

ANÁLISE DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO OCORRIDOS EM INTERSEÇÕES URBANAS UTILIZANDO REDES NEURAIS

Marly Mitiko Mon-Ma

Archimedes Azevedo Raia Jr.

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana

RESUMO

A redução da quantidade e da gravidade dos acidentes de trânsito é um dos principais desafios da sociedade brasileira. Vários programas e ações estão voltados para essa finalidade, tendo a participação dos mais diversos segmentos da sociedade organizada e da ciência. A eficácia e a eficiência desses programas e ações dependem de uma avaliação adequada das informações dos acidentes ocorridos. Este trabalho tem por objetivo propor um modelo para analisar os acidentes de trânsito ocorridos em interseções urbanas. Para a realização deste objetivo, modelos serão construídos utilizando-se as ferramentas de Redes Neurais Artificiais, que serão aplicadas sobre banco de dados de acidentes ocorridos ao longo dos anos de 2000 a 2003, na cidade de São Carlos, SP. Espera-se que as Redes Neurais Artificiais sejam técnicas alternativas adequadas para o tipo de análise proposto nesta pesquisa e que outros fenômenos da área de segurança viária possam ser analisados com o uso dessas técnicas.

ABSTRACT

The reduction of the amount and of the severity of the traffic accidents it is one of the most important challenges of the Brazilian society. Several programs and actions are gone back to that purpose, tends the participation of most several segments of the organized society and of the science. The effectiveness and the efficiency of those programs and actions depend on an appropriate evaluation of the information of the happened accidents. This master research has for objective to propose a model to analyze the traffic accidents happened in urban intersections. For the accomplishment of this aim at, models will be built using the Artificial Neural Network tools, which will be applied on database of the accidents happened along the years from 2000 to 2003, in the city of São Carlos, SP. It is waited that the Artificial Neural Networks are technical alternative appropriate for the analysis type proposed in this research and that other phenomena of the traffic safety area can be analyzed with the use of those techniques.

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados do Banco Mundial (2002), o custo econômico dos acidentes nos países em desenvolvimento é de US\$ 65 bilhões, valor aproximadamente igual à ajuda anual total que as instituições financeiras internacionais emprestam a esses países. Somente no Brasil no ano de 2000, ocorreram 324.222 acidentes com vítimas, dos quais resultaram 22.102 mortes e 408.070 feridos. Na maioria dos casos, as vítimas são jovens e adultos em idade cuja produtividade seria a mais elevada. As perdas econômicas decorrentes dos acidentes corresponderam entre 1 e 2% do PIB brasileiro (algo em torno de R\$ 17,51 bilhões) para valores do ano de 2000 (Ministério dos Transportes, 2002). De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2003), o total de acidentes de trânsito nos municípios integrantes das 49 aglomerações urbanas brasileiras gerou, no ano de 2001, custos da ordem de R\$ 3,6 bilhões, a preços de abril de 2003. Caso considere-se o total da área urbana, esses custos chegariam a R\$ 5,3 bilhões.

A redução da quantidade e da gravidade dos acidentes viários é um dos principais desafios da sociedade brasileira. Vários programas e ações estão voltados para essa finalidade, tendo a participação dos mais diversos segmentos da sociedade organizada e da ciência. A eficácia e a eficiência desses programas e ações dependem de uma avaliação adequada das informações dos acidentes ocorridos, pois trabalhar com a análise dos acidentes é uma tarefa complexa e laboriosa, mesmo que os dados já estejam armazenados e disponíveis num banco de dados.

Essa tarefa pode ser menos penosa quando se utilizam os recursos computacionais aliados a modelos adequados para tal finalidade.

A maior parte dos estudos relacionados com a segurança viária tem adotado modelos estatísticos tradicionais. Poucos são os estudos que têm utilizado modelos estatísticos mais sofisticados, tais como Poisson (Datta *et al.*, 2000; Kumara e Weerakoon, 2003) e Binomial Negativo (Kumara e Weerakoon, 2003). Recentemente, técnicas de inteligência artificial, tais como redes neurais artificiais, lógicas fuzzy e algoritmo genético têm sido utilizados na modelagem e na análise de variáveis intervenientes na área de engenharia de tráfego. Um exemplo é o estudo de Sayed *et al.* (1995), cujo objetivo foi identificar os locais propensos a acidentes através da técnica de lógica fuzzy para reconhecimento de padrão.

