FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	43871
Nombre	Mecanismos y modelos avanzados de la visión
Ciclo	Máster
Créditos ECTS	3.0
Curso académico	2023 - 2024

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2175 - M.U. en Optometría Avanzada y Ciencias de la Visión 13-V.2	Facultad de Física	1	Primer cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Caracter
2175 - M.U. en Optometría Avanzada y Ciencias de la Visión 13-V.2	7 - Mecanismos y modelos avanzados de la visión	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
LUQUE COBIJA, M JOSEFA	280 - Óptica y Optometría y Ciencias de la Visión

RESUMEN

La asignatura se centra en la descripcción de la fenomenología de la percepción humana de texturas espaciotemporales y flujo óptico, la descripcción de la arquitectura neuronal subyacente a dichos fenómenos y la elaboración de modelos cuantitativos que los expliquen. Estos modelos están basados en transformaciones lineales (tipo wavelet) y no lineales (normalización divisiva) adaptados a la estadística de las imágenes y secuencias de video naturales.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

Aun cuando todos los conceptos, tanto perceptuales como matemáticos, se introducen adecuadamente en las sesiones presenciales, esta asignatura se cursa con mayor facilidad teniendo una mínima base de álgebra lineal y estando familiarizad@ con la transformada de Fourier y el concepto de filtro.
Así mismo, l@s estudiantes obtendrán un mayor aprovechamiento de los materiales complementarios y las sesiones prácticas si están familiarizad@s con la herramienta de cálculo Matlab.

COMPETENCIAS

2175 - M.U. en Optometría Avanzada y Ciencias de la Visión 13-V.2

- Que los/las estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Que los/las estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Que los/las estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Saber trabajar en equipos multidisciplinares reproduciendo contextos reales y aportando y coordinando los propios conocimientos con los de otras ramas e intervinientes.
- Participar en debates y discusiones, dirigirlos y coordinarlos y ser capaces de resumirlos y extraer de ellos las conclusiones más relevantes y aceptadas por la mayoría.
- Utilizar las distintas técnicas de exposición -oral, escrita, presentaciones, paneles, etc- para comunicar sus conocimientos, propuestas y posiciones.
- Proyectar sobre problemas concretos sus conocimientos y saber resumir y extractar los argumentos y las conclusiones más relevantes para su resolución.

- Tener capacidad de análisis crítico de la información especializada en los ámbitos propios del máster.
- Tener un compromiso ético y responsabilidad social, tanto en lo que compete a la componente asistencial ligada a la profesión de óptico-optometrista como a lo que respecta a la investigación clínica.
- Tener capacidad de trabajo en equipos multidisciplinares en el área de las ciencias de la salud.
- Capacidad para trabajar, de forma crítica, con distintos modelos de la visión humana.
- Caracterización de las interacciones binoculares que se producen en la visión espacial. Modelización de los procesos visuales binoculares.
- Saber relacionar el comportamiento psicofísico de la percepción de movimiento con los mecanismos fisiológicos presentes en las áreas V1 y MT del córtex visual.
- Profundizar en las ciencias de la visión como herramienta de conocimiento y apoyo a la especialización en Optometía.
- Conocer la legislación aplicable en el ejercicio profesional, con especial atención a las materias de de igualdad de género entre hombre y mujeres, derechos humanos, solidaridad, protección del medio ambiente y fomento de la cultura de la paz.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

1. Saber relacionar el comportamiento psicofísico de la percepción de texturas con las propiedades de los mecanismos fisiológicos presentes en los caminos visuales retina-córtex.

2. Saber relacionar el comportamiento psicofísico de la percepción de movimiento con los mecanismos fisiológicos presentes en las áreas V1 y MT del córtex visual.

3. Saber analizar el contenido de las imágenes y el comportamiento de sistemas lineales en el dominio de sus funciones propias y en dominios de representación estándar (Fourier, Wavelets).

4. Saber analizar el contenido de las secuencias de imágenes y el comportamiento de sistemas lineales en el dominio de Fourier 3D.

5. Saber evaluar la visibilidad de una cierto objeto en movimiento presente en una secuencia compleja a partir de su contenido espacio-temporal, frecuencial y de contraste, identificando los mecanismos corticales que intervienen en su detección.

6. Manejar el modelo computacional estándar para realizar predicciones sobre la visibilidad de una cierta textura presente en una imagen compleja a partir de su contenido espacial, frecuencial y de contraste, identificando los mecanismos corticales que intervienen en la percepción.

