

# Grand Master de Formación Permanente

## Robótica y Visión Artificial



## Grand Master de Formación Permanente Robótica y Visión Artificial

- » Modalidad: **online**
- » Duración: **15 meses**
- » Titulación: **TECH Universidad Tecnológica**
- » Acreditación: **120 ECTS**
- » Horario: **a tu ritmo**
- » Exámenes: **online**

Acceso web: [www.techtitute.com/informatica/grand-master/grand-master-robotica-vision-artificial](http://www.techtitute.com/informatica/grand-master/grand-master-robotica-vision-artificial)

# Índice

01

Presentación

---

*pág. 4*

02

Objetivos

---

*pág. 8*

03

Competencias

---

*pág. 18*

04

Dirección del curso

---

*pág. 22*

05

Estructura y contenido

---

*pág. 30*

06

Metodología de estudio

---

*pág. 52*

07

Titulación

---

*pág. 62*

# 01

# Presentación

En un mundo donde la Inteligencia Artificial y la Robótica están transformando rápidamente numerosos sectores, la especialización en áreas como la Visión Artificial adquiere una importancia crítica. La creciente interacción entre máquinas y humanos y la necesidad de procesar información visual eficazmente genera una demanda de profesionales altamente capacitados. Así nace el presente programa, que aborda este desafío proporcionando conocimientos avanzados en estas disciplinas emergentes. Los alumnos estudiarán Realidad Aumentada, Inteligencia Artificial, tecnologías industriales y procesamiento de información visual en máquinas. Gracias a su metodología 100% online, los estudiantes podrán adaptar su tiempo de estudio a sus circunstancias personales y profesionales, asegurando una educación de vanguardia en un entorno completamente flexible.



“

*Desarrolla habilidades esenciales en Robótica y Visión Artificial inscribiéndote ahora en este Grand Master de Formación Permanente de TECH”*

El auge de la Inteligencia Artificial y la Robótica está transformando el panorama tecnológico, económico y social en todo el mundo. La especialización en áreas como la Visión Artificial se ha vuelto crucial para mantenerse a la vanguardia en esta era de rápidos avances y cambios disruptivos. La creciente interacción entre máquinas y humanos, así como la necesidad de procesar información visual de manera eficiente, exigen profesionales altamente capacitados que puedan abordar estos desafíos y liderar la innovación.

El Grand Master de Formación Permanente en Robótica y Visión Artificial ofrece una capacitación integral en estas disciplinas emergentes, abarcando temáticas como la Realidad Aumentada, Inteligencia Artificial y procesamiento de información visual en máquinas, entre otros. Los estudiantes se beneficiarán de un enfoque teórico-práctico, aprendiendo sobre las últimas novedades en Robótica y Visión Artificial y cómo aplicar estos conocimientos en entornos reales.

Además, el programa es 100% online, lo que permite a los estudiantes adaptar su aprendizaje a sus circunstancias personales y profesionales, facilitando la compatibilidad de su enseñanza con sus propias responsabilidades. Los alumnos tendrán acceso a materiales educativos de alta calidad, como video resúmenes, lecturas esenciales y vídeos en detalle, proporcionándoles una visión global sobre Robótica y Visión Artificial.

Así, el Grand Master de Formación Permanente en Robótica y Visión Artificial es una oportunidad única para los informáticos que buscan diferenciarse en un mercado laboral altamente competitivo y adquirir habilidades especializadas en un campo con un gran potencial de crecimiento.

Asimismo, el programa incluye la participación de un Director Invitado Internacional, cuya experiencia profesional es ampliamente reconocida a nivel mundial. Dirigirá 10 *Masterclasses* centradas en el sector de la Informática y la Robótica.

