

Primeiro Exercício-Programa

Norton Trevisan Roman
Clodoaldo Aparecido de Moraes Lima

21 de março de 2019

1 Minimização de Função

Quando desenvolvemos um sistema com base em Algoritmos Genéticos, é comum testarmos o algoritmo implementado em algumas funções notoriamente hostis a buscas locais, mas que possuem máximos ou mínimos globais bem definidos. Uma dessas funções é a de Rastrigins, definida, em um espaço d-dimensional, como:

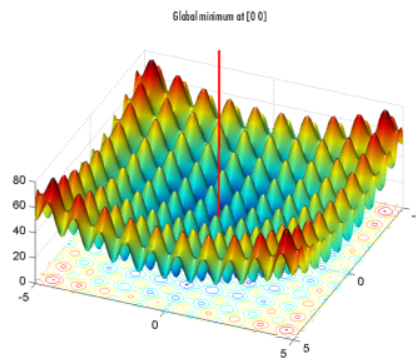
$$f(\vec{x}) = 10d + \sum_{i=1}^d [x_i^2 - 10\cos(2\pi x_i)]$$

onde \vec{x} é o vetor de d dimensões, e $x_i, 1 \leq i \leq d$ cada um de seus componentes. A função é assim definida no intervalo $x_i \in [-5.12, 5.12]$, apresentando um mínimo global em $\vec{x} = \vec{0}$, onde $f(\vec{x}) = 0$.

Em 2 dimensões, essa equação torna-se

$$f(x, y) = 20 + x^2 + y^2 - 10[\cos(2\pi x) + \cos(2\pi y)]$$

estando seu mínimo global em $f(0, 0) = 0$. A forma da função em 2 dimensões é:



e podemos então ver porque ela é tão hostil aos métodos de busca local: com tantos máximos e mínimos locais, fica realmente difícil se aproximar do mínimo global.

2 Tarefa

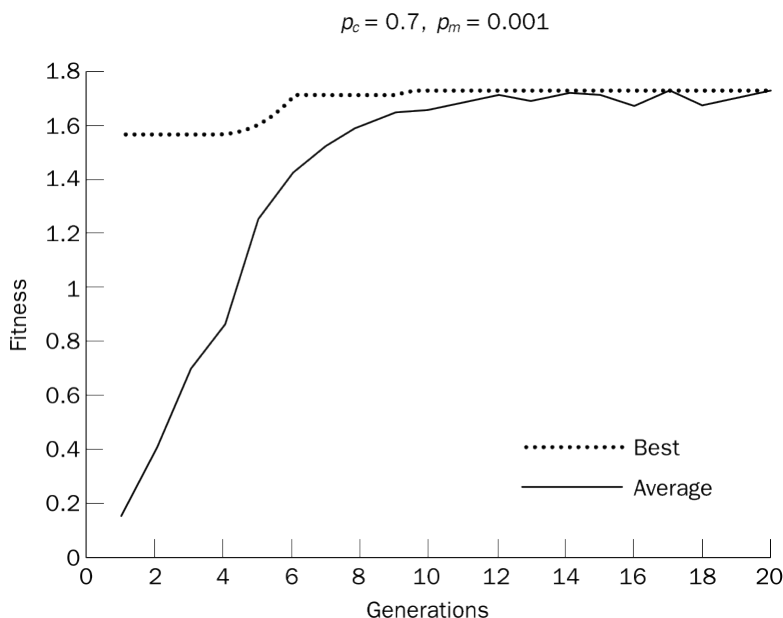
Sua tarefa é definir um algoritmo genético, e então usá-lo para minimizar a função de Rastrigins em duas dimensões. Para tal, você irá representar os valores em forma binária.

