Otimização de rotas de entregas de materiais em uma rede hospitalar por meio do algoritmo do problema do caixeiro viajante

<https://periodicos.uninove.br/revistargss/article/view/16570>

Este trabalho teve como objetivo propor opções de roteamento para distribuir materiais médico-hospitalares de um almoxarifado central para 21 hospitais no Estado de Minas Gerais. Trata-se de um estudo aplicado, de abordagem quantitativa, desenvolvido na Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais, a maior rede de hospitais públicos da América Latina. Dessa forma, foram testados alguns modelos para otimizar as entregas de tais itens às unidades. Buscou-se reduzir os custos da distribuição, por meio da redução das distâncias percorridas, quando utilizado mais de um veículo, com diferentes capacidades. Foi implementada uma adaptação do Problema do Caixeiro Viajante, por meio de rotas de entregas periódicas, no software IBM CPLEX, apresentando propostas de roteamento com variáveis com índice. Foram obtidas rotas utilizando mais de um veículo, atendendo a todas as unidades, obedecendo aos quantitativos e às frequências estipuladas pela organização. Ficou demonstrado que o roteamento com a adoção de veículos com maior capacidade pode otimizar as entregas, reduzindo a quilometragem percorrida em 19%, aproximadamente. Ressalta-se a importância deste estudo por tratar de uma rede de hospitais, sendo este um diferencial dentro da literatura da área.

============================================================

Carvalho et al. (2014) argumentam que a gestão de transportes, no que tange à redução de custos, é um impasse para as empresas nos dias de hoje.

No campo da saúde pública brasileira, Oliveira e Musetti (2014) ressaltam que a logística hospitalar é relevante, pois busca evitar interrupções no fornecimento de materiais às unidades e, consequentemente, aos pacientes.

Nesse sentido, destacasse o Problema do Caixeiro Viajante, que propõe um algoritmo para otimização de rotas e que abrange várias adaptações do mundo real (Barbosa, Silla & Kashiwabara, 2015

a programação linear e a otimização combinatória, ambas métodos da Pesquisa Operacional, têm por objetivo maximizar ou minimizar uma função objetivo, obedecendo a restrições de diferentes dados do mundo real e utilizando equações e inequações lineares, dentro de um conjunto finito.

pode-se destacar o Problema do Caixeiro Viajante (PCV) – ou, em inglês, Travelling Salesman Problem (TSP) (Andrade, Reis, Bittencourt, Neves, & Reis 2015; Barbosa et al. 2015).

Para Souza e Romero (2014), o Problema do Caixeiro Viajante pode ser retratado como a formação de uma rota que se inicia e termina no mesmo ponto (vértice), após passar por vários locais, a fim de reduzir custos, tempo e extensão da viagem.

Sousa e Gonçalves (2014) complementam que esse problema tem sido recorrentemente estudado também na matemática computacional e possui aplicações para a área de transportes. Silva, Silva, Affonso e Oliveira (2013) lembram que essa técnica ainda é empregada para testar novos algoritmos de otimização.

Segundo Rebouças (2016), apesar do menor trajeto ser a ideia inicial, o PCV pode buscar, também, o menor tempo ou o menor custo na viagem

Os autores utilizaram Algoritmo Evolutivo, que, em quase todas as instâncias testadas, apresentou melhores resultados – em torno de 5,6% – quando comparado a outras técnicas

Na área da saúde pública, retratada neste trabalho, podem-se destacar as pesquisas de Batessini et al. (2018), que utilizaram programação linear para otimizar o acesso a redes de tratamento de câncer pelo Sistema Único de Saúde (SUS) no Estado do Rio Grande do Sul, reduzindo em cerca de 14,4% a quilometragem percorrida

Todos esses locais recebem os materiais médico-hospitalares de um único almoxarifado, localizado em Contagem, região metropolitana de Belo Horizonte. Esse armazém fica responsável pela guarda, separação e expedição de todos os bens consumíveis para os procedimentos médicos.

