



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Planilla a completar para presentación de Cursos de Posgrado

1.- DEPARTAMENTO de COMPUTACIÓN

2.- NOMBRE DEL CURSO: Herramientas de Machine Learning para el Estudio de Neurociencias Mediante Imágenes

3.- DOCENTES:

RESPONSABLE/S: Dr. Demian Wassermann

COLABORADORES:

AUXILIARES:

4.- CARRERA de DOCTORADO

5.- AÑO: 2016

CUATRIMESTRE/S: 2

6.- PUNTAJE PROPUESTO PARA CARRERA DE DOCTORADO:1.....

7.- DURACIÓN (anual, cuatrimestral, bimestral u otra): semanal

8.- CARGA HORARIA SEMANAL:

Teóricas:10.....

Problemas:

Laboratorio:10.....

Seminarios:

Teórico - Práctico: horas

Salida a Campo:

9.- CARGA HORARIA TOTAL: 20 horas

10.- FORMA DE EVALUACIÓN:

Entrega de TP, examen final

11.- PROGRAMA ANALÍTICO:

1. Neuroanatomía: Fundamentos de la anatomía y fisiología cerebral. Problemas abiertos y tendencias actuales de investigación.

2. Modalidades de Neuroimágenes: Fundamentos de las diferentes modalidades de neuroimágenes de resonancia magnética nuclear, electro y magneto encefalografía.

• Introducción general a las diferentes modalidades de imágenes médicas en tres y cuatro dimensiones: electroencefalografía, resonancia magnética nuclear anatómica, funcional y de difusión.

[Signature]

[Signature]

[Signature]

- Adquisición de imágenes de resonancia magnética nuclear. En particular imágenes anatómicas de tipo T1, T2, funcionales de contraste por oxigenación en sangre (blood-oxygen-level-dependent contrast), e imágenes pesadas por difusión (diffusion weighted imaging).
- 3. Introducción a Machine Learning: Breve presentación de los fundamentos de machine learning focalizando uso en neuroimágenes:
 - Introducción a los fundamentos de las señales digitales, descomposición de Fourier, teoría del muestreo de Nyquist, cuantización y relación señal ruido.
 - Técnicas de aprendizaje supervisado con enfoque en clasificación y regresión
 - Técnicas de aprendizaje no supervisado: clustering y reducción de dimensionalidad.
- 4. Clasificación en Neuroimágenes e Identificación de Regiones Anatómicas y Funcionales: Aplicación de técnicas de clasificación para la identificación de estructuras cerebrales corticales y subcorticales.
 - Clasificación automática de regiones corticales en un individuo y en una población (SVM, k-means, meanshift, random forests).
 - Separación de fuentes para la clasificación de diferentes tejidos y zonas funcionales (PCA, ICA, etc.).
 - Incorporación de conocimiento anatómico a priori en modelos de clasificación de estructuras cerebrales (manifold learning, variational bayes).
- 5. Inferencia en Neuroimágenes Análisis de respuestas cerebrales funcionales mediante:
 - Modelos de regresión lineal con y sin regularización: cuadrados mínimos, LASSO, Elastic nets, etc.
 - Modelos de regresión en subespacios lineales y espacios no lineales: PCA, ICA; aprendizaje de diccionarios. Determinación de la estructura de conectividad cerebral mediante el procesamiento de imágenes de resonancia magnética de difusión utilizando modelos de aprendizaje supervisado y no supervisado:
 - Modelos de regresión y clasificación en subespacios: (vector machines, random forests, variational bayes, etc).
 - Algoritmos de clustering: separación de densidades (k-means, meanshift), clasificación jerárquica (Ward clustering, BIRCH, OPTICS, etc.) Inferencia de la relación entre la función y la anatomía cerebral:
 - Modelos de regresión lineal y no lineal (cuadrados mínimos, procesos gaussianos, kernel learning)
 - Modelos de regresión rara y de aprendizaje de diccionarios (LASSO, Elastic Nets, etc.)

