



Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio

Presentación

La Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio de la Universidad de Vigo en el Campus universitario de Ourense oferta las titulaciones de la Universidad de Vigo tanto a nivel grado como a nivel máster que estén relacionadas con la ingeniería aeroespacial o aeronáutica.

Más información relativa al Centro y sus titulaciones se encuentra en este documento o en la página web (<http://aero.uvigo.es>).

Localización

Escola de Enxeñaría Aeronáutica e do Espazo

Pavillón Manuel Martínez-Risco
Campus universitario
32004 Ourense

Tel.: +34 988 368 823

Web: <http://aero.uvigo.es>

Normativa y legislación

Se encuentra la información disponible en la página web del Centro (<http://aero.uvigo.es> en el apartado Escuela -> Normativa).

Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados

Asignaturas

Curso 1

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
007M174V01101	Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados	1c	6
007M174V01102	Operacións de sistemas aéreos no tripulados	1c	6
007M174V01103	Sistemas de comunicacións e navegación por radio	1c	6
007M174V01104	Sensores embarcados	1c	6
007M174V01105	Sistemas de control	2c	6
007M174V01201	Cargas útiles baseadas en sensores pasivos	2c	6

O07M174V01202	Cargas útiles basadas en sensores activos	2c	6
O07M174V01205	Prácticas externas	2c	15
O07M174V01206	Trabajo Fin de Máster	2c	9

DATOS IDENTIFICATIVOS**Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados**

Asignatura	Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados			
Código	O07M174V01101			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS 6	Carácter OB	Curso 1	Cuatrimestre 1c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	Orgeira Crespo, Pedro			
Profesorado	Orgeira Crespo, Pedro			
Correo-e	porgeira@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta materia pretende mostrar los elementos básicos que conforman un sistema aéreo no tripulado, así como la descripción de sus principios de funcionamiento. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código	
CB1	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
CB2	Que los 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
CB3	Que los 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
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega
CT8	Capacidad de análisis y síntesis
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Entender el funcionamiento de un perfil de vuelo, el performance básico de las aeronaves y superficies de control.	CB1 CB2 CB3 CG1 CG3 CG4 CG5 CE1 CT2 CT8 CT9

Aprender cuales son los principales sistemas de energía, propulsión y estructuras empleadas en aeronaves no tripuladas.	CB1 CB2 CB3 CG1 CG3 CG4 CG5 CE1 CT2 CT8 CT9
---	---

Conocer las principales cargas útiles.	CB1 CB2 CB3 CG1 CG3 CG4 CG5 CE1 CT2 CT8 CT9
--	---

Contenidos

Tema	
Introducción	Aproximación histórica a los sistemas aéreos no tripulados. Clasificación de las aeronaves y sus sistemas de propulsión. Infraestructuras terrestres. Gestión de tráfico aéreo. Normativa legal.
Aeronaves no tripuladas.	Principios de vuelo. Performance de aeronaves. Descripción general de aeronaves de ala fija. Controles de vuelo. Estructura. Principales instrumentos y sistemas embarcados. Descripción general de helicópteros. Controles de vuelo. Principales instrumentos y sistemas embarcados. Multicópteros.
Principales conceptos de mecánica de fluidos.	Compresibilidad. Viscosidad. Capa límite y turbulencia. Número de Reynolds. Número de Mach. Ecuación de Bernoulli. Atmósfera estándar internacional.
Principios básicos de aerodinámica	Perfiles aerodinámicos en régimen incompresible. Placa plana, cilindro. Alas en régimen incompresible Condición de Kutta. Ala larga de Prandtl.
Introducción a la propulsión de aeronaves.	Hélices: teoría de Froude; teoría del elemento de pala. Adaptación de hélices. Aero reactores. Empuje, impulso específico y control de empuje en propulsión eléctrica.
Mecánica de vuelo.	Ecuaciones básicas del movimiento. Vuelo de crucero, ascenso, descenso y planeo. Virajes. Efecto viento. Actuadores. Estabilidad y control.
Sistemas de navegación.	Introducción a la aviónica. Sensores y sistemas de navegación. Navegación inercial. Navegación integrada. Filtros de Kalman. Sistema de posicionamiento GPS.
Control de motores brushless y servos.	Obtención de la información. Cálculo y tratamiento de las señales de control PID. Envío de la señal de control.
Principales cargas de pago.	Cámaras digitales. Sistemas LIDAR. Sistemas RADAR.

Otras cargas de pago.

Sistemas de dispersión de líquidos.
Sensores medioambientales.
Transporte de mercancías ligeras.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas autónomas a través de TIC	22	22	44
Trabajo tutelado	7	63	70
Informe de prácticas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Se presentarán los contenidos utilizando medios audiovisuales. Los contenidos se subirán a la plataforma de teledocencia.
Prácticas autónomas a través de TIC	Se realizarán prácticas utilizando el laboratorio y ordenadores en las que los alumnos tendrán que analizar diferentes casuísticas relativas a la materia.
Trabajo tutelado	Se realizarán trabajos aplicados en los que los alumnos tendrán que analizar diferentes casuísticas relativas a la materia.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.
Prácticas autónomas a través de TIC	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas			
Prácticas autónomas a través de TIC		50	CB1	CG1	CE1	CT2
			CB2	CG3		CT8
			CB3	CG4		CT9
Trabajo tutelado		50	CB1	CG1	CE1	CT2
			CB2	CG3		CT8
			CB3	CG4		CT9
				CG5		

Otros comentarios sobre la Evaluación

Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5.

En la evaluación de Julio los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Jeffrey D. Barton, Fundamentals of small unmanned aircraft flight, http://www.jhuapl.edu/techdigest/TD/td3102/31_02-Barton.pdf
Aviation Civil Aviation Organization, Unmanned aircraft systems, https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf
Mouhamed Abdulla, Jaroslav V. Svoboda, Luis Rodrigues, Avionics made simple, http://www.drmoie.org/research/avionics_made_simple.pdf
Bon Dewitt, Unmanned aerial systems for mapping, https://c.y.mcdn.com/sites/www.fsms.org/resource/resmgr/2016/61st_annual_conference/education/PDFs/Unmanned_Aerial_Systems.pdf
Sergio Esteban Ronceso, Fundamentos de Ingeniería Aeroespacial, http://aero.us.es/iia/index_IIA.html
John Anderson, Fundamentos de aerodinámica, 6, McGraw Hill, 2017,
Miguel Ángel Gómez Tierno, Mecánica de vuelo, 2, Garceta, 2012,
Antonio Esteban Oñate, Conocimientos del avión, 1, Paraninfo, 2007,

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

DATOS IDENTIFICATIVOS**Operaciones de sistemas aéreos no tripulados**

Asignatura	Operaciones de sistemas aéreos no tripulados			
Código	O07M174V01102			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Materia impartida por USC. Mas información en: http://www.usc.es/gl/centros/eps/materia.html?materia=136894 Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código

Resultados de aprendizajeResultados de aprendizaje Competencias**Contenidos**

Tema

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
--	----------------	----------------------	---------------

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

Descripción

Atención personalizada**Evaluación**

Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
-------------	--------------	------------------------

Otros comentarios sobre la Evaluación**Fuentes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendaciones**

DATOS IDENTIFICATIVOS**Sistemas de comunicación y navegación por radio**

Asignatura	Sistemas de comunicación y navegación por radio			
Código	O07M174V01103			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Arias Acuña, Alberto Marcos			
Profesorado	Arias Acuña, Alberto Marcos González Valdés, Borja Pino García, Antonio			
Correo-e	marcos@com.uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Materia en la que se estudian los aspectos más importantes relativos a las comunicaciones con vehículos no tripulados, incluyendo las antenas, la propagación de ondas y los sistemas de radionavegación. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código	
CB3	Que los 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
CB4	Que los 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
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo
CT7	Capacidad de organización y planificación
CT8	Capacidad de análisis y síntesis
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los sistemas clásicos de comunicaciones y navegación	CB3 CG4 CT8
Comprender el funcionamiento de antenas y el balance del enlace radio.	CB5 CG5 CT9
Conocer los sistemas de navegación del tipo NDB, VOR/DME e ILS	CG3 CG4 CE2 CT7

Entender el funcionamiento de un sistema de posicionamiento GNSS	CB4 CG3 CE2 CT6
Aprender las características de los sistemas de vigilancia automáticos basados en ADS-B y ADS-C	CB5 CG4 CT6

Contenidos

Tema	
Sistemas clásicos de comunicaciones y navegación	Sistemas clásicos de comunicaciones Sistemas clásicos de navegación
Antenas y balance de enlace radio	Antenas Balance de enlace radio
Sistemas de navegación	NDB VOR/DME ILS
Sistemas de posicionamiento GNSS	GPS, GLONAS, GALILEO, BEIDU. Posicionamiento diferencial, RTK. Segmento usuarios, espacio y control. Sistemas de aumentación SBAS y EGNOS.
Sistemas de vigilancia automáticos	ADS-B ADS-C

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas en aulas de informática	14	14	28
Trabajo tutelado	7	63	70
Estudio de casos	14	14	28
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	4	6
Informe de prácticas	1	7	8

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición de los contenidos de la materia; incluye exposición de conceptos; introducción de prácticas y ejercicios. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB3, CB5, CT8 y CT9
Prácticas en aulas de informática	Aplicación, a nivel práctico, de los conocimientos y habilidades adquiridos en la lección magistral, mediante prácticas realizadas con equipamiento de test y ordenadores. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB3 y CG4
Trabajo tutelado	Trabajo del alumno sobre un tema concreto y tutelado por el profesor. Exposición final del trabajo realizado. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB4, CG4, CG5, CT7 y CT8
Estudio de casos	Docencia en formato seminario, en la que el alumno participa muy activamente en la evolución de las clases profundizando en un tema específico. Con esta metodología se trabajarán las competencias CG3 y CT6

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	En esta metodología, se atiende y responde a todas las preguntas que pueda hacer cada alumna/o.
Prácticas en aulas de informática	Se atiende a cada alumno de manera individualizada.
Estudio de casos	Se atiende a cada alumno de manera individualizada.
Trabajo tutelado	Se atiende a cada alumno de manera individualizada.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen final: consiste en una prueba para la evaluación de las competencias adquiridas por los estudiantes mediante la resolución de problemas sencillos y preguntas cortas de teoría.	60	CB3 CB5 CG3 CG4 CG5 CE2 CT7 CT8 CT9

Informe de prácticas	Participación en actividades por parte de los alumnos, especialmente de las prácticas, entregando una memoria final de las mismas. Este apartado corresponde a la evaluación continua del alumno.	40	CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE2	CT6
----------------------	---	----	------------	-------------------	-----	-----

Otros comentarios sobre la Evaluación

El examen final, representará el 60% para los alumnos que opten por evaluación continua y el 100% de la nota final en caso de no optar por la evaluación continua.