Além disso, você deverá

1. Definir quantos indivíduos usará na população inicial;
2. Definir a população inicial;
3. Definir que algoritmo genético irá usar:
 - (a) Definir o algoritmo de seleção de indivíduos para cruzamento;
 - (b) Definir a probabilidade de haver cruzamento, ou seja, se os indivíduos cruzarão, com base nessa probabilidade, ou serão clonados;
 - (c) Definir o tipo de cruzamento usado (um ponto, dois pontos, uniforme, etc);
 - (d) Definir a probabilidade de haver mutação e como essa se dará:
 - Possibilidade 1: determina se haverá mutação no cromossomo ou não, e então escolhe aleatoriamente um único gene para mudar
 - Possibilidade 2: determina se haverá mutação no cromossomo ou não, e então escolhe aleatoriamente n genes para mudar
 - Possibilidade 3: em vez de uma probabilidade de mutação geral (como nas 2 possibilidades acima), será definida uma probabilidade de mutação por gene, ou seja, cada gene será testado e, se tiver que ser mudado, o será
 - ... (há inúmeras, e você é livre para identificar outras)
 - (e) Definir o número máximo de gerações, a partir do qual a busca será abandonada e o melhor indivíduo até então será retornado.
4. Testar o sistema com pelo menos 10 valores distintos para a população inicial, fazendo então um gráfico de desempenho para cada um desses valores. Compare esses gráficos, em termos do ponto a partir do qual o valor de adaptação médio parece estabilizar, e do ponto a partir do qual esse valor para o melhor indivíduo parece estabilizar, relacionando-os ao tamanho da população inicial. Existem tais pontos para todos os valores usados? Há alguma relação visível entre o tamanho da população e esses pontos? Enfim, mostrem sua curiosidade com o fenômeno observado;
5. Escrever um relatório detalhando suas escolhas, bem como mostrando os resultados de seus experimentos e conclusões às quais chegou. Todas as suas escolhas devem ser documentadas, ou seja, todo valor escolhido, todo algoritmo, precisará constar de seu relatório.

2.1 Gráfico de Desempenho

Um gráfico de desempenho é uma curva que mostra tanto o desempenho médio da população (medida conforme a função de adaptação) a cada geração, quanto o desempenho do melhor indivíduo da população (também a cada geração), conforme ilustrado abaixo:



Assim, a cada geração, você deverá verificar o valor de adaptação de cada indivíduo, registrando o melhor indivíduo e o valor médio de adaptação no gráfico.

2.2 Função de Adaptação (*fitness*)

Dado que você irá minimizar a função de Rastrigins, essa será a função de adaptação utilizada. Atente para o fato de que a função, embora aceite valores negativos, possui imagem no conjunto dos valores positivos. Atente também para o fato de que queremos minimizar essa função. Assim, ou você a adapta aos nossos algoritmos de maximização, usando então qualquer uma das técnicas vistas, ou então usa uma técnica que não tenha problemas com minimização. Note que o algoritmo de seleção é definido por você. Assim, você está livre para buscar inclusive dentre os não apresentados em aula. Só certifique-se deste ser adequado ao problema.

2.3 Representação

Conforme mencionado, você deverá usar a representação binária para esse trabalho, mapeando os valores no intervalo $[-5, 5]$ a essa representação. Dentro desse intervalo, bastam 10 bits para representar uma coordenada com precisão de duas casas decimais. Esta é a precisão que você usará em sua resposta.

Com 10 bits, podemos representar inteiros de 0 a 1023. Então a menor fração do intervalo $[-5, 5]$ representado por esses bits será

$$\frac{5 - (-5)}{1023 - 0} = \frac{10}{1023} \approx 0,00978$$

O inteiro contido nos 10 bits é então multiplicado por 0,00978 (caindo no intervalo $[0, 10]$). Subtraímos então 5 do resultado, deslocando o intervalo para $[-5, 5]$.

Uma vez que seu cromossomo conterà a representação de x e y , ele terá 20 bits de comprimento.

2.4 Material a Ser Entregue

Você deve entregar, via e-disciplinas, apenas o relatório produzido nesse experimento. Por isso é de suma importância que seu relatório detalhe os algoritmos e valores utilizados, bem como apresente de forma clara os experimentos e conclusões. Também é importante que seu relatório contenha uma introdução ao problema, e esteja apresentável.

O trabalho pode ser feito em grupos de até 4 pessoas. Assim, apenas um integrante do grupo deve fazer a submissão. A submissão deverá ser feita via um arquivo zip (ou rar). O nome do arquivo deverá ser o número USP do aluno (por exemplo, 1234567.zip). Este arquivo deverá conter tão somente o arquivo pdf de seu relatório. Formatos de entrega fora desses padrões acarretarão desconto em nota.

Qualquer tentativa de fraude ou cola implicará em nota zero para todos os envolvidos. Guarde uma cópia do trabalho entregue.

3 Avaliação

Para avaliação serão observados os pontos constantes da Seção 2, bem como o formato de entrega, definido na Seção refsec:material

É de sua responsabilidade verificar:

- Se o material entregue está de acordo com as especificações
- Se a entrega realmente ocorreu (ou seja, se o upload foi feito corretamente). Então faça o upload, baixe e teste o que baixou.

Falhas nos itens acima não serão toleradas.