A função objetivo (1) busca otimizar o custo total de transporte por meio da minimização da distância percorrida por todos os veículos

Ressalta-se que a adoção de um veículo maior pode representar uma diminuição na quilometragem mensal utilizada, pois permite atender a mais de uma unidade na mesma viagem

Ressalta-se, ainda, que o uso de um veículo de dimensões maiores poderia acarretar um custo maior do quilômetro rodado, pois poderia aumentar gastos com combustível e manutenção

Entretanto, são mudanças que poderiam beneficiar outros hospitais e organizações vizinhas, que também recebem constantes entregas.

Andrade, B. D. A., Jr., Reis, T. C. B., Bittencout, F. R., Neves, P. C. B., & Reis, J. A. (2016, agosto). Programação linear aplicada à problemas de designação de mão de obra baseada nas competências profissionais. Anais do Simpósio de Pesquisa Operacional & Logística da Marinha, São Paulo, SP, Brasil, 18. DOI: 10.5151/marine-spolm2015-140482

Barbosa, D. F., Silla, C. N., Jr., & Kashiwabara, A. Y. (2015, maio). Aplicação da otimização por colônia de formigas ao problema de múltiplos caixeiros viajantes no atendimento de ordens de serviço nas empresas de distribuição de energia elétrica. Anais do Brazilian Symposium of Information System, Goiânia, GO, Brasil, 11. Recuperado em 21 agosto, 2019, de <https://pdfs.semanticscholar.org/33f8/964a87917c5c58805b78af5842ed8db681b8.pdf>

Batessini, M., Coelho, H. S., & Seta, M. H. (2018). Uso de programação linear para otimizar o acesso geográfico em redes temáticas de atenção à saúde. Cadernos de Saúde Pública, 3(4), 1-14. DOI:10.1590/0102-311X00055017

Batessini, M., Coelho, H. S., & Seta, M. H. (2018). Uso de programação linear para otimizar o acesso geográfico em redes temáticas de atenção à saúde. Cadernos de Saúde Pública, 3(4), 1-14. DOI:10.1590/0102-311X00055017

Oliveira, T. S., & Musetti, M. A. (2014). Revisão compreensiva de logística hospitalar: conceitos e atividades. Revista de Gestão em Sistemas de Saúde, 3(1), 1-13. Recuperado em 25 junho, 2019, de <http://dx.doi.org/10.5585/rgss.v3i1.90>

Rebouças, R. S. (2016). Problema do caixeiro viajante com coleta de prêmios e janelas de tempo. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. Disponível: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/32100>

Silva, D. J. A., Silva, J. A. L., Affonso, A. M., & Oliveira, R. C. L. (2013, outubro). Uso de algoritmo cultural com uma nova abordagem memética por meio do simulated annealing para o problema do caixeiro viajante. Anais do Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Fortaleza, CE, Brasil, 9. Recuperado em 21 agosto, 2019, de <http://www.sbai2013.ufc.br/pdfs/5340.pdf>

Sousa, M. M., & Gonçalves, L. B. (2014, setembro). Comparação de abordagens heurísticas baseadas em algoritmo memético para o problema do caixeiro viajante com seleção de hotéis. Anais do Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Salvador, BA, Brasil, 46. Recuperado em 26 agosto, 2019, de <http://www.din.uem.br/~ademir/sbpo/sbpo2014/pdf/arq0302.pdf>

Souza, S. S. F., & Romero, R. (2014, setembro). Algoritmo Imunológico Artificial CLONALG e Algoritmo Genético Aplicados ao Problema do Caixeiro Viajante. Anais do Congresso de Matemática Aplicada e Computacional Sul, Curitiba, PR, Brasil, 1. Recuperado em 21 agosto, 2019, de https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/307/309

O Problema do caixeiro viajante aplicado ao grupo crítico do sistema de entregas de um restaurante

http://anais.unespar.edu.br/xi\_eepa/data/uploads/artigos/3/3-04.pdf

O presente artigo busca definir o problema do caixeiro viajante apresentando uma revisão bibliográfica sobre o tema, e mostrar a análise de um sistema de entrega de refeições de um restaurante atrelado a aplicação desta metodologia para obtenção da melhor rota possível, no horário crítico de atendimento. Para isto fez-se o uso do software Excel para tabulação dos dados e seu complemento solver para os testes a fim de se encontrar o percurso ideal a ser percorrido, de modo a gerar economia e satisfação dos clientes.