En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos/pruebas realizadas, la calificación final de la materia será de "suspenso (0)" y os profesores comunicarán a la dirección de la escuela el asunto para que tome las medidas que considere oportunas.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Marcos Arias Acuña, Oscar Rubiños López, Radiocomunicación, 1a, Andavira Editora, 2011,
 José María Hernando Rábanos, Transmisión por Radio, 6a, Editorial Universitaria Ramón Areces, 2008,
 John Griffiths, Radio Wave Propagation and Antennas. An Introduction, 1st, Prentice Hall, 1985,

Bibliografía Complementaria

Robert R. Collin, Antennas and Radiowave Propagation, 1st, Mc Graw Hill, 1985,
 Constantine A. Balanis, Antenna Theory. Analysis and Design, 3rd, Wiley, 2005,
 ITU-R, Recommendations,

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Cargas útiles basadas en sensores activos/O07M174V01202

DATOS IDENTIFICATIVOS**Sensores embarcados**

Asignatura	Sensores embarcados			
Código	O07M174V01104			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio Lorenzo Cimadevila, Henrique			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Materia que muestra los principales sensores que integran un sistemas aéreo no tripulado, centrándose especialmente en aquellos del sistema de navegación. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código	
CB3	Que los 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
CB4	Que los 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
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
CT6	Capacidad de trabajo en equipo
CT7	Capacidad de organización y planificación
CT8	Capacidad de análisis y síntesis
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los diferentes sistemas inerciales existentes y la algorítmica utilizada para la generación de trayectorias.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9

Aprender a integrar los resultados de sistemas GNSS y sistemas inerciales.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer los sistemas barométricos empleados en UAS.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Entender el funcionamiento de un sistema LiDAR, los datos que provee (nubes de puntos) y las posibilidades que ofrece para navegación en interiores con algoritmos tipo SLAM.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer el funcionamiento de sistemas basados en tubo de pitot y ultrasonidos.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Entender el funcionamiento de los sistemas basados en imagen, así como la generación de entornos tridimensionales basados en imagen estereoscópica y la algorítmica básica de procesamiento de imagen.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9

Contenidos

Tema

Sistemas inerciales (acelerómetros, giróscopos y magnetómetros).

Navegación. Filtro complementario.

Navegación. Filtro de Kalman.

Sistemas barométricos, sistemas basados en tubo de pitot y sistemas de ultrasonidos.

Sistemas LiDAR.

Procesamiento básico de datos LiDAR.

Navegación indoor y SLAM.

Sistemas basados en imagen.

Procesamiento de imagen I.

Procesamiento de imagen II

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas autónomas a través de TIC	22	22	44
Trabajo tutelado	7	63	70
Informe de prácticas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Presentación de los contenidos empleando medios audiovisuales. Los contenidos se volcarán en la plataforma de teledocencia.
Prácticas autónomas a través de TIC	Se realizarán prácticas empleando ordenadores en las que los alumnos tendrán que programar procedimientos para adquirir datos de sensores o realizar operaciones de acondicionamiento de señal.
Trabajo tutelado	Se planterán pequeños proyectos que los alumnos deberán implementar.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Prácticas autónomas a través de TIC	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas		
Prácticas autónomas a través de TIC	El alumno tendrá que entregar informes por cada una de las prácticas realizadas.	60	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CT6 CT7 CT8 CT9
Trabajo tutelado	El alumno tendrá que entregar problemas resueltos planteados por el profesor.	40	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CT6 CT7 CT8 CT9

Otros comentarios sobre la Evaluación

Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5.

En la evaluación de Julio los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

- Eduardo Huerta, Aldo Mangiaterra, Gustavo Noguera, GPS - Posicionamiento satelital, UNR Editora, 2005, https://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro_gps.pdf
- Oliver J. Woodman, An introduction to inertial navigation, University of Cambridge, 2007, <https://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-696.pdf>
- José Bosch, Manuel Carmona, Instrumentación electrónica avanzada, Departament d'Electronica, Universitat de Barcelon, 2012, <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/34483/1/Instrumentaci%C3%B3n%20Electr%C3%B3nica%20Avanzada-Instrumentaci%C3%B3n%20Inteligente.pdf>
- Omar Bustillos Ponte, Instrumentación industrial, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Univer, 2001, <https://informatica.uv.es/iguia/INS/material/InstrumentacionULPGC/TodoCompleto.pdf>
- Fabian Inostroza, Filtros, 2015, http://www2.udec.cl/~fabianinostroza/filtro_comp.pdf
- Greg Welch, Gary Bishop, An introduction to the Kalman filter, Department of Computer Science, University of Nort, 2006, https://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman_intro.pdf
- Lindsay Kleeman, Understanding and applying Kalman filtering, Department of Electrical and Computer Systems Eng., http://biorobotics.ri.cmu.edu/papers/sbp_papers/integrated3/kleeman_kalman_basics.pdf
- James Hays, Introduction to computer vision, <https://cs.brown.edu/courses/cs143/lectures/01.pdf>
- Jan Erik Solem, Programming Computer Vision with Python, http://programmingcomputervision.com/downloads/ProgrammingComputerVision_CCdraft.pdf
- Jamie Carter et al., An introduction to LiDAR technology, data and applications, National Oceanic and Atmospheric Administration, <https://coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/lidar-101.pdf>

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Sistemas de control/O07M174V01105

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01101

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

DATOS IDENTIFICATIVOS**Sistemas de control**

Asignatura	Sistemas de control			
Código	O07M174V01105			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	García Rivera, Matías			
Profesorado	García Rivera, Matías			
Correo-e	mgrivera@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Adquirir conocimientos sobre vehículos aéreos no tripulados: geometría, mecánica, hardware, control y navegación.			
	Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código	
CB3	Que los 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
CB4	Que los 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
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
CT6	Capacidad de trabajo en equipo
CT7	Capacidad de organización y planificación
CT8	Capacidad de análisis y síntesis
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
RA01: Adquirir conocimientos sobre robots aéreos no tripulados, sus componentes clave, estimación de estados, mecánica básica, consideraciones de diseño, agilidad y maniobrabilidad.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CT8 CT9
RA02: Conocer las consideraciones geométricas y mecánicas de los robots aéreos no tripulados, transformaciones, rotaciones, ángulos de Euler, aplicabilidad de los cuaterniones, velocidad angular, ecuaciones de movimiento de un multi-rotor, linearización.	CB3 CB4 CB5 CG4

RA03: Comprender las bases del sistema de control y navegación, controles PID, control en 1D, 2D y 3D de multirrotores, generación de trayectorias, ecuaciones de Euler-Lagrange y Splines.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4
RA04: Entender el funcionamiento de los sistemas múltiples de control.	CB3 CB4 CB5 CG4 CT6 CT7
RA05: Conocer los dispositivos sense&avoid.	CB3 CB4 CB5 CG4 CG5
RA06: Entender los fundamentos de sistemas embebidos en tiempo real.	CB3 CB4 CB5 CG4 CT6 CT7
RA07: Conocer los diferentes controladores open hardware existentes y su funcionamiento.	CB3 CB4 CB5 CG4 CG5 CT6 CT7

Contenidos

Tema

Introducción a los robots aéreos no tripulados.	Multi-rotores.
Componentes clave del vuelo autónomo.	Estimación de estados. Mecánica básica. Consideraciones de diseño. Agilidad y maniobrabilidad. Selección de componentes.
Geometría y mecánica.	Transformaciones. Rotaciones. Ángulos de Euler. Cuaterniones. Velocidad angular. Ecuaciones de Newton-Euler. Ejes principales y momentos principales de inercia. Ecuaciones de movimiento de un multi-rotor. Linearización.
Control y navegación.	Control PID. Control 1D, 2D y 3D de multirrotores. Trayectorias. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Splines.
Control de sistemas múltiples.	
Dispositivos sense & avoid.	
Fundamentos de sistemas embebidos en tiempo real.	
Controladores open hardware.	

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas autónomas a través de TIC	12.5	12.5	25
Resolución de problemas	12.5	12.5	25
Seminario	3	0	3
Trabajo tutelado	8	72	80
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	5	7

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia.
Prácticas autónomas a través de TIC	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia. Se desarrollan a través de las TIC de manera autónoma.
Resolución de problemas	Actividad en la que se formulan problemas relacionados con la materia. El alumnado debe desarrollar las soluciones. El objetivo es que el alumnado aplique los contenidos teóricos en la resolución de pequeños problemas de programación.
Seminario	Actividad de orientación a los alumnos.
Trabajo tutelado	El/La estudiante, de manera individual o en grupo, elabora un documento sobre la temática de la materia o prepara seminarios, investigaciones, memorias, ensayos, resúmenes de lecturas, conferencias, etc.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Trabajo tutelado	Tutorías en el despacho del profesor o profesora. Es recomendable acudir a estas tutorías cuando aparezcan dificultades en el desarrollo del trabajo tutelado, o cuando el tiempo dedicado a las actividades no presenciales supere notablemente el tiempo fijado en la planificación.
Prácticas autónomas a través de TIC	Tutorías en el despacho del profesor o profesora. Es recomendable acudir a estas tutorías cuando aparezcan dificultades en el desarrollo de las prácticas autónomas a través de TIC, o cuando el tiempo dedicado a las actividades no presenciales supere notablemente el tiempo fijado en la planificación.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Prácticas autónomas a través de TIC	2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%.	30	CT8 CT9
Trabajo tutelado	1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%.	20	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Resolución de problemas y/o ejercicios	2 pruebas sobre los contenidos y competencias impartidos en las lecciones magistrales y las prácticas autónomas a través de TIC. Estas pruebas serán de respuesta corta, la ponderación de cada prueba será de 25%, distribuidas durante del período de actividad presencial.	50	CG3 CG4 CT8 CT9

Otros comentarios sobre la Evaluación

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA ASISTENTES EN 1ª EDICIÓN DE ACTAS: EVALUACIÓN CONTINUA.

Para los alumnos asistentes en la 1ª edición de actas (evaluación continua) se realizarán las siguientes pruebas y entregas:

- 1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%;
- 2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%;
- 2 pruebas sobre los contenidos y competencias impartidos en las lecciones magistrales y las prácticas autónomas a través de TIC. Estas pruebas serán de respuesta corta, la ponderación de cada prueba será de 25%, distribuidas durante del período de actividad presencial.

Para superar la asignatura es obligatorio que el alumno realice todas las entregas y todas las pruebas, y que en cada entrega y prueba obtenga una nota igual o superior a 4.0.

En el caso de no realizar alguna entrega o prueba, u obtener en alguna entrega o prueba una nota inferior a 4.0, si la puntuación global fuera superior a 5, la calificación final en actas será 4.9, suspenso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA NO ASISTENTES EN 1ª EDICIÓN DE ACTAS

Para los alumnos no asistentes en la 1ª edición de actas se realizarán las siguientes pruebas y entregas:

- 1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%;
- 2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%;
- 1 prueba sobre los contenidos y competencias impartidos en las lecciones magistrales y las prácticas autónomas a través de TIC. Esta prueba será de respuesta corta y su ponderación del 50%.

Para superar la asignatura es obligatorio que el alumno realice todas las entregas y todas las pruebas, y que en cada entrega y prueba obtenga una nota igual o superior a 4.0.

En el caso de no realizar alguna entrega o prueba, u obtener en alguna entrega o prueba una nota inferior a 4.0, si la puntuación global fuera superior a 5, la calificación final en actas será 4.9, suspenso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LA 2ª EDICIÓN DE ACTAS Y FIN DE CARREIRA

Se empleará el mismo sistema de evaluación aplicado para los no asistentes en 1ª edición de actas.

