

UM BREVE ESTUDO SOBRE OS ALGORITMOS DO VAGA-LUME E DO MORCEGO PARA OTIMIZAÇÃO DE FUNÇÕES DE REFERÊNCIA

Gustavo Dias

Thiago Bastos

Engenharia de Computação
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

- 1 Introdução
- 2 Algoritmos do Vaga-lume e do Morcego
- 3 Metodologia
- 4 Conclusão

- 1 Introdução
- 2 Algoritmos do Vaga-lume e do Morcego
- 3 Metodologia
- 4 Conclusão

Qual a motivação para o trabalho?

A motivação deste trabalho é a busca por métodos eficientes de otimização para problemas complexos, especialmente aqueles que envolvem funções multimodais e não-lineares.

O problema abordado é a comparação entre dois algoritmos meta-heurísticos inspirados no comportamento animal: o Algoritmo do Vaga-lume e o Algoritmo do Morcego

O objetivo é avaliar o desempenho desses algoritmos em seis funções de referência bastante utilizadas na literatura de algoritmos meta-heurísticos.

- 1 Introdução
- 2 Algoritmos do Vaga-lume e do Morcego**
- 3 Metodologia
- 4 Conclusão

Algoritmo do Vaga-lume

O Algoritmo do Vaga-lume e o Algoritmo do Morcego são duas meta-heurísticas inspiradas no comportamento animal.

Como funciona o algoritmo do Vaga-lume?

O Algoritmo do Vaga-lume é baseado no comportamento de acasalamento dos vaga-lumes.

No Algoritmo do Vaga-lume, cada solução é representada por um vaga-lume e sua intensidade de luz. As soluções são atualizadas por meio de três operadores: movimento aleatório, atração pela luz de outros vaga-lumes e absorção da luz própria. As novas soluções são avaliadas e ordenadas de acordo com sua intensidade de luz, e a melhor solução é escolhida.

pseudocódigo para o algoritmo

```
01: Gera população inicial de vaga-lumes  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )
02: Determina a intensidade de luz  $I_i$  em  $x_i$  usando  $f(x_i)$ 
03: Define o coeficiente de absorção  $\gamma$ 
04: enquanto critério de convergência não for atingido faca
05:   para  $i$  de 1 ate  $n$  faca
06:     para  $j$  de 1 ate  $n$  faca
07:       se ( $I_i < I_j$ ) entao
08:         Mova o vaga-lume  $i$  em direção ao vaga-lume  $j$ 
09:       fimse
10:       Calcule  $\beta(r) = \beta_0 e^{-\gamma r^2}$ 
11:       Avalia novas soluções e atualiza as respectivas intensidades de luz
12:     fimpara
13:   fimpara
14: Classifique os vaga-lumes e encontre o melhor
15: fimenquanto
```

Como funciona o algoritmo do Morcego?

Já no Algoritmo do Morcego, cada solução é representada por um morcego e sua frequência de emissão de ondas sonoras. As soluções são atualizadas por meio de dois operadores: movimento aleatório e busca local. As novas soluções são avaliadas e ordenadas de acordo com sua aptidão, e a melhor solução é escolhida.

pseudocódigo para o algoritmo

```
01: Gere a população inicial de morcegos  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) e  $v_i$ 
02: Determine a frequência de pulsos  $f_i$  em  $x_i$ 
03: Inicialize a taxa de pulso  $r_i$  e a amplitude  $A_i$ 
04: enquanto critério de convergência não for atingido faca
05:   Gere novas soluções ajustando a frequência e atualize as velocidades e posições
06:   se ( $rand > r_i$ ) entao
07:     Selecione uma solução dentre as melhores soluções
08:     Gere uma solução local próxima da melhor solução selecionada
09:   fimse
10:   Gere uma nova solução aleatoriamente
11:   se ( $rand < A_i$ ) e ( $f(x_i) < f(x^*)$ ) entao
12:     Aceite as novas soluções
13:     Aumente  $r_i$  e diminua  $A_i$ 
14:   fimse
15:   Classifique os morcegos e encontre o melhor deles
16: fimenquanto
```

- 1 Introdução
- 2 Algoritmos do Vaga-lume e do Morcego
- 3 Metodologia**
- 4 Conclusão

A metodologia de solução consiste em implementar os algoritmos do Vaga-lume e do Morcego, realizar experimentos computacionais para avaliar o desempenho dos algoritmos em diferentes dimensões e quantidade de avaliações da função objetivo, e comparar os resultados obtidos.

As funções escolhidas

Foram escolhidas seis funções de referência bastante utilizadas na literatura de algoritmos meta-heurísticos: Esfera, Rosenbrock, Griewank, Rastrigin, Csendes e Schumer Steiglitz. Todas as funções são aplicadas a problemas de minimização. As funções Esfera, Rosenbrock e Schumer Steiglitz são unimodais, enquanto Griewank, Rastrigin e Csendes são multimodais com vários mínimos locais.

As funções escolhidas

- Função Esfera – é caracterizada por ser simples, convexa e unimodal:

$$f_1(x) = \sum_{i=1}^d x_i^2 \quad (8)$$

- Função Rosenbrock – possui o mínimo global em um vale parabólico:

$$f_2(x) = \sum_{i=1}^{d-1} [100 (x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2] \quad (9)$$

- Função Griewank – possui vários mínimos locais regularmente distribuídos:

$$f_3(x) = \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^d x_i^2 - \prod_{i=1}^d \cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right) + 1 \quad (10)$$

- Função Rastrigin – é uma função altamente multimodal, no entanto as localizações dos vários mínimos locais são regularmente distribuídas:

$$f_4(x) = \sum_{i=1}^d (x_i^2 - 10\cos(2\pi x_i) + 10) \quad (11)$$

- Função Csendes – é uma função multimodal definida como segue:

$$f_5(x) = \sum_{i=1}^d x_i^6 \left[2 + \sin\left(\frac{1}{x_i}\right) \right] \quad (12)$$

- Função Schumer Steiglitz – é uma função que não possui mínimos locais, apenas o mínimo global:

$$f_6(x) = \sum_{i=1}^d x_i^4 \quad (13)$$

Para avaliar o desempenho dos algoritmos, foram realizadas 30 execuções independentes para cada algoritmo, considerando diferentes dimensões e quantidade de avaliações da função objetivo. O tamanho da população foi fixado em 20, e a dimensionalidade do problema foi definida em 10, 20 e 30 dimensões. Para 10 dimensões, o número de iterações foi 1.000; para 20 dimensões, foram 2.000 iterações; e para 30 dimensões, o número de iterações foi 3.000.

Após os experimentos, a melhor solução, a pior solução, a média do valor de fitness e o desvio padrão obtidos foram registrados. Os resultados numéricos foram apresentados em tabelas e gráficos, evidenciando a superioridade do Algoritmo do Vaga-lume quando comparado ao Algoritmo do Morcego.

- 1 Introdução
- 2 Algoritmos do Vaga-lume e do Morcego
- 3 Metodologia
- 4 Conclusão**

Os autores concluem que o Algoritmo do Vaga-lume apresentou melhor desempenho em relação ao Algoritmo do Morcego em todos os experimentos realizados, considerando diferentes dimensões e quantidade de avaliações da função objetivo. Os resultados numéricos evidenciaram a superioridade do Algoritmo do Vaga-lume em relação ao Algoritmo do Morcego, tanto em termos de qualidade das soluções encontradas quanto em termos de tempo de execução. Portanto, os autores recomendam o uso do Algoritmo do Vaga-lume para problemas de otimização que envolvam funções multimodais e não-lineares.

Por hoje é só pessoal!

