



Planificaciones

6663 - Redes Neuronales

Docente responsable: LEW SERGIO EDUARDO

OBJETIVOS

El objetivo principal es introducir a los participantes en la modelización de sistemas "inteligentes" con capacidad de memoria y aprendizaje (no heurístico). Se estudian aspectos teóricos y las aplicaciones tecnológicas de redes neuronales de estado discreto y continuo, con la propiedad de simular "memorias asociativas", sistemas de aprendizaje "supervisado" y "no supervisado", y "optimización estocástica".

CONTENIDOS MÍNIMOS

-

PROGRAMA SINTÉTICO

1. NEURONAS BIOLÓGICAS Y ARTIFICIALES.
2. REDES NEURONALES DE ESTADO DISCRETO.
3. REDES NEURONALES DE ESTADO CONTINUO.
4. APRENDIZAJE SUPERVISADO.
5. APRENDIZAJE NO SUPERVISADO.
6. OPTIMIZACIÓN.
7. REDES ADAPTATIVAS.

PROGRAMA ANALÍTICO

1. NEURONAS BIOLÓGICAS Y ARTIFICIALES

Codificación de señales neuronales.

Función de transferencia de la neurona.

Mecanismos de memoria en sistemas biológicos.

Comparación entre memoria localizada y distribuida.

Modelo de Hebb.

Modelo de Mc Culloch y Pitts.

Propiedades emergentes (memoria asociativa, tipos de aprendizaje).

2. REDES NEURONALES DE ESTADO DISCRETO

Memoria direccionable por su contenido (HOP82)

Modelo de Hopfield. (HOP82)

Existencia de cuencas de atracción.

Función energía. (HOP82)

Capacidad límite del modelo de Hopfield. (HOP82)

Estados espúreos. (HOP82, HER24)

Aprendizaje de Hopfield '82 con patrones correlacionados (pseudoinversa , etc.) (HER49).

Destrucción de conexiones (Weak & Strong dilution). (HER45)

Modelo Estocástico. (HER27)

Memorias asociativas bidireccionales. Modelo de Kosko

3. REDES NEURONALES DE ESTADO CONTINUO

Modelo de Hopfield de estado continuo. (HOP84, HER53)

Función energía. (HOP84, HER54)

Atractores terminales. (HER56)

Relación entre estados estacionarios estables de las redes neuronales de estado discreto y continuo.

Implementaciones en hardware. (HER58)

Modelo de red "master-slave".

4. APRENDIZAJE SUPERVISADO

Perceptrón. Unidades lineales. (DUD130, HER89, WID90)

Separabilidad lineal. (DUD130, HER94, WID90)

Aprendizaje del perceptrón simple (Teorema de convergencia). (HER100,DUD141)

Aprendizaje LMS. (HER103, WID90)

Perceptrones multi-capas. (HER115, WID90)

Backpropagation. (HER115, MUL51, WID90)

Mínimos locales, "overfitting". (HER129, 147)

Generalización teórica (SOL90, HER147).

Métodos de construcción de redes. (HER156)
 Comentarios sobre otros algoritmos. (HER123).
 Modelo de 'Counterpropagation'.
 Modelo del control nervioso del sistema circulatorio.

5. APRENDIZAJE NO SUPERVISADO

Formación de respuestas localizadas por realimentación lateral.
 Aprendizaje no supervisado.(KOSa111, KOH90)
 Modelo de Kohonen.(KOH90)
 Mapas de preservación de topología.(KOH90) UCL, SCL, DCL, etc. (KOSa138, KOSb).
 Clasificador cuantitativo de señales eléctricas biológicas.

6. OPTIMIZACIÓN

Simulated Annealing. (KIR82)
 Máquina de Boltzmann. (HER163)
 Parametrización y convergencia.
 Cuantización vectorial.(KOSb)
 Problema del viajante de comercio: resolución mediante Simulated Annealing y mediante redes neuronales.
 Lógica difusa (introducción). (KOSa, Tr.Fuzzy)
 Algoritmos genéticos (introducción). (Gold)

7. REDES ADAPTATIVAS

Modelo ARP. (MAZ91).