12.- BIBLIOGRAFÍA:

- [1] P. T. Callaghan. Principles of Nuclear Magnetic Resonance Microscopy . Clarendon Press Oxford, 1997.
- [2] R. C. Craddock, G. A. James, P. E. Holtzheimer, X. P. Hu, and H. S. Mayberg. A whole brain fMRI atlas generated via spatially constrained spectral clustering. 33(8):1914–1928, Aug. 2012.
- [3] B. Fischl, D. H. Salat, E. Busa, M. Albert, M. Dieterich, C. Haselgrove, A. van der Kouwe, R. Killiany, D. Kennedy, S. Klaveness, A. Montillo, N. Makris, B. Rosen, and A. M. Dale. Whole Brain Segmentation: Automated Labeling of Neuroanatomical Structures in the Human Brain. Neuron, 33(3):341–355, 2002.
- [4] G. Girard, R. Fick, M. Descoteaux, R. Deriche, and D. Wassermann. AxTract: Microstructure-Driven Tractography Based on the Ensemble Average Propagator. Information processing in medical, 24:675–686, 2015.
- [5] T. Hastie, Tibshirani, Robert, and J. Friedman. Elements of Statistical Learning. Data Mining, Inference, and Prediction. Feb. 2011.

- [6] T. Heimann and H.-P. Meinzer. Statistical shape models for 3D medical image segmentation: A review. *Medical Image Analysis*, 13(4):543–563, 2009.
- [7] M. Ingalhalikar, A. Smith, D. Parker, T. D. Satterthwaite, M. A. Elliott, K. Ruparel, H. Hakonarson, R. E. Gur, R. C. Gur, and R. Verma. Sex differences in the structural connectome of the human brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Dec. 2013.
- [8] R. Jenatton, J.-Y. Audibert, and F. Bach. Structured Variable Selection with Sparsity-Inducing Norms. *J. Mach. Learn. Res.*, 12:2777–2824, 2011.
- [9] H. Johansen Berg and T. E. J. Behrens, editors. *Diffusion MRI*. Academic Press, 2009.
- [10] D. Moreno-Dominguez, A. Anwender, and T. R. Knoesche. A Hierarchical Method for Whole-Brain Connectivity-Based Parcellation. *Human Brain Mapping*, 35(10):5000–5025, Oct. 2014.
- [11] S. Mueller, D. Wang, M. D. Fox, B. T. T. Yeo, J. Sepulcre, M. R. Sabuncu, R. Shafee, J. Lu, and H. Liu. Individual Variability in Functional Connectivity Architecture of the Human Brain. *Neuron*, 77(3):586–595, Feb. 2013.
- [12] T. E. Nichols and A. P. Holmes. Nonparametric permutation tests for functional neuroimaging: a primer with examples. *Human Brain Mapping*, 15(1), 2002. 4
- [13] D. E. Osher, R. R. Saxe, K. Koldewyn, J. D. E. Gabrieli, N. Kanwisher, and Z. M. Saygin. Structural Connectivity Fingerprints Predict Cortical Selectivity for Multiple Visual Categories across Cortex. *Cerebral cortex* (New York, N.Y. : 1991), page bhu303, Jan. 2015.
- [14] N. Paragios, J. Duncan, and N. Ayache. *Biomedical Image Analysis: Methodologies And Applications*. MICrosoft Research, 2012.
- [15] J.-B. Poline and M. Brett. The general linear model and fMRI: does love last forever? *NeuroImage*, 62(2):871–880, Aug. 2012.
- [16] Z. M. Saygin, D. E. Osher, K. Koldewyn, G. Reynolds, J. D. E. Gabrieli, and R. R. Saxe. Anatomical connectivity patterns predict face selectivity in the fusiform gyrus. *Nature Neuroscience*, 15(2):321–327, Feb. 2012.
- [17] S. M. Smith, M. Jenkinson, H. Johansen Berg, D. Rueckert, T. E. Nichols, C. E. Mackay, K. E. Watkins, O. Ciccarelli, M. Z. Cader, P. M. Matthews, and T. E. J. Behrens. Tract-based spatial statistics: voxelwise analysis of multi-subject diffusion data. *NeuroImage*, 31(4):1487–1505, July 2006.
- [18] S. N. Sotiropoulos, T. E. J. Behrens, and S. Jbabdi. Ball and rackets: Inferring fiber fanning from diffusion-weighted MRI. *NeuroImage*, 60(2):1412–1425, Apr. 2012.

