



DETERMINAÇÃO DE UMA REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO OTIMIZADA UTILIZANDO O ALGORITMO GENÉTICO

Carla Celicina David Sampaio

José Alex Sant'Anna

Mestrado em Transportes

Universidade de Brasília

RESUMO

Tendo em vista a necessidade de atender os desejos de deslocamentos dos usuários de transporte público por ônibus de uma determinada região, esta dissertação de mestrado em desenvolvimento, tem como objetivo determinar uma rede de transporte público ótima através da manipulação da estrutura matriz origem-destino (O/D). Esta sendo considerado na pesquisa um estudo feito anteriormente onde foi determinada uma rota ótima de transporte público utilizando o algoritmo genético associado a um algoritmo de roteamento. Para criação da rede ótima, está sendo determinado um algoritmo para manipulação da estrutura da matriz O/D associado ao algoritmo supracitado, de forma que ao final, toda a demanda por transportes da região em estudo, representada na matriz O/D, seja atendida pela rede.

ABSTRACT

In view of the needs to supply the displacement desire of the public transport users of a specific region, this work, which is in development, aims to determine an optimal public transportation network through the manipulation of the origine-destine (O/D) matrix structure. A previous study is being considered in this research where an excellent public transport route was determined using the association of genetic algorithm with route algorithm. For the creation of the optimal networks, an association with an algorithm matrix structure with the already mentioned algorithm is being determined in order to create an optimal network. Therefore, at the end, all the studied region transport demand, represented through the O/D matrix, will be supplied.

1. INTRODUÇÃO

O uso crescente do sistema viário nos centros urbanos vem intensificando a necessidade de adoção de medidas eficientes e econômicas para o sistema de transporte público por ônibus urbano, hoje considerado insatisfatório, passando a ser substituído pelo transporte particular e até mesmo pelo modo a pé para atendimento das necessidades de deslocamentos.

Para Sant'Anna (2001), as principais cidades brasileiras vêm enfrentando o problema do mau desempenho e da baixa qualidade da operação dos sistemas existentes, o que vem restringindo a capacidade de transporte e deixado de atender satisfatoriamente aos desejos de deslocamentos dos usuários.

Dentre as alternativas disponíveis para minimizar os problemas de transporte de uma cidade, identifica-se a criação de uma rede de transporte público otimizada, que permita o atendimento da maior demanda possível de uma determinada região.

Partindo do fato que uma rede de transporte público é formada por um conjunto de linhas ou rotas, independentemente da tecnologia utilizada, e que uma única linha ótima não atende a todos os pontos de demanda, faz-se necessária a preocupação com o atendimento aos demais pontos da região em estudo.



2. OBJETIVOS DA PESQUISA.

A pesquisa em andamento tem por objetivo determinar uma rede ótima de transporte público por ônibus urbano através da manipulação da estrutura de uma matriz origem-destino (O/D). Para tanto pretende-se: (i) determinar um algoritmo para manipulação desta matriz O/D (ii) e utilizar como ferramenta de otimização um algoritmo genético associado a um algoritmo de roteamento, uma vez já comprovada a sua eficiência na determinação de uma rota ótima.

3. PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

O processo de planejamento de redes de transportes tem como objetivo desenvolver redes alternativas de transporte público, que devem refletir políticas de transportes e tomar a forma de um sistema, servindo a área como um todo tanto para o transporte público quanto para o veículo individual (Bruton, 1979).

Hoje, nos deparamos com diversos problemas relacionados ao atendimento aos usuários pelo serviço de transporte público. Dentre esses problemas há uma preocupação maior com o atendimento da demanda, uma vez que é possível, em uma dada linha de transporte público, parte desta não ser atendida.

Na tentativa de minimizar tais problemas, os técnicos de transportes tentam identificar algumas soluções alternativas que normalmente se baseiam numa rede de transporte já existente servindo para definição de rotas de transporte público, sendo estas definidas de forma tendenciosa, partindo de uma malha viária já definida.

