

Algoritmos Genéticos

Avaliação Multiobjetivo

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Alguns problemas podem apresentar múltiplos objetivos como, por exemplo, uma empresa que tem como objetivo:

- Entregar todas as quantidades de pedidos de forma correta e pontual;
- Minimizar o número de caminhões que fazem a entrega;
- Diminuir o custo das entregas;
- Reduzir o tempo despendido

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Alguns métodos permitem lidar com problemas multiobjetivos:

- Agregação de objetivos;
 - Minimização de energia;
 - Distância ao alvo;
-
- Métodos baseados em pesos;
 - Separando os objetivos;
 - Conjuntos pareto;
 - Priorizando objetivos;

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Agregação de objetivos

- é um método bastante simples que, para uma determinada solução, o valor de avaliação final é dado pela soma ponderada dos valores de avaliação de todos os objetivos.

$$F = \sum_{i=1}^n w_i \cdot f_i$$

onde:

f_i - avaliação da solução em relação ao objetivo i

w_i - peso aplicado ao objetivos i

n - número de objetivos

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Distância ao Alvo

- as avaliações dos objetivos são combinadas por meio do cálculo da distância entre:
 - um vetor alvo *user*, formado pelos valores ideais de cada objetivo quando considerados isoladamente; e
 - um vetor *f* formado pelos valores de avaliação de todos os objetivos para uma determinada solução;

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Distância ao Alvo

- a avaliação final é dada pelo somatório das distâncias calculadas para todos os objetivos.

$$F = \left(\sum_{i=1}^n |user_i - f_i|^p \right)^{\frac{1}{p}} \quad p \geq 1$$

onde:

f_i - avaliação da solução em relação ao objetivo i

$user_i$ - valor ideal do objetivos i

n - número de objetivos

p - pressão exercida

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Distância ao Alvo

- o parâmetro p determina a pressão exercida em cima das soluções ruins, ou seja, quanto maior o valor de p , maior será a penalidade aplicada às soluções que apresentam resultados ruins para algum objetivo;
- no caso desse método, a sua utilização está limitada a situações em que se sabe previamente a solução desejada para cada objetivo.

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Minimização de Energia

- durante o processo de otimização, os pesos são atualizados de maneira que pesos maiores são atribuídos aos objetivos que forem menos satisfeitos por uma população de soluções;
- assim, o objetivo do método é minimizar os pesos aplicados aos objetivos.

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Minimização de Energia

$$F = \sum_{i=1}^n w_i \cdot fnorm_i$$

onde:

w_i - peso associado ao objetivo i

n - número de objetivos

- O termo $fnorm_i$ é o vetor normalizado de avaliações do objetivo i e é dado por:

$$fnorm_i = \frac{f_i}{\bar{f}_i}$$

onde:

f_i - avaliação da solução em relação ao objetivo i

\bar{f}_i - média das avaliações das soluções para o objetivo i

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Minimização de Energia

- a atualização dos pesos é feita pela seguinte equação

$$w_{i,t+1} = k_1 \cdot \alpha \cdot w_{i,t} + k_2 \cdot (1 - \alpha) \cdot e_{i,t}$$

onde:

k_1 e k_2 - constantes de normalização

α - constante

- o termo $e_{i,t}$ mede o erro percentual entre o valor ideal para o objetivo i e a avaliação média da população para o objetivo i no instante t .

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Minimização de Energia

- o cálculo do erro é dado por:

$$e_{i,t} = \left| \frac{user_i - \bar{f}_{i,t}}{user_i} \right|$$

onde:

$user_i$ - valor ideal do objetivo i

\bar{f}_i - média das avaliações das soluções para o objetivo i

- O objetivo das constantes $k1$ e $k2$ é fazer com que a soma dos valores dos pesos em um instante arbitrário t , forneça uma medida do estado de convergência do sistema em relação às especificações do usuário.

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Minimização de Energia

- o estado de convergência corresponde à energia do sistema e a sua minimização corresponde ao processo de satisfação de múltiplos objetivos. O cálculo da energia é dado por:

$$E = \sum_{i=1}^n w_i^2$$

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Métodos baseados em pesos

- Seu funcionamento é através da aplicação de pesos a cada um dos objetivos, ou seja, a função de avaliação passa a ser o somatório de todas as avaliações dos objetivos ponderadas pelos seus respectivos pesos;

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Métodos baseados em pesos

	[0,10000]	[0,10]	[0,100]
	1	2	1
x1	150 ; 10 ; 99	$F(x1) = 150 + 2 * 10 + 99 = 269$	
x2	220 ; 3 ; 50	$F(x2) = 220 + 2 * 3 + 50 = 276$	

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Métodos baseados em pesos

	<div>[0,10000]</div> 0,001	<div>[0,10]</div> 2	<div>[0,100]</div> 0,1	
x1	150 ; 10 ; 99	$F(x1) = 0,001 * 150 + 2 * 10 + 0,1 * 99 = 30,05$		
x2	220 ; 3 ; 50	$F(x2) = 0,001 * 220 + 2 * 3 + 0,1 * 50 = 11,22$		

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação – exercício 1

Avaliações				
	Indivíduo A	Indivíduo B	Indivíduo C	Indivíduo D
Função de Avaliação 1	150	205	180	200
Função de Avaliação 2	10	8	7	9
Função de Avaliação 3	99	40	88	50

