

**Formulario para la presentación de Cursos de Posgrado/Doctorado – Res. CD2819/18 - ANEXO 1****Información académica**

Año de presentación (\*)

2021

1-a-

Departamento docente que inicia el tramite:
Computación
Nombre del curso:
Redes Neuronales Profundas
Nombre, Cargo y Título del docente responsable:
Enrique Carlos Segura, Profesor Asociado Regular DE, Doctor en Matemáticas
En caso de dictarse en paralelo con una materia de grado, nombre de la misma:
Aprendizaje Profundo
Nombre y Título de los docentes que colaboran con el dictado del curso (*) (*):
Variable en general según el cuatrimestre
Fecha propuesta para el primer dictado luego de la aprobación:
Segundo Cuatrimestre de 2021

Duración: un cuatrimestre

Duración total en horas	96
Duración en semanas	16

Distribución carga horaria:

Número de horas de clases teóricas	48 (3x16)
Número de horas de clases de problemas	
Número de horas de trabajos de laboratorio	48 (3x16)
Número de horas de trabajo de campo	
Número de horas de seminarios	

Forma de evaluación:

- Trabajos prácticos con entrega de informe
- Uno o dos exámenes parciales (\*)
- Proyecto Final de desarrollo o investigación
- Examen final.

(\*) dos parciales si hay muchos alumnos y el seguimiento personalizado por parte de los docentes se torna difícil o imposible; si el número es pequeño, puede alcanzar con un solo parcial

Lugar propuesto para el dictado (departamento, laboratorio, campo, etc.):

Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Puntaje propuesto para la carrera de doctorado: a determinar por la Comisión de Doctorado -se sugiere 4 (cuatro) puntos

Número de alumnos:	Mínimo: 15	Máximo: 40
--------------------	------------	------------

Audiencia a quien está dirigido el curso: estudiantes de doctorado o posgrado, graduados de carreras afines, investigadores, profesionales

Necesidades materiales del curso:

Bibliografía en papel y online.

Laboratorio de computación (con una computadora por alumno preferiblemente).

Computadora y proyector para el dictado de clases.

1-b-

## BREVE INTRODUCCIÓN AL TEMA DEL CURSO

El objetivo del curso es brindar una visión introductoria de los modelos de Redes Neuronales Profundas que más trascendencia han tenido, en los últimos años, para el avance del Paradigma Conexionista de cálculo y procesamiento de la información, a través del estudio de distintas arquitecturas y diferentes técnicas de aprendizaje supervisado, no supervisado e híbridas.

Entre algunas de las aplicaciones de las Redes Neuronales Profundas podríamos mencionar, en términos generales, a todas aquellas que constituyen campos naturales de aplicación de las redes neuronales artificiales en general, pero muy en particular debemos apuntar: procesamiento de señales e imágenes, reconocimiento de patrones, procesamiento del habla y del lenguaje natural.

Durante el curso se presentarán los fundamentos teóricos de la disciplina y también se desarrollarán trabajos prácticos que incluirán aplicaciones reales en distintos campos, tales como algunos de los enumerados más arriba.

Dado que se trata de un campo en continua expansión y avance, la lista de contenidos (ver abajo) no pretende ser exhaustiva, pero sí incluir los tópicos fundamentales -fundacionales- de la disciplina,

## SÍNTESIS DE CONTENIDOS

### PRIMERA PARTE (duración: 8 semanas)

- Redes de memoria asociativa (Modelo de Hopfield determinístico y estocástico)
- Máquinas de Boltzmann
- Máquina de Boltzmann restringida
- Deep Belief Networks
- Autoencoders
- Redes profundas basadas en autoencoders

### SEGUNDA PARTE (duración: 8 semanas)

- Radial Basis Functions
- Redes convolucionales
- Redes recurrentes
  - Redes temporales (Elman, Jordan)
  - LSTM networks (Long Short-Term Memory)
- Aprendizaje por refuerzo

## Bibliografía básica

### *General*

- Goodfellow I., Bengio Y. y Courville, A., Deep Learning, MIT Press (2016)
- Schmidhuber J.; Deep learning in neural networks: An overview; Neural networks 61, 85-117 (2015)

### *Memoria asociativa*

- Hopfield J.J.; Neural networks and physical systems with emergent computational abilities; Proc. Nat. Acad. Sc., USA, **79** (Biophysics), 2554-8 (1982)
- Hopfield, J.J. y Tank, D.W.; "Neural" computation of decisions in optimization problems Biol. Cybern **52**:141-152 (1985)
- McKay D.J.C.; Hopfield Networks; en Information Theory, Inference and Learning Algorithms, Cambridge, Cambridge University Press (2003)

### *Máquinas de Boltzmann*

- Desjardins G., Courville A. y Bengio Y.; On training Deep Boltzmann Machines; arXiv:1203.4416v1 [cs.NE] (2012)
- Kappen H.J.; Deterministic learning rules for Boltzmann Machines; Neural Networks, vol. 8, 537-548 (1995)
- Hinton G.E.; Learning multiple layers of representation; TRENDS in Cognitive Sciences, vol.11, **10**:428-434 (2007)
- Montufar G.F. y Morton J.; Discrete Restricted Boltzmann Machines; International Conference on Learning Representations (ICLR 2013), Scottsdale, Arizona (2013)