- [19] D. C. Van Essen, K. Ugurbil, E. Auerbach, D. Barch, T. E. J. Behrens, R. Bucholz, A. Chang, L. Chen, M. Corbetta, S. W. Curtiss, S. Della Penna, D. Feinberg, M. F. Glasser, N. Harel, A. C. Heath, L. Larson-Prior, D. Marcus, G. Michalareas, S. Moeller, R. Oostenveld, S. E. Petersen, F. Prior, B. L. Schlaggar, S. M. Smith, A. Snyder, J. Xu, and E. Yacoub. The Human Connectome Project: A data acquisition perspective. *NeuroImage*, 62(4):2222–2231, Oct. 2012.
- [20] G. Varoquaux and R. C. Craddock. Learning and comparing functional connectomes across subjects. *NeuroImage*, Apr. 2013.
- [21] G. Varoquaux, A. Gramfort, J.-B. Poline, and B. Thirion. Brain covariance selection: better individual functional connectivity models using population prior. In *Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS)*, 2010.
- [22] D. Wassermann, L. Bloy, R. Verma, and R. Deriche. A gaussian process based framework for white matter fiber tracts and bundles, applications to fiber clustering. In *IPMI*, pages 200–214, 2009.
- [23] D. Wassermann, N. Makris, Y. Rath, M. Shenton, R. Kikinis, M. Kubicki, and C.-F. Westin. The white matter query language: a novel approach for describing human white matter anatomy. *Brain Structure and Function*, pages 1–17, Jan. 2016.

df

df

df



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Referencia Expte. N° 506.454/16

Buenos Aires, 19 SEP 2016

VISTO

la nota presentada por el Dr. Esteban Feuerstein, Director del Departamento de Computación, mediante la cual eleva información del curso de posgrado Herramientas de Machine Learning para el estudio de neurociencias mediante imágenes que se dictará en el segundo cuatrimestre de 2016 por el Dr. Demian Wassermann,

CONSIDERANDO:

- lo actuado por la Comisión de Doctorado,
- lo actuado por la Comisión de Posgrado,
- lo actuado por este cuerpo en Sesión Ordinaria realizada en el día de la fecha,
- en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo N° 113° del Estatuto Universitario,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
RESUELVE:

Artículo 1°: Autorizar el dictado del curso de posgrado Herramientas de Machine Learning para el estudio de neurociencias mediante imágenes de 20 hs. de duración.

Artículo 2°: Aprobar el programa del curso de posgrado Herramientas de Machine Learning para el estudio de neurociencias mediante imágenes obrante a fs 2 a 5 del expediente de la referencia.

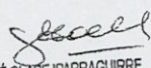
Artículo 3°: Aprobar un puntaje máximo de un (1) punto para la Carrera del Doctorado.

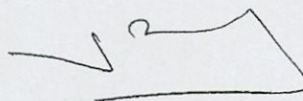
Artículo 4°: Comuníquese a la Biblioteca de la FCEyN con fotocopia del programa incluida.

Artículo 5°: Comuníquese a la Dirección del Departamento de Computación, a la Dirección de Alumnos y a la Secretaría de Posgrado. Cumplido Archívese.

Resolución CD N°
SP Ige / 2269/2016

2196


Dr. JOSÉ CLABE IPARRAGUIRRE
SECRETARIO DE POSGRADO
FCEN-UBA


Dr. JUAN CARLOS REBORADA
DECANO