



Aplicação de Diferentes Métodos de Randomização em Meta-heurísticas

Luiza Engler Stadelhofer, Rafael Stubs Parpinelli

`luiza.engler@gmail.com`

`rafael.parpinelli@udesc.br`

Departamento de Ciência da Computação
Centro de Ciências Tecnológicas
Universidade do Estado de Santa Catarina

26 de novembro de 2019



UDESC

UNIVERSIDADE DO
ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS
TECNOLÓGICAS

Recapítulo
Proposta
Experimentos
Considerações Finais
Referências

Sumário

Recapítulo

Proposta

Experimentos

Considerações Finais



UDESC

UNIVERSIDADE DO
ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS
TECNOLÓGICAS

Recapitulo
Proposta
Experimentos
Considerações Finais
Referências

Recapitulo



Problema

- ▶ A randomização está fortemente ligada às propriedades de convergência dos algoritmos;
- ▶ Temos a disposição diversos métodos de randomização que podem ser utilizados;
- ▶ Grande parte dos estudos não fazem uma análise de qual a melhor distribuição a se usar.



Contribuição

- A contribuição deste trabalho se encontra na análise do impacto que diferentes distribuições probabilísticas possuem sobre algumas meta-heurísticas.



UDESC

UNIVERSIDADE DO
ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS
TECNOLÓGICAS

Recapítulo
Proposta
Experimentos
Considerações Finais
Referências

Proposta



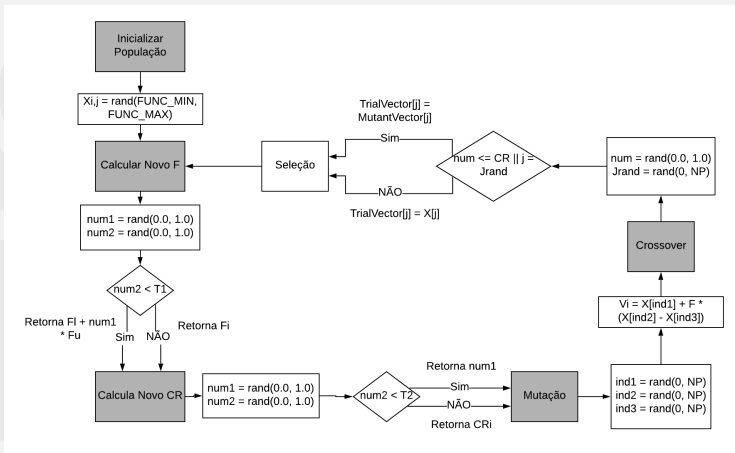
Motivação

- ▶ De acordo com o mapeamento sistemático realizado, existem diversas formas de se aplicar diferentes métodos de randomização em um algoritmo;
- ▶ Decidiu-se abordar duas dessas aplicações: em todos os pontos de randomização, e em pontos específicos do algoritmo.

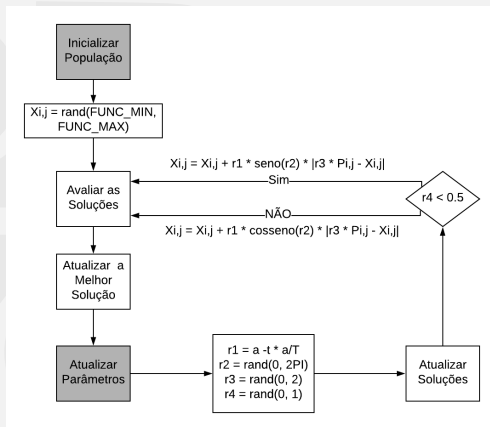


Aplicação em Todos os Pontos

- ▶ Algoritmos: jDE e SCA;
- ▶ Métodos de randomização: distribuição Uniforme, Gaussiana e mapa caótico Logístico;
- ▶ Problemas: funções *benchmark* e Predição de Estrutura de Proteínas (PSP).



Fonte: Própria autora.



Fonte: Própria autora.