JUSTIFICACIÓN DE AUSENCIA

Para poder justificar la ausencia a una prueba es necesario un Justificante de Ausencia o un Parte de Consulta y Hospitalización (también llamado P10) emitido por el médico del SERGAS, o un certificado emitido por un colegiado médico. No será válido un justificante de la cita del médico.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Randal Beard, Timothy McLain, Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice, Princeton University Press, 2012,

Bibliografía Complementaria

Michael Cook, A Linear Systems Approach to Aircraft Stability and Control, Butterworth-Heinemann, 2007,

Katsuhiko Ogata, Ingeniería de control moderna, PRENTICE HALL, 2010,

Hassan Goma, Real-time software design for embedded systems, Cambridge University Press, 2016,

Plamen Angelov, Sense and Avoid in UAS Research and Applications, John Wiley & Sons, Ltd, 2012,

www.librepilot.org,

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Sensores embarcados/O07M174V01104

DATOS IDENTIFICATIVOS**Cargas útiles basadas en sensores pasivos**

Asignatura	Cargas útiles basadas en sensores pasivos			
Código	O07M174V01201			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Salgueiro Piñeiro, Jose Ramon			
Profesorado	Salgueiro Piñeiro, Jose Ramon			
Correo-e	jsalgueiro@gmail.com			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	<p>Pretende una descripción y estudio básico de los sistemas de sensado, especialmente de imagen, que se pueden instalar en vehuclos aéreos no tripulados, y sus aplicaciones más importantes.</p> <p>Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.</p>			

Competencias

Código	
CB3	Que los 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
CB4	Que los 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
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega
CT6	Capacidad de trabajo en equipo
CT7	Capacidad de organización y planificación
CT8	Capacidad de análisis y síntesis
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los diferentes sensores pasivos existentes en aplicaciones aéreas	CB3 CB5 CG4 CT2 CT8
Entender los procedimientos de calibración de sensores	CB3 CB4 CB5 CG4 CG5 CT2 CT8 CT9

Aprender a integrar mecánicamente sensores: implementación de boresighting y utilización de gimbal y sincronización	CB3 CB4 CG3 CG4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Aplicar algoritmos de procesamiento de imagen aérea y fotogrametría, clasificación de imágenes, seguimiento de objetos, filtros y procesamiento de video	CB3 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer como integrar imágenes en sistemas de información geográfica	CB3 CB4 CB5 CG4 CT2 CT7 CT8 CT9

Contenidos

Tema	
Sensores embarcados en UAVs	Motivación. Aplicaciones. Aspectos específicos del sensado con UAVs. Tecnologías de interés en para sensores embarcados. Componentes básicos del sensor. Regiones espectrales de interés. Plataformas UAV para el sensado. Integración de sensores en UAV: sistemas gimbal. Aspectos del sensado de imagen en un sistema embarcado
Radiación: medida y detección	Radiación electromagnética y su propagación. Rayos de luz y frentes de onda. Flujo de potencia luminosa. Magnitudes y unidades radiométricas. Fuentes de radiación: emisión y reflexión. Ley de Kirchoff. Fuentes lambertianas. Transmisión atmosférica. Detectores de fotones: sensores CCD y CMOS. Detectores térmicos. Fuentes de ruido.
Sistemas ópticos	Sistema centrado. Puntos conjugados. Sistema perfecto. Condiciones de Abbe y Herschel. Óptica paraxial. Elementos cardinales. Acoplamiento de sistemas ópticos. Lentes. Espejos. Aberraciones. Diafragmas de apertura y de campo. Resolución de los sistemas ópticos.
Sensores de imagen	Sistemas ópticos para cámaras. Campo transversal y angular. Diseño básico de objetivos: teleobjetivo y gran angular. Irradiancia en el plano imagen. Campos de visión horizontal y vertical. Campo de visión instantáneo. Sistemas de imagen para UAVs. Relación señal/ruido. Potencia, radiancia e irradiancia de ruido equivalente. Reflectancia diferencial de ruido equivalente. Resolución espacial: PSF y MTF
Imagen termográfica	Detectores térmicos. Emitancia y transmisión atmosférica. Contraste térmico. Temperatura diferencial de ruido equivalente. Resolución térmica. Sistemas termográficos para UAVs. Aplicaciones.
Imagen multiespectral	Sistemas multiespectrales e hiperespectrales. Imagen espectral. Imagen en el plano focal. Sistemas espectrales para UAVs. Filtros de banda. Separación por prisma. Interferómetros. Espectrómetros por transformada de Fourier. Espectrómetros por red de difracción.
8. Análisis de datos y procesado de imagen	Metadatos. Imagen digital. Video en movimiento. Definición de la imagen. Reconocimiento de objetos y seguimiento. Escala de calidad de imagen (NIIRS). Discriminación por probabilidad. Corrección atmosférica. Procesado de imagen. Fotogrametría.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas autónomas a través de TIC	22	22	44
Trabajo tutelado	7	63	70

Informe de prácticas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	Exposición de contenidos en el aula
Prácticas autónomas a través de TIC	Uso de material específico de sensado (cámaras RGB, termográficas, espectrales, etc) en plataformas UAV y realización de pruebas en vuelos.
Trabajo tutelado	Propuesta de problemas, actividades o proyectos relacionados con la materia de la asignatura que los alumnos deben desarrollar mediante diseño, cálculo y/o simulación.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Prácticas autónomas a través de TIC	Atención presencial en sesiones de tutoría y atención a distancia por medio del correo electrónico
Trabajo tutelado	Atención presencial en sesiones de tutoría y atención a distancia por medio del correo electrónico

Evaluación						
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas			
Prácticas autónomas a través de TIC	Los alumnos deberán entregar un informe por cada práctica o actividad propuesta.	50	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9	
Trabajo tutelado	Los alumnos deberán entregar resueltos los problemas planteados.	50	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9	

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Grant, Barbara, Getting Started with UAV Imaging Systems, SPIE, 2016,
Grant, Barbara, Field Guide to Radiometry, SPIE, 2009,
Holst, Gerald C., Common sense approach to thermal imaging, SPIE, 2000,
Wolfe, William L., Introduction to imaging spectrometers, SPIE, 1997,

Bibliografía Complementaria

Slater, P. N., Remote sensing: optics and optical systems, Addison Wesley, 1980,
Palmer, James M. y Grant, Barbara G., The Art of Radiometry, SPIE, 2009,
Dereniak, Eustace L., Optical radiation detectors, John Wiley & Sons, 1984,
Willers, Cornelius J., Electro-optical system analysis and design: aradiometry perspective, SPIE, 2013,
Chuvieco, Emilio, Fundamentos de teledetección espacial, segunda ed., Ediciones Rialp, 1995,
Hays, James, Computer Vision, <https://www.cc.gatech.edu/~hays/compvision/>
Shenk, T., Introduction to Photogrammetry, <http://www.mat.uc.pt/~gil/downloads/IntroPhoto.pdf>
A Brief Introduction to Photogrammetry and Remote Sensing,
<https://www.gislounge.com/a-brief-introduction-to-photogrammetry-and-remote-sensing/>
Introducción a la fotogrametría, http://www.cartesia.org/data/apuntes/fotogrametria/Introduccion_a_la_Fotogrametria.pdf
Olaya, Victor, Sistemas de información geográfica, 2014,
Martínez-Corral, M. et al., Instrumentos ópticos y optométricos: teoría y prácticas, Universidad de Valencia, 1998,
Mejías Arias, P. et al., Óptica geométrica, Síntesis, 1999,
Hetch, E., Óptica, tercera ed., Adison Wesley, 2000,

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Prácticas externas/O07M174V01205
Trabajo Fin de Máster/O07M174V01206

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01101

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Sensores embarcados/O07M174V01104

Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

Sistemas de control/O07M174V01105

DATOS IDENTIFICATIVOS**Cargas útiles basadas en sensores activos**

Asignatura	Cargas útiles basadas en sensores activos			
Código	O07M174V01202			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS 6	Carácter OP	Curso 1	Cuatrimestre 2c
Lengua Impartición	Castellano Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio Lorenzo Cimadevila, Henrique			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta materia muestra los principios de funcionamiento de sensores LiDAR y RADAR, así como su calibración y diferentes técnicas de procesamiento de la información. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código	
CB3	Que los 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
CB4	Que los 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
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega
CT6	Capacidad de trabajo en equipo
CT7	Capacidad de organización y planificación
CT8	Capacidad de análisis y síntesis
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los diferentes sensores activos existentes, LiDAR y RADAR.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Entender los procedimientos de calibración de sensores.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Aprender a integrar mecánicamente sensores, implementación de boresighting, utilización de gimbal y sincronización.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer diferentes técnicas de procesamiento de datos LiDAR y RADAR, así como la algorítmica empleada para operaciones de segmentación, clasificación y generación de modelos digitales de terreno.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer como integrar datos LiDAR y RADAR en sistemas de información geográfica.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Contenidos

Tema
Sensores LiDAR.
Sensores RADAR.
Sincronización de sensores y calibración de rango.
Calibración de orientación. Boresighting.
Sistema UAS-LiDAR para adquisición de datos.
Procesamiento de datos I. Registro y geoposicionamiento.
Procesamiento de datos II. Filtrado.
Procesamiento de datos III. Rasterización y voxelización.
Procesamiento de datos IV. Clasificación de elementos.
Integración de resultados en Sistemas de Información Geográfica.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Trabajo tutelado	7	63	70

Prácticas autónomas a través de TIC	22	22	44
Informe de prácticas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Presentación de los contenidos empleando medios audiovisuales. Los contenidos se volcarán en la plataforma de teledocencia.
Trabajo tutelado	Se plantearán pequeños proyectos que los alumnos deberán implementar.
Prácticas autónomas a través de TIC	Se realizarán prácticas empleando ordenadores en las que los alumnos tendrán que programar una adquisición de datos LiDAR o realizar el procesamiento de nubes de puntos LiDAR.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Prácticas autónomas a través de TIC	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas		
Trabajo tutelado	El alumno tendrá que entregar problemas resueltos planteados por el profesor.	40	CB3 CB4 CB5	CG3 CG5	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Prácticas autónomas a través de TIC	El alumno tendrá que entregar informes por cada una de las prácticas realizadas	60	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Otros comentarios sobre la Evaluación

Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5.

En la evaluación de Julio los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Light detection and ranging (LiDAR), Portland State University, <http://web.pdx.edu/~jduh/courses/geog493f12/Week04.pdf>

Jamie Carter et al., An introduction to LiDAR technology, data and applications, National Oceanic and Atmospheric Administration, <https://coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/lidar-101.pdf>

Francesc Rocadenbosch, Introduction to LiDAR remote sensing systems, Universitat Politècnica de Catalunya, <https://www.grss-ieee.org/wp-content/uploads/2010/06/IGARSS07.pdf>

Frank A Rankin, LiDAR applications in surveying and engineering, http://www.ncgisconference.com/2013/documents/pdfs/Rankin_Thu_130.pdf

Demetrios Gatzliolis, Hans-Erik Andersen, A guide to LiDAR data acquisition and processing for the forests of the Pacific Northwest, United States Department of Agriculture, https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr768.pdf

David Jenn, RADAR fundamentals, US Navy Postgraduate School, <http://faculty.nps.edu/jenn/Seminars/RadarFundamentals.pdf>

RADAR range equation, [http://www.ece.uah.edu/courses/material/EE619-2011/RadarRangeEquation\(2\)2011.pdf](http://www.ece.uah.edu/courses/material/EE619-2011/RadarRangeEquation(2)2011.pdf)

RADAR tutorial, <http://www.radartutorial.eu/druck/Book1.pdf>

Andy Myrick et al, Synthetic Aperture RADAR (SAR), Lincoln Laboratory - MIT, https://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/spring12/group05/docs/presentations/TechLecture_Team5.pdf

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Prácticas externas/O07M174V01205

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01101

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Sensores embarcados/O07M174V01104

Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

Sistemas de control/O07M174V01105

DATOS IDENTIFICATIVOS**Prácticas externas**

Asignatura	Prácticas externas			
Código	O07M174V01205			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS 15	Carácter OB	Curso 1	Cuatrimestre 2c
Lengua Impartición	Castellano Gallego Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta materia pretende que el alumno realice una estancia como profesional en prácticas en una empresa del sector de los sistemas aéreos no tripulados. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código	
CB1	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
CB2	Que los 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
CB3	Que los 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
CB4	Que los 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
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados
CG2	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
CE3	Capacidad de intervenir e interactuar con otros equipos técnicos en la planificación
CE4	Capacidad para de desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería y de las operaciones con sistemas aéreos no tripulados
CT1	Capacidad para comprender el significado y aplicación de la perspectiva de género en los distintos ámbitos de conocimiento y en la práctica profesional con el objetivo de alcanzar una sociedad más justa e igualitaria
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega
CT3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos
CT4	Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor
CT5	Habilidades de relaciones interpersonales
CT6	Capacidad de trabajo en equipo
CT7	Capacidad de organización y planificación

