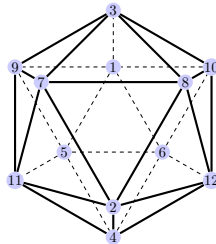


Metaheurísticas - 6 - Busca local (*local search*)

Alexandre Checoli Choueiri

29/03/2023



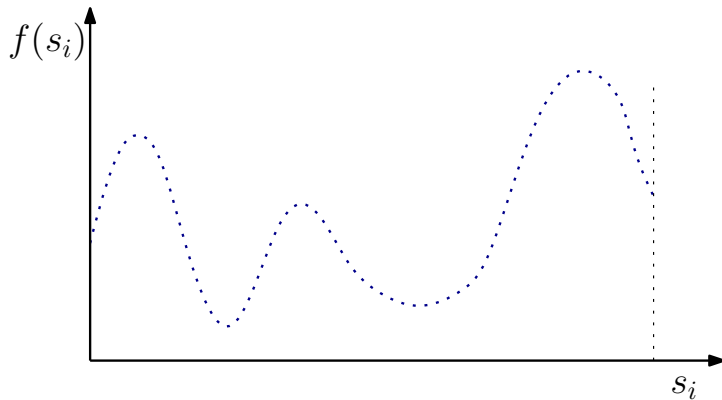
- ① Introdução
- ② Representação visual
- ③ Pseudocódigo
- ④ Seleção do vizinho
- ⑤ Atividade

Busca local

A **Busca Local** (*Local Search*) é provavelmente a mais simples e mais antiga metaheurística. Ela começa com uma **solução inicial**, e a cada iteração faz a substituição da solução por uma **solução vizinha com melhor valor da função objetivo**. A busca é interrompida quando todos os vizinhos da solução atual tem valores piores da função objetivo, ou seja, atinge-se um **ótimo local**.

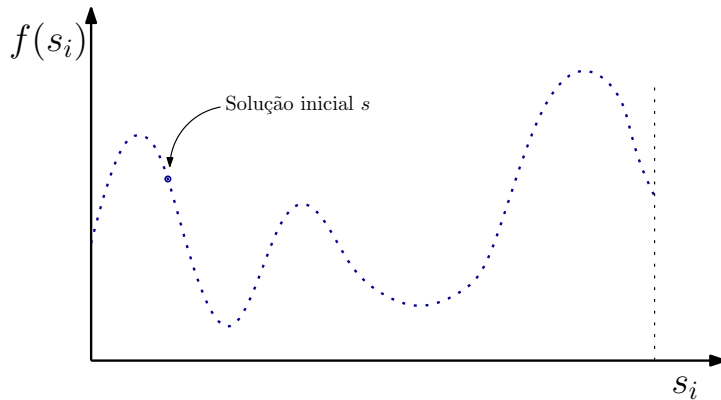
Representação visual

Representação visual



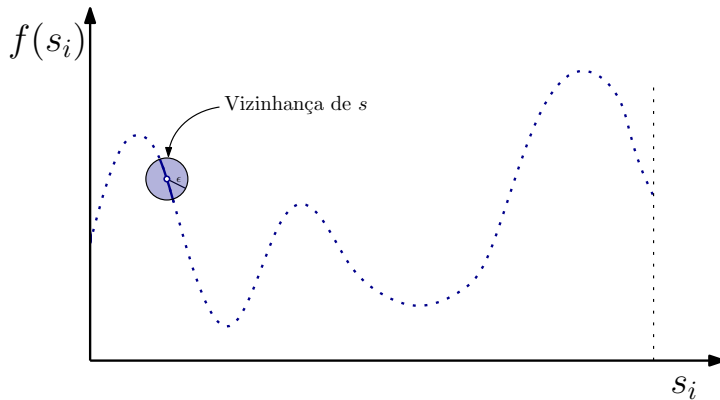
Podemos entender o que a busca local faz usando a nossa representação do *fitness landscape* (considerando um problema de minimização).

Representação visual



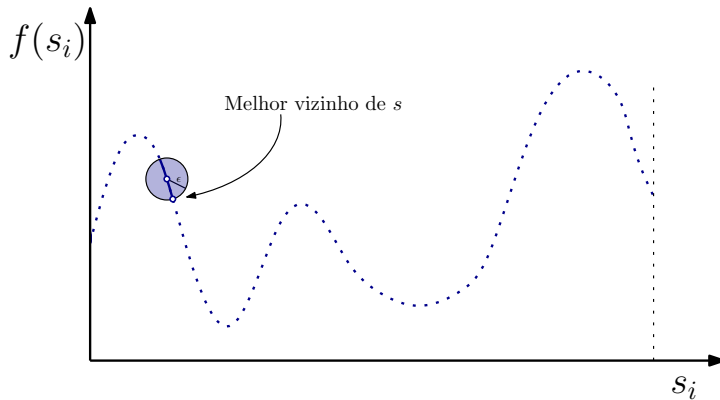
Precisamos de uma solução inicial s para dar início à busca.

