

PID INSTRUMENTED CONTROL ELEMENTS ESTIMATION BASED ON PROBABILISTIC METHODS

García Herrera Mariel Fernanda (1), Pérez Careta Eduardo (1)

1 [Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, Departamento de Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [mfgarcia@ugto.mx]

Resumen

Las aplicaciones de un controlador, tal como lo es en una válvula de control, requieren de esquemas de control robustos para considerar todas las variables posibles que existan. Este artículo, propone tener un prototipo funcional de los sistemas automáticos que operan en la Refinería Ingeniero Antonio M. Amor, para facilitar el movimiento de los elementos finales y obtener un mayor control de los eventos que suceden en las plantas de proceso. El análisis de comportamiento para una válvula de control se realizará mediante métodos probabilísticos, utilizando las Toolbox de MATLAB. En este documento se demostrará que una red neuronal puede ser entrenada para proporcionar los coeficientes de un controlador PID, en donde la respuesta se aproxime a la de un controlador PID analógico con set point conocido.

Abstract

The applications of a controller, such as a control valve, require robust control schemes for all the variables that exist. Have a functional prototype of the automatic systems that operate in the Ingeniero Antonio M. Amor Refinery, to facilitate the movement of the final elements and obtain greater control of the events that occur in the process plants. The behavior analysis for a control valve was performed using probabilistic methods, using the MATLAB Toolbox. In this document it can be seen that a neural network can be trained to provide the coefficients of a PID controller, where the response is close to that of an analog PID controller with a known set point.

Palabras Clave

Neural Networks; PID Control; Automatic Systems; Control Valve; Set Point.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto presenta antecedentes de trabajos de investigación y resultados parciales en torno a los controladores PID utilizando redes neuronales BP. Los sistemas de control industriales se están volviendo una tendencia en describir las redes, las capas jerárquicas de control y las capacidades de comunicación de un sistema a través de herramientas de software, sensores inteligentes y métodos diseñados para tolerancia a fallas y manejo de problemas críticos de seguridad. La estructura se establece por controladores de tipo proporcional, integral y derivativo (PID). Debido a la practicidad de los controladores PID, se han catalogado en la industria como herramientas estándar, además de que cuenta con reglas bien establecidas para ajustar los parámetros del controlador en aplicaciones en tiempo real.

El propósito de los objetos de control es contar con una gran inercia, características no lineales y un factor de perturbación incierto. Se requiere de la optimización de los parámetros PID para mejorar el rendimiento de los controladores. Existen varios estudios que se involucran en la optimización de parámetros, algunos de ellos: en [1] se muestra un algoritmo de aprendizaje adaptativo basado en algoritmos genéticos para obtener un ajuste automático en los controladores PID, con el objetivo de lograr un rendimiento óptimo. En [2], basándose en algoritmos genéticos se han optimizado las reglas de control difuso y la función de membresía. En [3] se combina un controlador de red neuronal y un controlador de lógica difusa.

La tecnología de redes neuronales ha sido aplicada en el campo de sistemas de control, gestión energética, predicción y diagnóstico de fallas, identificación y optimización. El algoritmo usa redes neuronales de retroceso, el cual fue optimizado en frecuencia en [4]. En [5] desarrollan un módulo de algoritmo de control PID neuronal, en el que se muestra que la estrategia de controlador PID neuronal es más robusta que el controlador PID convencional.

El objetivo del proyecto es realizar un sistema de control de una válvula de control para la Refinería Ingeniero Antonio M. Amor, a través de un análisis de comportamiento mediante métodos probabilísticos utilizando redes neuronales. En la simulación y optimización de los algoritmos se busca que el controlador PID utilizando una red neuronal tenga la capacidad de auto adaptación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediciones

Para la conocer el funcionamiento actual de la válvula de control y las condiciones en las que se encuentra, se visitó la Refinería Ingeniero Antonio M. Amor, en la ciudad de Salamanca.

Para la toma de datos, se eligieron tres diferentes válvulas de control, de cada una se extrajeron aproximadamente 21,600 datos, en un intervalo de ocho horas, tomando datos en un intervalo de 1 segundo. La lectura de datos proviene de diversos controladores indicadores de presión (PIC). En la visita a la refinería, se pudo conocer el funcionamiento de las válvulas, y nos dimos cuenta que el ajuste de las válvulas sigue siendo manual, lo cual cumple con los objetivos del proyecto, que es realizar un sistema de control en el cual una válvula de control se auto ajuste, esto ahorraría tiempo y costos para la refinería.



IMAGEN 1: Toma de datos de una válvula de control en la Refinería Ingeniero Antonio M. Amor en la ciudad de Salamanca, Gto.