CT8 Capacidad de análisis y síntesis
 CT9 Capacidad de razonamiento crítico y creatividad
 CT10 Orientación a la calidad y a la mejora continua

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Haber desarrollado un periodo de prácticas en empresa en un entorno profesional relacionado con la temática de la titulación.	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10

Contenidos

Tema
 (*)Prácticas nun entorno profesional relacionado ca temática da titulación.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas externas	0	370	370
Informe de prácticas externas.	0	5	5

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

Descripción
 Prácticas externas

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas externas	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas			
Prácticas externas	Informe del alumno o alumna. Informe del tutor de prácticas.	100	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5	CE1 CE2 CE3 CE4	CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Trabajo Fin de Máster/O07M174V01206

DATOS IDENTIFICATIVOS**Trabajo Fin de Máster**

Asignatura	Trabajo Fin de Máster			
Código	O07M174V01206			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS 9	Carácter OB	Curso 1	Cuatrimestre 2c
Lengua Impartición	Castellano Gallego Inglés			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	El alumno realizará un proyecto de ingeniería en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados en el que pondrá en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la titulación. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código	
CB1	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
CB2	Que los 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
CB3	Que los 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
CB4	Que los 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
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados
CG2	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
CE3	Capacidad de intervenir e interactuar con otros equipos técnicos en la planificación
CE4	Capacidad para de desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería y de las operaciones con sistemas aéreos no tripulados
CT1	Capacidad para comprender el significado y aplicación de la perspectiva de género en los distintos ámbitos de conocimiento y en la práctica profesional con el objetivo de alcanzar una sociedad más justa e igualitaria
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega
CT3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos
CT4	Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor
CT5	Habilidades de relaciones interpersonales
CT6	Capacidad de trabajo en equipo
CT7	Capacidad de organización y planificación

CT8 Capacidad de análisis y síntesis
 CT9 Capacidad de razonamiento crítico y creatividad
 CT10 Orientación a la calidad y a la mejora continua

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Ser capaz de desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la operación con sistemas aéreos no tripulados.	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10

Contenidos

Tema
Proyecto en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
Proyecto en el ámbito de las operaciones con sistemas aéreos no tripulados.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Trabajo tutelado	0	215	215
Trabajo	1	9	10

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

Descripción
Trabajo tutelado

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.

Evaluación

Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
-------------	--------------	------------------------

Trabajo tutelado	Memoria de proyecto. Presentación oral.	100	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5	CE1 CE2 CE3 CE4	CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10
------------------	--	-----	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------	---

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Prácticas externas/O07M174V01205

OPERACIONES DE SISTEMAS AÉREOS NO TRIPULADOS

Objetivos de la asignatura

Esta asignatura es troncal. Sus objetivos se han diseñado de forma que encajen en las dos menciones del máster. Para ello, se ha planteado un programa eminentemente técnico, pero sin introducir la complejidad matemática o conceptual que tendría en el caso de tratarse una materia para especialistas.

Su objetivo global es capacitar a los estudiantes para la selección, ajuste, y configuración de aeronaves comerciales de uso profesional, especialmente en lo que respecta al enlace radioeléctrico, el sistema de propulsión y a la selección de los componentes comerciales para la instrumentación de a bordo. Se hará especial hincapié en las cámaras RGB, térmicas y multispectrales.

Como objetivo adicional, común a ambas líneas del máster, se planteará la capacitación del alumno en aspectos legales que afectan directamente a su futura actividad profesional y se le introducirá brevemente en las aplicaciones más extendidas de los RPAs; principalmente en el modelado tridimensional del terreno y de forma complementaria en la filmación de vídeo e inspección industrial.

El objetivo anterior, encuentra un importante desarrollo posterior en la rama de Ingeniería Civil, Industrial y Arquitectura sirviendo como base a quienes vayan a cursarla. Por otro lado, permitirá a los alumnos de la mención de Diseño de Aeronaves conocer aspectos que deberán ser tenidos en cuenta cuando se planteen la fabricación de un nuevo vehículo.

A la finalización del curso el estudiante conocerá tanto los aspectos teóricos como prácticos de los temas que se indican a continuación:

1. Enlace radioeléctrico: en las bandas UHF e ISM, en particular a 400 MHz, 2,4 GHz y 5,8 GHz junto con todos los parámetros de funcionamiento de una estación de control remoto y su receptor. Se mostrarán las técnicas de modulación SFK, GSKF, codificación CDMA, el espectro ensanchado FHSS y la selección, diagrama de radiación y principio de funcionamiento de las antenas más comunes adaptadas a RPAs. Finalmente, el estudiante dispondrá de criterios para seleccionar el producto comercial más adecuado a sus necesidades.

2. Autopilotos para RPAs de ala fija y giratoria: arquitectura y funcionamiento. Unidad Inercial de Medida (IMU), sistemas micro-electromecánicos (MEMS). Magnetómetros, GPS, enlaces de telemetría, sistemas de información en pantalla (OSDs). Módulos de alimentación (PM). Sistemas auxiliares de posicionamiento y evitación de obstáculos mediante cámaras estereoscópicas, de flujo óptico, ultrasonidos, láser e infrarrojos. Configuración de los principales autopilotos comerciales.

3. Sistemas de propulsión y almacenamiento de energía: tipos de motor y variadores de velocidad (ESCs). Principio de funcionamiento y selección de productos comerciales. Baterías de Litio en sus diferentes variantes: proceso de carga y descarga y buena praxis en lo relativo a su seguridad, durante el uso, transporte y almacenamiento. Selección de productos comerciales y dimensionamiento de la batería principal. Estimación de la autonomía de un RPA a partir de datos suministrados por el fabricante bajo diferentes condiciones atmosféricas.

4. Cámaras adaptadas a RPAs: cámaras de espectro visible (RGB), cámaras térmicas, cámaras multi e hiperespectrales. Productos comerciales disponibles en el mercado y criterios de selección.

5. Obtención de modelos digitales del terreno: flujo de trabajo en fotogrametría. Planificación del vuelo, alineación de imágenes, obtención de la nube dispersa de puntos, densificación y adición de texturas. Obtención de DSMs, DTMs y Ortomosaicos.

6. Legislación normativa y criterios de seguridad. Trámites con la Agencia Estatal de Seguridad Aérea.

Contenidos

Programa teórico (25 horas):

BLOQUE I: Análisis y seguridad del enlace radioeléctrico (4 HORAS)

1. Bandas de Frecuencia para el enlace radioeléctrico de mando, control, transmisión de vídeo y telemetría

a. Banda ISM-2,4 GHz

b. Banda de 5 GHz

c. Banda de 400 MHz

d. Bandas de largo alcance

2. Estaciones de control remoto

a. Arquitectura de emisores y receptores

b. Técnicas de modulación analógica y digital (AM, FM, FSK y GFSK)

c. Codificación CDMA

d. FHSS (Espectro ensanchado)

3. Tipos, selección y configuración de receptores

- a. Receptores de modulación PWM
- b. Receptores de codificación PPM
- c. Receptores de SMART-BUS (S-BUS)
- 4. Estaciones de control remoto y receptores comerciales, especificaciones técnicas y criterios de selección
- 5. Tipo, instalación y características de las antenas
 - a. Diagrama de radiación
 - b. Adaptación en impedancia
 - c. Potencia efectiva transmitida (PIRE)
 - d. Monopolos y Dipolos
 - e. Antenas Cloverleaf
 - f. Antenas de Parche
 - g. Antenas de Tracking
 - h. Instalación de antenas en RPAs: evitación de interferencias y compatibilidad electromagnética (EMI)
- 6. Radioenlaces de vídeo y telemetría
 - a. Emisores y receptores de vídeo
 - b. Módulos de Telemetría
 - c. Sistemas On Screen Display (OSD)

BLOQUE II: Configuración del autopiloto y sistemas auxiliares (5HORAS)

- 1. Arquitectura y tipos de autopiloto
 - a. Unidad inercial de Medida (IMU)
 - b. Medición de aceleraciones y ángulos: sistemas micro-eletromecánicos (MEMS)
 - c. Sistema de alimentación del autopiloto (PM)
 - d. Condiciones de instalación y vuelo: calibración de giroscopios y acelerómetros

- e. GPS y Magnetómetros
- f. Sistemas auxiliares para el posicionamiento y evitación de obstáculos: cámaras monoculares estereoscópicas, ultrasonidos, IR y cámaras flujo óptico
- 2. Configuración del autopiloto y sistemas auxiliares
 - a. Ajuste de los reguladores PID
 - b. Ajuste de los parámetros de vuelo
 - c. Configuración de autopilotos comerciales de equipos profesionales

BLOQUE III: Autonomía, gestión, selección y mantenimiento del sistema de almacenamiento de energía a bordo (7HORAS)

- 1. Sistema de propulsión
 - a. Motores BLDC
 - i. Tipos de motor
 - ii. Principio de funcionamiento
 - iii. Parámetros que lo definen
 - iv. Características de par y velocidad
 - v. Motores comerciales para vehículos profesionales: criterio de selección
 - b. Variadores de velocidad (Electronic Speed Controllers, ESCs)
 - i. Estructura y componentes
 - ii. Principio de funcionamiento
 - iii. Tipos
 - iv. Productos de comerciales de uso profesional y criterios de selección
- 2. Tipos de batería, ciclo de carga, almacenamiento y vida útil
 - a. Baterías Li-Ion
 - b. Baterías Li-Ion-Poly
 - c. Proceso de carga

- d. Curvas de descarga a diferentes ratios
 - e. Rendimiento real y densidad de energía
 - f. Cargadores digitales para baterías de litio
 - g. Condiciones de seguridad y riesgos asociados a las baterías de Litio.
- 3. Cálculo de la autonomía de un RPA en función de su carga de pago: casos prácticos
 - 4. Corrección de la autonomía en función de altitud y temperatura ambiente

BLOQUE IV: Cámaras adaptadas a RPAs: características, selección e instalación (2 HORAS)

- 1. Cámaras RGB de distancia focal fija para RPAs
- 2. Cámaras RGB para RPAs con zoom óptico ajustable desde la aeronave
- 3. Cámaras térmicas y térmicas radiométricas
- 4. Cámaras duales
- 5. Sistemas integrados cámara-giroestabilizador
- 6. Índices de protección IP para cámaras, aeronaves y elementos auxiliares

BLOQUE V: Operaciones para la obtención DTMs y DSMs (6 HORAS)

- 1. Planificación de vuelos para operaciones fotogramétricas
- 2. Clasificación y alineación de las imágenes
- 3. Obtención de la nube dispersa de puntos
- 4. Densificación de la nube
- 5. Texturización
- 6. Post-procesado
- 7. Obtención final de modelos 3D y ortomosaicos

BLOQUE VI: Legislación (2 HORAS)

1. Normativa vigente
2. Elaboración del plan de seguridad para cualquier tipo de operación.

Programa de prácticas (20 HORAS)

- Práctica 1: dimensionamiento de un vehículo multirrotor de 4 rotores mediante simulación. Se simulará la aeronave que será posteriormente ensamblada en la práctica nº 5
- Práctica 2 (de campo en el Aeródromo de Rozas y obligatoria para todos los alumnos): programación de un vuelo autónomo con recogida de imágenes para la obtención de modelos tridimensionales del terreno. Práctica de vuelo con 2 equipos profesionales. Vuelo 1 de iniciación en modo GPS, ATTI y Sport (equipo de MTOW, peso máximo al despegue, menor de 5kg). Velocidad máxima de 76 km/h durante la práctica. Segundo vuelo con equipo de MTOW de 11,5 kg (clasificación en categoría dos MTOW entre 5 y 15 kg). Se realizará vuelo de inspección industrial en modo GPS. Se pilotará en modo (FPV) sin visión exterior. Se usarán gafas profesionales: sólo con visión desde la aeronave y sin referencias externas. Se utilizará una plataforma de inspección simulada móvil: globos de helio en movimiento con códigos impresos o balizas de características similares.
- Práctica 3: Análisis práctico de enlaces radioeléctricos en diferentes bandas.
- Práctica 4: configuración de autopilotos comerciales: Naza V2, A2, N3/A3, PX.
- Práctica 5: ensamblaje y ajuste completo del vehículo simulado en la práctica 1: 4 rotores, diagonal 750 mm, MTOW 2,5 kg. Prueba de vuelo fuera del horario oficial.