*Entre paréntesis se muestra la bibliografía básica para cada tema (el número indica la página).

BIBLIOGRAFÍA

- ABU-MOSTAFA, YASER S.; ST. JACQUES, JEANNINE M.. Information capacity of Hopfield model, IEEE Transactions on Information Theory, vol. 31, 461-464, 1985.
- ACKLEY, D. N.; HINTON, G. E.; SEJNOWSKI, T. J.. A learning algorithm for Boltzmann machines. Cognitive Sci., pp. 147-169. 1985.
- AMARI, S., "Mathematical foundations of neurocomputing", Proceedings of the IEEE, Vol. 78, No. 9, Sep. 1990.
- ARBIB, M.A. The Metaphorical Brain. New York: Wiley, 1972.
- BEZDEK, J., "Fuzzy Models - What are They, and Why ?", IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 1, No. 1, Feb. 1993.
- CERNUSCHI FRIAS, B.. Simultaneous Partial Updating in Hopfield Memories; IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. 19, no. 4, pp. 887-888, 1989.
- CARPENTER, g., GROSSBERG S. A massively parallel architecture for a self-organizing neural pattern recognition machine. Computer Vision, Graphics and Image Processing. 37,54-115. 1987.
- COOPER, L. N. A.. A possible organization of animal memory and learning. In B. Lundquist & S. Lundquist (Eds), Proceeding of the Nobel Symposium on Collective Properties of Physical Systems. New York:Academic Press, 1973.
- COOPER, L. N.. Distributed memory in the central nervous system: Possible test of assumptions in visual cortex, en "The Organization of the Cerebral Cortex", F. O. Schmitt,
 -F. G. Worden, G. Adelman, and S. G. Dennis, Eds., Cambridge, MA: MIT Press, 1981.
- DUDA, R., HART, P. (1973). "Pattern Classification and Scene Analysis", John Wiley & Sons.
- EBERHART, R.C.; DOBBINS, R.W. Neural Network PC Tools. A Practical guide. Academic Press. 1990.
- FUNAHASHI, K.. On the Approximate Realization of Continuous Mappings by Neural Networks; Neural

Networks, vol. 2, pp. 183-192, 1989.

