

Titulación	Tipo	Curso
4318299 Visión por Computador / Computer Vision	OB	0

## Contacto

Nombre: Maria Isabel Vanrell Martorell

Correo electrónico: maria.vanrell@uab.cat

## Equipo docente

Coloma Ballester Nicolau

Pablo Arias Martínez

Oriol Ramos Terrades

## Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

## Prerrequisitos

Un grado en Ingeniería, Matemáticas, Física o similar.

## Objetivos y contextualización

Coordinadora del módulo: Dra. Coloma Ballester

El objetivo de este módulo es el aprendizaje de los algoritmos de optimización y las técnicas de inferencia que están detrás de muchas tareas en la visión por computadora. Los conceptos principales incluirán la formulación adecuada de energías variacionales y su minimización, técnicas numéricas para problemas variacionales, algoritmos de optimización de descenso de gradiente y herramientas útiles para estrategias de aprendizaje profundo. optimización convexa y modelos gráficos. Estas técnicas se aplicarán en el proyecto en el contexto de la segmentación de imágenes y inpainting.

## Resultados de aprendizaje

1. CA06 (Competencia) Conseguir los objetivos de un proyecto de visión realizado en equipo.

2. KA02 (Conocimiento) Identificar que funcionales deben ser optimizados sobre las imágenes para obtener la solución a un problema de visión.
3. KA09 (Conocimiento) Seleccionar los mejores algoritmos que se pueden usar para optimizar los funcionales que deben resolverse para solucionar un problema de visión.
4. SA02 (Habilidad) Aplicar y evaluar técnicas de optimización sobre imágenes para solucionar un problema particular.
5. SA09 (Habilidad) Seleccionar las mejores herramientas software para codificar las técnicas de optimización sobre imágenes para la solución de un problema particular.
6. SA15 (Habilidad) Preparar un informe que describa, justifique e ilustre el desarrollo de un proyecto de visión.
7. SA17 (Habilidad) Preparar presentaciones orales que permitan debatir los resultados del desarrollo de un proyecto de visión.

## Contenido

1. Introducción a los problemas de optimización y métodos de minimización de energía. Ejemplos y resumen de una formulación variacional.
2. Revisión del álgebra lineal computacional: métodos de mínimos cuadrados, descomposición en valores singulares, pseudoinversa, métodos iterativos. Aplicaciones.
3. Técnicas numéricas para problemas variacionales: derivada de Gateaux, ecuación de Euler-Lagrange y métodos de gradiente. Aplicaciones: eliminación de ruido, inpainting y Poisson editing. La estrategia de Backpropagation para el cálculo de gradiente. Algoritmos de optimización de descenso de gradiente útiles para estrategias de aprendizaje profundo.
4. Optimización convexa. Optimización con y sin restricciones. Principios y métodos de dualidad. Problemas no convexos y relajación convexa. Aplicaciones: restauración por Variación Total, cálculo de disparidad, cálculo de flujo óptico.
5. Segmentación con modelos variacionales. El funcional de Mumford y Shah. Representaciones de forma explícita e implícita. Formulación con conjuntos de nivel.
6. Redes Bayesianas y MRF. Tipos de inferencia. Principales algoritmos de inferencia. Ejemplos: estéreo, denoising.
7. Algoritmos de inferencia. Belief propagation: message passing, loopy belief propagation. Ejemplo: inferencia para segmentación.
8. Métodos de muestreo: Métodos basados en partículas, Markov Chain Monte Carlo, Gibbs Sampling.

## Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Sesiones teóricas	20	0,8	CA06, KA02, KA09, SA02, SA09, SA15, SA17, CA06
Tipo: Supervisadas			
Sesiones de seguimiento de proyecto	8	0,32	CA06, KA02, KA09, SA02, SA09, SA15, SA17, CA06
Tipo: Autónomas			

Sesiones supervisadas: *(Algunas de estas sesiones podrían ser en línea síncronas)*

- Sesiones magistrales, donde los profesores explicarán contenidos generales de los diferentes temas. La mayoría serán necesarios para la resolución de problemas.

Sesiones dirigidas:

- Sesiones de proyecto, donde los objetivos y problemas de los proyectos se presentarán y discutirán. Los estudiantes deberán interactuar con el coordinador de proyecto sobre los problemas surgidos y las ideas aportadas para resolverlos. (Aprox. 1 hora/semana)
- Sesiones de presentación, donde los estudiantes harán una presentación oral sobre cómo han solucionado el problema y sobre los resultados obtenidos.
- Sesión de examen, donde los estudiantes son evaluados individualmente, demostrando la adquisición de los conocimientos desarrollados y la capacidad de resolución de problemas asociados.

