

Navegación Autónoma

Código: 106590
Créditos ECTS: 6

2024/2025

Titulación	Tipo	Curso
2504392 Inteligencia Artificial / Artificial Intelligence	OT	3
2504392 Inteligencia Artificial / Artificial Intelligence	OT	4

Contacto

Nombre: Antonio Manuel Lopez Peña

Correo electrónico: antoniomanuel.lopez@uab.cat

Idiomas de los grupos

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

Prerrequisitos

Esta asignatura sigue un enfoque práctico. Sin embargo, se basa en los fundamentos teóricos impartidos en asignaturas anteriores del Grado en IA de la UAB. Algunos de ellos son esenciales y las asignaturas en las que se imparten deben considerarse prerrequisito para Navegación Autónoma: (1) Fundamentos de Matemáticas II; (2) Ingeniería de Datos; (3) Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo; (4) Paradigmas de Aprendizaje Automático; (5) Visión y Aprendizaje.

Objetivos y contextualización

Aquí utilizamos el concepto de navegación autónoma para referirnos al conocimiento científico y técnico necesario para dotar de movimiento inteligente a sistemas físicos. Esta amplia definición abarca una variedad de sistemas, incluidos pequeños objetos que se mueven a través del torrente sanguíneo para monitorizar y garantizar la salud, robots domésticos o industriales que ayudan en tareas que requieren movilidad, vehículos aéreos no tripulados que monitorizan áreas forestales para prevenir incendios o realizar rescates, robots submarinos no tripulados que exploran el fondo marino, vehículos autónomos para la entrega de mercancías y robotaxis o autobuses autónomos para el transporte de personas. Cada uno de estos sistemas presenta características únicas y afronta desafíos particulares. De hecho, para capturar los principales puntos en común y diferencias entre múltiples sistemas con capacidades de navegación autónoma, podríamos proponer asignaturas separadas centradas en nanobots corporales, navegación autónoma submarina, navegación autónoma aérea, navegación autónoma terrestre en zonas no estructuradas y navegación autónoma terrestre en zonas estructuradas.

Ciertamente, todos estos conocimientos no pueden abarcarse en una única asignatura universitaria de 6 ECTS como la que nos ocupa. Por tanto, no es de extrañar que, cuando se planificaron los contenidos de la misma en el marco del grado en IA de la UAB, se decidió poner el foco en la tecnología de conducción autónoma de vehículos como coches, camiones o autobuses que deben transportar personas y mercancías en entornos terrestres regulados. Aún así, la conducción autónoma se basa en conocimientos multidisciplinares, por lo que tenemos que destacar unos contenidos sobre otros dependiendo del contexto en el que se enmarca la asignatura. Por ejemplo, en el contexto de un grado en Ingeniería de Telecomunicaciones, la conducción cooperativa Vehicle-to-X sería especialmente relevante; en el contexto de un grado en Ingeniería de Sistemas Industriales y Automatización, los temas de planificación local y control de una arquitectura modular clásica de conducción autónoma serían conocimientos básicos; en el contexto de un

grado en Física, los sensores que permiten la conducción autónoma merecerán un interés especial. La asignatura que nos ocupa está en el grado en IA de la UAB. Por lo tanto, nos centraremos en el conocimiento científico y técnico en la intersección de la IA y la conducción autónoma. De hecho, este campo sigue siendo amplio y está en continua evolución, y habrá muchos temas que no se tratarán. Preferimos centrarnos en menos temas con más profundidad en lugar de cubrir más temas de forma superficial.

Por un lado, pretendemos cubrir los sistemas clásicos de conducción autónoma basados en módulos de percepción, planificación local y control, entre otros. Pero, por otra parte, descartando el uso de mapas HD 3D, y en consecuencia la navegación basada en VSLAM. Además, de entre los diversos sensores utilizados en este tipo de sistemas, nos centraremos en las cámaras. Por lo tanto, en este paradigma modular, la percepción visual basada en aprendizaje profundo será la conexión principal entre la IA y la conducción autónoma. Por otro lado, dado que el paradigma modular surge del enfoque "divide y vencerás" de la ingeniería clásica, nuestro objetivo es cubrir un paradigma de IA más "puro". En particular, veremos modelos profundos visomotores para conducción autónoma. Finalmente, también se cubrirán enfoques híbridos basados en estos dos paradigmas.

