

## Laboratório 3 - Otimização com Métodos de Busca Local

**Carlos R. A. Figueiredo<sup>1</sup>**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Laboratório de Inteligência Artificial para Robótica Móvel - CT-213. Professor Marcos Ricardo Omena de Albuquerque Máximo, São José dos Campos, São Paulo, 31 de março de 2021.

<sup>1</sup>E-eletrônico: carlos.figueiredo@ga.ita.br

### Descrição em alto nível da implementação:

Foram implementados três algoritmos que são métodos de otimização que procuram buscar iterativamente locais ótimos próximo ao chute inicial.

No caso do algoritmo Gradient Descent (figura 1) calcula-se o gradiente e supõe-se que ele dará a direção de máximo crescimento da função, com isso é seguido a direção contrária ao gradiente. Ele possui uma taxa de aprendizagem ( $\alpha$ ) que é um hiperparâmetro, já sendo sugerido o valor de  $\alpha$  adquirido anteriormente por tentativa e erro.

No algoritmo Hill Climbing (figura 2) , existe a vantagem de não precisar ser calculado a derivada, apenas é necessário observar os vizinhos da posição atual e seguir para o vizinho com menor custo.

O algoritmo Simulated Annealing (figura 3) é parecido com o Hill Climbing, porém ele aceita a possibilidade de se caminhar para estados piores. Nele o vizinho é escolhido randomicamente e caso o custo seja menor que o estado atual é trocado. Nesse caso existe também uma possibilidade de que o estado seja trocado para aquele vizinho mesmo que o custo seja maior.

É possível observar na figura 4 que os algoritmos se comportam de maneira semelhante, porém cada um com suas peculiaridades, e para essa simulação foram encontradas soluções muito semelhantes.