Devido à grande concorrência entre as empresas nos dias de hoje, é preciso estar em constante mudança para se destacar, pois, devido à grande velocidade de inovação e novas tecnologias, as empresas que não conseguem acompanhar este ritmo tendem a se tornar obsoletas e podem até fechar as portas.

A dificuldade na resolução do PCV aumenta à medida que o número de nós (pontos) aumenta. Para um problema com "n" nós e uma ligação entre cada par de nós, é possível calcular o número de rotas possíveis por (n – 1)! /2, pois existem (n – 1) possibilidades para o primeiro nó, (n – 2) para o segundo, etc. A divisão por 2 surge devido a cada rota possuir uma rota reversa equivalente com a mesma distância. Assim, uma situação envolvendo 10 nós, tem aproximadamente 181.000 soluções, envolvendo 20 nós, tem 6,08x1016 soluções, assim por diante (HILLIER, 2010).

Atualmente, a roteirização adotada pelo restaurante fica sob responsabilidade de um funcionário que, devido ao seu vasto conhecimento da cidade, tem a capacidade de discernir e determinar em qual rota deverá ser incluído cada pedido adicional.

Não há uma delimitação de áreas que ficam sob responsabilidade de determinado entregador, ou a setorização da cidade para fins de entrega.

A empresa não detém nenhuma ferramenta informacional para inclusão e gerenciamento dos pedidos. Todo pedido é recebido por uma colaboradora responsável pelo contato telefônico com os clientes, esses pedidos são registrados em blocos padronizados da empresa,

Inicialmente, os bairros da cidade foram agrupados, e construída uma matriz de distâncias entre cada ponto.

Vale ressaltar que esses valores foram extraídos da ferramenta cartográfica Google Maps (2017) e usam como referência o ponto médio do bairro pesquisado. Assim, a distância real percorrida dentro do bairro pode sofrer variações dependendo da extensão do bairro

Com a finalidade de que os clientes sejam melhor atendidos, garantindo sua satisfação e a melhor atuação da empresa na cidade, foi realizada uma divisão da cidade em grupos, de acordo com região e o volume de pedidos.

@book{lieberman2010introdução,

title={Introdu{\c{c}}{\~a}o {\`a} Pesquisa Operacional},

author={Lieberman, F.S.H.G.J.},

isbn={9788563308283},

url={https://books.google.com.br/books?id=XM\\_4wAEACAAJ},

year={2010},

publisher={McGraw Hill Brasil}

}

**Busca:** o problema do caixeiro viajante utilizando ia

Modelagem e otimização do problema do caixeiro viajante com restrições de tempo, distância e confiabilidade via algoritmos genéticos - TCC

https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5672

Neste trabalho, propõe-se uma metodologia de modelagem para problemas de roteirização de veículos baseada no Problema do Caixeiro Viajante. Mais especificadamente, busca-se tornar o Problema do Caixeiro Viajante com Coletas de Prêmios mais coerente com a realidade do contexto logístico, levando em conta a capacidade operacional da organização e restrições mercadológicas. Para tal, são introduzidos novos elementos como a confiabilidade do caixeiro e restrições de tempo para realizar o roteiro. O modelo consiste, então, em maximizar o lucro obtido através da coleta de prêmios e do custo associado ao roteiro, sujeito a restrições de tempo máximo e confiabilidade mínima aceita ao final do percurso. Esta nova abordagem é modelada e resolvida via Algoritmos Genéticos e é ilustrada através de um estudo de caso

============================================================

Aplicação de algoritmos Genéticos e Simulated Annealing para o Caixeiro Viajante em uma situação Real de Distribuição de Produtos.

http://paginapessoal.utfpr.edu.br/paulabenevides/publicacoes/publicacoes/CONBREPO%20-%20Paula%20Francis%20Benevides.pdf

