

Implementação de uma metaheurística para o Problema do Caixeiro Viajante

Ronaldo de Figueiredo Silveira

9 de junho de 2015

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo a apresentação de um algoritmo meta-heurístico para o Problema do Caixeiro Viajante (PCV) bem como a análise da sua complexidade e a comparação com algoritmos.

Palavras-Chave: PCV, Caixeiro Viajante, Algoritmo meta-heurístico

1 Introdução

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) não possui data definida, mas estima-se que no século XIX já se falava dele, apesar de ter sido realmente estudado no século XX em Harvard e Viena^[1]. Entretanto o problema, com esse nome, ficou mundialmente conhecido em 1950^[2]. PCV é um problema que visa encontrar o menor caminho com certas características, num conjunto de cidades e estradas que ligam essas cidades. As características são:

1. Deve passar por todas as cidades exatamente uma vez. Nem mais, nem menos.
2. Deve começar de uma cidade, digamos, v_0 e voltar à mesma cidade no final.

Assim, temos que o problema pode ser traduzido para: encontrar o menor ciclo hamiltoniano em um grafo.

O Problema do Caixeiro Viajante pode parecer bastante simples à primeira vista, já que é um problema que se assemelha a muitos problemas do mundo real. Entretanto esse, ao ser implementado, percebe-se a complexidade enorme de encontrar tal ciclo.

Esse problema pode ser definido, formalmente como: Dado um grafo $G = (V, E)$, onde V é o conjunto de vértices e E o conjunto de arestas, encontrar a permutação de vértices que forme um circuito hamiltoniano e minimize seu custo.

Em 1972, Richard Karp demonstrou que o problema do ciclo hamiltoniano é da classe NP-Completo^[3]. Sendo assim, seu equivalente em otimização, o Caixeiro Viajante, é um problema NP-Difícil.

2 A meta-heurística

2.1 Meta-heurísticas e busca tabu

Uma meta-heurística, é uma forma heurística de resolução de problemas genéricos de otimização^[4]. Isto é, a meta-heurística é uma espécie de framework que pode ser utilizado para resolver diversos problemas considerados difíceis (problemas NP-árduos como o PCV supracitados são exemplos).

A meta-heurística se diferencia da heurística no que se diz respeito a utilização. A primeira é utilizada de modo geral, em diversos tipos de problemas de otimização, enquanto a segunda é específica para um problema. Como exemplos temos a meta-heurística Simulated Annealing e a heurística da inserção da aresta mínima (Problema do Caixeiro Viajante).

A meta-heurística escolhida para o presente trabalho foi a busca tabu. Essa funciona da maneira que segue:

Uma solução heurística para o problema é encontrada e, sobre esta, aplicamos as operações de vizinhança, como em uma busca local. Entretanto, a busca tabu utiliza de um artifício para não causar um grande número de repetições nas soluções vizinhas encontradas (o que acontece com a busca local).

Esse artifício é a utilização de uma tabela, ou uma lista tabu, na qual são armazenados os movimentos já realizados recentemente, os quais serão "proibidos" de se repetirem. Assim, causamos uma diversificação e uma intensificação maior nos resultados.

2.2 A busca tabu aplicada ao PCV

O algoritmo implementado aplica a busca tabu ao Problema do Caixeiro Viajante. O PCV, como já citado anteriormente, é um problema NP-Difícil, portanto é interessante, para aproximarmos os resultados, o uso de meta-heurísticas.

A primeira parte a ser entendida é a solução inicial. Nesse projeto, a solução inicial foi obtida através da utilização da heurística do vizinho mais próximo para cada um dos vértices como inicial. Ou seja, utilizamos essa heurística n vezes, e encontramos, dentre os resultados, o de menor custo.

Após isso, temos a operação de vizinhança escolhida. Dada uma solução (representada por um vetor de inteiros - a sequência de vértices do ciclo), ela consiste em realizar permutações de modo que, inicialmente, o primeiro nó troque com outro se a solução gerada tiver custo menor do que a solução original (da qual queremos gerar o conjunto de vizinhos). Sendo assim, ao iniciar a operação temos um nodo de troca (V_k) setado para o primeiro nó do ciclo inicial. A partir do momento em que ocorre essa troca, setamos o novo nodo de troca (V_k) para o que trocamos com o inicial. Esse ciclo de trocas é repetido n vezes.

O algoritmo da busca tabu em si, gera a vizinhança da solução inicial e, para cada vizinho gerado, gera-se a vizinhança deste, selecionando das n vizinhanças, uma solução de menor custo.

A lista tabu vai incluir os movimentos de troca, com seus respectivos vértices. Por exemplo, ao trocarmos o vértice 3 com o 8, teremos, na lista tabu, o vetor [3,8], simbolizando esse movimento, que não poderá ser repetido até a lista atingir o seu tamanho máximo, quando o primeiro elemento da lista é retirado para a adição de outro no fim desta.

Referências

- [1] Wikipedia. *Problema do Caixeiro-Viajante*, 2015. http://pt.wikipedia.org/wiki/Problema_do_caixeiro-viajante [Acessado em: 27/04/2015].
- [2] David L. [et al.] Applegate. The travelling salesman problem: a computational study. *Princeton: Princeton University Press*, 2006.
- [3] Richard M. Karp. Reducibility among combinatorial problems. *Complexity of Computer Computations*, pages 85–103, 1972.
- [4] Leonora Bianchi; Marco Dorigo; Luca Maria Gambardella; Walter J. Gutjahr. A survey on metaheuristics for stochastic combinatorial optimization. *Natural Computing: an international journal*, 2009.