

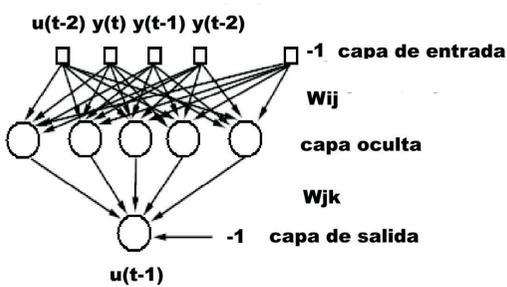


Modelos Predictivos basados en Redes Neuronales: dos casos de estudio

Después de más de cincuenta años el controlador PID sigue siendo el caballo de batalla del control de procesos industriales. Sin embargo cuando los procesos son inherentemente multivariantes o altamente no lineales, el éxito del controlador PID es limitado. Merece recalcar que casi siempre los lazos de control económicamente más rentables son precisamente aquellos que no pueden controlarse eficientemente con un PID. Es así como en las últimas décadas hacen su aparición las técnicas de control predictivo basado en modelos del proceso. Modelos estáticos y dinámicos muy complejos son usados en la industria para una amplia gama de aplicaciones que van desde la ingeniería de procesos, entrenamiento de operadores, diseño y evaluación de nuevas estrategias de control, diseño de sensores virtuales que permiten inferir variables no medidas a través de datos experimentales, optimización de condiciones operativas y el diseño de controladores predictivos basados en modelos de entrada-salida. Dentro de las técnicas empleadas para modelizar se encuentran: en un extremo los modelos «caja negra» de convolución y redes neuronales basados exclusivamente en datos de entrada-salida, luego los modelos «caja gris» que incorporan conocimiento *a priori* y en el otro extremo los basados en Principios Fundamentales. En este trabajo se aplican técnicas de modelización mediante redes neuronales a dos casos de estudio.

- Inversión de una Secuencia de Control

Estimación de la secuencia de movimientos de control que hacen que una variable controlada siga una trayectoria de referencia.



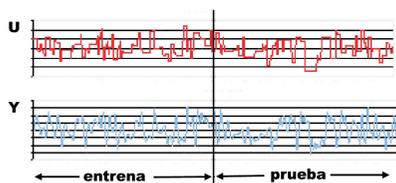
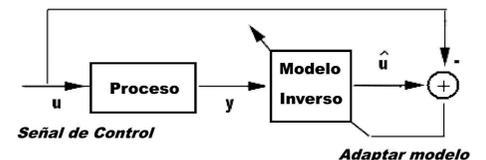
Una red neuronal es una estructura de flujo de información organizada en capas. Cada nodo es un elemento de procesamiento de las señales entrantes las cuales se ven afectadas por factores de peso W_{ij} que miden la relativa importancia de la correspondiente conexión. La capa de entrada distribuye las señales de entrada por la red, las capas intermedias aplican funciones de transferencia no lineales tipo $\tanh(x/2)$ a la suma de señales entrantes multiplicadas por los pesos W_{ij} correspondientes y finalmente la capa de salida construye las señales de salida aplicando funciones de transferencia. El ajustar los factores de peso W se llama «entrenar» la red y el objetivo del entrenamiento es llegar a un punto en el que un conjunto de entradas produce un conjunto deseado de salidas.

Series de datos temporales $[u(t), y(t)]$ $t=0,1,\dots$ se supone obedecen una ley de la forma $y(t)=F(y(t-1), \dots, y(t-l), u(t-1), \dots, u(t-k))$. Se intenta que la red neuronal permita invertir el control

$$u(t-1) = F^{-1}(y(t), y(t-1), \dots, y(t-l), u(t-2), \dots, u(t-k))$$

La red se ha entrenado mediante el algoritmo de retropropagación de Levinson-Marquardt utilizando la mitad de los datos. En el cuadro de evaluación se visualiza la aproximación de la secuencia deseada de movimientos de control u que siguen una trayectoria y .

Entrenamiento del controlador

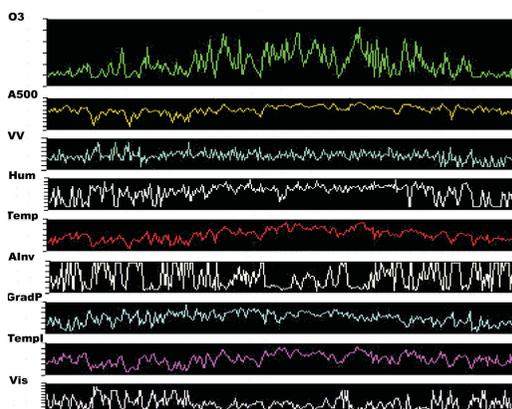


Evaluación del entrenamiento sobre los datos de «prueba»



· Sensores Virtuales

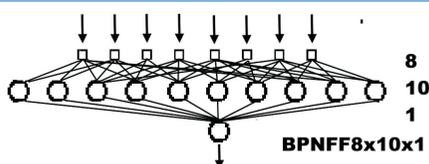
Se presenta un caso de estudio para el diseño de predictores basados en redes neuronales con el propósito de la implementación de la llamada tecnología de **soft sensors**.



Como conjunto de datos típicos para el desarrollo de un sensor virtual se han elegido series de tiempo ($n=300$) de concentración de ozono O_3 en la atmósfera junto con posibles variables relacionadas tales como altura de la superficie de 500mb, temperatura, humedad, altura de la capa de inversión térmica, gradiente de presión, visibilidad, etc. El modelo buscado es una estimación de la concentración en función de las restantes mediciones.

$$O_3 = F(A500, VV, Hum, Temp, Ainv, GradP, TempI, Vis)$$

Para la realización de tal representación funcional se han ensayado redes neuronales del tipo perceptrón multicapa feedforward BPNFF8x10x1. La estructura de la red se compila en lenguaje C para el desarrollo de una aplicación que utilice el sensor virtual tal como un control Activex en VisualBasic o bien desarrollar un sistema embebido en un microcontrolador o controlador lógico programable.



Valor Experimental -- vs Valor Estimado -- por BPNFF8x10x1