Bibliografía básica y complementaria

No existe bibliografía para los bloques técnicos que se han descrito, adaptada al uso de RPAs. La existente, tanto en Ingeniería de Telecomunicación, Sistemas de Almacenamiento de Energía, Motores y Variadores de Velocidad, Fotografía o Fotogrametría es demasiado extensa, ha sido elaborada para Graduados o Post-Graduados en cada una de las ramas de estudio y en algunos casos, como en los protocolos de comunicación, modulación y encriptación de la señal del enlace radioeléctrico y, por supuesto, en la configuración de autopilotos, es literalmente inexistente.

Se considera, por tanto, que no es recomendable acudir a ninguna de estas fuentes, al menos hasta no haber finalizado los estudios.

El material recomendado se encontrará disponible en el campus virtual de la Universidad de Santiago y es el resultado del trabajo realizado por un grupo de profesores de diferentes áreas de conocimiento de la Universidad de Oviedo. En concreto del Departamento de Ingeniería Eléctrica, en las Áreas de conocimiento de Ingeniería Eléctrica, Tecnología Electrónica y Teoría de la Señal y las Comunicaciones.

- Para el bloque VI toda la legislación vigente se encuentra en la web de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea – Ministerio de Fomento.

Bibliografía complementaria

Practical Spread Spectrum – Charles O Philips

Permanent Magnet Brushless DC Motores Drives and Controls – Chang, liang Xia

DIY Lithium Batteries: How to Build Your Own Battery – Mica Toll

Introduction to modern Photogrammetry – Edward M. Mihail

Competencias

Dentro del cuadro de competencias que figura en la Memoria Verificada del Título, se trabajarán las siguientes:

Competencias básicas:

- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias generales:

- CG2 - Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados.
- CG3 - Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma.

Competencias específicas:

- CE2 - Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.

Competencias transversales:

- CT8 - Capacidad de análisis y síntesis.
- CT9 - Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

Metodología de la enseñanza

- Clases teóricas
- Clases prácticas presenciales y realizadas mediante sistemas TIC. Salvo por causas de fuerza mayor, todas se realizarán presencialmente a excepción de una.
- Trabajos: el alumno deberá realizar un trabajo individual relacionado con los contenidos del bloque V que será posteriormente evaluado. Se planteará de forma individual o en grupos reducidos dependiendo del número de personas matriculadas. Consistirá en la obtención del modelo digital del terreno, cubierto durante el vuelo autónomo.
- Tutorías: el profesor estará disponible para la resolución de dudas sobre los contenidos teóricos y en la realización de los trabajos y prácticas. Puesto que está adscrito a la Universidad de Oviedo, durante los días de la semana que se encuentre en ella los alumnos tendrán permanentemente disponible una línea de Skype y correo electrónico, junto con los medios de comunicación que aporte el campus virtual de la Universidad de Santiago.

Sistema de evaluación

Los conocimientos y competencias adquiridos por los estudiantes se evaluarán de la siguiente forma:

- Realización de un conjunto de exámenes breves de cuestiones cortas, presenciales o a través del campus virtual, para los bloques 1, 2, 3, 4 y 6 (total 60% de la calificación). Elaboración y presentación del trabajo del bloque V. 10% cada uno de ellos. Evaluación de las competencias CB10, CG2, CG3

- Realización correcta de las prácticas. En el caso que se indique con entrega de un formulario de resultados. 40% repartido de la siguiente forma (evaluación de las competencias CE2, CT8 y CT9):

Práctica 1: 5%: entrega de formulario de resultados

Práctica 2: 10%

Práctica 3: entrega de formulario de resultados

Práctica 4: entrega de formulario de resultados

Práctica 5: Aeronave completamente montada y capaz de volar estable, con y sin señal GPS.

La asistencia a las prácticas es obligatoria, la ausencia injustificada a más de una de ellas incapacita al estudiante para la superación de la asignatura.

Ninguna calificación será conservada para el siguiente curso académico en el caso no alcanzar la puntuación mínima. La calificación mínima obtenida deberá ser mayor o igual a 5 puntos.

Los estudiantes que tengan concedida dispensa de asistencia a alguna de las actividades docentes programadas según lo dispuesto en la Instrucción 1/2017 de la Secretaría General, deben tener en cuenta que para aprobar esta materia es obligatoria la asistencia a las actividades prácticas, tanto de laboratorio como de campo, señaladas en el horario de clases y programadas en la Guía docente.

El anterior procedimiento de evaluación será idéntico, tanto en la convocatoria ordinaria de junio como en la de julio

APLICACIONES EN EL SECTOR AGROFORESTAL

Objetivos de la asignatura

Se busca que el titulado en el Master en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados, en la Especialidad de Aplicaciones en la Gestión de los Recursos de la Tierra adquiera la formación necesaria para conocer las aplicaciones que actualmente se están desarrollando en el sector agroforestal, así como las tendencias futuras. El alumno estará capacitado para poder diseñar, interpretar, y llevar a cabo aplicaciones del uso de drones tanto en el sector agrario como en el sector forestal.

Contenidos

- En la memoria de la asignatura figuran los contenidos siguientes:
- Agricultura de precisión (determinación del grado de cobertura del cultivo, biomasa y predicción del rendimiento, riego y fertilización)
- Viticultura
- Control y lucha contra plagas
- Integración con sensores terrestres
- Gestión logística
- Inventario y cálculo de variables forestales
- Lucha y prevención de incendios forestales, biomasa.
- Dichos contenidos se desarrollan siguiendo el siguiente temario.

Contenidos teóricos (25h):

Tema 1. Agricultura de precisión (determinación del grado de cobertura del cultivo, biomasa y predicción del rendimiento, riego y fertilización)

Tema 2. Viticultura

Tema 3. Control y lucha contra plagas

Tema 4. Integración con sensores terrestres

Tema 5. Gestión logística

Tema 6. Inventario y cálculo de variables forestales

Tema 7. Lucha y prevención de incendios forestales, biomasa.

Contenidos prácticos (20h):

Tema 1. Agricultura de precisión (determinación del grado de cobertura del cultivo, biomasa y predicción del rendimiento, riego y fertilización)

Tema 2. Viticultura

Tema 3. Control y lucha contra plagas

Tema 4. Integración con sensores terrestres

Tema 5. Gestión logística

Tema 6. Inventario y cálculo de variables forestales

Tema 7. Lucha y prevención de incendios forestales, biomasa.

Bibliografía básica y complementaria

Bibliografía básica:

- Cancela, JJ y González, XP (2018) Uso de drones y satélites en agricultura: actas de horticultura de III Symposium Nacional de Ingeniería Hortícola y I Symposium Ibérico de Ingeniería Hortícola: celebrado del 21 al 23 de febrero de 2018, en Lugo 978-84-697-9314-5
- Díaz, J., & Cervigón, J. (2015). Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión. Universidad Complutense de Madrid.

- Malveaux, C., Hall, S. G., Price, R. (2014). Using drones in agriculture: unmanned aerial systems for agricultural remote sensing applications. In 2014 Montreal, Quebec Canada July 13–July 16, 2014 (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Tang, L., Shao, G. (2015). Drone remote sensing for forestry research and practices. Journal of Forestry Research, 26(4), 791-797.
- Pádua, L., Vanko, J., Hruška, J., Adão, T., Sousa, J. J., Peres, E., & Morais, R. (2017). UAS, sensors, and data processing in agroforestry: a review towards practical applications. International Journal of Remote Sensing, 38(8-10), 2349-2391.

Bibliografía complementaria

Artículos de revistas del ámbito de aplicaciones agroforestales usando drones: Drones, Sensors, International Journal of Remote Sensing, Remote Sensing,...

Competencias

Dentro del cuadro de competencias diseñado para la titulación, se trabajarán las siguientes competencias generales:

CG4, CG5

CB6, CB7, CB8

Se enumeran a continuación las competencias específicas, indicándose las aquellas asignaturas con las que se comparte la adquisición de dichas competencias:

CE4

Se enumeran a continuación las competencias transversales:

CT3, CT4, CT6, CT8, CT10

Metodología de la enseñanza

La enseñanza de la asignatura se distribuirá de la siguiente forma:

Clases expositivas (25 horas) en las que se desarrollarán los conceptos teóricos necesarios para la comprensión de la asignatura. Se facilitará además, mediante la USC virtual, el material utilizado en la exposición de las clases teóricas, así como otro material complementario que se estime de interés.

Actividades en seminarios (20 horas) en los que se realizarán ejercicios prácticos destinados a una mejor comprensión de la materia y que se realizarán en grupos reducidos.

Asimismo, los alumnos disponen de la posibilidad de acudir a tutorías individuales siempre que lo crean oportuno y en el horario que el profesorado tiene destinado para ello.

La asistencia a clases expositivas y seminarios será obligatoria.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita, con contenidos prácticos y teóricos, al finalizar la materia. Esta prueba representará el 30% de la nota final, siendo necesario alcanzar una nota mínima de un 5 sobre 10 puntos para poder aprobar la asignatura.

La realización de las tareas prácticas y/o trabajos representará el 65% de la totalidad. Se valorará la asistencia a las clases representando el 5% de la calificación final.

La evaluación de competencias se realiza como sigue:

Pruebas escritas: CB6, CB7, CB8, CG4

Tareas prácticas y trabajos: CB6, CB7, CB8, CG5, CE4

El sistema descrito de evaluación será el empleado tanto en la oportunidad ordinaria como en la extraordinaria de recuperación.

Los estudiantes que tengan concedida dispensa de asistencia a alguna de las actividades docentes programadas según lo dispuesto en la Instrucción 1/2017 de la Secretaría General, deben tener en cuenta que para aprobar esta materia es obligatoria la asistencia a las actividades prácticas, tanto de laboratorio como de campo, señaladas en el horario de clases y programadas en la Guía docente, así como a la prueba escrita.

Tiempo de estudio y trabajo personal

a) Horas de trabajo presencial en el aula: 55 horas, repartidas del modo siguiente:

- Clases de teoría (docencia expositiva en grupos de <80 alumnos): 25 horas
- Prácticas (en grupos de <20 alumnos): 20 horas
- Tutorías (en grupos de <10 alumnos): 3 horas
- Exámenes y pruebas de evaluación: 4 horas

b) Horas de trabajo personal del alumnado: 95 horas, repartidas del modo siguiente:

- Lectura y preparación de temas: 40 horas

- Realización de exercicios: 3 horas
- Preparación previa de las prácticas y trabajos posteriores sobre las mismas: 32 horas
- Elaboración de trabajos: 5 horas
- Preparación de pruebas de evaluación: 15 horas

Recomendaciones para el estudio de la asignatura

Se recomienda la asistencia participativa y activa a las clases, así como el estudio continuado y paralelo al avance de la asignatura

Observaciones

De conformidad con el Acuerdo del Consejo de Gobierno del 22 de abril de 2020 por el que se regula el régimen especial de evaluación del curso 2019-2020 como consecuencia de la suspensión de la docencia presencial por la COVID-19, en el caso de la segunda oportunidad de evaluación deberá procederse como sigue:

Dado que la actividad docente de las materias del primer cuatrimestre, y su evaluación en primera oportunidad, se desarrolló con normalidad, hace falta respetar lo establecido en sus programas y guías docentes para la ponderación de la prueba final de la segunda oportunidad. No obstante, los exámenes finales presenciales deberán ser sustituidos por pruebas finales telemáticas; estas pruebas podrán ser tanto de carácter síncrono como asíncrono.