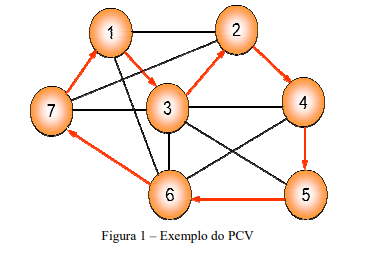
O transporte, em geral, absorve em média a porcentagem mais elevada de custos do que qualquer outra atividade logística. Por isso, muitas empresas estão repensando seus processos para redução dos mesmos. A otimização da distribuição de produtos é pesquisadores de diversas áreas. Este tipo de problema é classificado como de otimização combinatória. Dentre as modelagens pode ser citado o Problema do Caixeiro Viajante (PCV) que tem por objetivo encontrar o menor caminho conectando analisar e comparar, em termos de desempenho computacional e qualidade das soluções obtidas usando Algoritmos Genéticos e Simulated Annealing se dados reais de uma distribuidora de produtos em uma determinada região da cidade de Curitiba (PR), Brasil. As coordenadas geográficas dos pontos de visitação foram extraídas do aplicativo Google Earth, as quais foram convertidas em coord algoritmos utilizados. Os resultados obtidos foram comparados com as rotas reais que estão sendo utilizadas por um determinado representante da referida distribuidora.

============================================================

O transporte, em geral, absorve em média a porcentagem mais elevada de custos do que qualquer outra atividade logística. Por isso, muitas empresas estão repensando seus processos para redução dos mesmos.

O Problema do Caixeiro Viajante (PCV) consiste em estabelecer uma única rota que passe por cada nó de um grafo, uma e apenas uma vez, retornando ao nó inicial no final do percurso.

Este roteiro Hamiltoniano deve ser feito de modo que a distância total percorrida seja mínima.



Existem diversas abordagens para o problema do caixeiro viajante utilizando algoritmos genéticos. Elas diferem entre si não apenas na questão dos parâmetros, mas também na forma de representar as soluções viáveis, de selecionar os indivíduos para reprodução e na maneira de definir os operadores genéticos.

Existem várias maneiras de codificação do espaço de busca para o PCV. Dentre as principais representações estão: a ordinal, por caminho (ou inteiros) e por adjacência. Neste trabalho optou-se em utilizar a Representação por Caminho, onde o cromossomo é formado pela sequência dos nós na solução

A principal ideia do processo de seleção é permitir que os indivíduos mais adaptados (melhor fitness) tenham maior chance de se reproduzir. Barboza (2005) afirma que a seleção elitista consiste em copiar ou reproduzir os melhores indivíduos da população atual para a próxima geração, garantindo que estes cromossomos não sejam destruídos nas etapas de recombinação e mutação. Sua vantagem é que se no caso ótimo global for descoberto durante o processo de busca, o AG deve convergir para tal solução.

Segundo Malaquias (2006), o algoritmo genético pode convergir muito rapidamente para uma região específica do espaço de busca se nenhum mecanismo seja implementado para que evite isso. Existe uma tendência de convergência rápida para uma região de mínimos locais ao invés de mínimos globais. Para que isso não ocorra, impõe- se uma rotina para explorar outras áreas do espaço de busca por meio de alterações nos genes por meio da mutação

Os operadores de mutação introduzem uma alteração aleatória no indivíduo. A probabilidade de se efetuar uma mutação deve ser relativamente baixa, caso contrário o algoritmo se comportará fazendo uma busca aleatória

A origem da técnica de otimização conhecida por Simulated Annealing vem de 1953, quando foi usada para simular em um computador o processo de “annealing” de cristais. A idéia de aplicar este método para resolver problemas de otimização combinatória surgiu bem mais tarde (KIRKPATRICK et al., 1983), (ARAGON et al., 1984).

A esse processo cuidadoso de resfriamento dá-se o nome de “annealing”.

O fato do método Simulated Annealing permitir a aceitação de configurações intermediárias do problema em que cresce o valor da função objetivo que se deseja minimizar é crucial. Essa aceitação temporária de soluções “piores”, significa que o método admite caminhar “morro acima”, na esperança de encontrar “vales” mais profundos.