Configuración de un sistema de control PID utilizando redes neuronales

El controlador PID utilizando red neuronal es la combinación de una red neuronal y un control PID convencional, el cual combina la excelencia tanto del controlador PID como de las redes neuronales. La estructura del sistema de control de red neuronal consiste del controlador PID utilizando una red neuronal y un modelo de predicción no lineal (NNM) como se muestra en la Imagen 2.

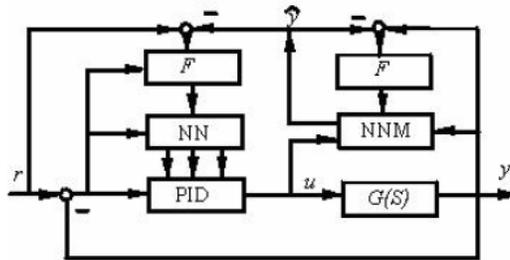


IMAGEN 2: Sistema de control PID utilizando una red neuronal.

Donde r es la configuración de entrada, $G(s)$ es el objeto controlador, y es la salida actual, u es el controlador variable, \hat{y} es la predicción de y , NNM representa el modelo de predicción lineal de la red neuronal de \hat{y} , NN representa la red neuronal y F representa el algoritmo de aprendizaje.

Proceso del algoritmo

Para este proyecto se usará una red neuronal de retroceso con tres capas como se muestra en la Imagen 3, que tiene M neuronas de entrada, Q neuronas ocultas y tres neuronas de salida.

La salida de la red neuronal de retroceso son el ajuste de los tres parámetros de controlador PID (k_p , k_i y k_D), las cuales no pueden ser negativas, la función de activación es una función Sigmoid.

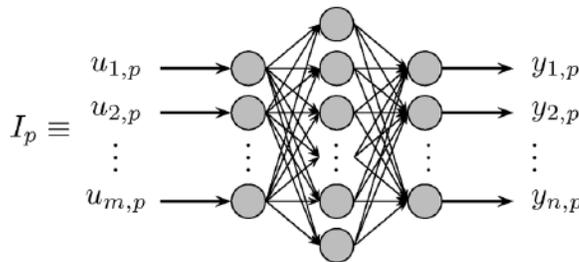


IMAGEN 3: Configuración de la red neuronal de retroceso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lo primero que se realizó fue observar el comportamiento de los datos obtenidos de las válvulas de control, en las gráficas se observa un comportamiento similar de cada recopilación de datos, siendo un comportamiento lineal hasta un punto de estabilización como se observa en la Imagen 4.

Las imágenes 5 a 7 muestran los resultados de la simulación del entrenamiento de la red neuronal. Se muestran los resultados de rendimiento de una neurona entrenada con 1 capa de entrada, 10 capas ocultas y una capa de salida para cada uno de los conjuntos de datos obtenidos de las válvulas de control. Las gráficas muestran el rendimiento de la red en base a epochs, los cuales son periodos de tiempo donde se analiza el rendimiento de la red.

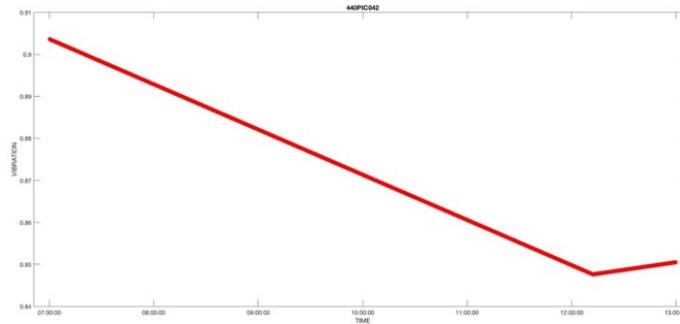


IMAGEN 4: Comportamiento de los datos recopilados de las válvulas de control.

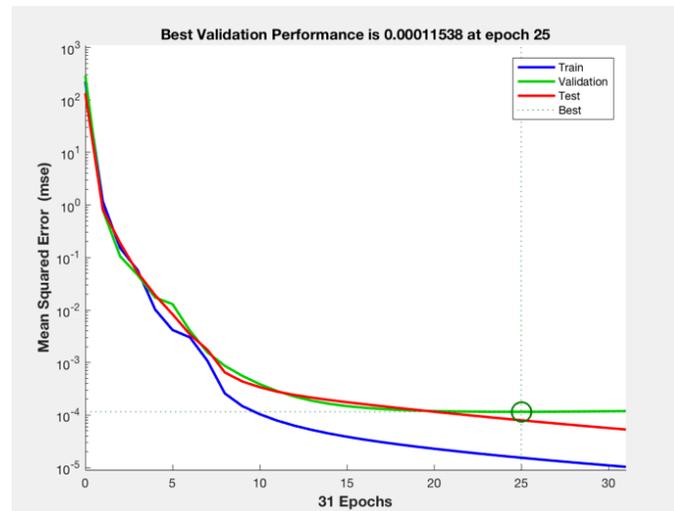


IMAGEN 5: Resultados del primer conjunto de datos. Se observa que la simulación de la red neuronal alcanzan su mejor rendimiento en 25 epochs.

