



**Engenharia de Computação
Computação Evolucionista - G03CEVO0.02
Relatório 1**

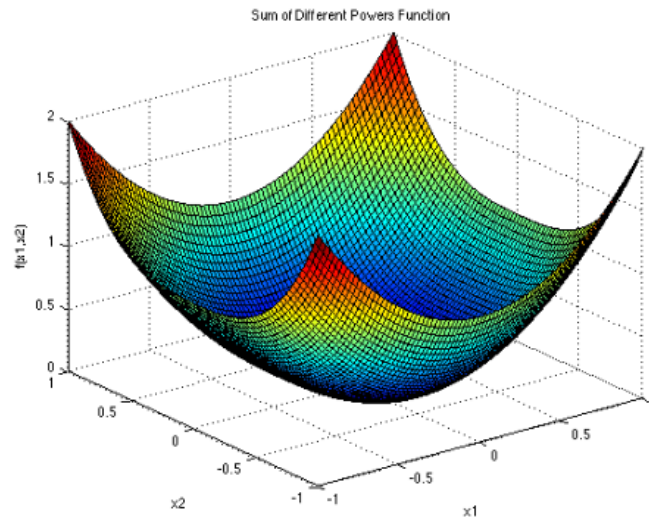
Solução para a Função de Soma de Diferentes Potências

**Professor : Samuel da Costa Alves Basilio
Relator :Lorenzo Jordani Bertozzi Luz**

**Leopoldina, MG
29 de Outubro de 2024**

Introdução

Neste estudo, trabalhamos com a **Função de Soma de Diferentes Potências**, uma função conhecida na otimização matemática devido à sua característica unimodal. A função é definida como:



$$f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^d |x_i|^{i+1}$$

onde “**d**” representa a dimensão do vetor “**x**”. Essa função é avaliada no hipercubo $x_i \in [-1, 1]$ para $i = 1, \dots, d$, com um mínimo global $f(\mathbf{x}^*)=0$ em $\mathbf{x}^*=(0, \dots, 0)$. Este problema é interessante para a otimização devido à sua simplicidade e por permitir uma análise eficiente de métodos de busca em um espaço de baixa dimensão.

O objetivo deste projeto foi implementar a função de soma de diferentes potências e realizar duas abordagens de busca para encontrar o mínimo: uma busca sequencial e uma busca aleatória, ambas dentro do domínio especificado. Em seguida, as avaliações foram analisadas e visualizadas.

Metodologia

Para abordar a otimização do problema, foram aplicados dois métodos de busca distintos:

Busca Sequencial: Nesta abordagem, o espaço de busca $[-1, 1]$ foi discretizado em 1000 pontos uniformemente espaçados para avaliar a função de forma sequencial. Essa estratégia é adequada para espaços de baixa dimensão, uma vez que permite examinar sistematicamente o espaço de busca e identificar o mínimo.

Busca Aleatória: Nesta abordagem, realizamos 10 execuções independentes, onde cada execução gerou 1000 pontos aleatórios dentro do

intervalo $[-1,1]$. Em cada execução, a função foi avaliada em cada ponto gerado. Essa técnica permite uma exploração mais ampla e não estruturada do espaço, captando potenciais mínimos em regiões menos esperadas.

Métricas e Análise Estatística

Após a execução de cada abordagem, calculamos as seguintes métricas estatísticas para avaliar a qualidade dos resultados:

- **Melhor Resultado:** O menor valor de $f(x)$ encontrado.
- **Pior Resultado:** O maior valor de $f(x)$ encontrado.
- **Média e Mediana** dos valores obtidos, para entender a tendência central.
- **Desvio Padrão** dos valores, indicando a variabilidade.
- **Tempo de Execução** de cada abordagem para avaliar a eficiência.

	Execução	Melhor Resultado	Pior Resultado	Média	Mediana	Desvio Padrão	Tempo (s)
0	Aleatória 1	0.002703	1.955887	0.830337	0.826816	0.415997	0.076090
1	Aleatória 2	0.006942	1.992816	0.836291	0.832702	0.411716	0.115675
2	Aleatória 3	0.004573	1.974443	0.837483	0.828695	0.412626	0.083027
3	Aleatória 4	0.001863	1.973915	0.828982	0.817426	0.411873	0.067100
4	Aleatória 5	0.001758	1.959342	0.824367	0.815464	0.416905	0.077840
5	Aleatória 6	0.002192	1.983372	0.823821	0.818721	0.414074	0.073855
6	Aleatória 7	0.003660	1.982654	0.835877	0.829833	0.408564	0.069640
7	Aleatória 8	0.001891	1.979018	0.838031	0.825328	0.418442	0.066361
8	Aleatória 9	0.001797	1.984357	0.831432	0.821000	0.412003	0.076622
9	Aleatória 10	0.004557	1.965068	0.836021	0.833012	0.411032	0.083243
10	Sequencial	2.000000	2.000000	2.000000	2.000000	0.000000	0.181692

tabela 1: Métricas e Análise Estatística

Visualização dos Resultados

Para melhor entender o comportamento da função, foi solicitado um gráfico tridimensional mostrando a superfície da função para $d=2$, que fornece uma visão clara dos valores de $f(x)$ na região de busca. Além disso, foi gerado um gráfico de dispersão com os pontos avaliados e os melhores pontos destacados, proporcionando uma visão visual da distribuição dos valores da função ao longo das execuções.