Enlace al Acuerdo: <http://hdl.handle.net/10347/21667>

RECURSOS NATURALES

Objetivos de la asignatura

Proporcionarle al alumno los conocimientos relativos a:

Dominio de los principios y aplicaciones de los UAVS en la gestión de los recursos naturales.

Capacidad para el diseño de operaciones y manejo de datos en la realización de inventarios.

Contenidos

Contenidos teóricos: (25 h)

Introducción. Recursos naturales, servicios ecosistémicos y biodiversidad: Evaluación y seguimiento mediante RPAS. Plataformas y sensores específicos. Integración con otras fuentes de datos. (4 h)

Aplicaciones de los RPAS a la caracterización, evaluación y seguimiento de la cobertura vegetal: Paisaje y hábitats. Patrones espaciales. (11 h)

Aplicaciones de los RPAS al seguimiento de especies. Métodos de muestreo y conteo de poblaciones. (2 h)

Aplicaciones de los RPAS al estudio de aguas. Estándares y metodologías. Estimación de propiedades físicas de aguas. Estimación de fitoplacton y pigmentos. Detección de contaminantes. (3 h)

Aplicaciones de los RPAS en las ciencias de la tierra. Evaluación de estados erosivos y fisiografía. Evaluación de riesgos ambientales. Aplicaciones en el estudio de la atmósfera. (5 h)

Contenidos prácticos: (20 h)

Preparación de un proyecto de la evaluación y seguimiento de la cobertura vegetal. (2 h)

Toma de datos de campo e imágenes para la evaluación y seguimiento de la cobertura vegetal. (6 h - práctica de campo)

Procesado de imágenes y generación de productos 2D y 3D. (2 h)

Clasificación y seguimiento de la cubierta vegetal mediante imágenes de muy alta resolución. (7 h)

Aplicaciones de datos de RPAS a la evaluación y seguimiento de estados erosivos y fisiografía. (1 h)

Aplicaciones de los RPAS al seguimiento de poblaciones de especies de fauna y flora. (1 h)

Aplicaciones de los RPAS a la evaluación de la calidad de recursos hídricos. (1 h)

Bibliografía básica y complementaria

Bibliografía básica

Anderson, K., Gaston, K.J., 2013. Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Front. Ecol. Environ.*

Colomina, I., Molina, P., 2014. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 92, 79–97.

Díaz-Varela, R.A., Calvo Iglesias, S., Cillero Castro, C., Díaz Varela, E.R., 2018. Sub-metric analysis of vegetation structure in bog-heathland mosaics using very high resolution rpas imagery. *Ecol. Indic.* 89, 861–873.

Diaz-Varela, R.A., Zarco-Tejada, P.J., Angileri, V., Loudjani, P., 2014. Automatic identification of agricultural terraces through object-oriented analysis of very high resolution DSMs and multispectral imagery obtained from an unmanned aerial vehicle. *J. Environ. Manage.* 134, 117–126.

Dörnhöfer, K., Oppelt, N., 2016. Remote sensing for lake research and monitoring – Recent advances. *Ecol. Indic.* 64, 105–122.

Gonzalez, L., Montes, G., Puig, E., Johnson, S., Mengersen, K., Gaston, K., 2016. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and Artificial Intelligence Revolutionizing Wildlife Monitoring and Conservation. *Sensors* 16, 97.

Jones, G.P., Pearlstine, L.G., Percival, H.F., 2006. An Assessment of Small Unmanned Aerial Vehicles for Wildlife Research. *Wildl. Soc. Bull.* 34, 750–758.

Laliberte, A.S., Goforth, M.A., Steele, C.M., Rango, A., 2011. Multispectral remote sensing from unmanned aircraft: Image processing workflows and applications for rangeland environments. *Remote Sens.* 3, 2529–2551.

Shahbazi, M., Sohn, G., Théau, J., Menard, P., 2015. Development and Evaluation of a UAV-Photogrammetry System for Precise 3D Environmental Modeling. *Sensors (Basel)*. 15, 27493–524.

Terms, F., 2017. Unmanned aerial vehicles for environmental applications. *Int. J. Remote Sens.* 38, 2029–2036.

Bibliografía complementaria

Berni, J., Zarco-Tejada, P.J., Suarez, L., Fereres, E., 2009. Thermal and Narrowband Multispectral Remote Sensing for Vegetation Monitoring from an Unmanned Aerial Vehicle. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 47, 722–738.

d’Oleire-Oltmanns, S., Marzloff, I., Peter, K., Ries, J., 2012. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Monitoring Soil Erosion in Morocco. *Remote Sens.* 4, 3390–3416.

Díaz-Varela, R.A., Ramil-Rego, P., Calvo-Iglesias, M.S., Díaz-Varela, R.A., Ramil-Rego, P., Calvo-Iglesias, A.S., 2007. Strategies of remote sensing monitoring of changes in NATURA 2000 sites: a practical assessment in coastal mountains of NW Iberian Peninsula, in: Ehlers, M., Michel, U. (Eds.), *Remote Sensing for Environmental Monitoring, Gis Applications, and Geology VII*. p. 74932.

Díaz Varela, R.A., Ramil Rego, P., Calvo Iglesias, S., Muñoz Sobrino, C., 2008. Automatic habitat classification methods based on satellite images: A practical assessment in the NW Iberia coastal mountains. *Environ. Monit. Assess.* 144, 229–250.

dOleire-Oltmanns, S., Eisank, C., Dragut, L., Blaschke, T., 2013. An Object-Based Workflow to Extract Landforms at Multiple Scales from Two Distinct Data Types. *Geosci. Remote Sens. Lett. IEEE* 10, 947–951.

Dunford, R., Michel, K., Gagnage, M., Piégay, H., Trémelo, M.-L.L., 2009. Potential and constraints of Unmanned Aerial Vehicle technology for the characterization of Mediterranean riparian forest. *Int. J. Remote Sens.* 30, 4915–4935.

García Carazo, J., Álvarez Álvarez, P., Garrote Haigermoser, J., 2016. *Aplicaciones de QGIS en la ordenación de montes Manual práctico*. Editorial Académica Española.

Gonçalves, J., Henriques, R., Alves, P., Sousa-Silva, R., Monteiro, A.T., Lomba, Â., Marcos, B., Honrado, J., 2016. Evaluating an unmanned aerial vehicle-based approach for assessing habitat extent and condition in fine-scale early successional mountain mosaics. *Appl. Veg. Sci.* 19, 132–146.

Kachamba, D., Ørka, H., Gobakken, T., Eid, T., Mwase, W., 2016. Biomass Estimation Using 3D Data from Unmanned Aerial Vehicle Imagery in a Tropical Woodland. *Remote Sens.* 8, 968.

Klemas, V. V., 2015. Coastal and Environmental Remote Sensing from Unmanned Aerial Vehicles: An Overview. *J. Coast. Res.* 315.

Lucieer, A., Turner, D., King, D.H., Robinson, S.A., 2014. Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) to capture micro-topography of Antarctic moss beds. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 27, Part A, 53–62.

Michez, A., Piégay, H., Lisein, J., Claessens, H., Lejeune, P., 2016. Classification of riparian forest species and health condition using multi-temporal and hyperspatial imagery from unmanned aerial system. *Environ. Monit. Assess.* 188, 146.

Mulero-Pázmány, M., Stolper, R., Van Essen, L.D., Negro, J.J., Sassen, T., 2014. Remotely piloted aircraft systems as a rhinoceros anti-poaching tool in Africa. *PLoS One* 9.

Reichardt, T.A., Collins, A.M., McBride, R.C., Behnke, C.A., Timlin, J.A., 2014. Spectroradiometric monitoring for open outdoor culturing of algae and cyanobacteria. *Appl. Opt.* 53, F31-45.

Roces-Díaz, J.V.J.V., Díaz-Varela, R.A.R. a., Álvarez-Álvarez, P., Recondo, C., Díaz-Varela, E.R.E.R., 2015. A multiscale analysis of ecosystem services supply in the NW Iberian Peninsula from a functional perspective. *Ecol. Indic.* 50, 24–34.

Turner, D., Lucieer, A., Malenovský, Z., King, D., Robinson, S., 2014. Spatial Co-Registration of Ultra-High Resolution Visible, Multispectral and Thermal Images Acquired with a Micro-UAV over Antarctic Moss Beds. *Remote Sens.* 6, 4003–4024.

Turner, W., 2014. Sensing biodiversity. *Science* 346, 301–302.

Zahawi, R.A., Dandois, J.P., Holl, K.D., Nadwodny, D., Reid, J.L., Ellis, E.C., 2015. Using lightweight unmanned aerial vehicles to monitor tropical forest recovery. *Biol. Conserv.* 186.

Zlinszky, A., Deák, B., Kania, A., Schroiff, A., Pfeifer, N., 2015. Mapping Natura 2000 Habitat Conservation Status in a Pannonic Salt Steppe with Airborne Laser Scanning. *Remote Sens.* 7, 2991–3019.

Competencias

Al concluir esta materia, los alumnos deben ser competentes en varios aspectos:

Competencias básicas y generales:

CB1: 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.

CB2: Que los 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.

CB3: Que los 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.

CG4: Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.

CG5: Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.

Competencias específicas:

CE2: Que los alumnos conozcan las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.

CE9: Que los alumnos conozcan las diferentes operaciones con los sistemas aéreos no tripulados en la gestión de recursos naturales.

Competencias transversales:

CT3: Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos.

CT4: Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor.

CT6: Capacidad de trabajo en equipo.

CT7: Capacidad de organización y planificación.

CT8: Capacidad de análisis y síntesis.

CT9: Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

CT10: Orientación a la calidad y a la mejora continua.

Metodología de la enseñanza

Al ser una materia con un fuerte componente práctico y procedimental, en las clases magistrales se expondrán al alumno la introducción -bases teóricas- que deba conocer para aplicar en las aplicaciones prácticas.

El trabajo autónomo profundizará en el manejo de las fuentes de datos, técnicas y procedimientos de análisis a través de la aplicación de TIC a casos de estudio y trabajos tutelados.

Todas las actividades anteriores (sesiones expositivas, interactivas y tutorías) estarán apoyadas por el entorno virtual (aula virtual de la asignatura) que facilitará y permitirá la continuidad en todo el proceso de aprendizaje (guía, materiales, comunicaciones, entrega de trabajos, foros de debate, espacios de colaboración, etc.).

Sistema de evaluación

La consecución de esas competencias se evaluará de forma continua durante todo el período lectivo. En la nota final se tendrá en cuenta:

- la preparación y defensa de trabajos encargado (50 % de la nota final): CB1, CB2, CB3, CG4, CG5, CE2, CE9, CT4, CT7, CT8, CT9, CT10
- la elaboración de los resultados de prácticas y su presentación (40 % de la nota final): CB1, CB2, CB3, CG4, CG5, CE2, CE9, CT4, CT7, CT8, CT9, CT10
- la asistencia y participación en las actividades programadas (10 % de la nota final): CE2, CE9, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10

El sistema descrito de evaluación será el empleado tanto en la oportunidad ordinaria como en la extraordinaria de recuperación.