Representação visual



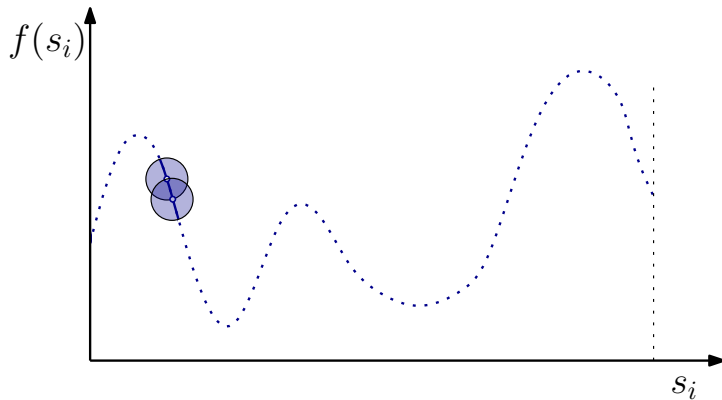
Em seguida, considerando alguma estrutura de vizinhança N geramos os vizinhos de s .

Representação visual



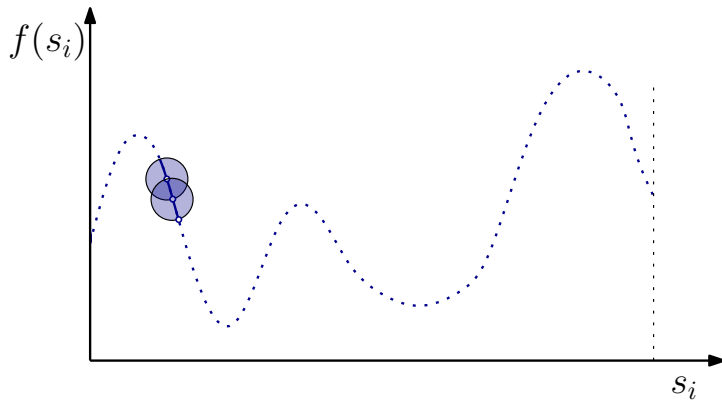
Verificamos então se existe alguma solução vizinha s' com valor da função objetivo melhor do que a solução atual.

Representação visual



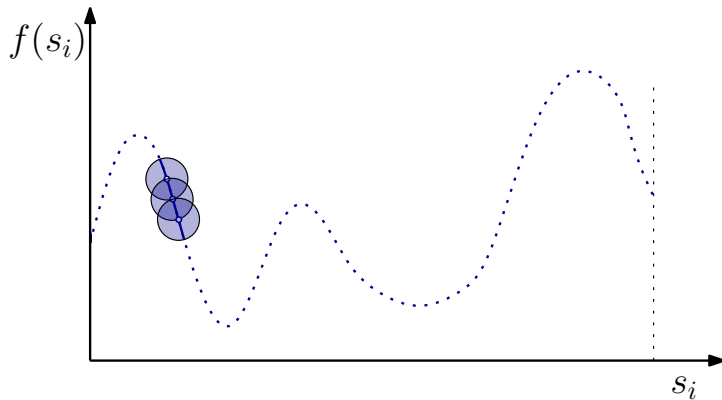
Se existe, substituímos a solução inicial pelo vizinho encontrado s' , e novamente geramos os seus vizinhos.

Representação visual



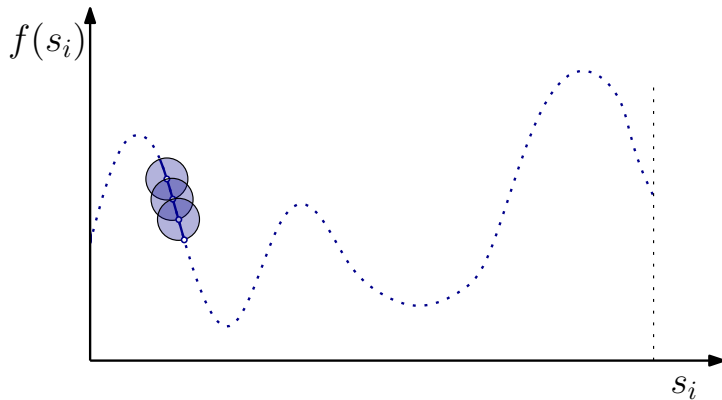
O processo é então repetido até que nenhuma solução vizinha tenha um valor de função objetivo melhor do que a solução atual.