- FUKUSHIMA, K., MIYAKE, S., "Neocognitron: A new algorithm for pattern recognition tolerant of deformations and shift in position", Pattern Recognition, Vol. 15, No. 6, 1982.
- GOLDBERG, D. (1989). "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning", Addison-Wesley.
- HEBB, D.O. The Organization of Behavior. New York: Wiley, 1949.
- HECHT-NIELSEN, R.. Application of counterpropagation network; Neural Networks, vol. 1, pp. 131-139, 1988.
- HERTZ, J. ;KROGH, A.; PALMER, R. Introduction to the theory of neural computation. Addison-Wesley Publishing Company. 1991.
- HINTON, G. E.; ANDERSON, J. A.. (ed). Parallel models of associative memory. Erlbaum, 1981.
- HOPFIELD, J. J.. Neural network and physical systems with emergent collective computational abilities, Proc. Natl. Acad. Sci. (USA), vol. 79, pp. 2554-2558, 1982.
- HOPFIELD, J. J.; FEINSTEIN, D. I.; PALMER, R. G.. "Unlearning" has a stabilizing effect in collective memories, Nature, vol. 304, pp. 158-159, 1983.
- HOPFIELD, J. J.. Neurons with graded response have collective computational properties like those of two-state neurons, Proc. Natl. Acad. Sci. (USA), vol. 81, pp. 3088-3092, 1984.
- HOPFIELD, J. J.; TANK, D. W.. 'Neural' computation of decisions in optimization problems, Biol. Cyb., vol. 52, pp. 141-152, 1985.
- HOPFIELD, J. J.; TANK, D. W.. Computing with neural circuits: a model. Science, vol. 233, pp. 625-633, 1986.
- HUSH, D., HORNE, B., "Progress in Supervised Neural Networks", IEEE Signal Processing Magazine, Jan. 1993.
- KIRKPATRICK, S.; GELATT, C. D.; VECCHI, M. P.; Optimization by Simulated Annealing; Science, vol. 220, pp. 671-80, 1983.
- KLOPF A.H., MORGAN J.S. AND WEAVER S.E. (1993). Modeling nervous system function with a hierarchical network of control systems that learn. Proceedings of the second international conference on simulation of adaptive behavior.
- KOHONEN, T.. Self-organization and associative memory. Springer-Verlag. 2da edición. 1988.
- KOSKO, B.. Bidirectional Associative Memories. IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 18, No. 1, pp. 49-60, 1988.
- KOSKO, B. (1992). "Neural Networks and Fuzzy Systems", Prentice-Hall.
- LAPEDES; FABER. A self-optimizing, non-symmetrical neural net for content addressable memory and pattern recognition. Physica D 22, pp. 247-259, 1986.
- LAU, C. (1991). "Neural Networks: Theoretical Foundations and Analysis", IEEE Press.
- MARR, D.. A theory of cerebellar cortex. J. Physiol. 202, pp. 437, 1969.
- MARR, D.. A theory for cerebellar neocortex. Proc. Roy. Soc. Ser. B, 176, pp. 161, 1970.
- MARR, D.. Vision. San Francisco, CA: Freeman, 1982.
- MAZZONI, P, ANDERSEN, R., JORDAN, M., "A More Biologically Plausible Learning Rule for Neural Networks", Proc. Nat. Acad. Sci. USA, May 1991.
- MEZARD, M., NADAL, J.P., "Learning in Feedforward Layered Networks: The Tiling Algorithm", OP

Publishing Ltd., 1989.

- McCULLOCH, W. S.; PITTS, W. A.. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bull. Math. Biophys. 5, pp. 115-133, 1943.
- MINSKY, M.; PAPER, S.. Perceptrons. Cambridge, MA: MIT Press, 1969.
- MITRA, D.; ROMEO, F.; SANGIOVANNI-VINCENNELLI, A.; Convergence and finite-time behaviour of simulated annealing; Adv. Appl. Prob., vol. 18, pp. 747-771, 1986.
- Muller B., Reinhardt J. (1991). "Neural Networks", Springer-Verlag.
- NASS, M. M.; COOPER, L. N.. A theory for the development of feature detecting cell in visual cortex. Biol. Cybern. 19, pp. 1-18, 1975.
- PARGA, N.; VIRASORO, M. A.. The ultrametric organization of memories in a neural network. J. Physique 47, pp. 1857-1864, 1986.
- PATARNELLO; CARNEVALI.. Learning networks of neurons with boolean logic. Europhys. Lett. 4, pp. 503-508, 1987.
- PASEMANN, F., "Dynamics of a Single Model Neuron", International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. 3, No. 2, 1993.
- PINEDA, F. J.. Generalization of back-propagation to recurrent neural network. Phys. Rev. Lett., pp. 2229-2232, 1987.
- PITTS, W. A.; McCULLOCH, W. S.. How we know universals: The perception of auditory and visual forms. Bull. Math. Biophys. 9, pp. 127, 1947.
- RAUSCHECKER, J.P.; SINGER, W.. Changes in the circuitry of kitten's visual cortex are gated by postsynaptic activity. Nature 280, pp. 58-60, 1979.
- RENKEE, G., SPONORS, O., EDELMAN G., "Synthetic Neural Modeling: The 'Darwin' Series of Recognition Automata", Proceedings of the IEEE, Vol. 78, No. 9, Sep. 1990.
- RIQUELME L.A. , ZANUTTO B.S., MURERM.G. , LOMBARDO R.J. Classification of quantitative EEG data by an artificial neural network: A preliminary study. Neuropsychobiology. 33:106-112, 1996.
- RITTER, H., MARTINETZ, T., SCHULTEN, K. (1992). " Neural Computation and Self-Organizing Maps", Addison-Wesley.
- ROSENBLATT, F.. The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. Psych. Rev. 65, pp. 386-408, 1958.
- ROSENBLATT, F.. Principles of neurodynamics: Perceptron and the theory of brain mechanisms. Washington, DC: Spartan Books, 1961.
- RUMMELHART, D. E.; McCLELLAND, J. L.. Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition, Vol. 1: Foundations. The MIT Press, 1986.
- RUMMELHART, D. E.; HINTON, G. E.; WILLIAMS, R. J.. Learning internal representations by error propagation. En Parallel Distributed Processing, Vol. 1, ed. Rummelhart and McClelland, pp. 318-362, MIT Press, 1986.
- SCHMAJUK, N. ; ZANUTTO, B. S. Escape, avoidance and imitation: A neural network approach. Adaptive Behavior, 6:63-129. 1997
- SCHMAJUK, N. ; ZANUTTO, B. S. ; BUHUSI, C. Occasion setting in operant conditioning. Join Conference on Information Sciences, 1997
- SEJNOWSKI, T. J.; KOCH, C.; CHURCHLAND, P.S. Computational neuroscience. Science, 241, pp. 1299-1306, 1988.

