,86156
i2	1111110000011	→	8067	6,90917
i3	1111011110000	→	7920	6,80149
i4	1111101000111	→	8007	6,86522
i5	1100111001111	→	6607	5,8397
i6	1111011110110	→	7926	6,80588
i7	1111110000010	→	8066	6,90844
i8	1111111000011	→	8131	6,95605
i9	1100111101010	→	6634	5,85948
i10	1111011001111	→	7887	6,77732

Avaliação dos Indivíduos

Individuo i	Qualidade f(i)	Probabilidade p(i)	Segmento da Roleta r(i)
i1	14,912	0,110	0,110
i2	15,282	0,113	0,223
i3	14,451	0,107	0,329
i4	14,940	0,110	0,440
i5	8,064	0,060	0,499
i6	14,485	0,107	0,606
i7	15,276	0,113	0,719
i8	15,650	0,115	0,834
i9	8,177	0,060	0,895
i10	14,268	0,105	1
SOMA	135,504		

Seleção

Preservar os 2 indivíduos de melhor qualidade para selecção por elitismo e seleccionar 4 pares através da roleta.

Elitismo:	i2 e i8	
Roleta:	0,690	i7
	0,796	i8
	0,129	i2
	0,952	i9
	0,241	i3
	0,809	i8
	0,350	i4
	0,441	i5

Recombinação

O operador de combinação foi aplicado com uma probabilidade de 75% e com três pontos de corte. Os valores de probabilidade gerados aleatoriamente e os respectivos pontos de corte também gerados aleatoriamente estão indicados na tabela seguinte. Os valores aleatórios de probabilidade superiores a 0,75 indicam que não ocorre recombinação.

Indivíduos Seleccionados (Pares)	Valores Aleatório [0;1]	Ponto de corte	Filhos
i2	-	-	i'1
i8	-	-	i'2
i7 e i8	0,74	4,8 e 10	i'3 e i'4
i2 e i9	0,86	4,10 e 12	i'5 e i'6
i3 e i8	0,32	-	i'7 e i'8
i4 e i5	0,37	2,7 e 11	i'9 e i'10

Operador de Recombinação

Os filhos são criados pela combinação dos pais utilizando os pontos de corte.

Pais	Cromossoma	Filhos	Cromossoma
i2	1111110000011	i'1	1111110000011
i8	1111111000011	i'2	1111111000011
i7	1111 1100 00010	i'3	1111111000010
i8	1111 1110 00011	i'4	11111110000011
i2	1111 110000 01 1	i'5	1111111101010
i9	1100 111101 01 0	i'6	1100110000101
i3	1111011110000	i'7	1111011110000
i8	1111111000011	i'8	1111111000011
i4	11 11101 0001 11	i'9	1100111000111
i5	11 00111 0011 11	i'10	1111101001111

Filho	Cromossoma
i'1	1111110000011
i'2	1111111000011
i'3	1111111000010
i'4	11111110000011
i'5	1111111101010
i'6	1100110000101
i'7	1111011110000
i'8	1111111000011
i'9	1100111000111
i'10	1111101001111

Mutação

O operador de mutação foi aplicado com uma probabilidade de 1,5% por gene, do qual resultam 2 mutações nos seguintes pontos:

- Indivíduo 3, gene 5
- Indivíduo 6, gene 9

Filho	Cromossoma
i'1	1111110000011
i'2	1111111000011
i'3	1111011000010
i'4	1111110000011
i'5	1111111101010
i'6	1100110010101
i'7	1111011110000
i'8	1111111000011
i'9	1100111000111
i'10	1111101001111

Média

Geração	Qualidade do melhor individuo	Média da Qualidade
1	14,912	5,661
2	15,282	9,931
3	15,650	13,550

R: Como se pode ver na tabela anterior conclui-se que ao passar das gerações a qualidade dos indivíduos vai evoluindo para valores mais altos, como é desejado.