4. ALGORITMOS GENÉTICOS (AGs)

Algoritmo Genético é uma ferramenta matemática utilizada para resolver problemas associados a otimização e a busca de soluções ótimas. Esses Algoritmos seguem o princípio da seleção natural e sobrevivência do mais apto, declarado em 1859 pelo naturalista e fisiologista inglês Charles Darwin em seu livro “A Origem das Espécies”. De acordo com Charles Darwin, “Quanto melhor um indivíduo se adaptar ao seu meio ambiente, maior será sua chance de sobreviver e gerar descendentes” (Lacerda e Carvalho, 2000).

O Algoritmo genético opera sobre uma população inicial, fazendo com que esta evolua de acordo com uma função de adaptação. Por meio de uma série de operadores genéticos tais como: seleção, cruzamento e mutação, os indivíduos da população inicial, possíveis soluções do problema, evoluem a cada geração a populações melhores até que seja atingindo algum critério para o fim da evolução. (Balling *Et Al.*, 1999; Bielli *Et Al.*, 2002; Ferreira, 2000; Michalewicz, 1996)

Segundo Goldberg (1989), os AG's diferem dos métodos tradicionais de busca e otimização, em quatro aspectos: (i) trabalham com uma codificação do conjunto de parâmetros e não com os próprios parâmetros; (ii) trabalham com uma população e não com um único ponto; (iii) utilizam informações de custo ou recompensa e não derivadas ou outro conhecimento auxiliares; (iv) utilizam regras de transição probabilísticas e não determinísticas.

5. DEMANDA DE TRANSPORTES E MATRIZ ORIGEM/DESTINO

A demanda por transportes é definida pela realização de um desejo ou necessidade de deslocamento de pessoas ou mercadorias de um determinado ponto de origem a outro ponto de destino com um determinado propósito.



A representação dessa demanda é normalmente feita através de matrizes contendo alguma medida da intensidade da demanda por deslocamentos entre zonas de tráfego. Estas zonas representam agregações espaciais da multiplicidade de origens e destinos individuais de cada deslocamento realizado no sistema de transportes.

A matriz origem-destino é um dos mais importantes indicadores dos desejos de deslocamentos das pessoas e determina o padrão espacial da demanda por transporte para cada fluxo analisado, o que permite toma-la como base para diversos estudos de planejamento de transportes.

Na presente dissertação, a estrutura da matriz O/D é manipulada de modo que permita a identificação, pelo algoritmo, da melhor forma de atender a toda a demanda.

6. METODOLOGIA DA PESQUISA

O método de abordagem considerado para a realização desta pesquisa é o *hipotético-dedutivo*, de onde partindo-se de um problema identificado, são formuladas hipóteses que posteriormente serão testadas com intuito de comprovar sua veracidade. Será uma pesquisa experimental, por testar o comportamento das variáveis analisando-as, e secundária, por utilizar dados já coletados e publicados.

Esta pesquisa dá continuidade ao trabalho iniciado por Torres (2003) onde foi determinada uma rota ótima de transporte público.

Torres (2003) utilizou um algoritmo genético associado a um algoritmo de roteamento, Dijkstra, para determinar um rota ótima de transporte público. Para tanto, inicialmente determinou-se a população, definida por um conjunto de soluções, neste caso as possíveis rotas de ônibus. Esta população é representada por cromossomos, formados por uma cadeia de bits, com representação binária e que indicam os centróides das zonas.

A cada cromossomo atribuiu-se uma nota, denominada aptidão, que é definida através da função objetivo determinada inicialmente. Finalmente, o algoritmo gerou uma série de resultados possíveis, rotas ótimas, que foram analisados criticamente pelo pesquisador, para escolha do melhor resultado.

De acordo com Torres (2003), a aplicação de um Algoritmo Genético na definição de uma rota ótima de transporte público, apesar de se mostrar eficiente, apresenta algumas limitações, dentre elas esta o atendimento de um número restrito de pontos de demanda.