Dentre os estudos relacionados à segurança viária com a aplicação de redes neurais artificiais podem ser citados os trabalhos de Awad e Janson (1998), Mussone *et al.* (1999) e Kumara e Weerakoon (2003). No primeiro, foram utilizadas ambas metodologias, redes neurais e lógicas fuzzy, para predição de acidentes de caminhões em acessos de vias expressas. No segundo trabalho, modelos de redes neurais foram empregados para identificar os parâmetros mais significativos que determinam a possibilidade da ocorrência de acidentes em uma interseção e, no último trabalho, para identificar os fatores que causam os acidentes de trânsito e predizer os índices de risco das interseções.

Apesar de serem relativamente poucos, os estudos utilizando ferramentas de Redes Neurais Artificiais na área de segurança viária têm demonstrado que essas técnicas são melhores que os modelos estatísticos tradicionais para a análise de acidentes e predição dos riscos, que são fenômenos de natureza aleatória e esporádica.

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa de mestrado consiste no desenvolvimento de um modelo para avaliar e extrair as variáveis intervenientes em acidentes de trânsito ocorridos em interseções de vias urbanas, através do uso de Redes Neurais Artificiais. Por fim, visando demonstrar a aplicabilidade do modelo, um estudo de caso será feito na cidade de São Carlos, estado de São Paulo, utilizando-se os dados de acidentes de trânsito ocorridos nos anos de 2000 a 2003.

Nesta pesquisa, será feita ainda uma avaliação da capacidade das redes Neurais Artificiais na predição de acidentes de trânsito. Para tanto, serão construídos diversos modelos preliminares (modelos simplificados utilizando-se poucas variáveis e modelos mais complexos com muitas variáveis), a fim de identificar qual modelo melhor se ajusta para a predição dos acidentes. Caso nenhum dos modelos apresente resultados adequados, tentar-se-á encontrar uma explicação para a distorção ou variação excessivamente grandes dos resultados apresentados pelos modelos.

3. MÉTODO DE PESQUISA PROPOSTO

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizada inicialmente uma revisão bibliográfica sobre os temas relacionados à segurança viária, aos fatores contribuintes na ocorrência de acidentes de trânsito em vias urbanas e às Redes Neurais Artificiais. A revisão bibliográfica teve como finalidade avaliar o estado da técnica relativo aos tópicos estudados, pois uma boa familiaridade com o estado da técnica deverá facilitar a identificação das variáveis que interferem na segurança do trânsito. Da mesma maneira, estudar o emprego de modelos de

redes neurais em outras pesquisas similares a esta também deverá facilitar o desenvolvimento desta pesquisa.

Os dados sobre os acidentes de trânsito a serem utilizadas nesta pesquisa são referentes àquelas ocorridas na cidade de São Carlos, durante os anos de 2000 a 2003. Os dados passarão por um tratamento para identificar quais informações poderão ser utilizadas, de acordo com o que preconiza a bibliografia pesquisada e o trabalho a ser desenvolvido. Nesta fase serão excluídos os dados de acidentes que ocorreram fora das interseções e proceder-se-á com a verificação da consistência e correção dos dados. Este tratamento nos dados faz-se necessário para que eles estejam consistentes e devidamente homogeneizados para a aplicação das Redes Neurais Artificiais (RNAs).

Modelos preliminares de RNAs serão construídos através do programa EasyNN. A topologia empregada pelo EasyNN é a *Multilayer Perceptron* (MLP) e o algoritmo usado para o aprendizado é do tipo *backpropagation*. Este software cria várias redes diferentes e escolhe aquela que produz o melhor resultado sobre um curto período de tempo de treinamento. A melhor arquitetura de rede será adotada após serem rodados os dois conjuntos de exemplos para cada tipo de acidente.

Nas redes neurais, as variáveis de entrada a serem utilizadas são as informações registradas nos boletins de ocorrência e as variáveis de saída são os tipos de acidentes e a gravidade. Um erro alvo (*target error*) deverá ser atribuído no início do processo de treinamento pelo operador, esse valor pode ser reduzido toda vez que o processo de treinamento conseguir atingir uma meta inicial pré-definida. Para cada conjunto de dados a ser experimentado, o simulador de Redes Neurais EasyNN estabelece a taxa de aprendizado e o *momentum*. A taxa de aprendizado informa o quão suave se dará à atualização dos pesos e o *momentum* tem a função de acelerar a velocidade de treinamento da rede.

