

“Introducción a las Redes Neuronales y la Neuro-Programación Dinámica”

Dr. Ing. H. Daniel Patiño, Instituto de Automática (INAUT), UNSJ

I. INTRODUCCION

El curso tiene por objetivo introducir al estudiante al campo de las *redes neuronales artificiales* y su aplicación a la *neuro-programación dinámica*, sus fundamentos teóricos y prácticos como sus aplicaciones. En el curso se abordan ambos temas desde el enfoque de la *teoría de sistemas y control* con una orientación técnica a la Optimización de Procesos y Sistemas empleados en diferentes campos de la ingeniería e investigación operativa. Se introducen además herramientas para el diseño y desarrollo de aplicaciones y se presentan las principales líneas y retos en I+D+i en el área.

II. CONTENIDO

Tema 1. Fundamentos.

- 1.1 Introducción histórica.
- 1.2 Perspectiva general.
- 1.3 Conceptos, definiciones.
- 1.4 Elementos básicos y modelos de neuronas.
- 1.5 Topologías básicas de redes neuronales: Redes Feedforward de una capa y multicapa ; redes recurrentes; estructura lattice.
- 1.6 Aplicaciones.

Tema 2. Perceptron – Perceptron Multicapa

- 2.1 Consideraciones básicas.
- 2.2 Algoritmos de aprendizajes.
- 2.3 Rede ADALINE.
- 2.4 Aplicaciones: clasificación, separación de funciones Booleanas linealmente separables, procesamiento de señales, identificación y control.
- 2.5 Perceptron multicapa.
- 2.6 Ley de aprendizaje back-propagation.
- 2.7 Aplicaciones: Clasificación, análisis de señales, identificación y control.

Tema 3. Introducción a las Redes de Base Radiales

- 3.1 Estructura y tipo de bases.
- 3.2 Estrategias de aprendizaje.
- 3.3 Comparación entre las redes de base radial y las multicapas.
- 3.4 Aplicaciones.

Tema 4. Introducción a las Redes Neuronales Recurrentes o Dinámicas

- 4.1 Redes neuronales con retardos temporales.
- 4.2 Redes neuronales con salidas realimentadas.

- 4.3 Redes neuronales generalizadas.
- 4.4 Algoritmos de aprendizaje.
- 4.5 Aplicaciones: reconocimiento de patrones, estimación, optimización.

Tema 5. Fundamentos de la Modelación de Sistemas y Procesos

- 5.1 Definiciones de Sistema y Proceso. Introducción a la modelación de sistemas en el espacio de estado.
- 5.2 Optimización paramétrica (estática) y dinámica (control óptimo).
- 5.3 Optimización continua: Gradiente descendente, simulación; Algoritmo Levenberg-Marquardt, aplicación a Redes Neuronales.
- 5.4 Optimización discreta: introducción a los Algoritmos Genéticos, aplicación a la optimización de funciones. Introducción a los algoritmos evolutivos y genéticos.

Tema 6. Optimización Dinámica: Programación Dinámica (PD)

- 6.1 Formulación del problema. Ecuación funcional iterativa. Restricciones, cuantificación y condiciones de borde. Índices de optimización.
- 6.2 Programación Dinámica Regresiva (PDR) y Programación Dinámica Progresiva. Evaluación computacional.
- 6.3 PD con horizonte finito e infinito.
- 6.4 Análisis de convergencia.
- 6.5 Limitaciones computacionales de la PD.
- 6.6 Aplicaciones a la optimización de sistemas.

Tema 7. Neuro-Programación Dinámica (NPD)

- 7.1 Introducción a la PDA (Programación Dinámica Aproximada)
- 7.2 Neuro-Programación Dinámica en el campo discreto y continuo.
- 7.3 NPD en el Campo Discreto
 - 7.3.1 Aproximación de la función de costo local (cost-to-go) en la NPD.
 - 7.3.2 Métodos de Simulación para Representaciones Tabuladas. Aspectos de simulación basado en el método de Monte Carlo.
 - 7.3.3 Aproximación de la PD basada en la Función Utilidad o Función de Costo Local.
 - 7.3.4 Iteración Valor y de Política Aproximado. Q-Learning.
 - 7.3.5 Análisis de convergencia.
- 7.4 NPD en el Campo Continuo
 - 7.4.1 Introducción a Adaptive Critic Designs; HDP (Heuristic Dynamic Programming), DHP (Dual Heuristic Programming), GDHP (Globalized Dual Heuristic Programming), Direct Neural Dynamic Programming.
 - 7.4.2 Aplicación en sistemas y control.

III. REQUISITOS

Conocimientos sobre álgebra matricial, análisis matemático, teoría de conjuntos, análisis funcional y teoría de probabilidades. Manejo de lenguajes de programación y de simulación como Matlab u otros similares.

IV. EVALUACIÓN

Desarrollo de un trabajo de investigación que deberá realizar el estudiante en un tema acordado con el profesor.

V. BIBLIOGRAFÍA

Bertsekas D. P. and J. N. Tsitsiklis. *Neuro-Dynamic Programming*. Athena Scientific, Belmont, Massachusetts, 1996.

Larson R. E. and J. L. Casti. *Principles of Dynamic Programming., Part I: Basic Analytic and Computational Methods*. Marcel Dekker, Inc., N. Y., 1978.

Larson R. E. and J. L. Casti. *Principles of Dynamic Programming., Part II: Advanced Theory and Applications*. Marcel Dekker, Inc., N. Y., 1978.

Lewis F. L. *Optimal Control*. John Wiley and Sons, Inc., 1995.

Haykin S., - "Neural Networks: A comprehensive foundation", Prentice Hall, 1994.

Hecht-Nielsen, "Neurocomputing", Addison Wesley, 1990.

Hunt J. J., G.R. Irwin and K. Warwick (Eds), "Neural Network Engineering in Dynamic Control Systems", Springer, 1996.

Patiño D, "Notas del Curso EE/CS 676 (Ph.D. and MSc.): Neural Information Processing Systems", Electrical and Computer Engineering Department, Stevens Institute of Technology, Hoboken, New Jersey, U.S.A., 1998.

Patiño D., "Control Dinámico de Manipuladores Robóticos Usando Redes Neuronales", Temas de Automática, Vol. 4. Editorial Fundación Universidad Nacional de San Juan, San Juan, 1995.

Patiño D., "Notas del Curso: Redes Neuronales Artificiales en Sistemas y Control", Curso de Maestría y Doctorado en Ingeniería de Sistemas de Control, INAUT, Fac. de Ing., UNSJ, 1999.

Warwick K., G.W. Irwin and K.J. Hunt, "Neural networks for control and systems", Peter Peregrinus Ltd., 1992.

Publicaciones y artículos científicos del área.