

APLICAÇÃO DO MODELO AUTORREGRESSIVO NA MODELAGEM DO TEMPO DE VIDA DE BATERIAS¹

Marlon Vinícius Machado², Cícero José Matuella Moreira³, Airam Tereza Romcy Zago Sausen⁴, Paulo Sérgio Sausen⁵.

¹ Projeto de pesquisa realizado no curso de Mestrado em Modelagem Matemática da Unijuí

² Aluno do curso de Mestrado em Modelagem Matemática da UNIJUÍ, mmmat15@hotmail.com

³ Aluno do curso de Mestrado em Modelagem Matemática da Unijuí, cicero.matematica@gmail.com

⁴ Professora Doutora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Orientadora, airam@unijui.edu.br

⁵ Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Co-Orientador, sausen@unijui.edu.br

Introdução

Nas últimas décadas, o número médio de dispositivos móveis por cidadão tem aumentado significativamente devido, principalmente, à proliferação no acesso à tecnologia sem fio e a sua mobilidade. Estes dispositivos podem ser encontrados nas mais diversas áreas, tais como, na indústria, nos setores de educação e saúde, sendo utilizados também no lazer e no entretenimento. Alguns exemplos de dispositivos móveis são: telefones celulares, máquinas digitais, notebooks (computadores portáteis), smartphones, tablets, sensores de alarmes instalados em residências ou prédios comerciais, entre outros.

A grande maioria dos dispositivos móveis, utilizados atualmente, é alimentada por algum tipo de bateria, geralmente recarregável, cuja função é o fornecimento de energia ao sistema. Destaca-se que a utilização destes dispositivos está condicionada ao tempo de vida das baterias que os alimentam, que é por definição, o tempo pelo qual esta fornece energia ao sistema. Neste contexto, é de vital importância possuir algum método capaz de prever o tempo de vida da bateria e conseqüentemente do dispositivo que é alimentado por ela.

Existem diferentes maneiras de realizar a predição do tempo de vida de baterias, uma delas consta da experimentação física. Porém, dependendo das características do sistema, esta opção deixa de ser viável do ponto de vista econômico. Outra forma é utilizando modelos matemáticos que representem a descarga de energia do sistema. Dentre os modelos matemáticos de baterias, podem ser citados: os analíticos [5], [6], [7], [9], os estocásticos [4], os elétricos [5] e os eletroquímicos [3], cada um com suas características e níveis de complexidade. Outra forma, ainda, é a utilização da Teoria da identificação de sistemas a qual segundo [1], propõe-se a encontrar um modelo matemático que, aproximadamente, represente e explique a relação causa e efeito presente em um conjunto de dados.

Neste contexto, o principal objetivo deste artigo é a obtenção de um modelo matemático acurado e de simples implementação para a predição do tempo de vida de baterias utilizadas em dispositivos móveis usando a estrutura de modelo do tipo Auto-Regressivo (AR), presente na teoria de



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XVIII Jornada de Pesquisa

Identificação de Sistemas. Em seguida o modelo obtido será comparado ao Modelo de Difusão de Rakhmatov-Vrudhula, que é o modelo analítico mais acurado da literatura técnica.

Metodologia

Para desenvolvimento deste estudo, primeiramente foram obtidos dados experimentais da descarga e do tempo de vida de uma bateria, através de uma plataforma de testes desenvolvida especificamente para esta finalidade, baseado em diferentes perfis de descargas, aplicados ao sistema. Esta plataforma foi desenvolvida no laboratório do Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC) da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI).

Este ambiente de testes é composto por um sistema de descargas controladas, o qual possibilita escolher qual o perfil de descarga que se quer aplicar na bateria. Este sistema de descarga está ligado a um microcomputador, que possui uma ferramenta de gerenciamento da plataforma que permite tanto administrar as descargas, quanto armazenar as informações obtidas do processo de descarga da bateria. As baterias usadas nos processos de descarga são do tipo Lithium-íon, modelo Nokia BL-5F, presentes em celulares Nokia N95.

A metodologia adotada para a coleta de dados a partir da plataforma é descrita a seguir. Considera-se inicialmente a bateria completamente carregada (i.e., com uma voltagem de 4,2 volts), os experimentos foram divididos em dois momentos, o primeiro com dez perfis de descargas constantes utilizado para estimação dos parâmetros do modelo AR; e o segundo com seis perfis de descargas constantes usado para a validação do modelo AR. Para cada perfil de descarga considerado, os ensaios foram repetidos dez vezes, objetivando a obtenção de uma amostragem estatística satisfatória.

Em paralelo com a obtenção dos dados de descarga da bateria, sua análise e apresentação, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre a teoria da Identificação de Sistemas e os modelos matemáticos que a compõem, a partir da qual, foi possível realizar a escolha da estrutura de modelo para realização deste estudo. A estrutura de modelo AR foi escolhida, por se mostrar mais simples e de fácil compreensão e implementação computacional. O modelo foi implementado utilizando a ferramenta computacional Matlab.