Los estudiantes que tengan concedida dispensa de asistencia a alguna de las actividades docentes programadas según lo dispuesto en la Instrucción 1/2017 de la Secretaría General, deben tener en cuenta que para aprobar esta materia es obligatoria la asistencia a las actividades prácticas, tanto de laboratorio como de campo, señaladas en el horario de clases y programadas en la Guía docente.

Tiempo de estudio y trabajo personal

La materia consta de 6 créditos ECTS (48 horas presenciales), con una carga total de trabajo autónomo del alumno de 102 horas. La distribución de horas para cada actividad se muestra a continuación.

Trabajo presencial

Clases expositivas teórico-prácticas: 25 horas

Clases interactivas (prácticas y estudio de casos): 20 horas

Otras (tutorías individuales, trabajos tutelados...): 3 horas

TOTAL TRABAJO PRESENCIAL: 48 horas

Trabajo personal

Lectura y preparación de temas: 30 horas

Preparación y elaboración de prácticas y trabajos de curso: 72 horas

TOTAL TRABAJO PERSONAL: 102 horas

NUMERO TOTAL DE HORAS PARA SUPERAR LA MATERIA: 150 HORAS

Recomendaciones para el estudio de la asignatura

- Asistir participativamente a las clases teóricas y prácticas
- Analizar la bibliografía facilitada

GESTIÓN DEL TERRITORIO Y URBANISMO

Objetivos de la asignatura

Esta materia tiene como objetivo que los alumnos aprendan a usar la información generada por los UAVs para apoyar la toma de decisiones en el campo del diagnóstico territorial, la planificación regional y la planificación urbana. Para lograr esto, el primer objetivo básico será conocer cómo obtener cartografía y bases de datos geográficas de ocupación del suelo actualizados y homogéneos a partir de los datos proporcionados por los UAVs.

Contenidos

La memoria del título contempla los siguientes contenidos para esta materia:

- Análisis del sistema territorial: marco teórico, análisis por subsistemas
- Fuentes estadísticas y cartográficas: conceptos básicos de análisis espacial
- Instrumentos de ordenación y gestión territorial
- Gestión de riesgos: riesgo y peligro; tipos; Gobernanza del riesgo, estrategias de mitigación y adaptación
- Sistemas de ayuda a la decisión espacial: concepto; modelos; análisis de sensibilidad
- Análisis de la dinámica territorial: causas, principales procesos, modelos de cambio

Estos contenidos se desarrollan a través del siguiente temario:

BLOQUE 1. INTRODUCCIÓN

Tema 1. Aplicaciones de los UAVs a la gestión territorial (1 hora)

Tema 2. Fuentes estadísticas y cartográficas (2 horas)

Tema 3. Instrumentos de ordenación y gestión territorial (2 horas)

BLOQUE 2. ANÁLISIS DEL SISTEMA TERRITORIAL Y DE LA DINÁMICA TERRITORIAL

Tema 4. Análisis del sistema territorial: subsistemas medio físico, núcleos e infraestructuras (2 horas)

Tema 5. Análisis de la dinámica territorial: análisis y cartografía de la evolución del uso del suelo y modelos de cambio de uso del suelo (4 horas)

Tema 6. Análisis del crecimiento urbano y su evolución (1 hora)

BLOQUE 3. MÉTODOS Y SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN ESPACIAL Y A LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Tema 7. Métodos y modelos de ordenación y gestión territorial: evaluación de la aptitud de la tierra, evaluación de los servicios ecosistémicos, análisis de la planificación urbana (3 horas)

Tema 8. Sistemas de ayuda a la decisión espacial (2 horas)

Tema 9. Sistemas de ayuda a la planificación territorial (2 horas)

Tema 10. Estrategias de gestión de los riesgos (1 hora)

PRÁCTICAS

Práctica 1. Gestión de información territorial (5 h)

Práctica 2. Aplicación al planeamiento urbanístico (5 h)

Práctica 3. Aplicación al análisis territorial (5 h)

Práctica 4. Aplicación al diseño de soluciones de ordenación territorial (10 h)

Bibliografía básica y complementaria

Bibliografía básica:

Gómez Delgado, M., Barredo Cano, J. I. (2005). Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. RA-MA, Madrid.4

González Toro, F., Tsourdos, A. (2018). UAV-Based Remote Sensing. Basel, Suiza: MDPI.

Bibliografía complementaria:

Johnson, R., Smith, K., Wescott, K. (2015). Unmanned aircraft system (UAS) applications to land and natural resource management. Environmental Practice, 17(3), 170-177.

Shahbazi, M., Theaou, J., Menard, P. (2014). Recent applications of unmanned aerial imagery in natural resource management. GIScience & Remote Sensing, 51(4), 339-365.

Competencias

Durante el desarrollo de la materia, se espera que los alumnos adquieran o mejoren su desempeño en las siguientes competencias:

A) Competencias generales y básicas:

CB6, CB7, CB9, CB10, CG3, CG5

CB6 - 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.

CB7 - Que los 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

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de una manera clara y sin ambigüedades.

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de una manera que tendrá que ser en gran medida autodirigida o autónoma.

CG3 - Que los estudiantes adquieran la capacidad de analizar las necesidades de una empresa en el campo de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma.

CG5 - Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación, como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.

B) Competencias transversales

CT3, CT5, CT6, CT8, CT9

CT3 - Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos.

CT5 - Habilidades de las relaciones interpersonales.

CT6 - Capacidad de trabajar en equipo.

CT8 - Capacidad de análisis y síntesis.

CT9 - Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

Metodología de la enseñanza

Las principales metodologías de enseñanza que se utilizarán durante el curso (definidas en la memoria del título) y las competencias trabajadas en cada caso:

Sesiones maestras (CB6, CB10, CG3, CT3).

Prácticas a través de las TIC (CB7, CG3, CG5, CT8, CT9).

Trabajos tutelados (CB6, CB7, CB9, CB10, CG3, CG5, CT5, CT6, CT8, CT9).

Se realizará una visita (2 horas) al Instituto de Estudios do Territorio (IET) Obligatoria (CB7, CG3)

Sistema de evaluación

La evaluación se realizará mediante una prueba objetiva (50% de la puntuación final), un portafolio del alumno (40% de la puntuación final), que reúna el resultado de un conjunto de trabajos asignados durante el desarrollo del curso, y el seguimiento continuado de asistencia y participación activa (10%). Para la superación de la materia, será necesario alcanzar una puntuación mínima de 4 puntos sobre 10 en las dos primeras partes. En el caso de alumnos repetidores que tengan superada una de las partes, se conservará la puntuación alcanzada en

esa parte durante un nuevo curso académico, pero se ofrecerá la posibilidad de repetir la evaluación si así lo prefiere.

La prueba objetiva evaluará las siguientes competencias: CB6, CB10, CG3, CT3.

El portafolio evaluará las siguientes competencias: CB6, CB7, CB9, CB10, CG3, CG5, CT5, CT6, CT8, CT9.

El seguimiento continuado de la asistencia y participación activa evaluará las siguientes competencias: CB9, CT5, CT6.

En caso de que al alumno se le conceda dispensa de asistencia deberá realizar un examen práctico de los contenidos impartidos en las clases prácticas.

El sistema descrito de evaluación será el empleado tanto en la oportunidad ordinaria como en la extraordinaria de recuperación.

Tiempo de estudio y trabajo personal

Esta materia tiene un total de 20 horas presenciales de contenido teórico, 30 horas presenciales de contenido práctico y 3 horas de tutorías.

Recomendaciones para el estudio de la asignatura

Es necesario que los alumnos tengan conocimientos básicos de sistemas de información geográfica

INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL Y ARQUITECTURA

Objetivos de la asignatura

El objetivo de la asignatura es capacitar al estudiante para el uso de Sistemas Aéreos no Tripulados (UAS) en el ámbito de actuación de las ingenierías civil, industrial, la arquitectura y el patrimonio.

Al finalizar el curso el alumno o alumna conocerá los principios teóricos y prácticos de la tecnología UAS para la captura, procesado y representación de información espacial, en el ámbito de la construcción y el patrimonio, la gestión, el control y conservación de obras de

edificación e infraestructuras, así como, el seguimiento, monitorización e inspección en el sector energético, minero e industrial.

El alumno o alumna estará capacitado para el diseño de operaciones y manejo de datos procedentes de distintos sensores y plataformas UAS.

Contenidos

Los contenidos de la materia serán desarrollados de acuerdo al siguiente temario, que constituye el programa teórico y práctico da asignatura:

Programa teórico:

- Tema 1. Introducción. Arquitectura, Patrimonio, ingeniería civil e industrial: Construcción, seguimiento e inspección mediante UAS. Plataformas y sensores. Integración y apoyo con otras fuentes de datos. (Tiempo presencial: 1 horas).
- Tema 2. Planes e iniciativas de la administración en los ámbitos de las ingenierías civil, industrial, la arquitectura y el patrimonio: Plan Estratégico el Ministerio de fomento para el desarrollo del sector civil de los drones; Civil UAVs Initiative de la Xunta de Galicia - GAIN; Otros (Tiempo presencial: 1 horas).
- Tema 3. Aplicaciones de los UAS en el proyecto, construcción, Inspección y mantenimiento de infraestructuras. Control de obras. Análisis del suelo, termografía y topografía en obras de geometría lineal (vías rodadas y ferrocarriles). (Tiempo presencial: 2 horas).
- Tema 4. Levantamiento, monitorización y seguimientos de estructuras (viaductos, puentes y presas) y explotaciones a cielo abierto (minas y canteras). (Tiempo presencial: 2 horas).
- Tema 5. Aplicaciones de los UAS en la inspección y supervisión en el sector eléctrico y de las energías renovables: líneas eléctricas, torres y subestaciones. Plantas solar y aerogeneradores. Eficiencia energética. (Tiempo presencial: 2 horas).
- Tema 6. Aplicaciones de los UAS en edificación y construcción. Levantamiento de edificios. Seguimiento de obras de edificación. Eficiencia energética de edificios. (Tiempo presencial: 2 horas).
- Tema 7. Aplicaciones de los UAS en Patrimonio. Documentación patrimonial, inventarios, Levantamientos y creación de documentos visuales y métricos (2D y 3D). Localización e identificación de problemas o patologías. (Tiempo presencial: 2 horas).

Programa de prácticas:

- Práctica 1. Planificación de un proyecto de captura de datos para la generación de productos (cartografía, MDT, volúmenes, ...) para la estimación del avance de construcción de una obra lineal. (Tiempo presencial: 3 horas. Tiempo de trabajo individual: 3 horas)
- Práctica 2. Procesados de imágenes UAS para la generación de nubes de puntos, MDT, cartografía 2D y 3D, ortofotos y cálculo de volúmenes de materiales en una cantera a cielo abierto. (Tiempo presencial: 5 horas. Tiempo de trabajo individual: 5 horas)
- Práctica 3. Procesado de datos de cámaras de alta resolución y termográficas para la inspección de líneas eléctricas y para la detección de patologías y eficiencia energética de edificios. (Tiempo presencial: 5 horas. Tiempo de trabajo individual: 5 horas)
- Práctica 4. Planificación y procesado de datos para catalogación patrimonial. (Tiempo presencial: 5 horas. Tiempo de trabajo individual: 5 horas).
- Práctica 5. Visita al CIAR (Centro de Investigación Aeroportada de Rozas). Intervención de GAIN en relación con: el polo tecnológico de Rozas, la Civil UAVs Initiative, la incubadora de empresas. (Tiempo presencial: 3 horas. Tiempo de trabajo individual: 3 horas).
- Práctica 6. Viaje de prácticas para participación con una empresa del sector en el levantamiento de un caso real. (Tiempo presencial: 3 horas. Tiempo de trabajo individual: 3 horas).