Figura 1. Gráfico da trajetória pelo algoritmo Gradient Descent

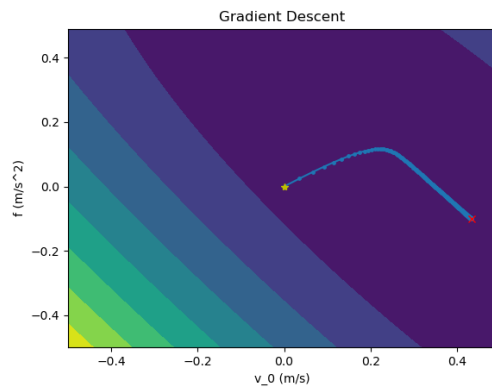


Figura 2. Gráfico da trajetória pelo algoritmo Hill Climbing

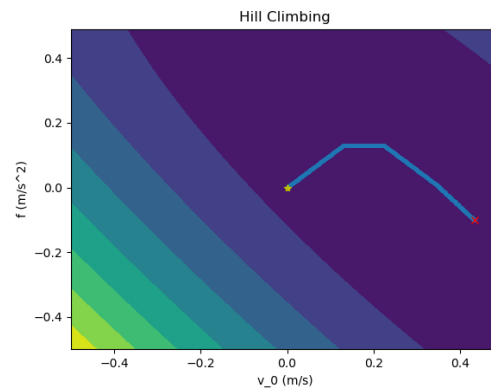


Figura 3. Gráfico da trajetória pelo algoritmo Simulated Annealing

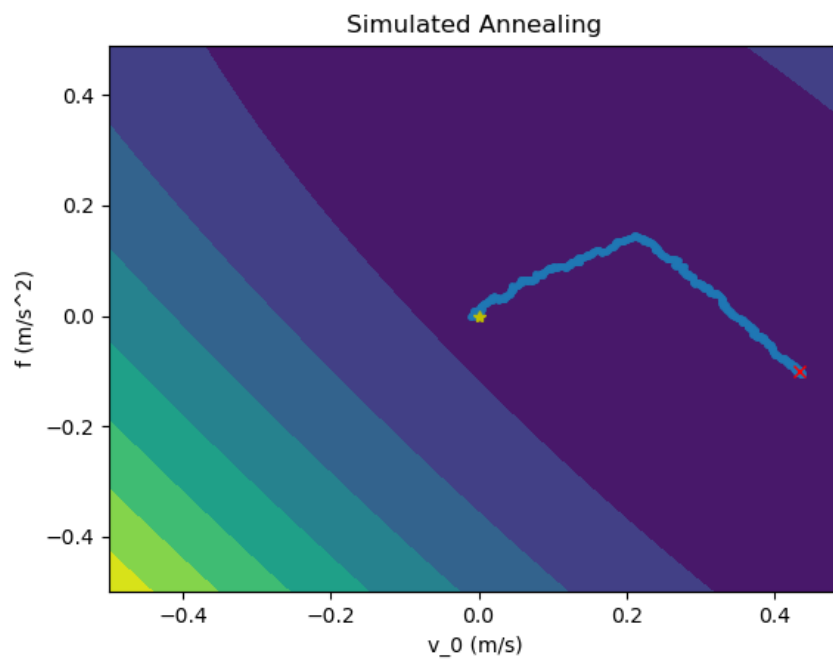
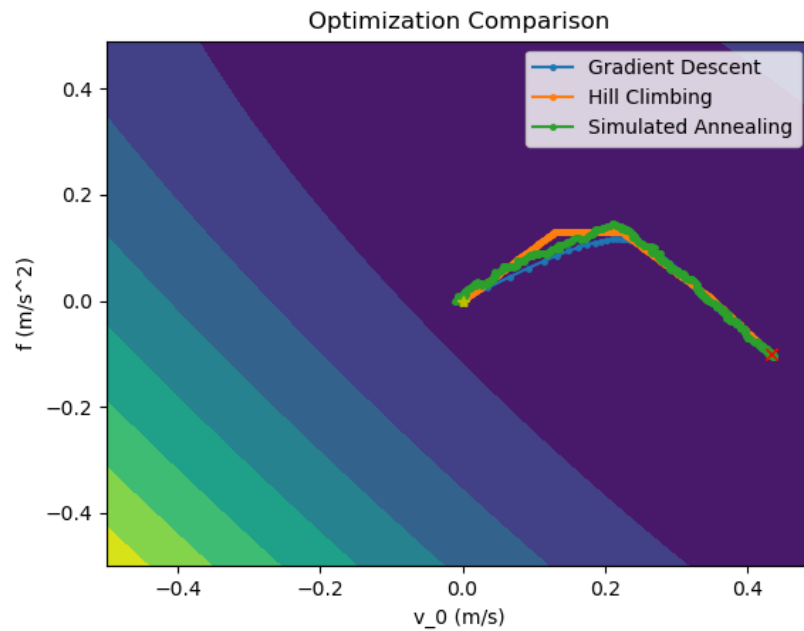
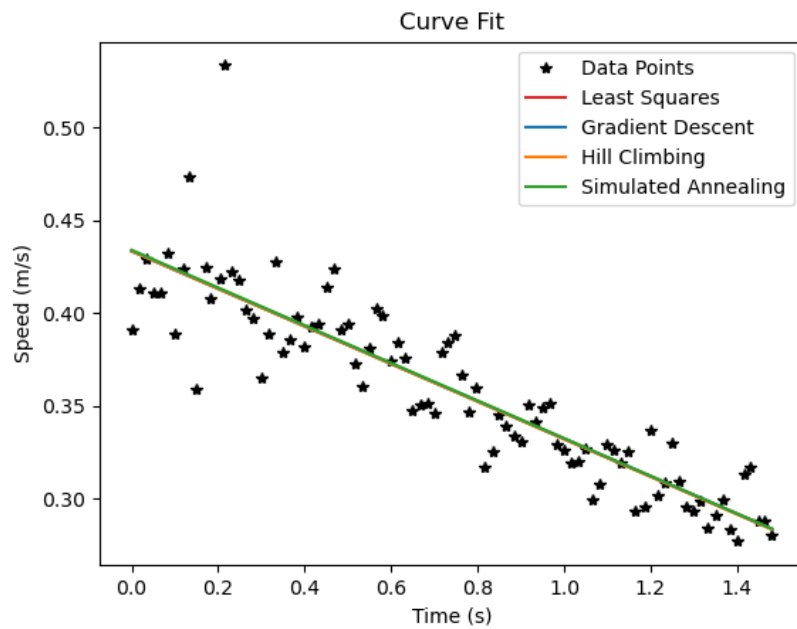


Figura 4. Comparação das trajetórias de otimização dos três algoritmos utilizados.



Na figura 5 é possível perceber que, quando é feito o ajuste à curva, todos os algoritmos se comportam de maneira semelhante, ficando praticamente sobrepostos.

Figura 5. Comparação de ajuste a curva dos três algoritmos de otimização estudados e do mínimos quadrados.



Os valores abaixo representam a solução (X e Y) encontrada pelo MMQ e pelos três algoritmos utilizados. É possível perceber que todos se igualam na terceira casa decimal e considerando que é um problema brincado a solução de quaisquer dos algoritmos é muito boa.

Least Squares solution:	[ 0.43337277	,	-0.10102096]
Gradient Descent solution:	[ 0.4333707	,	-0.10101849]
Hill Climbing solution:	[0.433411254969542,		-0.1011959594928932]
Simulated Annealing solution:	[ 0.43397656	,	-0.10134529]