Este **Grand Master de Formación Permanente en Robótica y Visión Artificial** contiene el programa educativo más completo y actualizado del mercado. Sus características más destacadas son:

- ◆ El desarrollo de casos prácticos presentados por expertos en Informática
- ◆ Los contenidos gráficos, esquemáticos y eminentemente prácticos con los que están concebidos recogen una información científica y práctica sobre aquellas disciplinas indispensables para el ejercicio profesional
- ◆ Los ejercicios prácticos donde realizar el proceso de autoevaluación para mejorar el aprendizaje
- ◆ Su especial hincapié en metodologías innovadoras en el desarrollo de Robots y Visión Artificial
- ◆ Las lecciones teóricas, preguntas al experto, foros de discusión de temas controvertidos y trabajos de reflexión individual
- ◆ La disponibilidad de acceso a los contenidos desde cualquier dispositivo fijo o portátil con conexión a internet



*Refuerza tus conocimientos profesionales con la participación de un Director Invitado Internacional, quien impartirá 10 Masterclasses de alta calidad”*

“

*Descubre cómo la tecnología robótica puede ser aplicada en campos diversos como medicina y exploración espacial, reforzando considerablemente tu propuesta de valor”*

*Potencia tus proyectos explorando la aplicación de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en la robótica.*

*Fortalece tus habilidades en algoritmos de planificación y control para el desarrollo de robots inteligentes y eficientes.*

Incluye en su cuadro docente a profesionales pertenecientes al ámbito del periodismo, que vierten en este programa la experiencia de su trabajo, además de reconocidos especialistas de sociedades de referencia y universidades de prestigio.

Su contenido multimedia, elaborado con la última tecnología educativa, permitirá al profesional un aprendizaje situado y contextual, es decir, un entorno simulado que proporcionará un estudio inmersivo programado para entrenarse ante situaciones reales.

El diseño de este programa se centra en el Aprendizaje Basado en Problemas, mediante el cual el alumno deberá tratar de resolver las distintas situaciones de práctica profesional que se le planteen a lo largo del curso académico. Para ello, el profesional contará con la ayuda de un novedoso sistema de vídeo interactivo realizado por reconocidos expertos.



# 02 Objetivos

El objetivo principal del Grand Master de Formación Permanente en Robótica y Visión Artificial es instruir a expertos en el campo de la robótica, proporcionando una sólida base teórica y práctica en áreas esenciales como la visión artificial, la robótica móvil y la inteligencia artificial aplicada a la robótica. Los estudiantes aprenderán a diseñar y desarrollar sistemas robóticos avanzados que sean eficientes y colaborativos, mejorando la interacción humano-robot y garantizando la seguridad en diversos entornos.





“

*Profundiza en áreas clave de la robótica y conviértete en un experto en la creación de soluciones innovadoras”*



## Objetivos generales

---

- ◆ Desarrollar los fundamentos matemáticos para el modelado cinemático y dinámico de robots
- ◆ Profundizar en el uso de tecnologías específicas para la creación de arquitecturas para robots, modelado de robots y simulación
- ◆ Generar conocimiento especializado sobre Inteligencia Artificial
- ◆ Desarrollar las tecnologías y dispositivos más utilizados en la automatización industrial
- ◆ Identificar los límites de las técnicas actuales para identificar los cuellos de botella en las aplicaciones robóticas
- ◆ Obtener una visión global de los dispositivos y hardware empleado en el mundo de la visión artificial
- ◆ Analizar los diferentes campos en los que se aplica la visión
- ◆ Identificar en qué punto se encuentran los avances tecnológicos en visión
- ◆ Evaluar qué se está investigando y qué deparan los próximos años
- ◆ Establecer una base sólida en la comprensión de algoritmos y técnicas de procesamiento digital de imágenes
- ◆ Evaluar las técnicas fundamentales de visión por computador
- ◆ Analizar técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes
- ◆ Presentar la librería open 3D
- ◆ Analizar las ventajas y las dificultades de trabajar en 3D en lugar de 2D
- ◆ Presentar las redes neuronales y examinar su funcionamiento
- ◆ Analizar las métricas para un correcto entrenamiento
- ◆ Analizar las métricas y herramientas existentes
- ◆ Examinar el pipeline de una red de clasificación de imágenes
- ◆ Analizar las redes neuronales de segmentación semántica y sus métricas





## Objetivos específicos

---

### Módulo 1. Robótica. Diseño y Modelado de Robots

- ◆ Profundizar en el uso de la Tecnología de Simulación Gazebo
- ◆ Dominar el Uso del lenguaje de Modelado de Robots URDF
- ◆ Desarrollar conocimiento especializado en el Uso de la tecnología de Robot Operating System
- ◆ Modelar y Simular Robots Manipuladores, Robots Móviles Terrestres, Robots Móviles Aéreos y Modelar y Simular Robots Móviles Acuáticos

