

## **COMPARATIVO DE ALGORITMO DE ROTA MÍNIMA AUTORAL COM APLICAÇÕES PRESENTES NO MERCADO<sup>1</sup>**

### *COMPARISON BETWEEN AUTHORIAL MINIMUM ROUTE ALGORITHM AGAINST MARKET APPLICATIONS*

**ANDRÉ LUIZ PEREIRA DE ALMEIDA<sup>2</sup>**

#### **Resumo:**

Este trabalho tem por finalidade comparar os resultados obtidos com um algoritmo de autoria própria com os mecanismos de mapeamento semelhantes no mercado, será feita uma revisão quanto ao campo de inteligência artificial e grafos computacionais temas estes envolvidos no assunto. Em um segunda instância será apresentado o resultado do algoritmo autoral em comparação às aplicações disponíveis no mercado, analisando as discrepâncias nos resultados.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial. Grafos. Caminho mínimo. Dijkstra. Python

#### **Abstract:**

**Key-words:** Palavra 1. Palavra 2. Palavra 3.

#### **Introdução**

A inteligência artificial é um campo de estudo que os principais pesquisadores e livros didáticos definem o campo como "o estudo e projeto de agentes inteligentes", onde um agente

---

<sup>1</sup> Trabalho orientado pelo Prof. Dr. João Henrique Gião Borges. Docente do Curso de Engenharia de Computação da Universidade de Araraquara-UNIARA. Araraquara-SP. E-mail:

<sup>2</sup> Graduando do curso de Engenharia de Computação da UNIARA. E-mail: andre\_almeida15@hotmail.com.

inteligente é um sistema que percebe seu ambiente e toma atitudes que maximizam suas chances de sucesso.

O desenvolvimento da área começou logo após a Segunda Guerra Mundial, com o artigo "*Computing Machinery and Intelligence*" do matemático inglês Alan Turing no ano de 1950 e o termo IA foi definido em 1956 por John McCarthy como "a ciência e engenharia de produzir máquinas inteligentes".

É uma área de pesquisa da computação dedicada a buscar métodos ou dispositivos computacionais que possuam ou multipliquem a capacidade racional do ser humano de resolver problemas, pensar ou, de forma ampla, ser inteligente. Também pode ser definida como o ramo da ciência da computação que se ocupa do comportamento inteligente (Luger, 2004) ou ainda, o estudo de como fazer os computadores realizarem coisas que, atualmente, os humanos fazem melhor (Rich, 1994).

### **Teoria Dos Grafos**

A teoria de grafos é um ramo da matemática, iniciado por Euler em 1736 que tem por principal função representar objetos e as relações entre eles.

Os grafos são estruturas discretas que consistem em vértices e arestas que ligam estes vértices. Problemas em quase todas as disciplinas concebíveis podem ser resolvidos usando modelos de grafos. (Rosen, 2009).

Uma definição de grafos mais voltada à parte matemática é a dada por Biggs:

*“Formalmente um grafo padrão  $G$  consiste de três elementos: um conjunto  $V(G)$ , um conjunto  $E(G)$  e relações de incidência, que são, um subconjunto de  $V(G) \times E(G)$ . O elemento de  $V(G)$  é chamado de vértice, um elemento de  $E(G)$  é chamado de aresta e a para uma relação de incidência é necessário que uma aresta seja ligado com um vértice (chamado loop) ou dois vértices.” (BIGGS, 1974)*

### **Tipos de grafos**

Os grafos podem apresentar diversas características que os distinguem uns dos outros. O grafo no qual o trabalho se baseará foi obtido a partir da seleção de 48 cidades do interior do estado de São Paulo e pode ser caracterizado conforme abaixo:

Rosen (2009) define um grafo simples como sendo “um grafo na qual cada aresta conecta dois vértices diferentes e duas arestas nunca conectam o mesmo par de vértices”. Já Gersting define que um grafo simples “é um grafo que não tenha arestas paralelas nem laços. Um vértice isolado não é adjacente a qualquer outro vértice”.

Segundo Cormen 2014 , “em um grafo que modele uma rede rodoviária, cada vértice representa uma intersecção, e cada aresta dirigida representa uma estrada que se pode percorrer em uma direção entre as intersecções”. Assim, para podermos trabalhar com um modelo rodoviário mais de uma aresta estará conectada a um par de vértices e assim denomina-se os multigrafos.

Grafo conexo é assim designado “se houver um caminho entre quaisquer dois vértices” (Gersting, 1995).

### **Representações de um Grafo**

Segundo Gersting, “A maior vantagem dos grafos é sua representação visual das informações. Mas para o armazenamento e manipulação de grafos por um computador, esta informação precisa ser representada de outras maneiras.”