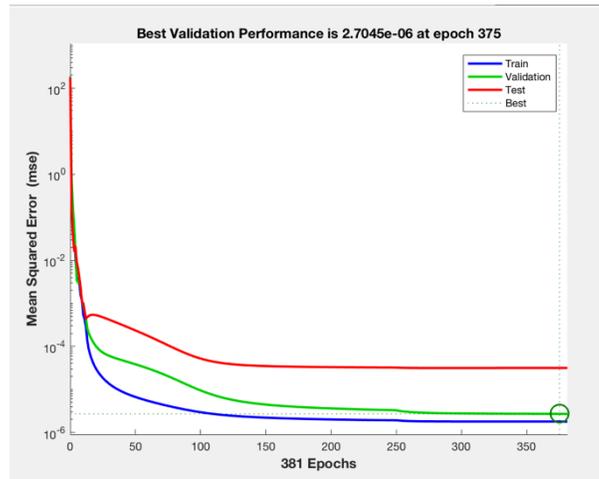


IMAGEN 6: Resultados del segundo conjunto de datos. Se observa que la simulación de la red neuronal alcanzan su mejor rendimiento en 375 epochs.

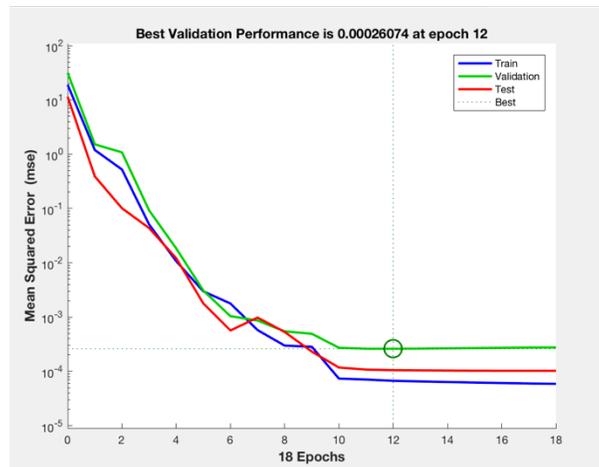


IMAGEN 7: Resultados del tercer conjunto de datos. Se observa que la simulación de la red neuronal alcanza su mejor rendimiento en 12 epochs.

CONCLUSIONES

El proyecto ha mostrado las diversas aplicaciones que tienen los sistemas de control de red neuronal y que ayudan a la optimización de diversos sistemas. Se tienen que tomar en cuenta los diversos parámetros que componen al sistema de control para obtener mejor rendimiento y precisión que se ajustan durante la etapa de entrenamiento de la red neuronal, sin embargo, hay que tomar en cuenta los niveles de robustez cuando los parámetros del controlador PID cambian.

Las ventajas que ofrece un controlador de PID de la red neuronal son las capacidades de autoestudio y autoadaptación, que facilita la obtención de respuestas más rápidas y mejores rendimientos.

REFERENCIAS

- [1] W. Huang and H. N. Lam, "Using genetic algorithms to optimize controller parameters for HVAC systems", *Energy and Buildings*, vol. 26, pp. 277-282, 1997.
- [2] X. Guo, Y. Rui and J. Li, "Research on the simulation system of fuzzy intelligence inverter air-conditioner based on genetic algorithm", *Journal of Shandong University of Technology (Sci & Tech)*, vol. 17(5), pp. 1237-1240, 1243, 2005.
- [3] X. Huang and W. Yang, "Fuzzy CMAC control of inverter air conditioner", *Refrigeration Technology*, vol. (3), pp. 34-36, 2004.
- [4] Y. Jiang, Y. Cao and Y. Gong, "Application of BP networks to a frequency inverter-based air conditioner", *Journal of Shanghai University (Natural Science)*, vol. 7(6), pp. 398-400, 404, 2001.
- [5] Z. Zheng, J. Liang, B. Niu, Y. Yang and X. Zeng, "Simulation study on neural PID control of variable-frequency air conditioning systems", *Heating Ventilating and Air Conditioning*, vol. 34(12), pp. 93-95, 2004.