



## Teaching Guide

Identifying Data					2024/25
<b>Subject (*)</b>	Robotics Application Development: Advanced ROS		<b>Code</b>	770538014	
<b>Study programme</b>	Máster Universitario en Informática Industrial e Robótica				
Descriptors					
<b>Cycle</b>	<b>Period</b>	<b>Year</b>	<b>Type</b>	<b>Credits</b>	
Official Master's Degree	2nd four-month period	First	Optional	3	
<b>Language</b>	SpanishGalician				
<b>Teaching method</b>	Face-to-face				
<b>Prerequisites</b>					
<b>Department</b>	Ciencias da Computación e Tecnoloxías da Información				
<b>Coordinador</b>	Becerra Permuy, Jose Antonio	<b>E-mail</b>	jose.antonio.becerra.permuy@udc.es		
<b>Lecturers</b>	Becerra Permuy, Jose Antonio	<b>E-mail</b>	jose.antonio.becerra.permuy@udc.es		
<b>Web</b>					
<b>General description</b>	O obxectivo desta materia é que o alumno sexa capaz de abordar aplicacións de robótica reais con ROS e Python, incluíndo probas con simuladores físicos 3D e a implantación en robots reais.				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A4	CE04 - Capacidad para uso y desarrollo de código y librerías que permitan captar el entorno y actuar sobre él en sistemas robóticos y/o industriales
A5	CE05 - Capacidad para uso y desarrollo de código y librerías que permitan realizar visión por computador o realidad aumentada sobre sistemas robóticos y/o industriales
A6	CE06 - Capacidad para diseñar, simular y/o implementar soluciones tecnológicas que impliquen el uso de robots y/o sistemas de informática industrial en un entorno, contemplando aspectos éticos y legales
A9	CE09 - Capacidad para el uso, simulación y diseño de sistemas mecánicos empleados en entornos robóticos y/o industriales
B1	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
B5	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.
B6	CG1 - Buscar y seleccionar alternativas considerando las mejores soluciones posibles
B10	CG5 - Capacidad para proponer nuevas soluciones en proyectos, productos o servicios
B12	CG7 - Analizar de forma crítica la propia experiencia de prácticas
B14	CG9 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora
B18	CG13 - Plantear y resolver problemas, interpretar un conjunto de datos y analizar los resultados obtenidos; en el ámbito de la informática industrial y la robótica
C4	CT04 - Desarrollar el pensamiento crítico
C5	CT05 - Adquirir la capacidad para elaborar un trabajo multidisciplinar

## Learning outcomes

Learning outcomes	Study programme competences / results		
Saber desenvolver aplicacións de robótica complexas utilizando un IDE completo, incluíndo a depuración dos nodos.	AC4 AC6	BC14	
Saber utilizar un simulador 3D en ROS.	AC4 AC5 AC6 AC9	BC12 BC14	



Coñecemento dalgunhas librerías habituais en ROS para a utilización de sensores e actuadores habituais, incluíndo cámaras.	AC4 AC5 AC6 AC9	BC14	
Coñecemento de librerías que permiten implementar técnicas SLAM en ROS.	AC4 AC5 AC6 AC9	BC1 BC5 BC6 BC10 BC12 BC14 BC18	CC4 CC5
Experiencia no desenvolvemento de aplicacións ROS sobre robots reais.	AC4 AC5 AC6 AC9	BC1 BC5 BC6 BC10 BC12 BC14 BC18	CC4 CC5