### Módulo 2. Agentes Inteligentes. Aplicando la Inteligencia Artificial a Robots y Softbots

- ◆ Analizar la inspiración biológica de la Inteligencia Artificial y los agentes inteligentes
- ◆ Evaluar la necesidad de algoritmos inteligentes en la sociedad actual
- ◆ Determinar las aplicaciones de las técnicas avanzadas de Inteligencia Artificial sobre Agentes Inteligentes
- ◆ Demostrar la fuerte conexión entre Robótica e Inteligencia Artificial
- ◆ Establecer las necesidades y desafíos que presenta la Robótica y que pueden ser solucionados con Algoritmos Inteligentes
- ◆ Desarrollar implementaciones concretas de algoritmos de Inteligencia Artificial
- ◆ Identificar los algoritmos de Inteligencia Artificial que se encuentran establecidos en la sociedad actual y su impacto en la vida diaria

### Módulo 3. *Deep learning*

- ♦ Analizar las familias que componen el mundo de la inteligencia artificial
- ♦ Compilar los principales *frameworks* de *Deep Learning*
- ♦ Definir las redes neuronales
- ♦ Presentar los métodos de aprendizaje de las redes neuronales
- ♦ Fundamentar las funciones de coste
- ♦ Establecer las funciones más importantes de activación
- ♦ Examinar técnicas de regularización y normalización
- ♦ Desarrollar métodos de optimización
- ♦ Presentar los métodos de inicialización

### Módulo 4. La Robótica en la Automatización de Procesos Industriales

- ♦ Analizar el uso, aplicaciones y limitaciones de las redes de comunicación industriales
- ♦ Establecer los estándares de seguridad de máquina para el correcto diseño
- ♦ Desarrollar técnicas de programación limpia y eficiente en PLCs
- ♦ Proponer nuevas formas de organizar las operaciones mediante máquinas de estado
- ♦ Demostrar la implementación de paradigmas de control en aplicaciones reales de PLCs
- ♦ Fundamentar el diseño de instalaciones neumáticas e hidráulicas en la automatización
- ♦ Identificar los principales sensores y actuadores en robótica y automática

### Módulo 5. Sistemas de Control Automático en Robótica

- ♦ Generar conocimiento especializado para el diseño de controladores no lineales
- ♦ Analizar y estudiar los problemas de control
- ♦ Dominar los modelos de control
- ♦ Diseñar controladores no lineales para sistemas robóticos
- ♦ Implementar controladores y evaluarlos en un simulador
- ♦ Determinar las distintas arquitecturas de control existentes
- ♦ Examinar los fundamentos del control por visión
- ♦ Desarrollar las técnicas de control más avanzadas como el control predictivo o control basado en aprendizaje automático

### Módulo 6. Algoritmos de Planificación de Robots

- ♦ Establecer los diferentes tipos de algoritmos de planificación
- ♦ Analizar la complejidad de planificación de movimientos en robótica
- ♦ Desarrollar técnicas para la modelización del entorno
- ♦ Examinar los pros y contras de las diferentes técnicas de planificación
- ♦ Analizar los algoritmos centralizados y distribuidos para la coordinación de robots
- ♦ Identificar los distintos elementos en la teoría de decisión
- ♦ Proponer algoritmos de aprendizaje para resolver problemas de decisión

### Módulo 7. Visión artificial

- ♦ Establecer cómo funciona el sistema de visión humano y cómo se digitaliza una imagen
- ♦ Analizar la evolución de la visión artificial
- ♦ Evaluar las técnicas de adquisición de imagen
- ♦ Generar conocimiento especializado sobre los sistemas de iluminación como factor importante a la hora de procesar una imagen
- ♦ Concretar qué sistemas ópticos existen y evaluar su uso
- ♦ Examinar los sistemas de visión 3D y cómo gracias a estos sistemas damos profundidad a las imágenes
- ♦ Desarrollar los diferentes sistemas existentes fuera del campo visible por el ojo humano