A próxima etapa consistirá na identificação das variáveis que serão aproveitadas dos modelos preliminares de RNAs. Em seguida, o banco de dados será dividido de forma aleatória em dois subconjuntos: um para o treinamento e o outro para a validação do modelo gerado pelas RNAs. O primeiro subconjunto é utilizado para o aprendizado da RNA e o segundo subconjunto para a observação da eficácia da RNA quanto à capacidade de generalização durante a fase de treinamento.

Visando a definição do número de camadas escondidas, o primeiro subconjunto de dados será dividido em outros subconjuntos, de maneira distinta para cada um dos grupos de acidentes considerados. Se várias rodadas de experimentação apresentarem diferentes números de nós nas camadas intermediárias, será adotada aquela configuração que apresentar o melhor desempenho durante a fase de treinamento. Os experimentos que apresentarem os piores resultados também serão novamente testados, adotando-se o número de nós igual ao do experimento de melhor desempenho.

Identificadas as variáveis relevantes para cada tipo de acidente, uma nova rede deve ser treinada considerando-se apenas estas variáveis como entrada. Essas variáveis serão classificadas ainda segundo a sua frequência e o nível de importância, visando verificar se os resultados obtidos confirmam os resultados descritos na literatura existente.

Por fim, proceder-se-á com a verificação e a comparação dos resultados apresentados pelos modelos de RNAs com os dados reais. De modo geral, nesta etapa serão analisados:

- se a adoção de modelos simplificados (poucas variáveis) pode ter desempenho comparável a modelos mais complexos (muitas variáveis);
- o quanto a introdução de mais variáveis nos dados de entrada dificulta o aprendizado do modelo;
- a capacidade da rede neural no aprendizado e na generalização quando se houver a substituição das variáveis com fraco desempenho por outra variável ainda não experimentada;
- se a variável, que embora seja menos importante, apresenta uma relevância que não pode ser desprezada;
- tentar encontrar uma explicação para a distorção ou variação excessivamente grandes dos resultados apresentados pelos modelos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho encontra-se em fase de verificação da adequabilidade dos modelos preliminares que foram construídos empregando-se o EasyNN. Espera-se que, de modo geral, as RNAs sejam técnicas alternativas adequadas para atingir o objetivo proposto neste trabalho de pesquisa e, conseqüentemente, outras pesquisas com fenômenos de natureza aleatória e esporádica na área de segurança viária possam ser analisados com o uso de Redes Neurais Artificiais. Espera-se ainda que este trabalho possa fornecer diretrizes para a elaboração de futuros projetos e reformulação de ações por parte do poder público e demais entidades envolvidas na promoção da melhoria da segurança viária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Awad, W. H. e B. N. Janson (1998) Prediction Models for Truck Accidents at Freeway Ramps in Washington State Using Regression and Artificial Intelligence Techniques. *Transportation Research Record*, v. 1635, pp. 30-36.
- Banco Mundial (2002) Urban Transport Safety and Security. In: “*Cities on the Move - A World Bank Urban Transport Strategy Review*”. Site: [http://www.worldbank.org/transport/ut over.htm](http://www.worldbank.org/transport/ut%20over.htm).
- Datta, T. K.; D. Feber; K. Schattler e S. Datta (1999) Low Cost Treatments Result in Effective Safety Improvements. In: *79th Annual Meeting of Transportation Research Board*. Jan. 2000, Washington, D.C.
- IPEA (2003) *Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas*. Relatório Executivo - IPEA/ANTP. Brasília, 2003, 43p.
- Kumara, S. S. P. e W. M. S. B. Weerakoon (2003) Identification of Accident Causal Factors and Prediction of Hazardousness of Intersection Approaches. In *82nd Annual Meeting Compendium of Papers*. Transportation Research Board. CD-ROM.
- Ministério dos Transportes (2002) *Procedimentos para Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito*. Brasília, Programa de Redução de Acidentes -PARE.
- Mussone, L.; A. Ferrari e M. Oneta (1999) An Analysis of Urban Collisions Using an Artificial Intelligence Model. *Accident Analysis & Prevention*, n. 31, pp. 705-718.
- Sayed, T.; W. Abdelwahab e F. Navin (1995) - Identifying Accident-Prone Locations Using Fuzzy Pattern Recognition. *Journal of Transportation Engineering*, v. 121, pp. 352-358. Citado por Kumara e Weerakoon (2003).