

PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULO NA CIDADE DE MACEIÓ

Danilo MARTINS(1); Edison MORAES (2); Jarbas ALVES (3); Rosely NAKARA

(1) CEFET-AL, Rua Barão de Atalaia, s/n, 3336-2873, e-mail: edison@cefet-al.br

(2) CEFET-AL, e-mail: danilo.m.s@globocom.com

(3) CEFET-AL, e-mail: jarbas@cefet-al.br

(4) CEFET-AL, e-mail: rosely_nakahara@msn.com

RESUMO

Este trabalho consiste no desenvolvimento de um software para minimizar o custo logístico relacionado ao transporte, além de conhecer e compreender os algoritmos matemáticos sobre PRV (problema de roteamento de veículo). Será utilizado pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Com um banco de dados contendo todas as ruas de Maceió e o mapa da cidade montado a partir de fotos de satélite do google Earth foram implementados alguns algoritmos de PRV compilados na literatura para resolver o problema do caminho mínimo.

Palavras-chave: PRV, Roteamento

1. INTRODUÇÃO

O PRV tem sido uma das áreas de pesquisa que atraiu muitos pesquisadores nos últimos dez anos. Neste período um número muito grande de publicações, dissertações e teses foram publicados. O fato do grande número de publicações é que estes problemas envolvem áreas como Engenharia Elétrica, Planejamento, Construção, Comunicação, etc, além de tratar de problemas que, se resolvidos de forma exata, muitas vezes torna o tempo de execução dos algoritmos inadmissível, fazendo com que os métodos heurísticos e meta-heurísticos sejam cada vez mais pesquisados.

Com o retorno da crise mundial do petróleo, faz-se necessário repensar todo o processo logístico nas empresas focando e investindo no PRV com o objetivo de minimizar os custos variáveis (associados à rota escolhida), custos fixos e o número de veículos.

Um outro fator é que estudos nos EUA [Ballou1993] mostraram que os custos logísticos são de 21% do produto nacional bruto (PNB), sendo deste total, 46% correspondente ao transporte.

O preço de um software de roteirização varia de 8.995 a 76.000 dólares [Novaes2001], sendo a quantidade de “softwares” disponíveis no mercado brasileiro bastante limitada.

O software desenvolvido servirá de ferramenta de tomada de decisão na escolha da melhor rota ou plano de viagem na rede viária da cidade de Maceió. O software poderá ser usado por empresas transportadoras, de transporte coletivo, correios, etc.

O objetivo do projeto consiste em desenvolver um software para minimizar o custo logístico relacionado ao transporte, além de conhecer e compreender os algoritmos matemáticos sobre PRV (problema de roteamento de veículo). O programa utilizará um software livre para criar o SIG (Sistemas de informações geográficas) e um SGBD (Sistema gerenciador de banco de dados) livre PostGres com o PostGis usado para criação de banco de dados geográfico. Como implementação dos algoritmos será usada a linguagem de programação Java.

2. CONTEÚDO

O PRV é um conjunto de clientes geograficamente dispersos, de localização conhecida e com demanda conhecida por determinado produto, que deve ser suprido, a partir de um depósito central, por uma frota de veículos com capacidade conhecida, no qual o problema consiste em obter rotas para os veículos, de modo a minimizar os custos de transporte. Define-se como um problema características combinatórias e de muitas dificuldades.

MySQL é um sgbd de código aberto disponível gratuitamente. Foi desenvolvido gratuitamente na Suécia.

Segundo LAPORTE[1992], as estratégias de solução para os problemas de roteamento de veículos podem ser divididos em dois grupos:

1. Métodos exatos

- Programação dinâmica
- Branch-and-Bound
- Branch-and-cut
- Geração de colunas

2. Métodos Inexatos

- Métodos adaptados do PCV (Problemas do Caixeiro Viajante)
- Métodos Heurísticos

- Algoritmos com base no cálculo de economias
- Algoritmo de Gillet e Miller (varredura)
- Meta-heurísticas
- Têmpera Simulada
- Busca Tabu
- Algoritmos Genéticos
- Grasp

Os métodos exatos são aqueles que possibilitam a obtenção da solução ótima para o problema. Já os métodos heurísticos permitem apenas a obtenção de soluções aproximadas, porém, com maior rapidez e por último, os métodos meta-heurísticos são aqueles que trabalham como função de probabilidade, na qual nem sempre é garantida a obtenção de um mesmo resultado para uma determinada instância de um problema, o que não ocorre com as heurísticas.

