6

Conclusões e Sugestões

A estimação dos parâmetros dinâmicos por meio de métodos de otimização e a calibração do modelo matemático de um veículo terrestre foram estudados nesta dissertação, com o objetivo de obter um modelo capaz de representar o comportamento real de um determinado veículo. O modelo obtido pode ser utilizado para o desenvolvimento de controles que envolvam principalmente a dinâmica de rolagem, já que o modelo de 4GDL foi desenvolvido com este enfoque. A modelagem do sistema de 4GDL foi obtida utilizando as equações dinâmicas de Newton-Euler. O sistema de equações diferenciais foi resolvido utilizando o método numérico de passo fixo de Runge-Kutta. Simplificações do sistema de suspensão por meio de um sistema torsional mola-amortecedor na dinâmica de rolagem foram consideradas neste trabalho para seu melhor entendimento.

O problema da estimação dos parâmetros foi resolvido utilizando métodos de otimização de busca local e global. Os resultados obtidos mostram que o método de Nelder-Mead teve o melhor desempenho, porém este método é de busca local e requer de um ponto inicial. Esta característica faz que o algoritmo de Nelder-Mead seja dependente da escolha do ponto inicial, ou seja se o ponto inicial estiver longe do ótimo, o método ficar num mínimo local. Por outro lado o método de Evolução Diferencial tem um bom desempenho e por ser um método de busca global, este não requer de um ponto inicial, no entanto sua dependência do número de populações o fazem lento em comparação aos métodos de busca local.

Do análise de desempenho, obtém-se que o melhor método para a estimação dos parâmetros dinâmicos do veículo é Nelder-Mead. Com este método os erros obtidos utilizando o modelo de 4GDL são menores que 6% e utilizando o modelo black-box ou caixa-preta são menores que 2%. Portanto, a metodologia proposta neste trabalho logra estimar os parâmetros do veículo com erros aceitáveis, e o modelo feito com 4GDL pode ser utilizado para o desenvolvimento de controladores no veículo.

6.1 Trabalhos Futuros

Outros métodos de otimização global, tais como, Particle Swarm Optimization e Programação Genética, podem ser comparados com os utilizados nesta dissertação. Esta análise fica como sugestão de trabalho futuro.

Além disso, sugere-se como trabalho futuro o aumento de graus de liberdade do modelo matemático do veículo, isto com o objetivo de ter uma dinâmica mais precisa e também um conjunto de parâmetros maior a serem estimados. Também recomenda-se paralelizar os métodos de otimização e a dinâmica do veículo utilizando GPU (*Graphics Processing Unit*, ou Unidade de Processamento Gráfico), com o objetivo de minimizar o tempo de processamento da estimação dos parâmetros.

Também, sugere-se estimação dos parâmetros dinâmicos do veículo utilizando dados reais, ou seja, dados obtidos por um sistema de aquisição de dados montado num veículo real. Os dados de de sistemas de aquisição comerciais (*Racelogic*, *National Instruments*, *ADMA-G*, entre outros), já tem implementado algoritmos de filtragem e anti-ruído, portanto é possível aplicar diretamente a metodologia proposta na seção 4.