

“Clasificación de estados cerebrales utilizando neuroimágenes funcionales”

Enzo Tagliazucchi

Brain and Spine Institute, Paris, Francia

Introducción

En este curso se introducirán técnicas de *machine learning* y análisis multivariado aplicadas a datos de neuroimágenes funcionales, con el objetivo de desarrollar clasificadores sensibles al estado cerebral de los sujetos (ya sea fisiológico o patológico).

En base a los contenidos impartidos en este curso, los estudiantes podrán partir de datos crudos de resonancia magnética funcional (fMRI) y aplicar distintas herramientas hasta desarrollar modelos que permitan la clasificación supervisada y no-supervisada de dichos datos.

Entre las aplicaciones directas de este curso se encuentran el desarrollo de clasificadores que permitan detectar niveles de conciencia en estados cerebrales como el sueño, la anestesia profunda, y en contextos clínicos como ser pacientes vegetativos y en estado de mínima conciencia. Las mismas herramientas podrán aplicarse para desarrollar modelos de diagnóstico y pronóstico en distintas patologías cerebrales (e.g. distintos sub-tipos de demencia, epilepsia, autismo, etc). Por lo tanto el curso resultará de interés tanto para aquellos interesados en el aspecto clínico/médico de las neuroimágenes, así como su uso en problemas “fundamentales” de la neurociencia.

Programa detallado

Aproximadamente el primer tercio de cada clase se basará en explicaciones teóricas y el restante en un tutorial práctico.

Lunes (3 hs): Introducción al problema que intentan resolver las neuroimágenes. Principios básicos de fMRI. ¿Qué mide la señal de fMRI? Procesado de datos de fMRI: filtros espaciales y temporales, corrección de movimiento, normalización y estandarización, técnicas para lidiar con artefactos residuales en los datos.

Tutorial: Procesamiento de datos crudos de fMRI con FSL (<http://fsl.fmrib.ox.ac.uk/fsl/fslwiki>) y/o nipy (<http://nipype.readthedocs.io/en/latest/>).

Martes (3 hs): Concepto de conectividad funcional en datos de fMRI. Redes de estado de reposo y análisis de componentes independientes. Estimación de la matriz de conectividad utilizando distintos métodos (correlaciones lineales, correlaciones parciales, Lasso, etc). Herramientas para la visualización de la conectividad funcional. Problemas conocidos del análisis multivariado de datos de fMRI.

Tutorial: Estimación de la conectividad funcional en datos de fMRI, visualización, análisis de diferencias en conectividad cerebral entre distintos estados cerebrales. Criterios de significancia estadística y el problema de las comparaciones múltiples en fMRI. Falsos positivos, falsos negativos.

Miércoles (3 hs): Aprendizaje supervisado, primera parte. ¿Cómo medir la *performance* de un clasificador? Distintos algoritmos (SVM, árboles de decisión y métodos de *ensemble*, redes neuronales) y su aplicabilidad a datos típicos de fMRI. Selección de *features*. Estimación de parámetros y *cross-validation*. Algunos errores típicos en *machine learning*.

Tutorial: Clasificación de estados de conciencia (fases del sueño) utilizando datos de conectividad funcional cerebral obtenidos de fMRI, aplicando herramientas de scikit-learn (<http://scikit-learn.org/stable/>). Selección de *features* y visualización. Tests de permutación para evaluar la significancia estadística del clasificador y de los *features*.

Jueves (3 hs): Aprendizaje supervisado, segunda parte. Distintos esquemas de clasificadores multiclase. Midiendo la *performance* de clasificadores multiclase. Conectividad dinámica y estimación de conectividad funcional en ventanas cortas. Problemas conocidos de la estimación de la conectividad dinámica en fMRI y algunas herramientas para sortearlos.

Tutorial: Obtención de la evolución temporal del estado de conciencia en el ciclo sueño/vigilia (hipnograma) utilizando conectividad cerebral dinámica y clasificadores multiclase.

Viernes (3 hs): Aprendizaje no-supervisado y *clustering*. El algoritmo k-means, sus parámetros y variaciones. Otros algoritmos (clustering jerárquico, Bayes, detección de módulos en redes). Midiendo la *performance* de algoritmos de aprendizaje no-supervisado. Breve introducción a repositorios colaborativos online de datos de fMRI.

Tutorial: Derivación del hipnograma utilizando el algoritmo k-means con distancia de correlación. Comparación con los resultados basados en aprendizaje supervisado.

Propuesta de trabajo final: desarrollo de un clasificador para separar datos de distintos estadios de la evolución de Alzheimer (basado en la base de datos online ADNI: <http://adni.loni.usc.edu/>). Competencia amistosa entre los participantes: ¿quién logra el mejor clasificador? (y cómo se compara ese clasificador con resultados ya publicados en la literatura).