Además, el alumno resolverá en grupo una serie de Casos de Estudio donde tendrá que demostrar los conocimientos adquiridos en las sesiones de trabajo práctico (Tiempo presencial: 4 horas. Tiempo de trabajo individual: 4 horas) y realizará un Trabajo tutelado individual relacionado con los contenidos de la materia cuyo objetivo será demostrar el dominio de los contenidos teóricos y prácticos adquiridos (Tiempo presencial: 3 horas. Tiempo de trabajo individual: 27 horas).

Bibliografía básica y complementaria

- Esteban Herreros, José Luis (coord.) (2015). Los Drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.
<https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Los-Drones-y-sus-aplicaciones-a-la-ingenieria-civil-fenercom-2015.pdf>
- Ponencias del Congreso CivilDRON (2016, 17 y 18).
<https://www.civildron.com/pages/ponencias-congreso-civildron.html>

- Civil UAVs Initiative. Xunta de Galicia.

<http://www.civiluavsinitiative.com/es/#segunda-seccion>

- Plan Estratégico para el desarrollo del sector civil de los drones en España 2018-2021.

Ministerio de fomento.

https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/PLANES/PLAN_DRONES_2018_2021/

Competencias

Competencias básicas

- CB2. Que los 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.

- CB4. Que los 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.

Competencias generales

- CG4. Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.

Competencias transversales.

- CT6. Capacidad de trabajo en equipo.

- CT8. Capacidad de análisis y síntesis.

Competencias específicas

- CE11. Que los estudiantes sean capaces de proyectar, planificar, ejecutar y gestionar, operaciones y productos de aplicación en el ámbito de actuación de las Ingenierías civil, industrial, la arquitectura y el patrimonio.

Metodología de la enseñanza

- Clases teóricas/ Sesión magistral (Competencias: CG4 e CE11). El profesor explicará los contenidos teóricos del programa teórico de la materia.

- Clases prácticas/ Prácticas explicadas a través de TIC (Competencias: CB2, CG4, CT8 e CE11). El alumno realizará las Prácticas explicadas, aplicando el guion elaborado por el profesor, y entregará los resultados correspondientes en forma de memoria breve.
- Estudio de casos (Competencias: CB2, CG4, CT6, CT8 e CE11). El alumno deberá analizar y resolver un supuesto real, donde se integrarán las enseñanzas de las clases prácticas y teóricas en un ejercicio práctico en equipo presentado como informe técnico.
- Trabajos tutelados (Competencias: CB2, CB4, CG4, CT8 e CE11). El alumno deberá realizar un trabajo individual relacionado con los contenidos de la materia cuyo objetivo será demostrar el dominio de los contenidos teóricos y prácticos adquiridos.
- Exposición de trabajos (Competencias: CB4). El alumno preparará y realizará una presentación del trabajo individual realizado. El profesor revisará a exposición en clase de cada trabajo.
- Tutorías. El profesor estará disponible para la resolución de dudas en la realización de los trabajos y prácticas.

Sistema de evaluación

Los conocimientos y competencias serán evaluados por un sistema basado en la evaluación continua y en la realización de un trabajo individual. De tal manera que los aspectos a evaluar y su correspondiente ponderación en la nota final serán los siguientes:

- Seguimiento continuado de la asistencia y participación activa en clase (10%), Competencias: CB2, CG4 e CE11.
- Realización de las prácticas propuestas (40%), Competencias: CB2, CG4, CT8 e CE11.
- Resolución de casos prácticos (20%), Competencias: CB2, CG4, CT6, CT8 e CE11.
- Elaboración y presentación del trabajo individual (30%), Competencias: CB2, CB4, CG4, CT8 e CE11.

Las prácticas tienen carácter obligatorio y no se guardará la nota durante cursos consecutivos.

El sistema descrito de evaluación será el empleado tanto en la oportunidad ordinaria como en la extraordinaria de recuperación.

Los requisitos necesarios para aprobar serán los mismos para los estudiantes de primera matrícula que para los repetidores.

La calificación mínima para superar la materia será de 5 puntos.

Los estudiantes que tengan concedida dispensa de asistencia a alguna de las actividades docentes programadas, según lo dispuesto en la Instrucción 1/2017 de la Secretaría General, deben tener en cuenta que, para aprobar esta materia, es obligatoria la asistencia a las actividades prácticas señaladas en el horario y programadas en la guía docente.

Tiempo de estudio y trabajo personal

A continuación, se indica el tiempo que cada estudiante debe dedicar a las diferentes actividades de aprendizaje (Horas presenciales; horas de trabajo personal):

- Clases teóricas: 12; 0 h.
- Clases prácticas: 24; 44 h.
- Estudio de casos: 4, 14 h.
- Trabajo Tutelado: 3, 37 h.
- Presentación del trabajo: 2, 6 h.
- Tutorías: 3; 1 h.
- Total: 48; 102 h.

Recomendaciones para el estudio de la asignatura

Conocimientos previos de informática básica como usuario y paquetes de oficina.

Asistencia a las clases expositivas y charlas. Las clases prácticas son obligatorias.

Estudio continuado de la materia

Asistencia a las tutorías individuales o en grupo reducido para discutir, comentar e resolver cualquier duda

Observaciones

En esta materia se contempla la Intervención de GAIN en relación con el polo tecnológico de Rozas, la Civil UAVs Initiative y la incubadora de empresas.

La materia también utiliza la USC virtual: <http://www.usc.es/campusvirtual/>

VISIÓN POR COMPUTADOR PARA UAVS

Objetivos de la asignatura

El objetivo es que el alumno adquiera conocimientos y habilidades que le permitan diseñar sistemas para la clasificación y detección de objetos en imágenes y vídeo, así como realizar el tracking visual de objetos mediante cámaras a bordo de drones. Para ello, se estudiarán diferentes técnicas de inteligencia artificial aplicadas a la visión por computador, como el aprendizaje profundo (deep learning), métodos de tracking de bajo y alto nivel, etc. Además, el alumno aprenderá a utilizar las librerías más habituales en los campos de la visión por computador y el deep learning.

Por otra parte, el alumno se familiarizará con las principales plataformas de procesamiento de señales tanto uni- como multi-dimensionales a bordo de vehículos aéreos no tripulados y adquirirá los fundamentos de programación necesarios para su uso. Se abordará también la interacción con los distintos tipos de sensores y sus principales protocolos de comunicaciones.

Contenidos

Introducción a la visión por computador.

Fundamentos de adquisición de imágenes.

Aprendizaje automático y su aplicación a la clasificación de imágenes.

Clasificación de imágenes mediante redes neuronales convolucionales (deep learning).

Detección y segmentación de objetos en imágenes mediante redes neuronales convolucionales.

Tracking de objetos con visión a bordo.

Plataformas dedicadas para adquisición y procesamiento de imágenes e información de otros sensores a bordo.

Criterios de selección (consumo, prestaciones, precio)

Procesamiento de imagen y vídeo en UAV sobre plataformas dedicadas (Intel® Aero Compute Board, NVIDIA Jetson Embedded Platform, ...)

Ejemplos de aplicación, p.e. visión a bordo (desarrollo de aplicaciones basadas en OpenCV y deep learning embebido)

Bibliografía básica y complementaria

Textos básicos:

GOODFELLOW, Ian, BENGIO, Yoshua, COURVILLE, Aaron. Deep Learning. Ed. 1, Cambridge: MIT Press, 2016. ISBN 978-0-2620-3561-3.

Petrou, Maria. Image processing : the fundamentals / Maria Petrou, Costas Petrou

Edición 2nd ed

Publicación Chichester, U.K. : Wiley, 2010

Textos complementarios:

BISHOP, Christopher M. Neural networks for pattern recognition. Ed. 1, Oxford: Oxford University Press, 2002. ISBN: 0-19-853864-2.

Competencias

Los estudiantes sabrán 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.

Los alumnos adquirirán el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.

Los alumnos entenderán y sabrán utilizar las técnicas de inteligencia artificial para procesado de imagen y vídeo y las plataformas de cómputo para dispositivos aéreos no tripulados.

Los estudiantes mejorarán su capacidad de análisis y síntesis.

Competencias de la titulación que se trabajan (ver memoria título):

Básicas y generales: CB2, CG4.

Específicas: CE12.

Transversales: CT8.

Las competencias se evaluarán de la siguiente forma:

Prueba o pruebas, orales y/o escritas: CB2, CG4, CE12, CT8 (50%)

Aprovechamiento de las prácticas: CB2, CG4, CE12, CT8 (50%)

Metodología de la enseñanza

Las actividades docentes comprenden sesiones magistrales y prácticas a través de TIC. En las sesiones magistrales, el profesorado explicará los conceptos teórico-prácticos de los contenidos, presentando algunos ejemplos tipo. Respecto al material para el seguimiento de la materia, además de la bibliografía recomendada, el alumnado dispondrá de material docente complementario.

Por medio de las prácticas a través de TIC se introducirá al alumnado en el manejo de las librerías más habituales en los campos de la visión por computador y el deep learning, así como con el funcionamiento de las principales plataformas de cómputo para dispositivos aéreos no tripulados (Arduino, FPGA o Nvidia Jetson). También se trabajará sobre los casos prácticos que tendrán que resolver. Para el seguimiento de las sesiones se facilitará al alumnado los guiones de las prácticas. Estas sesiones permiten al alumnado familiarizarse, desde un punto de vista práctico, con los conceptos expuestos en las sesiones magistrales.

Sistema de evaluación

Realización de prácticas: 50%. Se evaluarán mediante la corrección de los ejercicios entregados y/o mediante test de autoevaluación.

Examen final: 50%.

Para aprobar la materia es imprescindible superar ambas partes por separado. La nota final de la materia será la media aritmética de las prácticas y el examen, excepto en aquellas situaciones en las que no se apruebe alguna de las dos partes; en ese caso la nota final será el mínimo entre prácticas y examen.

El sistema descrito de evaluación será el empleado tanto en la oportunidad ordinaria como en la extraordinaria de recuperación.

En la evaluación extraordinaria se mantiene la nota de prácticas. En cualquier caso, se deberá hacer el examen final, no conservándose la nota anterior.

Los estudiantes que tengan concedida dispensa de asistencia a alguna de las actividades docentes programadas según lo dispuesto en la Instrucción 1/2017 de la Secretaría General, deben tener en cuenta que para aprobar esta materia es obligatoria la asistencia a las actividades prácticas, tanto de laboratorio como de campo, señaladas en el horario de clases y programadas en la Guía docente.

Tiempo de estudio y trabajo personal

Clases teóricas: 20h.

Clases prácticas: 25h.

La distribución de horas de clase para cada uno de los temas es la siguiente:

Introducción a la visión por computador. (1,5h)

Fundamentos de adquisición de imágenes. (2,5h)

Aprendizaje automático y su aplicación a la clasificación de imágenes.(6h)

Clasificación de imágenes mediante redes neuronales convolucionales (deep learning). (7h)

Detección y segmentación de objetos en imágenes mediante redes neuronales convolucionales. (7h)

Tracking de objetos con visión a bordo. (1h)

Plataformas dedicadas para adquisición y procesamiento de imágenes e información de otros sensores a bordo. (5h)

Criterios de selección (consumo, prestaciones, precio) (5h)

Procesamiento de imagen y vídeo en UAV sobre plataformas dedicadas (Intel® Aero Compute Board, NVIDIA Jetson Embedded Platform, ...) (5h)

Ejemplos de aplicación, p.e. visión a bordo (desarrollo de aplicaciones basadas en OpenCV y deep learning embebido) (5h)

Examen: 2h.

Trabajo personal del alumno: 100h.

Recomendaciones para el estudio de la asignatura

Es aconsejable a asistencia a las clases y el seguimiento regular del material proporcionado por los profesores. También es importante a lectura de la bibliografía recomendada.

Aunque no es imprescindible, tener conocimientos previos de programación facilitará considerablemente el aprendizaje de la materia