7. Saber evaluar los parámetros útiles para la navegación en entornos 3D (estimación de profundidades y tiempos de impacto) a partir de las claves de movimiento (flujo óptico).

8. Manejar el modelo computacional estándar para realizar tareas de clasificación de formas y/o texturas.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Fenomenología de la visión de texturas espaciales y de patrones en movimiento.

1.1 Psicofísica: (i) selectividad frecuencial, (ii) enmascaramiento. Postefectos de contraste.
1.2 Fisiología: (i) campos receptivos de los sensores del LGN y V1, (ii) respuesta no-lineal de los sensores de V1.
1.3 Sensibilidad al contraste espacio-temporal: ventana de visibilidad.
1.4 Campos receptivos de las células de V1 y MT. Sensores de frecuencias espacio-temporales y sensores de velocidad.
1.5 No linealidades y fenómenos de adaptación al movimiento. Post-efectos de movimiento.

2. Álgebra lineal para ciencias de la visión

2.1 Imágenes y secuencias como vectores.
2.2 Representaciones lineales de imágenes (cambios de base).
2.3 Sistemas lineales como matrices. Base propia del sistema y función filtro.
2.4 Respuesta de un sistema de detectores.
2.5 Cambios de representación estándar: transformada de Fourier, transformada de coseno, transformadas wavelet.

3. Flujo Óptico

3.1 Niveles de abstracción en el análisis del movimiento.
3.2 Evolución temporal de la irradiancia en el plano imagen: Flujo óptico.
3.3 Utilidades de la información de flujo óptico. Flujo óptico en situaciones de traslación y avance. Foco de expansión y tiempo de impacto. Predicción de irradiancias.
3.4 Ámbito del estudio de visión de movimiento: sensibilidad espacio-temporal y movimiento sin análisis de forma.
3.5 Ecuación del flujo óptico en el dominio espacio-temporal.
3.6 El problema de la apertura.
3.7 Ecuación del flujo óptico en el dominio de frecuencias espacio-temporales.
3.8 Métodos de cálculo del flujo óptico en el dominio espaciotemporal y en el dominio de Fourier.

4. Modelo estándar de percepción de texturas

4.1 Transformación lineal: sistema de sensores localizados espacial y frecuencialmente.
4.2 Función filtro global: sensibilidad al contraste.
4.3 Respuesta no-lineal: normalización divisiva.
4.4 Cálculo de distancias en el dominio de respuesta. Sumación espacial y sumación frecuencial.

5. Modelo estándar de visión de movimiento

5.1 Cálculo de flujo óptico mediante los sensores de V1 y MT. Esquema general.
5.2 Energía de la respuesta de un sistema de sensores (filtro) de Gabor 3D a una secuencia de ruido blanco con velocidad constante.
5.3 Generalización para secuencias no-blancas.
5.4 Estimación como comparación entre las medidas y las predicciones teóricas.
5.5 Respuesta no-lineal y post-efectos.

6. Sesiones prácticas

Texturas. Reproducción de fenomenología psicofísica y fisiológica mediante el modelo estándar de percepción de texturas:
1. Simulación de un experimento de medida de los campos receptivos de V1, utilizando estímulos puntuales en diferentes posiciones espaciales.
2. Simulación de la medida de la CSF acromática, utilizando estímulos sinusoidales de diferentes frecuencias.
3. Simulación de la medida de una CSF cromática, utilizando estímulos sinusoidales de diferentes frecuencias.
4. Simulación de la medida de la respuesta (no lineal) de un sensor a su estímulo de sintonizado en diferentes condiciones de enmascaramiento.
5. Simulación de la medida de la curva de umbral incremental de contraste de un estímulo de frecuencia espacial fija, con diferentes condiciones de enmascaramiento.
6. Simulación de patologías en el modelo estándar.
7. Medidas de diferencia perceptual entre imágenes .

Movimiento. Reproducción de fenomenología psicofísica y fisiológica mediante el modelo estándar de percepción de movimiento:
1. Secuencias de video en Matlab. Generación de secuencias sintéticas y naturales, y análisis de su contenido frecuencial.
2. Simulación de anomalías en la CSF espaciotemporal.
3. Simulación de la respuesta de un sensor de V1.
4. Simulación de la respuesta de un sensor de MT.
5. Medida de la curva de sintonizado de un sensor de V1.
6. Medida de la curva de sintonizado de un sensor de MT.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Prácticas en aula informática	8,00	100
Clases de teoría	8,00	100
Prácticas en laboratorio	4,00	100
Seminarios	4,00	100
Preparación de actividades de evaluación	10,00	0
Preparación de clases de teoría	28,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	7,00	0
TOTAL	**69,00**	