Contents	
Topic	Sub-topic
Os bloques ou temas seguintes desenvolven os contidos establecidos na ficha da memoria de verificación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integración de ROS nun IDE de Python. Depuración.</li> <li>- Simulación 3D en ROS.</li> <li>- Exemplos de utilización de sensores e actuadores reais con ROS.</li> <li>- Utilización de cámaras e librerías de procesado de imaxes en ROS.</li> <li>- SLAM en ROS.</li> <li>- Implementación de exemplos completos utilizando simulación e robots reais.</li> </ul>
Integración de ROS nun IDE.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conceptos de Visual Studio Code.</li> <li>Utilización básica de Visual Studio Code.</li> <li>Configuración de Visual Studio Code para a execución de comandos de ROS.</li> <li>Configuración de Visual Studio Code para a execución e depuración de nodos de ROS.</li> </ul>
actionlib	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de accións.</li> <li>Implementación.</li> </ul>
Laser pipeline	<ul style="list-style-type: none"> <li>Filtros.</li> <li>Conversión de medidas en cru a nubes de puntos.</li> <li>Ensamblaxe de nubes de puntos.</li> </ul>
Robot stack	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formato de descrición de robots: urdf e xacro.</li> <li>Xestión das posicións das articulacións: joint state publisher.</li> <li>Utilización de múltiples sistemas de coordenadas e cinemática directa: robot state publisher e geometry2 / tf2.</li> </ul>
Control stack	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interface co hardware.</li> <li>Implementación dos controladores: controladores estándar.</li> </ul>
Navigation stack	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relación con laser, robot e control stacks.</li> <li>Utilización de mapas.</li> <li>SLAM.</li> </ul>
Implementación de exemplos completos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de exemplos completos mediante simulación (con Gazebo) e robots reais.</li> </ul>

## Planning



Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Mixed objective/subjective test	A6 B1 B10 C4	2.5	0	2.5
Guest lecture / keynote speech	A6 B1 B10 C4	11	15.4	26.4
Laboratory practice	A4 A5 A6 A9 B6 B12 B14 B18	10	15.4	25.4
Supervised projects	A4 A5 A6 A9 B5 B6 B12 B14 B18 C5	0	18.7	18.7
Personalized attention		2	0	2

(\*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

Methodologies	
Methodologies	Description
Mixed objective/subjective test	Proba de avaliación que se realizará nas correspondentes oportunidades das convocatorias oficiais. Consistirá nunha proba escrita coa finalidade de comprobar o afianzamento dos conceptos teóricos máis importantes vistos na materia.
Guest lecture / keynote speech	Actividade presencial na aula que serve para establecer os conceptos fundamentais da materia. Consiste na exposición oral facendo uso profuso de medios audiovisuais e buscando a participación dos alumnos mediante a formulación de casos prácticos e a realización de preguntas, co fin de facilitar a aprendizaxe e fomentar o espírito crítico.
Laboratory practice	Mediante esta actividade os alumnos implementarán no laboratorio pequenos programas / sistemas que exemplificarán os conceptos vistos nas sesións maxistras, de forma que poidan probar no mundo real algúns dos métodos e técnicas, e valorar de primeira man os problemas (e as súas implicacións) que xorden na implementación. Durante a súa realización, o alumno poderá expor dúbidas ao profesor ou consultar os materiais que estime oportuno.
Supervised projects	Realización dun ou varios traballos ao longo do cuadrimestre, de forma autónoma e tutorizados polos profesores, que implicarán levar á práctica os conceptos vistos nas sesións maxistras. Polo menos o traballo final será realizado en grupo e os alumnos entregarán, en soporte informático, unha memoria e terán que realizar tamén unha presentación ante o profesor e os seus compañeiros de clase.

Personalized attention	
Methodologies	Description
Laboratory practice Supervised projects	<p>Prácticas de laboratorio: a atención personalizada nas clases prácticas consistirá en resolver as dúbidas conceptuais ou procedementais que poidan xurdir durante a súa realización, modulando o tempo de atención a cada alumno en función das súas necesidades individuais.</p> <p>Traballos tutelados: a atención personalizada nos traballos consistirá en titorías intermedias, durante o prazo habilitado para a súa realización, que se centrarán na revisión do traballo realizado ata ese momento, suxerindo cambios e aclarando dúbidas.</p> <p>Consideracións para os alumnos con matrícula a tempo parcial: acordarase con cada un deles unha atención personalizada en todas as metodoloxías anteriores compatible coa dispoñibilidade horaria do profesor.</p>