Em todos os dias da semana houve melhoria na rota já praticada pelo representante.

Na maioria dos casos o desempenho do Algoritmo Genético foi melhor, e quando isso não ocorreu, a diferença não foi tão significativa em comparação com o Simulated Annealing

Com estes resultados, concluí-se que a aplicação destas metaheurísticas é viável para melhorar os roteiros já utilizados pela empresa

KIRKPATRICK, S.; GELATT Jr, C.D.; VECCHI, M.P.; Optimization by Simulated Annealing; Science, Vol 220, N.4598, 1983

ARAGON, C.R.; JOHNSON, D.S.; McGEOCH L.A.; SCHEVON C., Optimization by simulated annealing: an experimental evaluation; Workshop on Statistical Physics in Engineering and Biology, 1984.

MALAQUIAS, N.G.L.; Uso dos Algoritmos Genéticos para a Otimização de Rotas de Distribuição; Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, 2006

APLICAÇÃO DO PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE NA OTIMIZAÇÃO DE ROTEIROS

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34645003/trabalho\_otimizacao\_de\_transporte-libre.pdf?1410004806=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTrabalho\_otimizacao\_de\_transporte.pdf&Expires=1678639671&Signature=PPQMx3nVG8vHsfQeZbaBFtuA1-4hW5EW4x7M4XY4nKaoOhYiWLI0mZY2aMmiv0wpV9az343Os40fqigYNqLGN3usP6CqodtFKXGD33Xe4GQuy6Yq1bDz2jJHdwVCX~omALnLELHVB5pxRE2pdTzbk~J6crsXVLpfS9ehvGdgEUcvaZU1R7aB6LnWaaEW7vpRo4IDnCIOJnzY9eFvzLb6hPkM9vyEDdkdeokZiWvwSlPMlvKNyFlxJEEHeVTMGD41TulrDSTVWusu3dYkiva5p0aQgRcONQcrQ3O7Zsnebo4~qwvsXJ5-1S0025ADBHQiDB9eyX3elOalZtvMR7xWFA\_\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Este artigo apresenta uma forma de otimizar problemas reais que possam ser modelados como o Problema do Caixeiro Viajante (PCV) clássico. Para ilustrar o PCV, trabalhou-se com um problema que foi denominado como “Problema da empresa de Logíística”, que consiste em encontrar o roteiro ótimo para a realização de entregas de mercadorias em cidades do Rio Grande do Sul. Considerou-se que o roteiro ótimo corresponderia ao caminho de menor distância entre as cidades a serem visitadas, de forma que o caminhão responsável pela entrega dos materiais sairia de uma cidade, cidade onde a empresa possui sua sede, percorreria todas as demais localidades a fim de realizar a entrega dos materiais, sem passar mais de uma vez na mesma cidade. Após retornaria à cidade de onde partiu, ou seja, cidade onde a empresa possui a sua sede. Optou-se por realizar a otimização do problema através do programa computacional Excel, utilizando a ferramenta contida no mesmo, denominada Solver. A melhor rota obtida foi analisada e considerada um bom resultado em relação a solução inicial.

============================================================

HEUR´ISTICAS H´IBRIDAS COM BUSCA ATRAVES DE ´ AGRUPAMENTOS PARA O PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE COM COLETA DE PREMIOS

