

6 Conclusões

Neste trabalho foi aplicado um método inteligente para inferir a qualidade de produtos derivados de petróleo utilizando redes neurais e filtro de Kalman estendido. A base de dados utilizada para testar o sistema proposto foi obtida através do monitoramento de instrumentos instalados em uma planta de produção, que fabrica uma substância conhecida como nafta craqueada.

Na indústria petroquímica é comum avaliar a qualidade de um produto através de análises laboratoriais, entretanto estes métodos exigem a manipulação de reações químicas, que, por sua vez, podem levar horas para serem concluídas e gerar um laudo técnico da substância em questão. Este fato pode se agravar se for considerada a produção em larga escala de plantas industriais, ou seja, em uma hora de produção toneladas de produtos poderiam estar sendo produzidas fora das especificações técnicas de qualidade, onerando em tempo e custos o processo produtivo.

Sendo assim, com o objetivo de desenvolver um sistema que possa auxiliar os operadores de produção na regulação da planta de processo em tempo real, foi elaborado um modelo inteligente, baseado em técnicas computacionais, utilizando redes neurais artificiais e um filtro estocástico, conhecido como filtro de Kalman estendido.

Em termos práticos, estas técnicas são combinadas procurando reunir as vantagens intrínsecas de suas estruturas individualizadas. Por exemplo, a rede neural, quando treinada com dados multivariados, é capaz de generalizar informações apresentadas posteriormente. Entretanto, na indústria petroquímica quando o tipo de matéria-prima tem suas características alteradas, ou seja, o petróleo utilizado na entrada do sistema apresenta características físico-químicas diferentes das anteriores, a rede neural precisa ser re-treinada para manter um erro pequeno em sua resposta. Neste momento entra a habilidade do filtro de Kalman estendido que, gerando ruídos brancos nos dados multivariados das entradas atuais, cria projeções futuras que permitem a atualização em tempo real dos parâmetros da rede, adaptando, assim, a saída inferida com boa confiabilidade.

O modelo elaborado foi dividido em 4 etapas distintas para avaliar, separadamente, características do banco de dados, dos instrumentos que melhor estavam relacionados à saída inferida, dos padrões de entrada e saída, e da inferência propriamente dita, incluindo os testes de confiabilidade do sistema.

Na primeira etapa, denominada de pré-processamento, foram executadas tarefas exclusivas para eliminação de sinais espúrios, concatenação dos dados, segmentação da saída, compatibilização dos dados de entradas, entre outras. Para avaliar estes quesitos foram gerados dois grupos de teste, um composto por todas as janelas de entrada e outro com o número de janelas reduzidas. Os dois grupos foram submetidos ao método proposto e, conforme o capítulo de avaliação experimental, a diferença entre os resultados foi inferior a 0,01 % de erro MAPE, além do ganho no aprendizado da rede, no que diz respeito ao tempo de processamento, ter sido considerável.

Na segunda etapa, denominada seleção de variáveis, foram aplicadas duas técnicas para escolher quais variáveis de entrada apresentavam maior grau de relevância, ou seja, maior influência sobre a variável de saída inferida, sendo elas o LSE e a correlação cruzada. As duas técnicas foram combinadas e, segundo uma heurística, foram selecionadas 5 variáveis de entrada apenas. O resultado foi muito interessante, mostrando que se retirar uma ou mais variáveis pouco relevantes, o treinamento da rede em nada era afetado. Entretanto, se uma das 5 selecionadas fosse retirada, o sistema ficava, claramente, comprometido. Este processo reduziu a complexidade da rede e permitiu, também, a execução de um aprendizado mais rápido.

A etapa de definição de padrões de entrada e saída compatibilizou os dados de entrada com a rede, possibilitando, assim, o seu treinamento. Isto foi feito de um modo que as leituras de cada janela foram substituídas pela média das leituras em torno do atraso ótimo, definido pelo valor da correlação cruzada máxima desta janela.

Na etapa de inferência, diversos testes foram aplicados com o objetivo de avaliar o aprendizado da rede neural com e sem o filtro de Kalman estendido. Sem o FKE, após o treinamento da rede neural, o resultado gerado mostrou que, quando simulada uma mudança de processo, a rede não conseguia inferir adequadamente a saída. Sendo assim, seria necessário o re-treinamento da rede para a correta inferência. Todavia, ao utilizar o FKE, a rede conseguiu adaptar a saída inferida, na mesma situação, em tempo real e sem re-treinamento.

Com os resultados apresentados, pode-se confirmar que o método é promissor e eficaz. Contudo, seria interessante que trabalhos futuros avaliassem até que ponto a rede neural artificial, com filtro de Kalman estendido, consegue responder adequadamente às variações do processo de inferência, sem sofrer degradação em sua resposta. Esta situação deve ser considerada, pois, como a atualização dos pesos da rede é feita continuamente pelo filtro de Kalman estendido o sistema pode inserir erros que poderão em longo prazo reduzir a adaptabilidade da rede em tempo real. Sendo assim, um trabalho complementar poderia ser realizado para simular à exaustão este procedimento, causada por diversas mudanças de processo. Desta forma, a real robustez da metodologia e a necessidade de re-treinamento seriam avaliadas, permitindo, assim, a construção de uma ferramenta computacional adequada, caso necessário.