Aplicação em Pontos Específicos

- ▶ O primeiro passo necessário para realizar essa aplicação foi analisar quais parâmetros dos algoritmos são relevantes e possuem um grande impacto no comportamento de intensificação e diversificação dessas meta-heurísticas;



Parâmetros SCA

Parâmetro	Função	Geração
r1	Determina a direção do movimento	Auto-adaptado
r2	Determina o tamanho do movimento	Uniforme $[0, 2\pi]$
r3	Enfatiza ou não o efeito da melhor solução na definição da distância	Uniforme $[0, 2]$
r4	Alterna entre as fórmulas de update com seno e cosseno	Uniforme $[0, 1]$

Tabela: Parâmetros do SCA



Parâmetro R3

- ▶ O parâmetro $r3$ varia no intervalo de $[0, 2]$, enfatizando ($r3 > 1$) ou não ($r3 < 1$) o efeito da melhor solução encontrada até então pelo algoritmo na definição da distância;
- ▶ O valor de $r3$ deve começar baixo e incrementar ao longo das iterações.



Parâmetro R3

$$desvioR3 = 0.0 + \textit{iteracaoAtual} * \frac{2.0}{\textit{maxIteracao}} \quad (1)$$



Parâmetro R2

- ▶ Os termos $r1 * \sin(r2)$ e $r1 * \cos(r2)$ são os responsáveis por guiar juntamente a habilidade de intensificação e diversificação do algoritmo;
- ▶ Valores maiores que 1 ou menores que -1, realizam uma diversificação; enquanto valores no intervalo $[-1, 1]$, realizam um intensificação.



Parâmetro R2

$$2.0 \rightarrow [-2.0, 2.0]$$

$$1.9 \rightarrow [-1.9, 1.9]$$

...

$$1.0 \rightarrow [-1.0, 1.0]$$

...

$$0.1 \rightarrow [-0.1, 0.1]$$

$$0.0 \rightarrow [0.0, 0.0]$$

(2)



Parâmetro R2

$$desvioR2Seno = \frac{\pi}{2} + iteracaoAtual * \frac{(\frac{3\pi}{2} - \frac{\pi}{2})}{maxIteracao} \quad (3)$$

$$desvioR2Cosseno = 0.0 + iteracaoAtual * \frac{\pi}{maxIteracao} \quad (4)$$



UDESC

UNIVERSIDADE DO
ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS
TECNOLOGICAS

Recapítulo
Proposta
Experimentos
Considerações Finais
Referências

Experimentos



Configurações - Benchmarks

- ▶ Tamanho da população: 30;
- ▶ Gerações: 2000;
- ▶ Dimensões: 20;
- ▶ Execuções: 10;