<http://www.lac.inpe.br/~lorena/antonio/proposta-diss-chaves.pdf>

O Problema do Caixeiro Viajante com Coleta de Prˆemios (PCVCP) ´e uma generaliza¸c˜ao do Problema do Caixeiro Viajante, pode ser associado a um caixeiro que coleta um prˆemio pk, n˜ao negativo, em cada cidade k visitada e paga uma penalidade γt para cada cidade t n˜ao visitada, com um custo cij de deslocamento entre as cidades i e j. O objetivo ´e minimizar o somat´orio dos custos da viagem e penalidades, incluindo na rota um n´umero suficiente de cidades que permitam coletar um prˆemio m´ınimo, pmin, pr´e-estabelecido. Esta proposta aborda novas t´ecnicas heur´ısticas para resolver o PCVCP, utilizando um algoritmo evolutivo h´ıbrido, chamado Evolutionary Clustering Search (ECS) e uma adapta¸c˜ao deste, chamada ∗CS. A valida¸c˜ao das solu¸c˜oes obtidas se dar´a atrav´es da compara¸c˜ao com os resultados encontrados atrav´es de algoritmos exatos (para instˆancias pequenas) e heur´ısticas, existentes na literatura, para instˆancias maiores.

============================================================

ALGORITMO GENÉTICO EM PESOS SINÁPTICOS DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS APLICADO NO PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE

<https://www.researchgate.net/profile/Fabriciu-Benini/publication/306941568_ALGORITMO_GENETICO_EM_PESOS_SINAPTICOS_DE_REDES_NEURAIS_ARTIFICIAIS_APLICADO_NO_PROBLEMA_DO_CAIXEIRO_VIAJANTE/links/57c051f408aeb95224d49d81/ALGORITMO-GENETICO-EM-PESOS-SINAPTICOS-DE-REDES-NEURAIS-ARTIFICIAIS-APLICADO-NO-PROBLEMA-DO-CAIXEIRO-VIAJANTE.pdf>

Esse trabalho tem como objetivo usar múltiplos agentes com variabilidade na carga genética para resolver o Problema do Caixeiro Viajante através de Algoritmo Genético (AG) para treinar os pesos sinápticos de uma Rede Neural Artificial (RNA) do tipo Perceptron. Cada agente é composto por uma RNA diferente. Podem existir diversos no algoritmo formando então uma população, aqui denominado de Agente Inteligente (AI). Cada uma das RNAs, ou AI, possui uma cadeia de código genético que compõe uma matriz, sendo que essa sequência genética constitui os próprios pesos sinápticos da RNA. O presente trabalho tem como objetivo minimizar o efeito estocástico nas decisões dos AI, potencializando a característica da rede neural para identificar algum tipo de padrão no problema proposto, associando também a isso a adaptabilidade do AG. Os resultados obtidos foram satisfatórios demonstrando que a técnica é apropriada para resolver esse tipo de problema combinacional de forma eficiente.

============================================================

**Busca:** ia para resolução de problemas de entrega

Algoritmo Simulated Annealing aplicado à resolução do problema de roteamento de veículos com coleta e entrega simultânea, frota heterogênea e janela de tempo.

https://monografias.ufop.br/handle/35400000/4068

O trabalho apresenta um problema de roteamento de veículos com coleta e entrega simultânea, frota heterogênea e janela de tempo. Esse problema objetiva definir rotas de veículos considerando minimizar a distância, levando-se em conta as características de coletar e entregar produtos no mesmo cliente, os veículos têm capacidades diferentes e existe um espaço de tempo onde deve ser feito as visitas aos clientes, levando-se em consideração o funcionamento do centro de distribuição. Primeiramente, foi desenvolvido um algoritmo baseado na meta heurística Simulated Annealing para solucionar o problema proposto, utilizando-se a linguagem de programação Python. O algoritmo foi testado usando-se 64 instâncias-teste, baseada em instâncias encontradas na literatura, com número de cidades a serem atendidas variando de 15 a 25 cidades. As soluções obtidas pelo algoritmo eram comparadas com os resultados obtidos pela resolução de um modelo de programação linear inteira mista. O algoritmo utilizado apresentou um bom desempenho, encontrando boas soluções em tempo computacional reduzido. Para ilustrar este desempenho, apenas em 1 instância a solução ótima não foi encontrada. Para a segunda etapa, aplicou-se o algoritmo desenvolvido para resolver o problema real de uma empresa distribuidora de bebidas. A empresa estudada faz a distribuição de bebidas em diversas cidades, mas neste estudo considerou-se apenas a distribuição feita na cidade de Patos de Minas, sede da empresa. Para fins de comparação, foram analisadas as rotas pré-definidas pela empresa, pelo roteirizador, a rota realizada pelo motorista e a rota gerada pelo algoritmo. Os resultados foram positivos, uma vez que houve uma melhora de mais de 46% em relação a distância percorrida pelos motoristas da empresa.