Para se alcançar os objetivos da pesquisa estão sendo adotados os seguintes procedimentos:

6.1. Revisão bibliográfica

Estão sendo revistos conceitos de Planejamento de Transporte Público, Redes de Transportes, Teoria de Matrizes, Algoritmos Genéticos. São realizados, também, estudos sobre trabalhos e pesquisas desenvolvidas na área de Transportes utilizando AGs como técnica de modelagem. Nesta etapa será realizado um estudo mais aprofundado no algoritmo aplicado por Torres (2003) a fim de identificar algumas soluções para as limitações encontradas.



6.2. Manipulação da Matriz O/D

A matriz O/D, é o principal objeto de estudo desta pesquisa uma vez que esta representa toda a demanda, e nos permite identificar os pontos atendidos pela rota ótima, bem como os não atendidos.

Para tanto, a proposta desta etapa é estabelecer um algoritmo para modificação da estrutura da matriz O/D, troca de posição de suas linhas e colunas, ou se necessário também a substituição de seus valores, sem compromete-los, de forma que o algoritmo atenda a toda a demanda da área de estudo.

6.3. Implementação, desenvolvimento e teste do Algoritmo

Em seguida é feita uma implementação do Algoritmo, inserindo a etapa anterior, de forma que este permita a criação de várias rotas ótimas de transporte público subsequentes, de forma que as linhas destinadas a estas rotas atendam a demanda representada na matriz, formando, conseqüentemente, uma rede de transporte público otimizada da cidade a ser estudada. Nesta etapa também será testada e avaliada a aplicabilidade do algoritmo implementado verificando a possível comprovação da hipótese.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação vem contribuir cientificamente na área de estudos sobre algoritmos genéticos e suas aplicações, bem como resoluções para problemas de transportes. Para tanto são considerados alguns conceitos para determinação de uma rede ótima de transporte público urbano, de forma que esta atenda a toda demanda prevista, com base na matriz O/D, em determinada região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLING, R. J., TABER, J. T., BROWN, M. R., DAY, K. (1999) Multiobjective urban planning using genetic algorithm. Em: Journal of Urban Planning and Development – ASCE, 125: (2), Págs. 86-99. New York.
- BIELLI, M., CARAMIA, M., CAROTENUTO, P. (2002) Genetic algorithms in bus network. Em: Transportation Research, Parte C, Vol. 10, Págs. 19-34.
- BRUTON, M. J. (1979) Introdução ao planejamento dos transportes. Rio de Janeiro.
- FERREIRA, S. M. (2000) Algoritmos de otimização para redes de telecomunicações. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte-MG.
- GOLDBERG, D. E. (1989) Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning. 1a. edição. Addison-Wesley Longman, Inc.
- LACERDA, E. G. M. e CARVALHO, A. C. P. L. F. (1999). Introdução aos algoritmos genéticos. Em: Galvão, C. O. e Valença, M. J. S. (orgs) Sistemas inteligentes: aplicações a recursos hídricos e sistemas ambientais. Ed. Universidade. UFRGS. Porto Alegre.
- MICHALEWICZ, Z. (1996) Genetic algorithms + Data structures = Evolution programs. 3a. edição. Springer-Verlag Berlin.
- SANT'ANNA, J. A. (2001) Sistemas modernos e tradicionais de ônibus no Mercosul ampliado. Inter-American Development Bank. Washington, D. C.
- TORRES, A. C. S. (2003) Determinação de Rotas Ótimas de Ônibus Urbanos Utilizando Algoritmo Genético. Dissertação de Mestrado, Publicação TU.DM-002-A/2003, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília. xv, 83p.

Mestrado em Transportes, Prédio SG-12, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília -DF.

Tel.: (61) 307-2714/307-2857 - Fax: (61) 307-3065

Correio eletrônico: celicina@unb.br; alex@unb.br.