- SINGER, W.; RAUSCHECKER, J.; WERTH, R.. The effect of monocular exposure to temporal contrasts on ocular dominance in kittens. Brain res. 134, pp. 568-572, 1977.
- TANK, D. W.; HOPFIELD, J. J.. Simple 'neural' optimization networks: an A/D converter, signal decision circuit and a linear programming circuit, IEEE Trans. Circuits and Systems, vol. 33, pp. 533, 1986.
- TOURETZKY, D. (1989), "Advances in Neural Information Processing Systems I", Morgan Kaufmann Publishers, Inc..
- VEIGA, R. A.. Diseño de cuantizadores vectoriales por recocido simulado. 1989. (a publicarse).
- VIRASORO. Ultrametricity, Hopfield model and all that. En Disordered Systems and Biological Organization, ed. Bienestock, Fogelman Soulie and Weisbuch, pp. 197-204, Springer-Verlag, 1986.
- WIDROW, B.; HOFF. Adaptive switching circuits. Institute of Radio Engineers, Wesc. Conv. Rec. Part. 4, pp. 96-104, 1960.
- YOH-HAN PAO. "Funct link nets: removing hidden layers", AI Expert (Apr. 1989).

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

En este curso se incentiva a los alumnos a que investiguen en redes neuronales para resolver distintos problemas de la ingeniería. La investigación se lleva a cabo a través de un trabajo monográfico donde se pretende que haya un aporte original. Los cursos tienen enseñanza personalizada, no sólo cada monografía será guiada personalmente, sino además lo será cada unidad de la materia. En los cursos se pedirá a los alumnos:

- Presentar tres trabajos prácticos con ejercicios teóricos y de simulación.
- Participar en el desarrollo del curso mediante la exposición periódica (aproximadamente cada 15 días) de trabajos, artículos y capítulos de libros.
- Llevar a cabo un proyecto de investigación básico o aplicado sobre un tema relacionado con el curso. Presentar y aprobar un informe monográfico sobre dicho trabajo.

Se evaluarán los siguientes aspectos; la capacidad de:

- 1) Comprensión.
- 2) Investigación bibliográfica independiente.
- 3) Aplicación.
- 4) Análisis y evaluación.
- 5) Síntesis.

Modalidad de Evaluación Parcial

Por requerir este curso de simulaciones computacionales, los estudiantes se evaluarán por la presentación de tres trabajos teóricos-prácticos, conteniendo cada uno demostraciones de teoremas y simulaciones en computadora. Los estudiantes se dividen en grupos de no más de dos personas.

