

Classificação de problemas de garantia de escoamento por meio de algoritmos de machine learning

Mayara J. R. Santos¹
PGMEC/UFF, Niterói, RJ
Maria da Penha C. Fonseca²
PGMEC/UFF, Niterói, RJ
Fabiana R. Leta³
PGMEC/UFF, Niterói, RJ
João Felipe M. Araujo⁴
PPGEQ/UFF, Niterói, RJ
Geraldo S. Ferreira⁵
PGEB/UFF, Niterói, RJ
Gilson B. A. Lima⁶
PPGEP/UFF, Niterói, RJ
Cláudio B. C. de Lima⁷
PETROBRAS, Rio de Janeiro, RJ
Luciano de C. Maia⁸
PETROBRAS, Rio de Janeiro, RJ

A garantia de escoamento é uma área de estudo ligada à produção offshore de petróleo. A instabilidade de fluxo, o slugging, a formação de hidratos e a deposição de incrustações são exemplos de problemas de garantia de escoamento que afetam a produção de petróleo [8].

Com o objetivo de identificar e classificar esses problemas e anomalias em situações reais de escoamento, foram aplicados algoritmos de classificação utilizando *machine learning*, em um banco de dados público com registros reais de sensores de pressão e temperatura localizados em subsuperfície - no interior dos poços produtores, na linha de produção - sobre o leito marinho, e na Unidade Estacionária de Produção - na superfície [7].

O uso de ferramentas de *machine learning* e inteligência artificial na indústria de petróleo vem crescendo constantemente. Há diversas aplicações na área de perfuração de poços e na fase de produção de além de outras áreas. Os algoritmos de classificação baseados em árvore de decisão e *random forest* já provaram obter bons resultados em diferentes aplicações na indústria [1] [4] [5] [6]. A aplicação de Naive Bayes também já foi documentada em dados de perfuração porém não apresentou o melhor resultado dentre os modelos aplicados [3]. Por outro lado, algoritmos como adaboost ainda não possuem aplicações propriamente documentadas na indústria de petróleo, sendo aplicado, em outras áreas, com menos frequência que os algoritmos anteriores. Modelos estatísticos

¹mayarajrs@id.uff.br

²mariacindra@gmail.com

³fabianaleta@id.uff.br

⁴jf_mitre@id.uff.br

⁵geraldoferreira@id.uff.br

⁶glima@id.uff.br

⁷clima@petrobras.com.br

⁸luciano.maia@petrobras.com.br

como Gaussian Mixture Models também podem ser usados como algoritmos de classificação e alinhados com outras ferramentas estatísticas apresentam boa acurácia em dados reais [6].

A aplicação de técnicas de *machine learning* se faz muito útil, tanto pelo aspecto do grande volume de dados disponível quanto pela característica dos problemas de hidratos e incrustações que afetam a produção de petróleo de forma física semelhante, pois ambos levam à redução da área disponível para o escoamento gerando mudanças na pressão do sistema [7]; o *slugging* e a instabilidade de fluxo são problemas que surgem por mudanças da condição própria do escoamento em si e também geram impactos no perfil de pressão [2].

Para a classificação dessas anomalias foram usados os algoritmos de classificação Adaboost, Naive Bayes, Árvore de Decisão, *Random Forest* e *Gaussian Mixture Model*. Por meio destes algoritmos, foi possível identificar os problemas e também classificar as condições de escoamento em regimes normal, transiente e anormal, no caso de hidrato e incrustação. A maioria dos algoritmos apresentou excelentes resultados, sendo que o *Random Forest* se destacou como o melhor algoritmo para a maioria das análises.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro e técnico da CAPES e da PETROBRAS por meio do projeto nº ANP 19742-6.

Referências

- [1] Akinsete, O., Oshingbersan, A. *Leak Detection in Natural Gas Pipelines Using Intelligent Models*. SPE International Heavy Oil Conference and Exhibition held in Kuwait City, Kuwait. 2019.
- [2] Brill, J. P., Mukherjee, H. *Multiphase Flow in Wells*. Society of Petroleum Engineer Inc. Texas, 1999.
- [3] Khodenko, I., Ivanov, S., Perets, D., Simonov, M. *Detection of lost circulation in drilling wells employing sensor data using machine learning technique*. Procedia Computer Science 156. 2019.
- [4] Marins, M. A. *Machine Learning Techniques Applied to Hydrate Failure Detection on Production Lines*. Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro. 2018.
- [5] Pereira, E. J. R. *Classificação do Evento de Prisão de Coluna Mecânica em Atividade de Perfuração de Poços Offshore por Técnica de Aprendizado de Máquina*. Dissertação de Mestrado, UFF, Niterói, 2019.
- [6] Santos, I. H., Lisboa, H. F., Feital, T. S.; Câmara, M. M., Soares R. M, Marins, M. A., Barros, B. D., Prego, T. M.; Lima, A. A.; Netto, S. L. *Hydrate Failure Detection in Production and Injection Lines Using Model and Data-driven Approaches*. Rio Oil Gas Expo and Conference 2018.
- [7] Sloan, D., Koh, C., Sum, A. K. *Natural Gas Hydrates in Flow Assurance*. Gulf Professional Publishing. 2011.
- [8] Vargas, R. E. V., Munaro, C. J., Ciarelli, P. M., Medeiros, A. G. Amaral, B. G., Burrionuevo, D. C., Araújo, J. C. D., Ribeiro, J. L., Magalhães L. P. *A realistic and public dataset with rare undesirable real events in oil wells*. Journal of Petroleum Science and Engineering, v. 181, 2019.