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification



Mixed objective/subjective test	A6 B1 B10 C4	<p>Proba final da materia que consistirá na realización dun exame individual. Esta proba terá preguntas de tipo teóricas e prácticas relacionadas cos conceptos estudados nas clases maxistras, nas prácticas de laboratorio ou cos contidos dos traballos / proxectos tutelados.</p> <p>Nomenclatura empregada na sección de observacións para esta actividade: PM: nota obtida nesta proba.</p>	30
Supervised projects	A4 A5 A6 A9 B5 B6 B12 B14 B18 C5	<p>Desenvolvemento dun ou varios proxectos individuais ou en grupos reducidos. Será necesario entregar os materiais en tempo e forma seguindo as indicacións do enunciado. Polo menos o traballo final requirirá a exposición oral por parte de todos os integrantes do grupo de traballo, empregando para iso a presentación entregada. A non realización da presentación supoñerá unha nota de cero nesta actividade.</p> <p>Nomenclatura empregada na sección de observacións para esta actividade: TT: nota obtida no traballo tutelado.</p>	70

### Assessment comments

Para poder aprobar a materia o estudante deberá cumprir os seguintes requisitos (puntuación entre 0 e 10 en todas as actividades): Que a nota nos traballos tutelados sexa maior ou igual que 5. Que a nota na proba mixta sexa maior ou igual que 5. Se non se cumpren todos os requisitos anteriores a cualificación será de suspenso e a nota numérica máxima que se poderá obter, na oportunidade correspondente, será de 4,5 puntos. Se se cumpren os requisitos esixidos, a nota final calcularase da seguinte forma:  $NOTA\ FINAL = 0,3*PM + 0,7*TT$  Notas sobre as actividades: No caso dos alumnos matriculados a tempo parcial, ofreceráselles a posibilidade de pasar a parte da puntuación dos traballos tutelados á proba mixta. Igualmente cos alumnos que se presenten na convocatoria de decembro. Por iso, é necesario que os estudantes se poñan en contacto cos profesores ao comezo do curso. Todas as actividades terán unha única oportunidade para a súa entrega durante o curso académico, salvo a proba mixta que terá dúas oportunidades oficiais de exame. Por tanto, as notas obtidas durante o curso nos traballos tutelados gárdanse para a oportunidade de xullo, NON SENDO POSIBLE REPETILOS. A realización fraudulenta das probas ou actividades de avaliación, unha vez comprobada, implicará directamente a cualificación de suspenso na convocatoria en que se cometa: o/a estudante será cualificado con "suspenso" (nota numérica 0) na convocatoria correspondente do curso académico, tanto se a comisión da falta se produce na primeira oportunidade como na segunda. Para isto, procederase a modificar a súa cualificación na acta de primeira oportunidade, se fose necesario.

### Sources of information

<b>Basic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Joseph, L., &amp; Cacace, J. (2018). Mastering ROS for Robotics Programming: Design, build, and simulate complex robots using the Robot Operating System. Second Edition.. Packt Publishing Ltd.</li> <li>- Newman, W. (2017). (2017). A Systematic Approach to Learning Robot Programming with ROS.. CRC Press.</li> <li>- Fairchild, C., &amp; Harman, T. L. (2017). ROS Robotics By Example: Learning to control wheeled, limbed, and flying robots using ROS Kinetic Kame. Second Edition.. Packt Publishing Ltd.</li> <li>- Rico, F. M. (2022). A concise introduction to robot programming with ROS2. CRC Press.</li> </ul>
<b>Complementary</b>	

### Recommendations

#### Subjects that it is recommended to have taken before

Introduction to Python for Engineers/770538011

Robotics Application Development: Introduction to ROS/770538013

#### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Python for Engineers. Advanced /770538012

#### Subjects that continue the syllabus

#### Other comments



Para axudar a conseguir unha contorna sustentable e cumprir co obxectivo da acción número 5 ("Docencia e investigación saudable e sustentable ambiental e social") do "Plan de Acción Green Campus Ferrol" a entrega dos traballos documentais que se realicen nesta materia: 1. Solicitarase en formato virtual e/ou soporte informático. 2. Realizarase a través de Moodle, en formato dixital sen necesidade de imprimilos. 3. De realizarse en papel: - Non se empregarán plásticos. - Realizaranse impresións a dobre cara. - Empregarase papel reciclado. - Evitarase a impresión de borradores.

(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.