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	<p>1. NEURONAS BIOLÓGICAS Y ARTIFICIALES</p> <p>Codificación de señales neuronales. Función de transferencia de la neurona. Mecanismos de memoria en sistemas biológicos. Comparación entre memoria localizada y distribuida. Modelo de Hebb. Modelo de Mc Culloch y Pitts. Propiedades emergentes (memoria asociativa, tipos de aprendizaje).</p>		Simulación de modelos de neuronas			
<2> 16/03 al 21/03	<p>2. REDES NEURONALES DE ESTADO DISCRETO</p> <p>Memoria direccionable por su contenido (HOP82) Modelo de Hopfield. (HOP82) Existencia de cuencas de atracción. Función energía. (HOP82) Capacidad límite del modelo de Hopfield. (HOP82) Estados espúreos. (HOP82, HER24) Aprendizaje de Hopfield '82 con patrones correlacionados (pseudoinversa , etc.) (HER49). Destrucción de conexiones (Weak & Strong dilution). (HER45) Modelo Estocástico. (HER27) Memorias asociativas bidireccionales. Modelo de Kosko</p>		TP1			
<3> 23/03 al 28/03	Modelo de Ising.		TP1			
<4> 30/03 al 04/04	Método de recocido simulado.		TP1			
<5> 06/04 al 11/04	<p>3. REDES NEURONALES DE ESTADO CONTINUO</p> <p>Modelo de Hopfield de estado continuo. (HOP84, HER53) Función energía. (HOP84, HER54)</p>		TP1			

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	Atractores terminales. (HER56) Relación entre estados estacionarios estables de las redes neuronales de estado discreto y continuo. Implementaciones en hardware. (HER58) Modelo de red "master-slave".					
<6> 13/04 al 18/04	Seminario I		TP2		Entrega TP1	
<7> 20/04 al 25/04	4. APRENDIZAJE SUPERVISADO Perceptrón. Unidades lineales. (DUD130, HER89, WID90) Separabilidad lineal. (DUD130, HER94, WID90) Aprendizaje del perceptrón simple (Teorema de convergencia). (HER100, DUD141) Aprendizaje LMS. (HER103, WID90)		TP2			
<8> 27/04 al 02/05	4. APRENDIZAJE SUPERVISADO Perceptrones multi-capas. (HER115, WID90) Backpropagation. (HER115, MUL51, WID90) Mínimos locales, "overfitting". (HER129, 147) Generalización teórica (SOL90, HER147). Métodos de construcción de redes. (HER156) Comentarios sobre otros algoritmos. (HER123). Modelo de 'Counterpropagation'. Modelo del control nervioso del sistema circulatorio.		TP2			
<9> 04/05 al 09/05	Aprendizaje por refuerzo		TP2			
<10> 11/05 al 16/05	5. APRENDIZAJE NO SUPERVISADO Formación de respuestas localizadas por realimentación lateral. Aprendizaje no supervisado. (KOSa111, KOH90) Modelo de Kohonen. (KOH90) Mapas de preservación de topología. (KOH90)		TP3		Entrega TP2	

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	UCL, SCL, DCL, etc. (KOSa138, KOSb). Clasificador cuantitativo de señales eléctricas biológicas.					
<11> 18/05 al 23/05	Modelo ART		TP3			
<12> 25/05 al 30/05	Introducción a los algoritmos genéticos.		TP3			
<13> 01/06 al 06/06	Introducción a la lógica y control difuso.		TP3			
<14> 08/06 al 13/06	Modelos biofísicos de poblaciones neuronales		Algoritmos Genéticos			
<15> 15/06 al 20/06	Redes Neuronales Adaptativas		Discusión temas de monografía		Entrega TP3	
<16> 22/06 al 27/06	Aplicaciones de Redes Neuronales a la Ingeniería		Discusión temas de monografía			

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º				
2º				
3º				
4º				
Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial				
La evaluación parcial es a través de la ejecución de 3 trabajos prácticos y la participación en seminarios.				