METODOLOGÍA DOCENTE

Se utilizan dos tipos de metodología:

(A) En las sesiones de teoría se emplea la lección magistral combinada con la realización de experiencias de cátedra numéricas. Se utiliza la exposición en una pizarra electrónica (tablet-pc) evitando el uso de power-point para que los estudiantes vayan tomando notas de los desarrollos matemáticos al mismo tiempo que el profesor los expone. La pizarra electrónica permite la realización de diagramas y notas adicionales no presentes en los apuntes originales. De esta forma, aunque los estudiantes disponen de los apuntes del curso con anterioridad (en el aula virtual), se les fuerza a que vayan siguiendo las deducciones con la consiguiente asimilación de los conceptos.

Por otro lado, los conceptos teóricos se van ilustrando con experimentos numéricos expuestos y ejecutados directamente en estas clases. Los estudiantes también disponen de estas rutinas como materiales complementarios en el aula virtual de forma que con anterioridad o posterioridad a las clases, ellos pueden ejecutar independientemente estos experimentos. El objetivo de estos materiales complementarios (en Matlab) es doble: (1) que los estudiantes comprendan la relevancia de los distintos parámetros de los modelos y las representaciones empleadas mejorando la comprensión de la teoría mediante la obtención de gráficos y larealización de cálculos concretos, y (2) que se familiaricen con el uso de la herramienta numérica/gráfica que se utilizará en las sesiones prácticas.

(B) En las sesiones prácticas de problemas (en laboratorio de aula de informática) tras una breve exposición del problema a tratar (la descripción del mismo también está a disposición de los alumnos con anterioridad en el aula virtual) se pasa a una sesión de trabajo donde los estudiantes, en parejas, empiezan a resolver el problema (con la asistencia del profesor) utilizando las rutinas de Matlab que hemos preparado para ello. La finalización de estos trabajos requiere un tiempo mayor que la duración de la práctica (trabajo no presencial), animándose a los estudiantes a acudir a sesiones de tutoría en grupo para la solución de dudas de carácter técnico. En el caso de las sesiones prácticas es importante que los estudiantes hayan realizado una aproximación previa al problema a tratar, familiarizándose con las rutinas a utilizar. Esto se consigue con los materiales complementarios incluidos en los temas de teoría. De manera opcional, para los estudiantes con pocos conocimientos previos en Matlab, pueden organizarse tutorías en grupo para intentar resolver estas deficiencias.

Además de ir introduciendo la herramienta que sirve para la implementación de los modelos, el objetivo de las sesiones prácticas es ir capacitando a los estudiantes para la resolución de un problema complejo (que constituirá el trabajo que servirá para la evaluación de esta parte práctica). En la última sesión práctica se propondrá un conjunto de trabajos y se distribuirá a los estudiantes en grupos de manera que cada grupo aborde la solución de uno de los trabajos propuestos. Estos trabajos se entregarán a la finalización del periodo de exámenes.

EVALUACIÓN

La calificación de la asignatura se realizará según una de estas opciones:

* Opción A:

Nota teoría + Nota Lab

En este caso, la nota final se obtendrá como el promedio de dos factores:

(i) un 70% dependerá de un exámen de cuestiones teórico-prácticas, y

ii) un 30 % dependerá de la nota correspondiente a las tareas de laboratorio y trabajos de evaluación continua propuestos.Para hacer uso de esta opción será necesario haber asistido a las sesiones prácticas.

Si se desea hacer uso de la opción A (contabilización de la nota de laboratorio) sin haber asistido a más del 75% de las sesiones prácticas, será necesario hacer un examen práctico (en aula de informática) sobre uno de los problemas tratados en las sesiones o en los trabajos propuestos.

* Opción B:

Nota teoría

En este caso, la nota dependerá exclusivamente de un exámen de cuestiones teóricoprácticas.

La posibilidad de superar la asignatura según la opción B implica que la asistencia a las sesiones prácticas es opcional.