============================================================

**Busca:** problema do caixeiro viajante com google maps

ALGORITMOS HEURÍSTICOS CONSTRUTIVOS APLICADOS AO PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE PARA A DEFINIÇÃO DE ROTAS OTIMIZADAS

https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/939

Definir uma rota otimizada, por exemplo, para transporte de cargas com vários pontos de entrega a serem percorridos sem planejamento prévio, pode acarretar um alto custo e tempo demasiado. Este problema pode ser abordado como o Problema do Caixeiro Viajante, que consiste em estabelecer uma única rota que passe em cada vértice de um percurso uma única vez, retornando ao vértice inicial no final do percurso de maneira que o custo seja mínimo. Este trabalho está focado em analisar os algoritmos heurísticos construtivos para resolver o Problema do Caixeiro Viajante, que constroem uma rota através de um conjunto inicial de vértices e modificam esse conjunto utilizando um critério de escolha a cada iteração. Os algoritmos heurísticos utilizados para a otimização de rotas e avaliados foram: vizinho mais próximo, inserção do mais distante, inserção do mais rápido, inserção do mais próximo. Através de um aplicativo móvel definido e implementado neste trabalho, foram obtidas as coordenadas geográficas para os vértices das rotas utilizadas nos experimentos realizados. Os resultados obtidos de cada algoritmo foram comparados entre si para a obtenção do melhor algoritmo na determinação de rota otimizada. A partir dos resultados, observou-se a vantagem do uso do algoritmo de inserção do mais distante.

A popularidade da Internet e a ampla utilização do comércio eletrônico fazem com que empresas e prestadoras de serviço necessitem de uma logística mais eficiente, no que diz respeito ao transporte de cargas entre grandes distâncias e com vários destinos, para serem visitados com uma única viagem.

Considerando custo e tempo, é inevitável que o planejamento da distribuição, não apenas de transporte de produtos, mas também de pessoas sejam cada vez mais complexo.

Segundo Ballou (1998), a logística participa de pelo menos um terço total das despesas de uma empresa.

Dentre as aplicações práticas mais conhecidas do Problema do Caixeiro Viajante, destacam-se o sequenciamento das operações de máquinas em manufatura, otimização de perfurações de furos em placas de circuitos impressos e a maioria dos problemas de roteamento de veículos (NASCIMENTO et al., 2004).

Segundo Prestes (2006), como os tempos para otimizar rotas com vários vértices por algoritmos exatos são inviáveis, a opção nesses casos seria o uso de heurísticas.

Heurísticas de construção de rotas para o Problema do Caixeiro Viajante são algoritmos que geram um circuito viável partindo de conjunto inicial de vértices, e modificando esse conjunto a cada iteração utilizando um critério de escolha.

Para obter os vértices dos casos de testes, foi utilizado um dispositivo móvel, que executa o serviço Google Geocoding API, realizando o processo de geocodificação (conversão de endereços em coordenadas geográficas) por meio de uma solicitação HTTP3 .

Após todos os vértices obtidos, estes são enviados para um WebService, que é responsável pela geração da matriz de custo entre todos os pares de vértices da rota. Para obter os valores da matriz de custo é utilizado o Google Directions API, um serviço que calcula rotas entre locais usando uma solicitação HTTP, que a partir da informação do vértice de origem e vértice de destino, retorna a distância total e o tempo do percurso.

Para a exibição gráfica da rota solicitada, foi utilizado o Google Static Maps API, que retorna uma imagem (GIF, PNG ou JPEG) em resposta a uma solicitação HTTP.

Os serviços Google Static Maps API, Google Geocoding API e Google Directions API, provêm do recurso Google Maps API, que é um recurso gratuito, para qualquer site ou aplicação.

O melhor método heurístico construtivo é a inserção do mais distante.