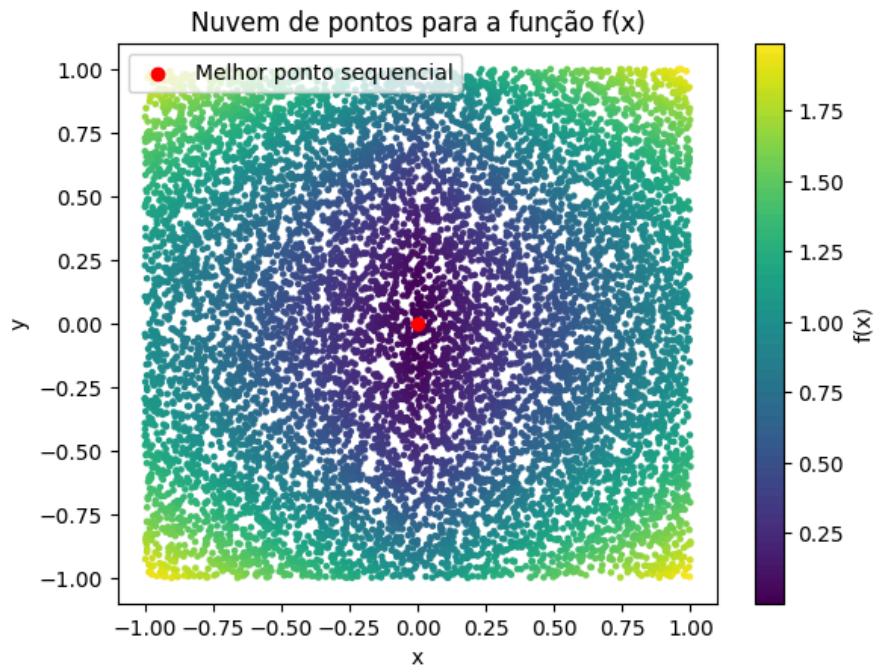


gráfico 1 : nuvem de pontos 2d na execução sequencial.

Comparação de Avaliações da Função em Busca Sequencial e Aleatória (3D)

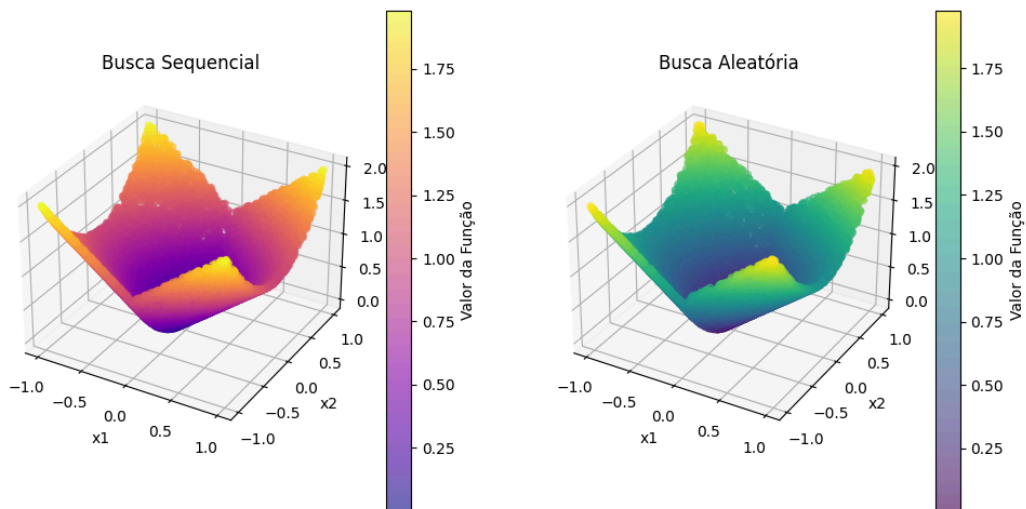


gráfico 2 : nuvens de pontos 3d

Solução e Implementação

A implementação envolveu os seguintes passos:

1. **Definição da Função:** A função $f(x)$ foi implementada em Python para calcular a soma das potências dos elementos do vetor x .
2. **Execução das Buscas:**
 - A **busca sequencial** foi realizada gerando uma sequência de pontos igualmente espaçados entre $[-1, 1]$.

- A **busca aleatória** foi realizada 10 vezes, cada vez gerando 1000 pontos aleatórios no intervalo.
- 3. **Cálculo das Estatísticas:** Para cada conjunto de resultados, calculamos o melhor, pior, média, mediana, desvio padrão e o tempo de execução.
- 4. **Geração dos Gráficos:**
 - Um gráfico 3D foi planejado para visualizar a função no intervalo $[-1,1]$ em duas dimensões.
 - Um gráfico de dispersão foi feito para representar os pontos avaliados, destacando os melhores valores obtidos.

Resultados

Os resultados mostraram uma variação significativa na busca aleatória, refletida pelo desvio padrão e pelos melhores e piores valores obtidos nas execuções. A busca sequencial, embora sistemática, apresentou um valor de função constante, refletindo a limitação da discretização ao explorar o espaço de busca.

Conclusão

A análise das duas abordagens indica que, para funções simples e bem definidas como a Função de Soma de Diferentes Potências, a **busca sequencial** pode ser eficiente, mas limitada pela discretização. A **busca aleatória**, por outro lado, explora mais amplamente o espaço e é útil para identificar valores baixos, embora com maior variabilidade nos resultados.

Esse estudo demonstra a importância de ajustar a abordagem de busca conforme a complexidade e dimensionalidade da função alvo, evidenciando que métodos como a busca aleatória podem fornecer alternativas viáveis em problemas onde a otimização exata não é essencial ou é impraticável.