

Guilherme Nobrega Martins

**Algoritmos Genéticos Aplicados ao Problema de
Reconstituição de Acidentes com Veículos Terrestres**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Mauro Speranza Neto, D.Sc.

Guilherme Nobrega Martins

**Algoritmos Genéticos Aplicados ao
Problema de Reconstituição de Acidentes
com Veículos Terrestres**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Mauro Speranza Neto, D.Sc.
Orientador
PUC-Rio

Prof. Fernando Yassou Chiyoshi, Ph.D.
UFRJ

Prof. Washington Braga Filho, Ph.D.
PUC-Rio

Prof. Francisco José da Cunha Pires Soeiro, Ph.D
UERJ

Prof. José Eugenio Leal, Ph.D.
Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 05 de dezembro de 2005

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Guilherme Nobrega Martins

Graduado em Engenharia de Controle e Automação pela PUC-Rio em 2002.

Ficha catalográfica

Martins, Guilherme Nobrega

Algoritmos genéticos aplicados ao problema de reconstituição de acidentes com veículos terrestres / Guilherme Nobrega Martins ; orientador: Mauro Speranza Neto. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Engenharia Mecânica, 2005.

120 f. : il. (algumas color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica.

Inclui referências bibliográficas

1. Engenharia mecânica – Teses. 2. Otimização. 3. Algoritmos genéticos. 4. Reconstituição de acidentes. 5. Problema inverso. 6. Colisão de veículos terrestres. I. Speranza Neto, Mauro. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Engenharia Mecânica. III. Título.

CDD: 621

À minha querida avó Gioconda, que sempre fez tudo por mim e acima de tudo,
acreditou na minha capacidade.

Agradecimentos

Ao meu amado pai, pelas orientações acadêmicas e conselhos de vida.

À minha amada mãe, por todo amor e carinho.

A toda a minha querida família, pelo apoio e carinho.

Aos meus queridos amigos, pelo apoio nos momentos difíceis e pela companhia nos momentos prazerosos.

Ao Mauro Speranza Neto, pela paciência e compreensão.

Resumo

Martins, Guilherme Nobrega. **Algoritmos Genéticos Aplicado ao Problema de Reconstituição de Acidentes com Veículos Terrestres**. Rio de Janeiro, 2005. 120p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Uma das aplicações mais interessantes e desafiadoras da engenharia é a solução dos problemas inversos. Neste tipo de problema enquadra-se o tratamento científico da reconstituição de acidentes de veículos terrestres. Um outro tema diretamente relacionado é a análise de colisões, tanto no contexto da reconstituição de um acidente, quanto no que diz respeito ao grau de adequação do veículo ao impacto, associado à sua integridade estrutural e à segurança passiva dos seus ocupantes.

Neste trabalho é aplicada uma técnica de otimização moderna, conhecida como algoritmo genético, para o tratamento do problema inverso em colisão de veículos terrestres, empregando modelos de veículos rígidos. Definiu-se como, a partir de restrições impostas e das posições finais dos veículos após uma colisão, o algoritmo de otimização pode fornecer o conjunto de variáveis e parâmetros que mais provavelmente levam os veículos àquela condição.

Como resultado, o método foi considerado perfeitamente aplicável ao problema proposto e passível de ser utilizado como base para implementação como ferramenta de suporte à perícias judiciais em casos reais.

Palavras-chave

Otimização; Algoritmos Genéticos; Reconstituição de Acidentes; Engenharia Inversa; Colisão de Veículos Terrestres.

Abstract

Martins, Guilherme Nobrega. **Genetic Algorithm Applied to the Ground Vehicles Accidents Reconstruction Problem.** Rio de Janeiro, 2005. 120p. M.Sc. Dissertation – Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

One of the most interesting and challenging applications in engineering is the solution of inverse problems. In this kind of problem we have as an example the scientific approach of the ground vehicle accident reconstruction. Another directly related theme is collisions analysis, either in the context of an accident reconstruction, or in the context of the vehicle crashworthiness, associated to its structural integrity and their occupants' passive safety.

In this dissertation a modern optimization technique, known as genetic algorithm, is applied to the treatment of ground vehicles collision inverse problem using models of rigid vehicles. We have defined how, starting from imposed constraints and the vehicles final positions after a collision, the optimization algorithm may furnish the set of variables and parameters that most probably lead the vehicles to those positions.

As a result, we have been able to evaluate the method as perfectly applicable to the proposed problem and may be used as a base aiming its implementation as a tool for support to the expertise regarding real cases.

Keywords

Optimization; Genetic Algorithm; Accidents Reconstruction; Inverse Engineering; Ground Vehicles Collision.

Sumário

1 Introdução: Relevância e Estado da Arte	9
2 Modelagem de uma Colisão	12
2.1. Etapas de uma Colisão	12
2.2. Modelo Pré-Choque	14
2.3. Modelo de Colisão Instantânea	18
2.4. Modelo Pós-Choque	35
3 Algoritmo Genético e a Reconstituição de Acidentes	47
3.1. Algoritmo Genético	47
3.2. Algoritmo Genético Aplicado à Reconstituição de Acidentes	50
4 Estudo de Casos	58
4.1. Uma Aplicação Trivial	58
4.2. Pós-Colisão para Um Veículo	63
4.3. Pós-Colisão para Dois Veículos	65
4.4. Caso completo	68
5 Conclusões e Sugestões	76
6 Referências Bibliográficas	77
7 Apêndices – Programas Matlab	78
7.1. Uma Aplicação Trivial	79
7.2. Pós-Colisão para Um Veículo	81
7.3. Pós-Colisão para Dois Veículos	87
7.4. Caso Completo	104