La metodología docente seguirá un enfoque basado en proyectos. Repasaremos los conceptos teóricos básicos para que el alumnado pueda captar el panorama general y profundizar en los aspectos específicos necesarios a la hora de abordar un proyecto de conducción autónoma. El proyecto específico a resolver dependerá de los recursos computacionales particulares y presupuesto de materiales que se asignen a nuestra asignatura (estos no dependen de los docentes y pueden cambiar cada año). Sin embargo, en términos generales, nuestro objetivo es seguir el enfoque habitual que podemos encontrar en el mundo real, que implica simulación y desarrollos en el mundo real.

En general, el objetivo de esta asignatura es exponer a los estudiantes, a través de la teoría pero principalmente de la práctica, a contenidos básicos relevantes relacionados con la conducción autónoma, para que en el futuro estén preparados para afrontar nuevos retos de navegación autónoma. Por último, pero no menos importante, para alcanzar el éxito de los proyectos, es fundamental aprender a trabajar eficazmente en un equipo.

Competencias

Inteligencia Artificial / Artificial Intelligence

- Analizar y resolver problemas de forma efectiva, generando propuestas innovadoras y creativas para alcanzar los objetivos.
- Concebir, diseñar, analizar e implementar agentes y sistemas ciber-físicos autónomos capaces de interactuar con otros agentes y/o personas en entornos abiertos, teniendo en cuenta las demandas y necesidades colectivas.
- Conceptualizar y modelar alternativas de soluciones complejas a problemas de aplicación de la inteligencia artificial en diferentes ámbitos, y planificar y gestionar proyectos para el diseño y desarrollo de prototipos que demuestren la validez del sistema propuesto.
- Identificar, analizar y evaluar el impacto ético y social, el contexto humano y cultural, y las implicaciones legales del desarrollo de aplicaciones de inteligencia artificial y de manipulación de datos en diferentes ámbitos.
- Trabajar cooperativamente para la consecución de objetivos comunes, asumiendo la propia responsabilidad y respetando el rol de los diferentes miembros del equipo.

Resultados de aprendizaje

1. Analizar y resolver problemas de forma efectiva, generando propuestas innovadoras y creativas para alcanzar los objetivos.
2. Diseñar, simular y evaluar sistemas de conducción autónoma.
3. Identificar el impacto ético y social y las implicaciones legales en el desarrollo de sistemas de conducción automática.
4. Identificar las mejores soluciones para el diseño de sistemas de conducción autónoma.

- Trabajar cooperativamente para la consecución de objetivos comunes, asumiendo la propia responsabilidad y respetando el rol de los diferentes miembros del equipo.

Contenido

Nos centraremos en tres paradigmas de la conducción autónoma:

- El paradigma modular, que incluye la percepción basadas en el aprendizaje profundo, la planificación local y el control.
- El paradigma extremo-a-extremo, que se basa en modelos profundos sensoriomotores entrenados mediante aprendizaje por imitación.
- Un paradigma híbrido que se basa en enfoques modulares y de extremo-a-extremo.

Ortogonalmente a estos paradigmas, cubriremos los siguientes temas:

- Sensores utilizados en conducción autónoma.
- Desarrollo basado en simulación.
- Conducción cooperativa basada en comunicaciones V2X.

Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases teóricas	10	0,4	4, 3
Tipo: Supervisadas			
Clases prácticas	38	1,52	1, 2, 4, 5
Tipo: Autónomas			
Estudiar el contenido teórico	13	0,52	4, 3
Proyecto de equipo	82	3,28	1, 2, 4, 5

Los contenidos de la asignatura se desarrollarán de la siguiente manera:

- Se impartirán clases teóricas para repasar conceptos clave relacionados con la conducción autónoma, con especial foco en la IA. La parte teórica también incluirá la lectura de artículos científicos.
- En las clases prácticas se enseñarán herramientas/frameworks relacionadas/os con la conducción autónoma. El aprendizaje se basará en la resolución de problemas.
- Se llevará a cabo un proyecto en equipo para entrenar un vehículo en la realización de maniobras autónomas de conducción. Dependiendo de los recursos disponibles, el trabajo se realizará en un simulador y/o utilizando un coche a escala.

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

Evaluación

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Evaluación de las Prácticas (EPr)	0.2	2	0,08	1, 2, 4, 5
Evaluación del Proyecto (EPj)	0.35	2	0,08	1, 2, 4, 5
Evaluación entre Compañeros (EC)	0.15	1	0,04	5
Examen de Teoría (ET)	0.3	2	0,08	4, 3

Esta asignatura no contempla el sistema de evaluación única.