Representação visual



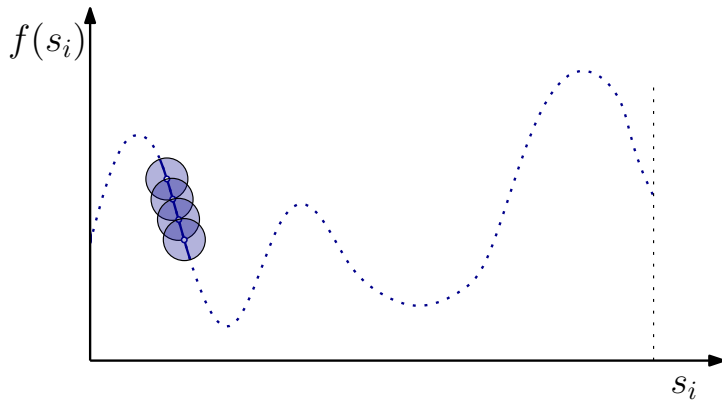
O processo é então repetido até que nenhuma solução vizinha tenha um valor de função objetivo melhor do que a solução atual.

Representação visual



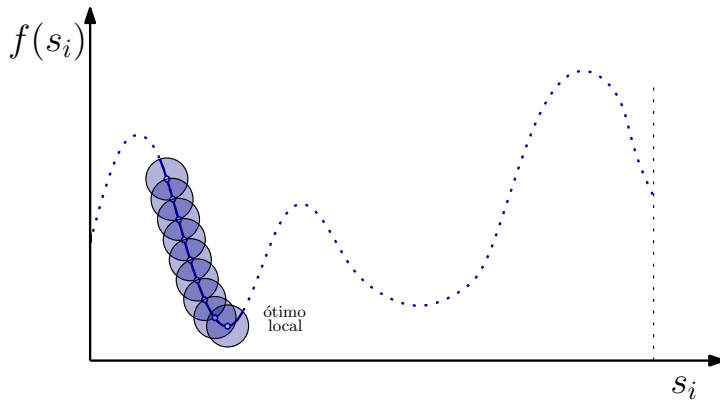
O processo é então repetido até que nenhuma solução vizinha tenha um valor de função objetivo melhor do que a solução atual.

Representação visual



O processo é então repetido até que nenhuma solução vizinha tenha um valor de função objetivo melhor do que a solução atual.

Representação visual



No fim do algoritmo a busca local **encontra o ótimo local** em relação à vizinhança N .

Pseudocódigo

Pseudocódigo

Abaixo segue um pseudocódigo template da busca local.

Algorithm 1 Template genérico busca local

```
s = GeraSolInicial()                                ▷ Gera uma solução inicial
while Critério de parada não for satisfeito do
    V = GeraVizinhos( $\mathbb{N}(s)$ )                                ▷ Gera vizinhos de s
    s' = Selecciona(V)                                ▷ Selecciona um vizinho de s, s'
    if s' for melhor do que s then
        s = s'                                            ▷ Substitui s por s'
    else
        Pare
    end if
end while
return s.
```

Pseudocódigo

Componentes no design do algoritmo

Em que:

1. GeraSolInicial(): Gera uma solução inicial para o problema (*Greedy*, por exemplo).
2. GeraVizinhos($\mathbb{N}(s)$): Gera os vizinhos de s pela estrutura de vizinhança \mathbb{N} .
3. Seleciona(V): Seleciona algum vizinho de $s \in \mathbb{N}(s)$.

Pseudocódigo

Componentes no design do algoritmo

Em que:

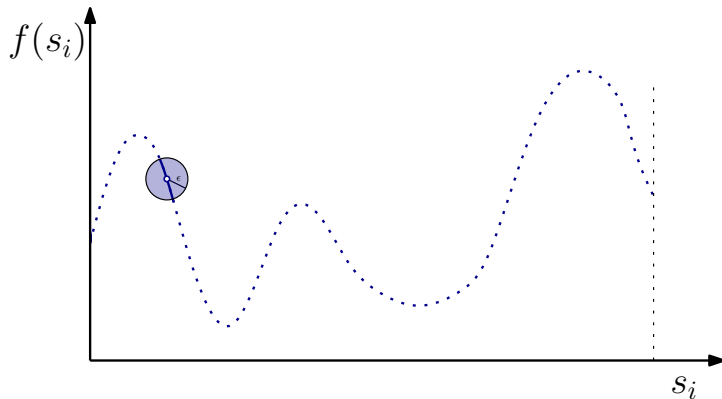
1. GeraSolInicial(): Gera uma solução inicial para o problema (*Greedy*, por exemplo).
2. GeraVizinhos($\mathbb{N}(s)$): Gera os vizinhos de s pela estrutura de vizinhança \mathbb{N} .
3. Selecciona(V): Selecciona algum vizinho de $s \in \mathbb{N}(s)$.