Trabajo autónomo:

- Los estudiantes deberán estudiar y trabajar autónomamente con los materiales derivados de las clases magistrales y de las sesiones de proyecto.
- Los estudiantes trabajarán en grupo para resolver los problemas planteados en los proyectos con los siguientes entregables:
  - Código
  - Informe
  - Presentación oral

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Evaluación

### Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Asistencia a sesiones	0,05	0,5	0,02	CA06, KA02, KA09, SA02, SA09, SA15, SA17
Examen	0,4	2,5	0,1	CA06, KA02, KA09, SA02, SA09, SA15, SA17
Proyecto	0,55	6	0,24	CA06, KA02, KA09, SA02, SA09, SA15, SA17

La nota final se calculará mediante la siguiente fórmula :

$$\text{Nota final} = 0.4 \times \text{Examen} + 0.55 \times \text{Proyecto} + 0.05 \times \text{Asistencia}$$

donde

Examen: es la nota obtenida del examen (debe ser  $\geq 3$ ). Puede ser incrementada con puntos extra correspondientes a los ejercicios propuestos en las clases de algunos temas, pero sólo si la nota de examen es como a mínimo 3.0.

Asistencia: nota derivada del control de asistencia a las clases (mínimo 70%)

Proyecto: nota otorgada por coordinador del proyecto basada en el seguimiento que hace semanalmente y en las entregas del proyecto (debe ser  $\geq 5$ ). Todo ello de acuerdo con criterios específicos como :

- Participación y discusión en las sessions y trabajo en grupo (evaluaciones entre pares)
- Entregas de partes obligatorias y opcionales
- Código desarrollado (estilo, comentarios, etc.)
- Informe escrito (justificación de las decisiones de desarrollo)
- Presentación oral y demostración

La nota del examen se podrá incrementar con puntos extra obtenidos de la entrega de ejercicios propuestos en relación a algunas de las clases, pero sólo en el caso que la nota del examen sea superior o igual a 3.

Sólo los estudiantes que han suspendido (nota final  $< 5.0$ ) podran hacer el examen de recuperación.

## Bibliografía

Journal articles:

1. Xavier Bresson and Tony F. Chan. "Fast Dual Minimization of the Vectorial Total Variation Norm and Applications to Color Image Processing. Inverse Problems and Imaging". American Institute of Mathematical Sciences. Vol 2, No. 4, pp 455-484 2008.
2. Chan, T. F., & Vese, L. a. "Active contours without edges". IEEE Transactions on Image Processing: A Publication of the IEEE Signal Processing Society, 10(2), pp 266-77, 2001.
3. Daphne Koller and Nir Friedman, "Probabilistic Graphical Models. Principles and techniques", 2009.
4. Patrick Pérez, Michel Gangnet, and Andrew Blake. "Poisson image editing". In ACM SIGGRAPH 2003 Papers (SIGGRAPH '03). ACM, New York, NY, USA, 313-318 2003.
5. L.I. Rudin, S. Osher, and E. Fatemi. "Nonlinear Total Variation based Noise Removal Algorithms". Physical D Nonlinear Phenomena, 60, pp 259-268, November 1992.
6. Ruder, Sebastian. "An overview of gradient descent optimization algorithms." arXiv preprint arXiv:1609.04747(2016).

Books:

1. S.P. Boyd, L. Vandenberghe, "Convex optimization", Cambridge University Press, 2004.
2. Tony F. Chan and Jianhong Shen. "Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet and Stochastic Methods". Society for Industrial and Applied Mathematics, 2005.
3. J. Nocedal, S.J. Wright, "Numerical optimization", Springer Verlag, 1999.
4. Aubert Gilles, Pierre Kornprobst. "Mathematical Problems in Image Processing: Partial Differential Equations and the Calculus of Variations". Springer-Verlag New York.
5. Joe D. Hoffman. "Numerical Methods for Engineers and Scientists"
6. Daphne Koller and Nir Friedman, "Probabilistic Graphical Models. Principles and techniques", 2009.
7. Sebastian Nowozin and Christoph H. Lampert, "Structured Learning and Prediction in Computer Vision", Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision: Vol. 6: No. 3-4, pp185-365, 2011.
8. C. Pozrikidis. "Numerical Computation in Science and Engineering".

## Software

Programación en Python, con especial atención a los paquetes de procesamiento de imágenes y optimización

## Lista de idiomas

Nombre	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(PLABm) Prácticas de laboratorio (máster)	1	Inglés	primer cuatrimestre	mañana-mixto
(TEm) Teoría (máster)	1	Inglés	primer cuatrimestre	mañana-mixto

PROVISIONAL