“Ao invés dela, usam-se duas estruturas de dados: uma matriz de adjacências ou uma lista de adjacências.” (Gersting, 1995).

A representação gráfica do grafo base deste trabalho está demonstrado na imagem abaixo.

### **IMAGEM DO GRAFO DAS CIDADES**

### **Algoritmo De Dijkstra E O Problema De Caminhos Mínimos**

*“Admita que temos um grafo simples, ponderado e conexo, onde os pesos são todos positivos. Então existe um caminho entre quaisquer dois vértices  $x$  e  $y$ . De fato, pode haver vários desses caminhos. A pergunta é como encontrar um caminho com o menor peso? Como os pesos geralmente representam distâncias, este problema ficou conhecido como o problema do "caminho mínimo". Ele é um problema importante a ser resolvido para redes de computadores ou de comunicações, onde a informação em um vértice precisa ser transmitida a outro vértice da maneira mais eficiente possível, ou para uma rede de transportes, onde os produtos de uma cidade precisam ser levados a outra.” (Gersting, 1995)*

*“Quando o seu GPS determina a rota mais rápida entre a sua localização atual e um destino especificado, está resolvendo o problema do caminho mínimo. Para isso, o aparelho provavelmente usa um algoritmo que encontra todos os caminhos mínimos que partem de uma fonte única, mas o GPS só dá atenção ao caminho mínimo que ele encontra até o destino específico.” (CORMEN, 2014)*

### **O Algoritmo Autoral**

O algoritmo autoral foi desenvolvido em linguagem de programação Python e se baseia no problema de caminhos mínimos de dijkstra para encontrar uma melhor rota entre uma origem e um destino.

O grafo no qual o trabalho se baseia foi obtido a partir da seleção de 9 cidades do interior do estado de São Paulo. À partir desta 9 cidades outras foram incluídas no grafo de forma a darem a possibilidade de gerar rotas consistentes quando comparadas aos mecanismos de mapeamento tradicionais do mercado.

As distâncias entre as cidades foram obtidas a partir de uma destas aplicações de mapeamento na internet e inseridas em uma matriz de adjacência. Ainda sobre as distâncias entre as cidades é importante considerar que: o mecanismo de mapeamento utilizado para se obter as distâncias entre as cidades, quando recebe o nome de uma cidade, gera um ponto (longitude e latitude) dentro do perímetro da mesma, e este ponto a designará para a finalidade de traçar uma rota ótima entre dois pontos.

O algoritmo recebe como entradas uma cidade de origem e uma cidade de destino, ele então buscará na matriz de adjacência, na linha que representa o ponto de origem, o ponto com menor distância valorada para prosseguir com a busca. Durante o algoritmo foi restringido que um nó não fosse visitado mais de uma vez. Para otimização da busca o algoritmo irá comparar o trajeto já percorrido até então somado à distância para o próximo ponto com a melhor rota já encontrada e então se a melhor for menor aquela transição será desconsiderada.

## Testes

Os testes foram feitos seguindo os seguintes os seguintes passos:

Escolhe-se uma origem e um destino.

Execução do algoritmo autoral com este par de nós.

Notação da distância e caminho encontrado.

Execução da busca por rota em mecanismos de mercado com o mesmo par.

Notação das distâncias e caminhos encontrados.

Análise dos resultados.

## Conclusão

Durante os testes do algoritmo ao compará-los com os resultados das aplicações de mapeamento do mercado, foram identificadas variações de 5 a 15% na distância total da rota. Pode-se concluir que o algoritmo autoral cumpre com seu objetivo, dentro dos critérios adotados para preparação, criação e testes.

## Referencias Bibliográficas

J. McCarthy, M. L. Minsky, N. Rochester e C.E. Shannon. *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, 1956, 774 páginas.

Luger, George F., *Inteligência Artificial. Estruturas e Estratégias para a Solução de Problemas Complexos*, 4ª ed., Porto Alegre, Bookman, 2004

Rich, Elaine; Knight, Kevin, *Inteligência Artificial*, 2ª ed., McGraw-Hill, 1994

Rosen, Kenneth. H., *Matemática Discreta e suas Aplicações*, 6ª ed, AMGH, 2009

Biggs, Norman L. *Algebraic Graph Theory*, Cambridge University Press, 1974

Cormen, Thomas H., *Desmistificando Algoritmos*, Editora Elsevier 1ª Edição, Rio de Janeiro, 2014, 248 páginas

Gersting, Judith L., *Fundamentos Matemáticos para a Ciência da Computação*, Editora LTC, 3ª edição, Rio de Janeiro, 1995, 518 páginas

olhar:

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642017000400015&lang=pt](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000400015&lang=pt)