Dessa forma, **existem 3 decisões importantes** ao se fazer o design da Busca Local. Já vimos métodos para gerar uma solução inicial e os conceitos de geração de vizinhança, falta definir a **forma de seleção do vizinho**.

Seleção do vizinho

Busca Local

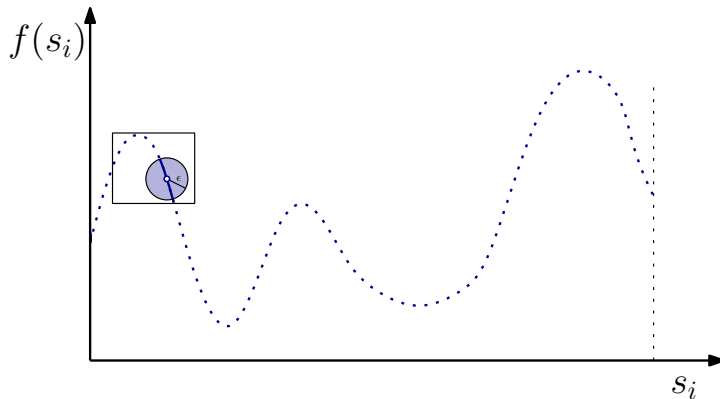
Seleção do vizinho



Verificando o *fitness landscape* para a busca local

Busca Local

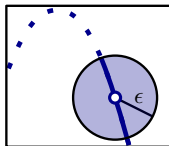
Seleção do vizinho



Mais especificamente na etapa de geração dos vizinhos.

Busca Local

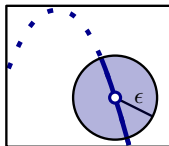
Seleção do vizinho



A busca local **nunca** aceita vizinhos com valores piores da função objetivo.

Busca Local

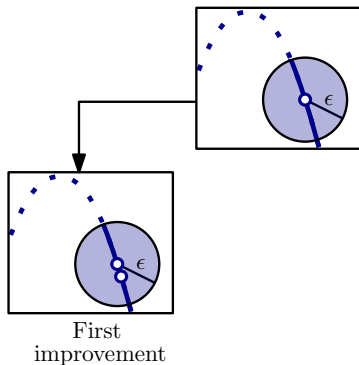
Seleção do vizinho



Mas podem existir **diversos vizinhos** com valores melhores, qual escolher então?

Busca Local

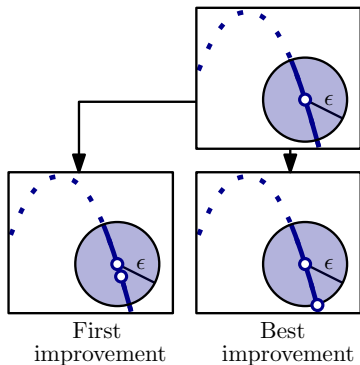
Seleção do vizinho



Uma opção é escolher o primeiro vizinho com função melhor que a solução atual, esse método de seleção é chamado de *first improvement* (primeira melhoria).

Busca Local

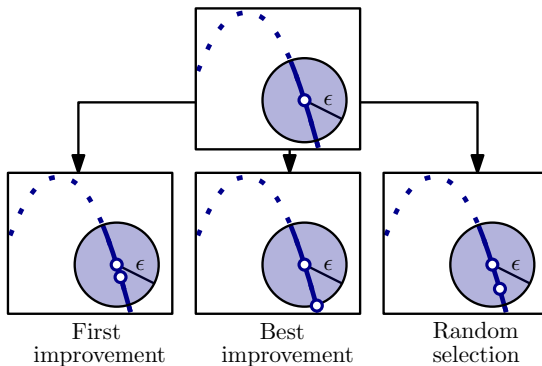
Seleção do vizinho



Podemos ainda gerar toda a vizinhança e escolher o vizinho com a melhor função objetivo, esse método de seleção é chamado de *best improvement* (melhor "melhoria").