### Módulo 8. Aplicaciones y estado del arte

- ♦ Analizar el uso de la visión artificial en aplicaciones industriales
- ♦ Determinar cómo se aplica la visión en la revolución de los vehículos autónomos
- ♦ Analizar imágenes en el análisis de contenidos
- ♦ Desarrollar algoritmos de *Deep Learning* para el análisis médico y de *Machine Learning* para la asistencia en el quirófano
- ♦ Analizar el uso de la visión en aplicaciones comerciales
- ♦ Determinar cómo los robots tienen ojos gracias a la visión artificial y cómo se aplica en los viajes espaciales
- ♦ Establecer qué es realidad aumentada y campos de uso
- ♦ Analizar la revolución del Cloud Computing
- ♦ Presentar el Estado del Arte y qué nos deparan los próximos años

### Módulo 9. Técnicas de Visión Artificial en Robótica: Procesamiento y Análisis de Imágenes

- ♦ Analizar y entender la importancia de los sistemas de visión en la robótica
- ♦ Establecer las características de los distintos sensores de percepción para escoger los más adecuados según la aplicación
- ♦ Determinar las técnicas que permiten extraer información a partir de datos de sensores
- ♦ Aplicar las herramientas de procesamiento de información visual
- ♦ Diseñar algoritmos de tratamiento digital de imágenes
- ♦ Analizar y predecir el efecto de cambios de parámetros en los resultados de los algoritmos
- ♦ Evaluar y validar los algoritmos desarrollados en función de los resultados

### Módulo 10. Sistemas de Percepción Visual de Robots con Aprendizaje Automático

- ♦ Dominar las técnicas de aprendizaje automático más usadas hoy en día tanto a nivel académico como industrial
- ♦ Profundizar en las arquitecturas de las redes neuronales para aplicarlas de forma efectiva en problemas reales
- ♦ Reusar redes neuronales existentes en aplicaciones nuevas usando *transfer learning*
- ♦ Identificar los nuevos campos de aplicación de redes neuronales generativas
- ♦ Analizar el uso de las técnicas de aprendizaje en otros campos de la robótica como la localización y el mapeo
- ♦ Desarrollar las tecnologías actuales en la nube para desarrollar tecnología basada en redes neuronales
- ♦ Examinar el despliegue de sistemas de visión por aprendizaje en sistemas reales y embebidos

### **Módulo 11. SLAM Visual. Localización de Robots y Mapeo Simultáneo mediante Técnicas de Visión Artificial**

- ◆ Concretar la estructura básica de un sistema de Localización y Mapeo Simultáneo (SLAM)
- ◆ Identificar los sensores básicos utilizados en la Localización y Mapeo Simultáneo (SLAM visual)
- ◆ Establecer los límites y capacidades del SLAM visual
- ◆ Compilar las nociones básicas de geometría proyectiva y epipolar para comprender los procesos de proyección de imágenes
- ◆ Identificar las principales tecnologías del SLAM visual: Filtrado Gaussiano, Optimización y detección de cierre de bucles
- ◆ Describir de forma detallada el funcionamiento de los principales algoritmos de SLAM visual
- ◆ Analizar cómo llevar a cabo el ajuste y parametrización de los algoritmos de SLAM

### **Módulo 12. Aplicación a la Robótica de las Tecnologías de Realidad Virtual y Aumentada**

- ◆ Determinar la diferencia entre los distintos tipos de realidades
- ◆ Analizar los estándares actuales para el modelado de elementos virtuales
- ◆ Examinar los periféricos más utilizados en entornos inmersivos
- ◆ Definir modelos geométricos de robots
- ◆ Evaluar los motores físicos para el modelado dinámico y cinemático de robots
- ◆ Desarrollar proyectos de Realidad Virtual y de Realidad Aumentada

### **Módulo 13. Sistemas de Comunicación e Interacción con Robots**

- ◆ Analizar las estrategias actuales de procesamiento de lenguaje natural: heurísticas, estocásticas, basadas en redes neuronales, aprendizaje basado en refuerzo
- ◆ Evaluar los beneficios y debilidades de desarrollar sistemas de interacción transversales, o enfocados a una situación particular
- ◆ Concretar los problemas ambientales que se deben solventar para conseguir una comunicación eficaz con el robot
- ◆ Establecer las herramientas necesarias para gestionar la interacción y discernir el tipo de iniciativa de diálogo que se debe perseguir
- ◆ Combinar estrategias de reconocimiento de patrones para inferir las intenciones del interlocutor y responder de la mejor manera a las mismas
- ◆ Determinar la expresividad óptima del robot atendiendo a su funcionalidad y entorno y aplicar técnicas de análisis emocional para adaptar su respuesta
- ◆ Proponer estrategias híbridas de interacción con el robot: vocal, táctil y visual