REFERENCIAS

Básicas

- Material general - Material general - General references
  Apuntes del curso (pdfs disponibles en el aula virtual) (pdfs available on the virtual classroom)
- Modelo estándar de texturas - Model estàndard de textures - Standard model of texture perception
  A.B. Watson. The cortex transform: rapid computation of simulated neural images. CVGIP, Vol. 39, 311-327 (1987) (cvgip_watson87.pdf)
  A.B. Watson. Efficiency of a model human image code. J. Opt. Soc. Am, Vol. 4, 12, 2401-2417 (1987) (josa_watson87.pdf)
  A.B. Watson & J.A. Solomon. Model of visual contrst gain control and pattern masking. J. Opt. Soc. Am, Vol. 14, 9, 2379-2391 (1997) (josa_watson97.pdf)

T. Serre, M. Kouh, C. Cadieu, U. Knoblich, G. Kreiman and T. Poggio. A theory of object recognition: Computations and circuits in the feedforward path of the ventral stream in primate visual cortex. AI Memo 2005-036. MIT Comp. Sci. & Artif. Intell. (2005) (Poggio05.pdf)

- Modelo estándar de movimiento - Model estàndard de moviment - Standard model of motion perception

  D.J. Heeger. Model for the extraction of image flow. J. Opt. Soc. Am. A, Vol. 4, 8, 1455-1471 (1987) (josa_heeger87.pdf)

  A.B. Watson & A.J. Ahumada. Model of human visual-motion sensing. J. Opt. Soc. Am. A, Vol. 2, 322-342 (1985) (josa_watson85.pdf)

  E.P. Simoncelli & D.J. Heeger. A model of neuronal responses in visual area MT. Vision Research, Vol. 38, 5, 743-761 (1998) (vis_res_simoncelli98.pdf)

  N. Rust, V. Mante, E.P. Simoncelli, & J.A. Movshon. How MT cells analyze the motion of visual patterns, Nature Neuroscience 9 (11): 1421-1431 (2006) (Rust_Nature_06.pdf).

  J. Malo La percepción del movimiento: parte de lo que pasa por tu cabeza en unos milisegundos. Aletheia, CADE, Universitat de València, Nº 5, pp 11-17, Dec 2007 (Malo_Alheteia_08.pdf)

- Fenomenología psicofísica y fisiológica - Fenomenologia psicofísica i fisiològica - Psychophysical and physiological phenomena

  B. Wandell. Foundations of Vision. Sinauer Assoc. Publ., MA, 1995

  Chalupa and Werner. The Visual Neurosciences (vol. 2). MIT Press, MA, 2003

  D. Regan. Human perception of objects. Sinauer Assoc. Publ., MA, 1999

- Transformaciones lineales de imágenes y técnicas de flujo óptico - Transformacions lineals d'imatges i tècniques de flux òptic - Linear transformation of images and optical flow theories

  E.P. Simoncelli & E.H. Adelson. Subband transforms. Capítulo 4 de Subband Coding ed. J. Woods, Academic Press, 1990 (simoncelli90.pdf)

  A.N. Akansu, R.A. Haddad. Multiresolution signal decomposition. Capítulos 1 y 2, Academic Press, 1992 (akansu92.pdf)

  M. Tekalp. Digital Video Processing. Academic Press, NY, 1995 (Tekalp1995.djvu)

- Representaciones de imágenes para la clasificación y la compresión de imágenes - Representacions d'imatges per a la classificació i la compressió d'imatges - Image classification and image compression

  Duda & Hart. Pattern classification and scene analysis. Cap. 1 y 2. Wiley-Interscience Publ. (2000) (Duda2000.pdf)

  Fukunaga, K. Introduction to statistical pattern recognition. Capítulos 9 y 10. Academic Press. (1990) (fukunaga90.pdf)

- Estadistica de las imágenes naturales y visión humana - Estadística de les imatges naturals i visió humana - Statistics of natural images and human vision

  H. Barlow. Redundancy reduction revisited. Network: Computation in Neural Systems, Vol. 12 241 253, (2001) (barlow01.pdf)

  E.P. Simoncelli & B. Olshausen. Natural image statistics and neural representation. Annual Review of Neurosicence. Vol. 24, 1193-1216 (2001). (rev_neurosci_simoncelli01.pdf)

  A. Renart, J. Rocha, N. Parga. Las respuestas de las neuronas visuales son independientes. El Pais 2010. (Las_respuestas_de_las_neuronas_son_independientes_ELPAIS_2010.pdf)

- Software general - Programari general - General software
  The MatWorks Inc. MATLAB: The language of technical computing and visualization. http://www.mathworks.com/
  J. Malo & M.J. Luque COLORLAB: Matlab toolbox for color image processing. Universitat de València 2002 http://www.uv.es/vista/vistavalencia/software.html
  E.P. Simoncelli MATLABPYRTOOLS: Matlab toolbox for multi-scale image processing.
- Software específico - Programari específic - Specific software
  J. Malo & M.J. Luque. Rutinas de Matlab desarrolladas para la asignatura y disponibles como materiales complementarios en el aula virtual (Matlab routines available in the virtual classroom).