	Função de Avaliação 1	Função de Avaliação 2	Função de Avaliação 3
PESOS	1	1	1
	1	2	1
	1	1	3
	2	1	1

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

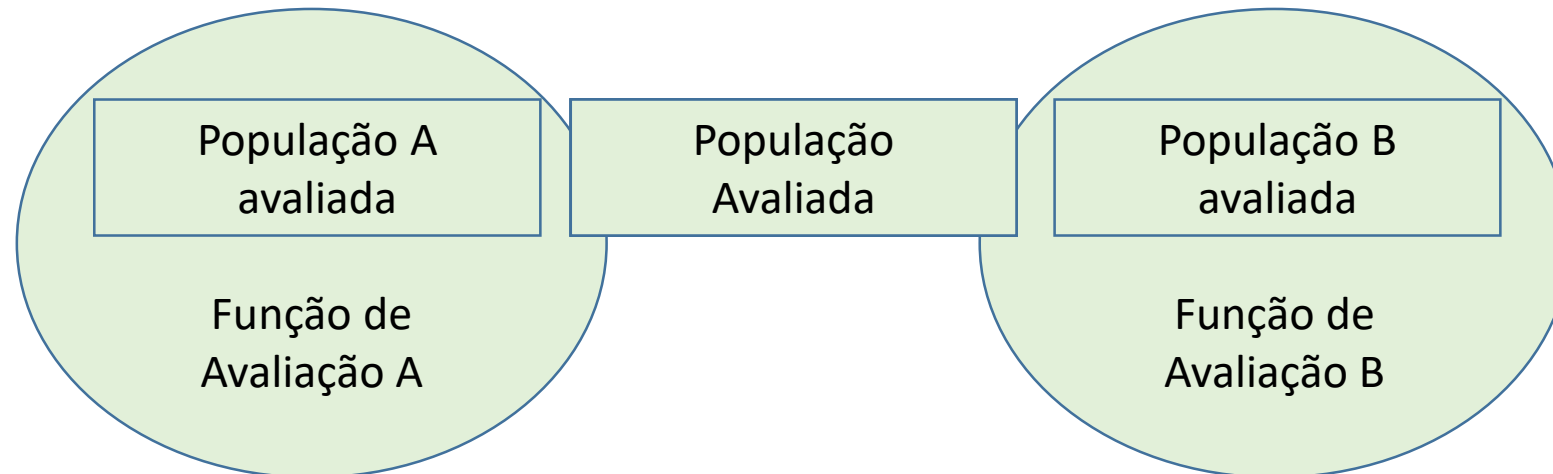
Separando os objetivos

- Consiste em tratar cada função objetivo de forma independente, pegando o máximo obtido em cada objetivo e aplicando ao problema;
- Este tipo de abordagem de separação de objetivos é chamada de abordagem de otimização não-Pareto

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Separando os objetivos



ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Abordagens baseadas em conjuntos Pareto

- Compara soluções sem combinar avaliações;
- Dominância:
Solução A domina a solução B se:
 - Para nenhum dos objetivos a avaliação de A é pior que a avaliação de B;
 - Para no mínimo um objetivo a avaliação de A é melhor que a avaliação de B;

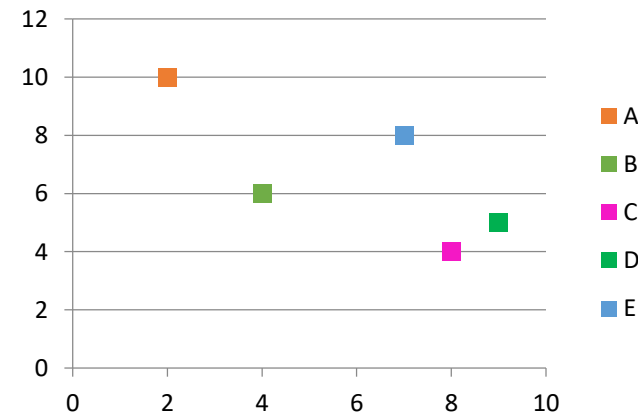
ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Abordagens baseadas em conjuntos Pareto

- Exemplo: Em um problema de planejamento, deseja-se minimizar os custos de produção (f1) e de distribuição (f2):

Solução A	→	F(1):2	F(2):10
Solução B	→	F(1):4	F(2):6
Solução C	→	F(1):8	F(2):4
Solução D	→	F(1):9	F(2):5
Solução E	→	F(1):7	F(2):8



ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação

Abordagens baseadas em conjuntos Pareto

- Conjunto Pareto-Ótimo é o conjunto de todas as soluções que não são dominadas por nenhuma outra;
- Assim, a evolução é feita privilegiando os indivíduos do Conjunto Pareto-Ótimo;
- A avaliação final de uma solução pode levar em consideração o número de indivíduos na população que ela domina (baseada em ranking).

ALGORITMOS GENÉTICOS

Avaliação – exercício 2

Dadas as avaliações a seguir identifique o **conjunto pareto ótimo** dos indivíduos, sabendo que este é um problema de **minimização**.

	f1	f2
A	2	10
B	4	6
C	4	8
D	5	9
E	8	7
F	1	9
G	3	8
H	6	1
I	9	3