### *Autoencoders*

- Rumelhart D.E., Hinton G.E. y Williams R.J.; Learning representations by back-propagating errors; Nature, vol. 323, 533-536 (1986)
- Olshausen B.A. y Field D.J.; Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images; Nature, vol. 381, 607-609 (1996)
- Vincent P, Larochelle, H., Lajoie, I., Bengio, Y. y Manzagol, P-A.; Stacked Denoising Autoencoders: Learning Useful Representations in a Deep Network with a Local Denoising Criterion; The Journal of Machine Learning Research. **11**:3371-3408 (2010)
- Liou C-Y, Cheng W-C, Liou J-W. y Liou D-R.; Autoencoder for words; Neurocomputing vol.139, 84-96 (2014)

### *Arquitecturas profundas*

- Salakhutdinov R. y Hinton G.E.; Deep Boltzmann Machines; AISTATS, 448-455 (2009)
- Bengio Y. y Courville, A.; Deep Learning of Representations, capítulo en Handbook on Neural Information processing; Bianchini, M., Jain, L., Maggini, M., Eds.; Springer:Berlin Heidelberg (2011)
- Bengio Y.; Learning Deep Architectures for AI; Foundations and Trends in Machine Learning, vol. 2, **1**:1-127 (2009)

### *Redes Convolucionales*

- LeCun Y, Boser B, Denker J.S, Henderson D, Howard R.E, Hubbard W. y Lawrence L.D.;

Backpropagation applied to handwritten zip code recognition; *Neural Computation* 1, 541-551 (1989)

- LeCun, Y. y Bengio, Y. Convolutional networks for images, speech, and time series; *The handbook of brain theory and neural networks*, 3361 (1995)

- Eigen D., Rolfe J., Fergus R. y LeCun Y.; Understanding Deep Architectures using a Recursive Convolutional Network; International Conference on Learning Representations (ICLR2014), CBLIS (2014)

- Sharif Razavian A., Azizpour H., Sullivan J. y Carlsson S.; "Cnn features off-the-shelf: an astounding baseline for recognition"; Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, pp. 806-813 (2014)

#### *Redes Recurrentes*

- Elman J.L.; Finding Structure In Time, *Cognitive Science*, 14:179-211 (1990)

- Hochreiter S. y Schmidhuber J.; Long short-term memory. *Neural computation*, 9(8): 1735-1780 (1997)

- Sutskever, I. Training recurrent neural networks (Doctoral dissertation, University of Toronto) (2013)

- Sundermeyer M., Ney H. y Schluter R.; From feedforward to recurrent lstm neural networks for language modeling; *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech and Language Processing (TASLP)*, vol. 23, no. 3, pp. 517-529 (2015)

- Greff K., Srivastava RK, Koutník J., Steunebrink BR y Schmidhuber J.; LSTM: A search space odyssey; *IEEE transactions on neural networks and learning systems* 28 (10), 2222-2232 (2016)

#### *Aprendizaje por refuerzo*

- Sutton R.S. y Barto A.G.; Reinforcement Learning: An Introduction. Cambridge, MIT Press (MITCogNet) (1998)

- Sutton R.S. y Barto A.G.; Reinforcement Learning: An Introduction. 2da. ed. en progreso, Cambridge, MIT Press (2012)

1-c-

Actividades prácticas propuestas (puede adjuntarse en hojas separadas):

Los trabajos prácticos consistirán en:

- i) implementación de los modelos estudiados en las clases teóricas, o bien variantes de los mismos propuestas por el alumno;
- ii) experimentación del comportamiento, dinámica y propiedades de dichos modelos;
- iii) extracción de conclusiones a partir de los principios teóricos estudiados y
- iv) preparación y entrega de un informe escrito con los resultados obtenidos.

Además, el **Proyecto Final** requerirá la elección de un tema del área y su desarrollo en forma de trabajo monográfico de investigación.

(\*) Todos los cursos tendrán una validez de 5 años

(\*)(\*) Las actualizaciones de los docentes colaboradores son informados por la Dirección departamental al inicio de cada dictado del curso

Firma Subcomisión Doctorado

Firma del docente responsable

E-mail y teléfono del docente responsable  
[esegura@dc.uba.ar](mailto:esegura@dc.uba.ar), (54.11) 5285-7438/7439/7440

**Formulario para la presentación de Cursos de Posgrado/Doctorado - Res. CD2819/18 - ANEXO 2**

**Solicitud de Financiación**

Año de presentación (\*)

\_\_\_\_\_

Departamento docente que inicia el tramite:
Nombre del curso:
Nombre y Título del docente responsable:

Costo propuesto del curso por alumno (*):

Justificación del monto propuesto:

(\*) Las excepciones aplicables para cada alumno serán consistentes con la reglamentación del Consejo Directivo que regula los aranceles y excepciones (Res. CD 484/13). El docente responsable del curso solicitará las excepciones por nota al consejo directivo a través de Mesa de Entradas.