O projeto foi desenvolvido na linguagem de programação C++ usando como IDE o dev-cpp que utiliza a licença GNU (GENERAL PUBLIC LICENSE). Foram utilizados várias bibliotecas uma para conexão com o BD Mysql onde foram instalados os pacotes libmysql-4.1.13a-1sid e libmysql-5.0.5-1sid e uma outra biblioteca com recursos gráficos chamada de SDL(Simple Directmedia Layer).

Foi criado um BD relacional de acordo com as tabelas mostradas no diagrama abaixo.

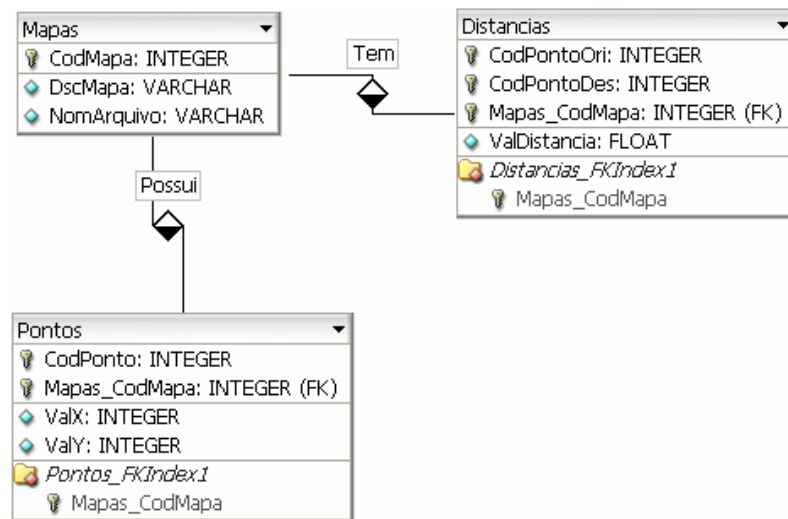


Figura 1 – Diagrama ER

O programa desenvolvido permite ao usuário cadastrar vários mapas possuindo estes diversos pontos com as suas respectivas coordenadas x e y. As distâncias entre os pontos vizinhos serão calculadas em pixels. O sistema a partir de uma distância real entre dois pontos cria uma fórmula de conversão de pixel em metros e faz uma estimativa muito próxima da distância real entre o menor caminho. O algoritmo utilizado foi o de Dijkstra. Também foi implementado o algoritmo de Floyd e outros algoritmos serão implementados em versões futuras.

O algoritmo de Floyd pode ser visto abaixo:

```
function fw(int[1..n,1..n] graph) {  
  // Initialization  
  var int[1..n,1..n] dist := graph  
  var int[1..n,1..n] pred  
  for i from 1 to n  
    for j from 1 to n  
      if dist[i,j] < Infinity  
        pred[i,j] := i  
  // Main loop of the algorithm  
  for k from 1 to n  
    for i from 1 to n  
      for j from 1 to n  
        if dist[i,j] > dist[i,k] + dist[k,j]  
          dist[i,j] = dist[i,k] + dist[k,j]  
          pred[i,j] = pred[k,j]  
  return dist  
}
```

O programa criado pode ser visto abaixo. Na tela mostrada o usuário está definindo o ponto de origem e depois o ponto de destino em que o usuário deseja chegar e ao clicar em roteamento será desenhado automaticamente o menor caminho entre os dois pontos selecionados.



FIGURA 2 – Interface do programa criado

Na opção cadastrar mapa o usuário define o nome do arquivo que contém o mapa que o usuário deseja utilizar para resolver o PRV. Já a opção editar permite o usuário definir todos os pontos no mapa gerando uma numeração sequencial.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o barateamento dos equipamentos de GPS no Brasil, a inclusão de mapas de satélite pelo GoogleEarth gratuita e a crise do petróleo, faz-se necessário desenvolver aplicativos que reduzam custos nas empresas de transportes. Pensando nisso, elaboramos inicialmente um programa com recursos limitados, porém, dá início a um longo caminho que deve ser percorrido para novas implementações usando outros algoritmos mais sofisticados e emergentes.

Fazer este aplicativo funcionar em um celular ou Palm com GPS é uma meta que este projeto pretende chegar fazendo as empresas saltar muitas vezes de um conhecimento intuitivo para um conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial**. São Paulo. Atlas, 1993.

LAPORTE, Gilbert et all. **Vehicle routing: modern heuristics. In Local Search in Combinatorial Optimization. Edited by E. Aarts and J. K. Lenstra** - p.311-336. John Wiley, 1997.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. Rio de Janeiro:Campus, 2001.

DRUCKER, Peter. **Desafios Gerenciais para o século XXI**. São Paulo: Pioneira, 1999.