Caixeiro viajante: aplicação da modelagem matemática na otimização de rotas em uma concessionária de energia elétrica

https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/3491

Este artigo apresenta um estudo de caso em uma concessionária de distribuição de energia elétrica brasileira com o objetivo de realizar uma aplicação sobre o Problema do Caixeiro Viajante (PCV). Visando otimizar as rotas das equipes de manutenção de subestações através da disponibilização de coordenadas do Google Maps das respectivas unidades consumidoras (UC) das subestações de um determinado estado. Essa otimização de rotas foi modelada utilizando o Problema do Caixeiro Viajante (PCV), juntamente com o Visual Basic for Applications (VBA) e o UFFLP integrado ao Microsoft Excel 2007. Com o intuito que as equipes de manutenção percorram o caminho de menor distância entre as possíveis subestações a serem visitadas, com a finalidade de executarem suas ordens de serviços. Desde que a equipe de manutenção, saísse primeiramente da sede da concessionária, percorresse as subestações estabelecidas e retornasse no final para a sede, sem existir a possibilidade de passar mais de uma vez na mesma subestação denominada de cliente, correspondendo assim, a melhor rota encontrada quando comparada com a sequência estabelecida inicialmente pela concessionária. Portanto, os gráficos e as figuras permitiram uma interpretação objetiva e notório sobre os dados e resultados dos indicadores de performance. Essa otimização contribui na redução do tempo gasto em deslocamentos, resultando em uma disponibilidade em mão de obra para executarem outras atividades. Influência também no aumento de indicadores de desempenho por equipe, além de diminuir os custos relacionados à manutenção dos veículos.

============================================================

As empresas que utilizam veículos para prestar serviços possuem o deslocamento como uma atividade totalmente necessária ao seu processo interno. Assim, a utilização de softwares e aplicativos integrados ao Google Maps são possibilidades de otimizar estas possíveis rotas

O tempo de deslocamento das equipes influência na disponibilidade para executar serviços que agregam valor ao processo de manutenção em subestações.

O problema do caixeiro viajante apresenta algumas variações com relação ao objetivo final de otimização, podendo ser distância, custos, e aquisição de produtos.

Coelho (2010) aponta que existem outras variações de problemas, tais como o problema de Roteamento com janelas de tempo e Roteamento com múltiplos depósitos, no entanto, estes últimos representam boa parte das pesquisas e dos casos práticos utilizados

Como o deslocamento é contabilizado como uma métrica improdutiva, ou seja, quanto maior os valores gastos com deslocamentos, menor é a probabilidade de alcançar o indicador produtividade na concessionária

Os dados foram coletados de forma quantitativa, utilizando as coordenadas latitude e longitude geográficas disponibilizadas pelo Google Maps.

Atualmente na organização a determinação das rotas é feita prioritariamente baseada no conhecimento tácito do programador. Dessa forma, observa-se uma grande deficiência nesse processo

Planejador de roteiros turísticos: uma aplicação do problema do Caixeiro viajante na cidade do Recife - TCC

https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/722

Um aplicativo móvel (prova de conceito) foi desenvolvido fornecendo recomendações de rota para turistas que visitam Recife a pé. O turista seleciona os pontos de interesse (POI) que ele deseja visitar e a aplicação recomenda uma rota. O turista pode escolher os pontos de interesse de uma lista de pontos e visualiza-los em um mapa. A aplicação também fornece informações detalhadas sobre os pontos de interesse para auxiliar na escolha. Três algoritmos foram implementados para recomendação da rota. Os algoritmos Força Bruta, Vizinho Mais Próximo e Vizinho Mais Próximo combinado com 2-OPT foram comparados em termos de tempo de execução, impacto no tamanho total do percurso gerado, uso de memória e CPU. O algoritmo da Força Bruta apresentou um tempo de execução hábil em até 8 pontos escolhidos. O Vizinho Mais Próximo afastou-se cada vez mais do roteiro ótimo a medida que a quantidade de pontos aumentava, enquanto que sua combinação com o 2-OPT resultou em uma otimização de até 50 minutos na duração do roteiro.

============================================================