

Simulated Annealing

Marcos Castro

Otimização

- Otimização é a escolha do melhor elemento em um conjunto de alternativas disponíveis.
- O melhor elemento pode variar de um simples valor inteiro que maximiza ou minimiza uma função até estruturas complexas (exemplo: melhor arranjo de um time de robôs).
- A área da otimização é composta por várias subáreas:
 - Programação inteira (variáveis se restringem a valores inteiros)
 - Otimização Estocástica (restrições dependem de variáveis aleatórias)
 - Etc.

Algoritmos exatos

- Vantagem: garante a solução ótima.
- Desvantagens:
 - Custo de tempo
 - Modelagem complexa

Heurísticas

- Heurísticas são técnicas que buscam boas soluções a um custo computacional razoável.
- As heurísticas **não** garantem a otimalidade.
- As heurísticas geralmente são fáceis de implementar, trata-se de uma ferramenta eficiente para resolver problemas reais.
- A desvantagem das heurísticas é a dificuldade de se escapar de ótimos locais.
- A metodologia metaheurística surgiu para possibilitar sair desses ótimos locais permitindo a busca em regiões mais promissoras.

Metaheurística

- Metaheurísticas são procedimentos que empregam estratégias para escapar de mínimos locais em espaços de busca de soluções complexas.
- Uma metaheurística visa a produzir um resultado satisfatório para um problema, mas não garante a otimalidade.
- Metaheurísticas são aplicadas para encontrar respostas a problemas sobre os quais há poucas informações e que a estratégia de força bruta é desconsiderada por conta do espaço de solução ser muito grande.

Metaheurística

- Ejemplos de metaheurísticas:
 - Tabu Search
 - Simulated Annealing
 - Genetic Algorithms
 - Ant Colony Optimization

Vizinhança

- Tem-se o conceito de vizinhança.
- Um vizinho de uma solução S é uma solução S' na qual foi aplicado um movimento (definido anteriormente) modificando a solução corrente.

Simulated Annealing

- Trata-se de um algoritmo de busca local baseado no conceito de recozimento (“annealing”).
- O processo de recozimento consiste em aquecer um metal até o ponto de fusão e então resfriá-lo lentamente permitindo que suas moléculas alcancem uma configuração de baixa energia e formem uma estrutura cristalina, livre de defeitos.
- Simulated Annealing estabelece uma conexão entre o comportamento termodinâmico e a busca pelo máximo/mínimo global de um problema de otimização discreto.

Simulated Annealing

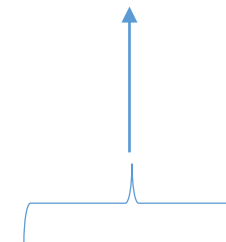
- A cada iteração, a função objetivo gera valores para duas soluções: a atual e a escolhida. Essas soluções são comparadas e, então, as soluções melhores que a atual são sempre aceitas, enquanto que uma fração das soluções piores que a atual são aceitas na esperança de se escapar de um mínimo/máximo local.
- A cada iteração, a temperatura é reduzida o que diminui a probabilidade de escolha de uma solução menos promissora e aumenta a tendência de se melhorar a solução atual.

Simulated Annealing

- Algoritmo:

```
01: T ← temperatura com valor elevado
02: S ← solução candidata inicial qualquer
03: Melhor ← S
04: repita
05:   R ← GerarVizinho( S )
06:   se Qualidade(R) > Qualidade(S) ou se Aleatorio() < P(R,S,T) então
07:     S ← R
08:   T ← NovaTemperatura(T)
09:   se Qualidade(S) > Qualidade(Melhor) então
10:     Melhor ← S
11: até que Melhor seja a solução ideal, ou o tempo tenha esgotado, ou T < 0
12: devolva Melhor
```

$$P(R,S,T) = \exp(\text{Qualidade}(R) - \text{Qualidade}(S)) \div T$$



Simulated Annealing

- O processo começa com um valor de temperatura T elevado e a cada T geram-se soluções até que o equilíbrio àquela temperatura seja alcançado.
- A temperatura é então rebaixada e o processo prossegue até o congelamento.
- Quanto maior a **temperatura**, maior a probabilidade da aceitação de uma solução de piora.
- Quanto menor a **temperatura**, menor a probabilidade de aceitação de uma solução de piora.

Simulated Annealing

- O método termina quando a temperatura se aproxima do zero.
- Quando a temperatura é elevada (início do processo), a chance de se aceitar soluções de piora é maior.
- As soluções de piora são aceitas para escapar de mínimos locais.
- A probabilidade de se aceitar soluções de piora depende da **temperatura**.
- Quanto menor a **temperatura**, menor a probabilidade de se aceitar soluções de piora.

Simulated Annealing

- Ao final do processo praticamente não se aceita soluções de piora.
- Os parâmetros mais adequados para o algoritmo são obtidos através de **experimentação**.

Contato

mcastrosouza@live.com

www.geeksbr.com

<http://github.com/marcoscastro>

www.youtube.com/c/marcoscastrosouza