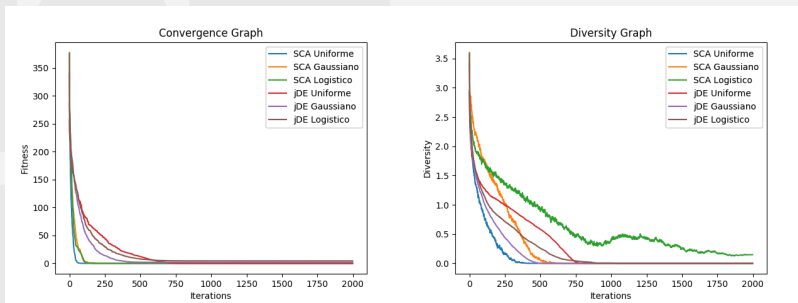
Resultados - Benchmarks

Função	Uniforme		Gaussiana		Logístico	
	jDE	SCA	jDE	SCA	jDE	SCA
Sphere	3.9883e-53 ± 4.6228e-53	1.3604e-132 ± 4.0813e-132	2.6314e-43 ± 7.4168e-43	4.1389e-71 ± 1.2406e-70	2.2783e-13 ± 6.5587e-13	1.3873e-30 ± 4.1617e-30
Rosenbrock	5.2117e+00 ± 3.3498e+00	1.8567e+01 ± 0.2201e+00	2.8926e+01 ± 2.6698e+01	1.8660e+01 ± 0.2155e+00	1.4413e+01 ± 1.7316e+01	1.8897e+01 ± 0.0918e+00
Rastrigin	0.0000e+00 ± 0.0000e+00	0.0000e+00 ± 0.0000e+00	1.9899e+00 ± 1.7798e+00	0.0000e+00 ± 0.0000e+00	4.3778e+00 ± 2.0487e+00	0.0000e+00 ± 0.0000e+00
Schaffer	3.3123e-01 ± 1.0099e-01	1.9088e-32 ± 5.7240e-32	2.3277e+00 ± 1.1624e+00	1.2143e-16 ± 3.6114e-16	7.7700e+00 ± 7.9093e-01	9.4477e-14 ± 1.7980e-13
Ackley	3.9968e-15 ± 0.0000e+00	4.4409e-16 ± 0.0000e+00	2.5008e-05 ± 7.5023e-05	4.4409e-16 ± 0.0000e+00	4.1998e+00 ± 1.5783e+00	4.4409e-16 ± 0.0000e+00
Griewank	0.0000e+00 ± 0.0000e+00	0.0000e+00 ± 0.0000e+00	0.0000e+00 ± 0.0000e+00	0.0000e+00 ± 0.0000e+00	1.4099e-15 ± 3.4216e-15	0.0000e+00 ± 0.0000e+00
Schwefel	-4.1602e+02 ± 3.9725e+00	-1.1764e+02 ± 1.6606e+01	-3.9766e+02 ± 1.8576e+01	-1.3163e+02 ± 9.4722e+00	-4.0546e+02 ± 8.7620e+00	-1.3729e+02 ± 1.1659e+01
Zakharov	1.5326e-09 ± 2.4289e-09	9.4473e-127 ± 1.9111e-126	4.6938e-07 ± 5.8719e-07	1.5898e-54 ± 4.7694e-54	3.5924e-03 ± 4.4548e-03	9.7949e-38 ± 2.9384e-37
Destaques	4	6	2	6	2	3

Fonte: Própria autora.



Resultados - Benchmarks



Fonte: Própria autora.



Configurações - PSP

- ▶ Tamanho da população: 30;
- ▶ Gerações: 10000;
- ▶ Execuções: 30;



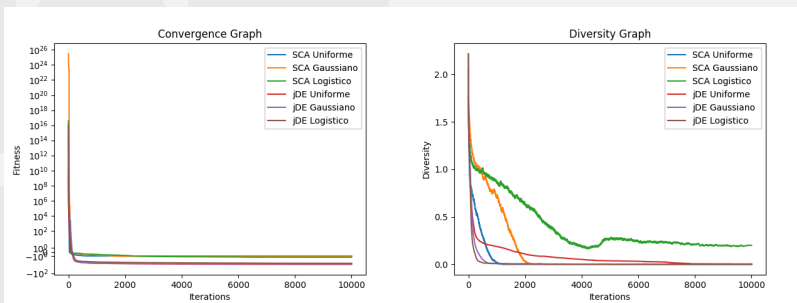
Resultados - PSP - Todos os Pontos

Função	Uniforme		Gaussiana		Logístico	
	jDE	SCA	jDE	SCA	jDE	SCA
F_{13}	-1.9189e+00 ±	-0.5874e+00 ±	-1.7748e+00 ±	-0.5902e+00 ±	-1.4509e+00 ±	-0.7968e+00 ±
	3.6629e-01	0.0921e+00	3.9848e-01	0.0612e+00	7.0879e-01	0.1745e+00
F_{21}	-4.0581e+00 ±	-1.0345e+00 ±	-3.5875e+00 ±	-1.0738e+00 ±	-2.9871e+00 ±	-1.2132e+00 ±
	3.8556e-01	0.1064e+00	7.5970e-01	0.0967e+00	1.2664e+00	0.1360e+00
F_{34}	-6.6902e+00 ±	-0.9526e+00 ±	-5.7044e+00 ±	-1.0135e+00 ±	-4.8845e+00 ±	-1.2386e+00 ±
	8.9389e-01	0.2652e+00	1.3987e+00	0.2500e+00	1.8677e+00	0.2906e+00
F_{55}	-9.6476e+00 ±	-1.2564e+00 ±	2.5832e+01 ±	-1.2265e+00 ±	2.6790e+01 ±	-1.4580e+00 ±
	1.3193e+00	0.1734e+00	1.8098e+02	0.1684e+00	1.8101e+02	0.3562e+00
Destques	4	0	3	0	0	0

Fonte: Própria autora.