### **Módulo 14. Procesado digital de imágenes**

- ◆ Examinar las librerías de procesado digital de imágenes comerciales y de código libre
- ◆ Determinar qué es una imagen digital y evaluar las operaciones fundamentales para poder trabajar con ellas
- ◆ Presentar los filtros en imágenes
- ◆ Analizar la importancia y uso de los histogramas
- ◆ Presentar herramientas para modificar las imágenes píxel a píxel
- ◆ Proponer herramientas de segmentación de imagen
- ◆ Analizar las operaciones morfológicas y sus aplicaciones
- ◆ Determinar la metodología en calibración de imágenes
- ◆ Evaluar los métodos para segmentar imágenes con visión convencional

**Módulo 15. Procesado digital de imágenes avanzado**

- ♦ Examinar los filtros avanzados de procesado digital de imágenes
- ♦ Determinar las herramientas de análisis y extracción de contornos
- ♦ Analizar los algoritmos de búsqueda de objetos
- ♦ Demostrar cómo se trabaja con imágenes calibradas
- ♦ Analizar técnicas matemáticas para el análisis de geometrías
- ♦ Evaluar diferentes opciones en composición de imágenes
- ♦ Desarrollar interfaz de usuario

**Módulo 16. Procesado de imágenes 3D**

- ♦ Examinar una imagen 3D
- ♦ Analizar el software que se usa para el procesado de datos 3D
- ♦ Desarrollar el open3D
- ♦ Determinar los datos relevantes de una imagen 3D
- ♦ Demostrar las herramientas de visualización
- ♦ Establecer filtros para la eliminación de ruido
- ♦ Proponer herramientas de Cálculos Geométricos
- ♦ Analizar metodologías de detección de objetos
- ♦ Evaluar métodos de triangulación y reconstrucción de escenas

**Módulo 17. Redes convolucionales y clasificación de imágenes**

- ♦ Generar conocimiento especializado sobre las redes neuronales convolucionales
- ♦ Establecer las métricas de evaluación
- ♦ Analizar el funcionamiento de las CNN para la clasificación de imágenes
- ♦ Evaluar el Data Augmentation
- ♦ Proponer técnicas para evitar el Overfitting
- ♦ Examinar las diferentes arquitecturas
- ♦ Compilar los métodos de inferencia

**Módulo 18. Detección de objetos**

- ♦ Analizar cómo funcionan las redes de detección de objetos
- ♦ Examinar los métodos tradicionales
- ♦ Determinar las métricas de evaluación
- ♦ Identificar los principales datasets utilizados en el mercado
- ♦ Proponer arquitecturas del tipo Two Stage Object Detector
- ♦ Analizar Métodos de Fine Tunning
- ♦ Examinar diferentes arquitecturas tipo Single Shoot
- ♦ Establecer algoritmos de seguimiento de objetos
- ♦ Aplicar detección y seguimiento de personas

### Módulo 19. Segmentación de imágenes con *deep learning*

- ◆ Analizar cómo funcionan las redes de segmentación semántica
- ◆ Evaluar los métodos tradicionales
- ◆ Examinar las métricas de evaluación y las diferentes arquitecturas
- ◆ Examinar los dominios del video y puntos de nubes
- ◆ Aplicar los conceptos teóricos mediante distintos ejemplos

### Módulo 20. Segmentación de Imágenes Avanzada y Técnicas Avanzadas de Visión por Computador

- ◆ Generar conocimiento especializado sobre el Manejo herramientas
- ◆ Examinar la Segmentación semántica en la medicina
- ◆ Identificar la estructura de un proyecto de segmentación
- ◆ Analizar los Autocodificadores
- ◆ Desarrollar las Redes Generativas Adversariales





“

*Prepárate para enfrentar los desafíos de la robótica del futuro y contribuir al avance de la tecnología en diversos sectores”*

# 03

# Competencias

A lo largo del Grand Master de Formación Permanente en Robótica y Visión Artificial, los estudiantes desarrollarán una amplia gama de competencias que les permitirán destacar en el campo de la robótica. Adquirirán habilidades esenciales en programación de robots, sistemas embebidos, navegación y localización, así como en la implementación de algoritmos de aprendizaje automático. Además, aprenderán a abordar problemas complejos en el diseño y control de sistemas robóticos, afrontando los desafíos éticos y de seguridad en la creación de soluciones innovadoras y efectivas en distintos sectores de la industria.