Busca Local

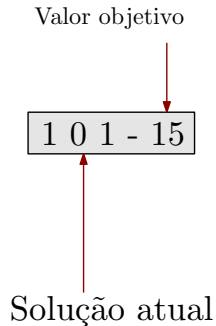
Seleção do vizinho



Um terceiro método consiste em, dentre todos os vizinhos que são melhores que a solução atual, selecionar um aleatoriamente, esse método é chamado de *random selection* (seleção aleatória).

Busca Local

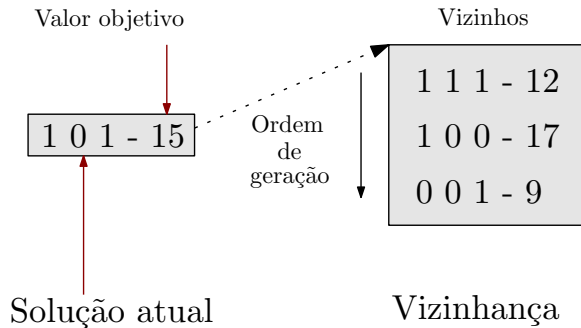
Seleção do vizinho - exemplo



Por exemplo, considere um problema (de minimização) com representação binária e o operador *flip*.

Busca Local

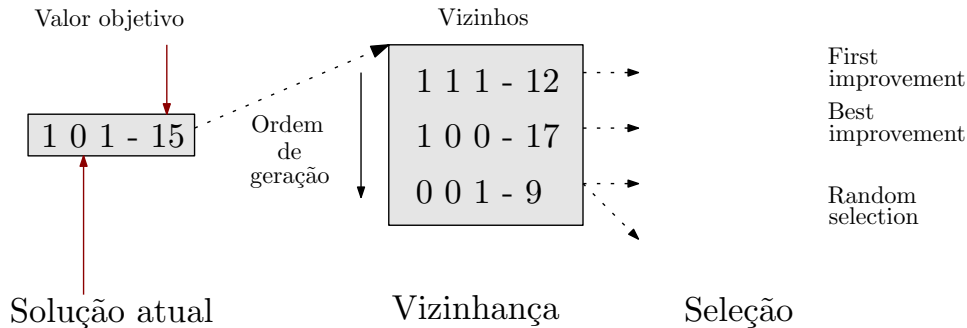
Seleção do vizinho - exemplo



Os vizinhos da solução inicial, bem como seus valores de função objetivo são mostrados acima.

Busca Local

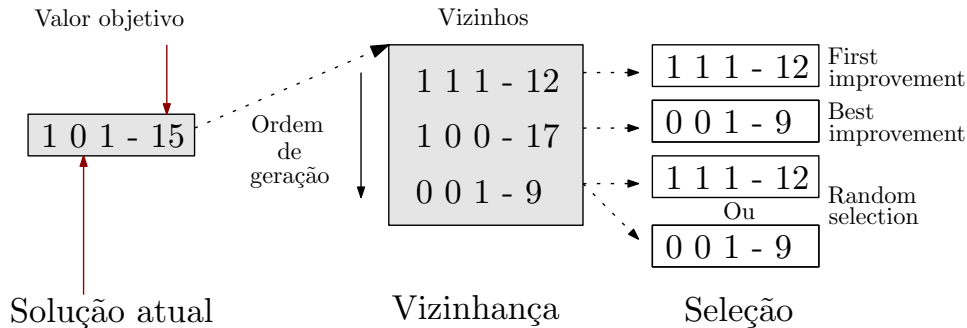
Seleção do vizinho - exemplo



Quais soluções seriam escolhidas, de acordo com os tipos de seleção possíveis?

Busca Local

Seleção do vizinho - conclusões



Quais soluções seriam escolhidas, de acordo com os tipos de seleção possíveis?

Conclusões

Nota-se que o método *Best Improvement* gera **toda** a vizinhança da solução s , o que pode ser **computacionalmente caro**. Já o *First Improvement* não seleciona o melhor vizinho, porém o tempo de geração é muito menor. Em muitas aplicações na prática têm-se observado que estratégia *First Improvement* leva a soluções de **mesma qualidade** da *Best Improvement* em menos tempo computacional (**mas isso não é uma regra!**).

Atividade

Atividade 1

1. Considerando o problema de sua escolha, busque pelo menos 2 artigos científicos em que o algoritmo de busca local é utilizado (geralmente a etapa de busca local é usada como uma parte de outros algoritmos). Nesses artigos identifique:
 - 1.1 As estruturas de vizinhança utilizadas.
 - 1.2 Qual o método de seleção do vizinho utilizado.