Resultados e discussão

Para obtenção da equação do modelo AR, que representa o conjunto de dados utilizados neste estudo, se fez necessário estimar os parâmetros deste. Sendo o modelo utilizado, um modelo de ordem 2, foi necessária a estimação de 2 parâmetros a_1 e a_2 , os quais foram estimados utilizando o método dos Mínimos Quadrados (MQ) [2], onde os valores encontrados para cada parâmetro foram: $a_1=1,2537$ e $a_2=-0,3353$.

Em seguida o modelo AR foi validado apresentando um erro médio de aproximadamente 3,04%, sendo assim, sua precisão foi de 96,96%.

Em seus estudos, [8] utiliza do mesmo conjunto de dados, para validação dos modelos por ele estudados e, também, para comparação com o modelo de Difusão de Rakhmatov e Vrudhula. Sendo





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XVIII Jornada de Pesquisa

assim, devido a este ser o modelo mais acurado apresentado pela literatura técnica, os resultados obtidos por [8] para o Modelo de Difusão de Rakhmatov e Vrudhula, são utilizados neste trabalho para a comparação com os resultados do Modelo AR. Os resultados obtidos por [8], para o Modelo de Difusão de Rakhmatov e Vrudhula, apresentaram um erro médio de 5,68%, ou seja, uma precisão de 94,32%, que se comparado com os resultados obtidos pelo modelo AR que apresentou um erro médio de 3,04% e uma precisão de 96,96%, mostra que este modelo tem uma boa precisão e representa bem os dados analisados.

Conclusões

Com isso, conclui-se que o modelo AR ao ser aplicado a um conjunto de dados obtido a partir da plataforma de teste possui resultados satisfatórios, pois apresenta um erro médio de 3,04%, erro este, 2,64%, menor do que o erro médio apresentado pelo Modelo de Difusão de Rakhmatov e Vrudhula mostrando, assim, sua eficiência. Além disto, o modelo AR mostra-se um modelo simples de ser entendido, fácil de ser implementado e que traz bons resultados. Com este estudo, pode-se perceber que voltar a atenção para a teoria da Identificação de Sistemas, na modelagem da predição do tempo de vida de baterias, é algo que se mostra interessante e abre caminho para a utilização desta para a modelagem dos mais diversos sistemas, pois a Identificação de Sistemas se mostra mais interessante do ponto de vista econômico, se comparada com a experimentação física, gerando menos gastos, além de mostrar-se mais simples quanto ao critério de entendimento das estruturas dos modelos e implementação dos mesmos, exigindo, também, menor tempo computacional.

Palavras-Chave: Dispositivos Móveis, Identificação de Sistemas, Modelagem Matemática.

Agradecimentos

Agradecemos a UNIJUÍ por ceder o espaço para o desenvolvimento do trabalho, pela bolsa de auxílio para o desenvolvimento dos estudos no Curso de Mestrado em Modelagem Matemática, ao curso pela aprendizagem e oportunidade de conhecer e desenvolver estudos com estas novas teorias em matemática e ao GAIC pela utilização da plataforma de testes.

Referências Bibliográficas

- [1] Aguirre, L. A. (2004). Introdução à identificação de sistemas: técnicas lineares e não-lineares aplicadas a sistemas reais. Editora UFMG, 2ª edição, Belo Horizonte – MG.
- [2] Anton, H. and Rorres, C. (2001). Álgebra Linear com Aplicações. 8ª Edição, Bookman, Porto Alegre – RS.
- [3] Chen, M. and Rincón-Mora, G. A. (2006). Accurate electrical battery model capable of predicting runtime and I-V performance. IEEE Transactions on Energy Conversion, 21, no 2.
- [4] Chiasserini, C. and Rao, R. (1999). A Model for Battery Pulsed Discharge with Recovery Effect. Proceedings of the Wireless Communications and Networking Conference, pp. 636-639.





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XVIII Jornada de Pesquisa

- [5] Lahiri, K.; Raguhnathan, A.; Dey, S. and Panigrahi, D. (2002). Battery-driven system design: a new frontier in low power design. Chemical Engineering Science.
- [6] Martin, T. L. (1999). Balancing Batteries, Power, and Performance: System Issues in CPU Speed-Setting for Mobile Computing. Master's Thesis, Carnegie Mellon University.
- [7] Rakhmatov, D. and Vrudhula, S. (2001). An Analytical High-Level Battery Model for Use in Energy Management of Portable Electronic Systems. Proceedings of the 2001 IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design, pp. 488-493.
- [8] Romio, L. C. (2013). Modelagem Matemática da Predição do Tempo de Vida de Baterias Utilizando Identificação de Sistemas. Dissertação de Mestrado, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí – RS.
- [9] Sausen, P. (2008). Gerenciamento Integrado de Energia e Controle de Topologia em Redes de Sensores Sem Fio. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande – PB.