Resultados - PSP - Todos os Pontos



Fonte: Própria autora.



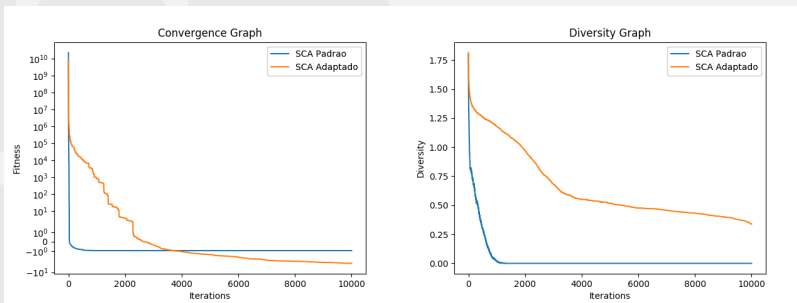
Resultados - PSP - Pontos Específicos

Função	SCA Padrão	SCA Adaptado
F_{13}	-0.5874e+00 ± 0.0921e+00	-1.9444e+00 ± 0.3340e+00
F_{21}	-1.0345e+00 ± 0.1064e+00	-2.5988e+00 ± 0.4972e+00
F_{34}	-0.9526e+00 ± 0.2652e+00	-2.9768e+00 ± 0.6780e+00
F_{55}	-1.2564e+00 ± 0.1734e+00	-3.3634e+00 ± 1.0257e+00
Destaques	0	4

Fonte: Própria autora.



Resultados - PSP - Pontos Específicos



Fonte: Própria autora.



UDESC

UNIVERSIDADE DO
ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS
TECNOLÓGICAS

Recapítulo
Proposta
Experimentos
Considerações Finais
Referências

Considerações Finais



Considerações Finais

- ▶ O método de randomização utilizado para geração de números aleatórios é um parâmetro das meta-heurísticas;
- ▶ A decisão, de qual método se utilizar, depende de diversos aspectos, como: o algoritmo que está sendo usado; o problema ao qual o algoritmo está tentando solucionar; e em que partes do algoritmo este método foi aplicado.



Considerações Finais

- ▶ Como trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de um estudo com mesmo foco do trabalho em questão, mas realizando experimentos com outros algoritmos; outros métodos de randomização; e outros pontos de aplicação.



Referências I



J. Brest, V. Zumer e M. S. Maucec. “Self-Adaptive Differential Evolution Algorithm in Constrained Real-Parameter Optimization”. Em: *2006 IEEE International Conference on Evolutionary Computation*. Jul. de 2006, pp. 215–222. DOI: 10.1109/CEC.2006.1688311.



R. Caponetto et al. “Chaotic sequences to improve the performance of evolutionary algorithms”. Em: *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 7.3 (jun. de 2003), pp. 289–304. ISSN: 1089-778X. DOI: 10.1109/TEVC.2003.810069.



Referências II



Seyedali Mirjalili. “SCA: A Sine Cosine Algorithm for Solving Optimization Problems”. Em: *Knowledge-Based Systems* 96 (jan. de 2016). DOI: 10.1016/j.knosys.2015.12.022.



Chiwen Qu et al. “A Modified Sine-Cosine Algorithm Based on Neighborhood Search and Greedy Levy Mutation”. Em: *Computational Intelligence and Neuroscience* 2018 (jul. de 2018), pp. 1–19. DOI: 10.1155/2018/4231647.



UDESC

UNIVERSIDADE DO
ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS
TECNOLÓGICAS

Recapítulo
Proposta
Experimentos
Considerações Finais
Referências

A large, light gray, stylized graphic is centered on the slide. It features two rounded rectangular shapes, one above the other, each containing a white circle. The word "Obrigada!" is written in a black, sans-serif font across the middle of the slide, overlapping the graphic.

Obrigada!



Aplicação de Diferentes Métodos de Randomização em Meta-heurísticas

Luiza Engler Stadelhofer, Rafael Stubs Parpinelli

`luiza.engler@gmail.com`

`rafael.parpinelli@udesc.br`

Departamento de Ciência da Computação
Centro de Ciências Tecnológicas
Universidade do Estado de Santa Catarina

26 de novembro de 2019