La evaluación es continua y se basará en:

- 1) Evaluación Teórica (ET): Es una evaluación individual basada en un examen que evalúa los conocimientos teóricos adquiridos por el alumnado.
- 2) Evaluación de la práctica (EPr): En cuanto a las prácticas propuestas por el profesorado, se trata de una evaluación en equipo basada en el código y la documentación entregados.
- 3) Evaluación del proyecto (EPy): En cuanto al proyecto único sobre conducción autónoma propuesto por el profesorado, se trata de una evaluación en equipo basada en los resultados obtenidos, el código y la documentación entregados.
- 4) Evaluación entre Compañeros/as (EC): Se realizará una evaluación entre miembros del equipo para determinar el nivel de participación de cada uno en el proyecto desarrollado por su equipo.

Para aprobar la asignatura será necesario superar todos estos apartados por separado. Es decir, $ET \geq 5$, $EPr \geq 5$, $EPy \geq 5$ y $EC \geq 5$, donde ET, EPr, EPy y EC son calificaciones sobre 10. Si esto se cumple, entonces la calificación final, CF, se calcula como:

$$CF = 0,3 ET + 0,2 EPr + 0,35 EPy + 0,15 EC.$$

NOTA: En los casos en que un/a estudiante no complete consistentemente su trabajo o haga solo una contribución mínima ($EC < 5$), el/la estudiante suspenderá la asignatura.

NOTA: EPy y EC son calificaciones no recuperables. Si $EPy < 5$, ningún miembro del equipo aprobará la asignatura.

NOTA: ET y EPr son notas recuperables si (son inferiores a 5) y $(0,35 EPy + 0,15 EC \geq 3,5)$ y $(EC \geq 5)$.

Si un estudiante no supera la asignatura, su calificación final (CF) será $\min(ET, EPr, EPy, EC)$. Se entiende que son estudiantes "No Evaluables" únicamente aquellos/as que no han realizado ninguna actividad de evaluación.

La calificación MH (Matrícula de Honor) se otorgará según la normativa de la UAB y teniendo en cuenta características como CF, continuidad del trabajo, relevancia dentro del equipo, etc.

Cabe destacar también que los/las repetidores/as no recibirán ningún trato especial, deben cursar la asignatura como el resto del alumnado.

Sin perjuicio de otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, y de acuerdo con la normativa académica vigente, se calificarán con un cero las irregularidades cometidas por un/una estudiante que puedan conducir a una variación de la cualificación de un acto de evaluación. Por lo tanto, plagiar, copiar o dejar copiar una práctica o cualquier otra actividad de evaluación implicará suspender con un cero y no se podrá recuperar en el mismo curso académico. Si esta actividad tiene una nota mínima asociada, entonces la asignatura quedará suspendida.

Bibliografía

La conducción autónoma es un campo en desarrollo constante. Como resultado, la literatura más pertinente cambia constantemente y sobre todo está disponible en forma de artículos científicos.

"A Survey of Autonomous Driving: Common Practices and Emerging Technologies" Ekim Yurtsever, Jacob Lambert, Alexander Carballo, Kazuya Takeda.

"A Survey of End-to-End Driving: Architectures and Training Methods", Ardi Tampuu, Maksym Semikin, Naveed Muhammad, Dmytro Fishman, Tambet Matiisen.

"End-to-end Autonomous Driving: Challenges and Frontiers", Li Chen, Penghao Wu, Kashyap Chitta, Bernhard Jaeger, Andreas Geiger and Hongyang Li.

Tots aquests articles es poden trobar a arxiv.org, és a dir, tenen una versió disponible públicament.

Software

Los requisitos del software variarán según la práctica y el proyecto específicos. Sin embargo, anticipamos un conjunto no exclusivo de "palabras clave":

The CARLA simulator (carla.org)

The Robotic Operating System (ROS) 2 (<https://docs.ros.org/en/foxy/index.html>)

SCENIC (<https://docs.scenic-lang.org/en/latest/>)

Pytorch (<https://pytorch.org/>)

Lista de idiomas

Nombre	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(PAUL) Prácticas de aula	1	Inglés	segundo cuatrimestre	mañana-mixto
(TE) Teoría	1	Inglés	segundo cuatrimestre	mañana-mixto