

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO: FISICA

ASIGNATURA: PROPIEDADES COLECTIVAS DE REDES NEURONALES

CARRERA/S: Doctorado

ORIENTACION:

PLAN:

CARACTER: Optativo

DURACION DE LA MATERIA: 1(un) cuatrimestre

HORAS DE CLASE:	a) Teóricas.....3.....	hs.	b) Problemas.....---	hs.
	c) Laboratorio.....---	hs.	d) Seminarios.....---	hs.
			e) Totales.....3.....	hs.

ASIGNATURAS CORRELATIVAS:

1. Estructura del Sistema Nervioso. Corteza cerebral. Neuronas y sinapsis. Aspectos biofísicos del procesamiento neuronal. Aprendizaje y memoria. Hipótesis de Hebb sobre el aprendizaje en una red neuronal. Experiencias de Kandel en sistemas nerviosos de invertebrados. Hipótesis conexionista.
2. Modelo de Hopfield para neuronas de estado binario y memorias pseudo-ortogonales (1982). Memorias direccionables por su contenido. Capacidad límite y estabilidad de los puntos fijos de la dinámica de Hopfield. Limitaciones del modelo.
3. Extensiones del modelo de Hopfield (1982), Memorias de corto plazo. Modelo de Crick y Mitchinson para el sueño REM.
4. Mecánica estadística del modelo de Hopfield generalizado (dinámica no determinista, temperatura $\neq 0$). Diagrama de fases.
5. Robustez del modelo de Hopfield. Efectos producidos por matrices sinápticas asimétricas, "ruidosas" o de valores acotados.
6. Modelo de Hopfield para neuronas de estado continuo (1984). Teorema de Cohen y Grossberg. Circuitos electrónicos de procesamiento neuronal. Problemas de complejidad combinatoria. Resolución de problemas de optimización utilizando redes neuronales.
7. Secuencias temporales de estados neuronales de "cuasi-equilibrio". Ciclos. Modelos de sistemas biológicos generados de ciclos de actividad neuronal bifásica (central pattern generators).
8. Modelos seleccionistas del aprendizaje. Sinapsis triples e interacciones heterosinápticas. Aprendizaje de secuencias temporales por modulación de sinapsis triples.

Plus

9. Reglas de aprendizaje para memorias correlacionadas. Método de la matriz pseudo-inversa. Síntesis de una red neuronal a partir de la condición de estabilidad de los atractores deseados. Ultrametricidad. Estructuras corticales que identifican esquemas particulares. Agnosias. Modelo de Virasoro y Parga para memorias ultramétricas. Modelo de Virasoro para la prosopagnosia.
10. Redes neuronales que infieren reglas a partir de ejemplos. Modelos con aprendizaje supervisado: Adaline y Perceptrones de una o varias capas. Limitaciones del Perceptrón de una capa (teorema de Minsky y Papert). Aprendizaje de retropropagación del gradiente del error.
11. Método del recocido simulado. Resolución de problemas de optimización. Aprendizaje por recocido simulado. Autómatas booleanos de Patarnello y Carnevali. Entropía del proceso de aprendizaje.
12. Modelos de redes con aprendizaje no supervisado. Mapas topológicos de las características de las señales de entrada (modelo de Kohonen). Modelo de Hogg y Huberman para la asociación y el reconocimiento de estímulos no totalmente definidos. Modelo de Keirstead y Huberman para la detección del movimiento de un esquema visual sobre un fondo ruidoso.
13. Simetrías y aprendizaje en redes neuronales. Familias de funciones booleanas con igual curva de aprendizaje. Redes de neuronas con funciones de activación de distinta paridad.

TRABAJOS PRACTICOS

SIMULACIONES COMPUTACIONALES TENTATIVAS

1. Modelo de Hopfield. Análisis de la estabilidad de las memorias y de sus cuencas de atracción. Estudio sobre la robustez del modelo (asimetrías, ruido, saturación, etc.).
2. Diagrama de fases de la memorización en el modelo de Hopfield generalizado.
3. Modelo de Sompolinsky y Kanter para secuencias temporales de estados de "cuasi-equilibrio".
4. Modelo seleccionista del aprendizaje.
5. Modelos de memorias correlacionadas.
6. Redes de memorias ultramétricas.
7. Aprendizaje mediante retropropagación del gradiente del error.
8. Autómata booleano de Patarnello y Carnevali.
9. Mapas topográficos de Kohonen.
10. Modelo de Keirstead y Huberman.
11. Modelo de Hogg y Huberman.

Planer

BIBLIOGRAFIA

1. Abu-Mostafa y St.Jacques, *Information capacity of the Hopfield model*, Tr. Inform. Theory **31**, 461-464, 1985.
2. Amit, *Neural networks counting chimes*, Hebrew University preprint, 1987.
3. Angéniol, de la Croix y le Texier, *Self-organizing feature maps and the travelling salesman problem*, Neural Networks **1**, 289-293, 1988.
4. Bacci, Alfaro, Wiecko y Parga, *Numerical analysis of a neural network with hierarchically organized patterns*, CNEA Preprint, 1988.
5. Baldi, *Symmetries and learning in neural network models*, Phys.Rev.Lett. **59**, 1976-1978, 1987.
6. Barto, Sutton y Anderson Ch., *Neuronlike adaptive elements that can solve difficult learning control problems*, IEEE Trans. SMC **13**, 834-846, 1983.
7. Diederich y Opper, *Learning of correlated patterns in spin-glass networks by local learning rules*, Phys. Rev. Lett. **58**, 949-952, 1987.
8. Frumkin y Moses, *Physicality of the Little model*, Phys. Rev. A **34**, 714-716, 1986.
9. Gordon, *Memory capacity of neural networks learning within bounds*, J. Physique **48**, 2053-2058, 1987.
10. Hogg y Huberman, *Parallel computing structures capable of flexible associations and recognition of fuzzy inputs*, J.Stat.Phys. **41**, 115-123, 1985.

plum

11. Horn y Weyers, *Information packing in associative memory models*, Phys. Rev. A 34, 2324-2328, 1986.
12. Horn y Weyers, *Hypercubic structures in orthogonal Hopfield models*, Phys. Rev. A 36, 4968-4974, 1987.
13. Keirstead y Huberman, *Collective detection of motion in the presence of noise*, Phys.Rev.Lett. 56, 1094-1097, 1985.
14. Kinzel, *Learning and pattern recognition in spin glass models*, Z. fur Physik B 60, 205-213, 1985.
15. Kirpatrick, Gelatt y Vecchi, *Optimization by simulated annealing*, Science 220, 671-680, 1983.
16. Kohonen, Makisara y Saramaki, *Phonotopic maps. Insightful representation of phonological features for speech recognition*, IEEE seventh Int. Conf. Patt. Recog. Proc., 1984.
17. Kohonen, *Self-learning inference rules by dynamically expanding context*, ICNN, 1987.
18. Parisi, *A memory which forgets*, J.Physics A 19, L617-L620, 1986.
19. Patarrello y Carnevali, *Learning networks of neurons with boolean logic*, Europhys.Lett. 4, 503-508, 1987.
20. Sejnowski y Rosenberg, *NETtalk: a parallel network that learns to read aloud*, John Hopk. Univ. Tech. Rep. JHU/EECS-86/01, 1986.

Firma del Profesor:

Aclaración de Firma : Dr. Roberto Perazzo

Firma del Director:

22 DIC. 1989

Dr. RUBEN H. CONTRERAS
DIRECTOR INTERINO
DEPARTAMENTO DE FISICA