“

*Profundiza en algoritmos de aprendizaje automático para mejorar la autonomía y capacidad de toma de decisiones de los robots”*



## Competencias generales

- ◆ Dominar las herramientas de virtualización más utilizadas en la actualidad
- ◆ Diseñar entornos robóticos virtuales
- ◆ Examinar las técnicas y algoritmos que subyacen a cualquier algoritmo de Inteligencia Artificial
- ◆ Diseñar, desarrollar, implementar y validar sistemas de percepción para robótica
- ◆ Desarrollar los sistemas que están cambiando el mundo de la visión y sus funcionalidades
- ◆ Dominar las técnicas de adquisición para obtener la imagen óptima
- ◆ Desarrollar herramientas que combinen diferentes técnicas de visión por computador
- ◆ Establecer reglas de análisis de problemas

“

*Analiza técnicas de navegación y localización para garantizar un movimiento fluido y seguro de los robots en entornos dinámicos”*





## Competencias específicas

---

- ◆ Identificar sistemas de interacción multimodal y su integración con el resto de componentes del robot
- ◆ Implantar proyectos propios de realidad virtual y aumentada
- ◆ Proponer aplicaciones en sistemas reales
- ◆ Examinar, analizar y desarrollar los métodos existentes para la planificación de caminos por parte de un robot móvil y un manipulador
- ◆ Analizar y definir estrategias de puesta en marcha y mantenimiento de sistemas de percepción
- ◆ Determinar estrategias de integración de un sistema de diálogo como parte del comportamiento básico del robot
- ◆ Analizar las habilidades de programación y configuración de dispositivos
- ◆ Examinar las estrategias de control utilizadas en los distintos sistemas robóticos
- ◆ Determinar cómo se conforma una imagen 3D y las características de ésta
- ◆ Establecer métodos para el tratamiento de las imágenes 3D
- ◆ Conocer las matemáticas detrás de las redes neuronales
- ◆ Proponer métodos de inferencia
- ◆ Generar conocimiento especializado sobre las redes neuronales de detección de objetos y sus métricas
- ◆ Identificar las diferentes arquitecturas
- ◆ Examinar los algoritmos de seguimiento y sus métricas
- ◆ Identificar las arquitecturas más comunes
- ◆ Aplicar correcta función de coste para entrenamiento
- ◆ Analizar las fuentes de datos (datasets) públicos
- ◆ Examinar diferentes herramientas de etiquetado
- ◆ Desarrollar las fases principales de un proyecto basado en segmentación
- ◆ Examinar los algoritmos de filtrado, morfología, modificación de píxel, entre otros
- ◆ Generar conocimiento especializado sobre *Deep Learning* y analizar por qué ahora
- ◆ Desarrollar las redes neuronales convolucionales

# 04

## Dirección del curso

El Grand Master de Formación Permanente en Robótica y Visión Artificial cuenta con un profesorado altamente cualificado, compuesto por expertos en robótica, informática e ingeniería, todos ellos con una destacada trayectoria en el ámbito académico y profesional. Además, tienen experiencia en la investigación y desarrollo de soluciones robóticas innovadoras, pues han trabajado en proyectos de gran envergadura en diversas industrias. Esto le aporta a todo el contenido un enfoque práctico distintivo, extraído de la propia experiencia del cuadro docente.



“

*Impulsa tu carrera con una titulación de calidad,  
respaldada por profesionales comprometidos y  
destacados en el ámbito robótico”*

## Dirección



### Dr. Ramón Fabresse, Felipe

- ♦ Ingeniero de Software Sénior en Acurable
- ♦ Ingeniero de Software en NLP en Intel Corporation
- ♦ Ingeniero de Software en CATEC en Indisys
- ♦ Investigador en Robótica Aérea en la Universidad de Sevilla
- ♦ Doctorado Cum Laude en Robótica, Sistemas Autónomos y Telerobótica por la Universidad de Sevilla
- ♦ Licenciado en Ingeniería Informática Superior por la Universidad de Sevilla
- ♦ Máster en Robótica, Automática y Telemática por la Universidad de Sevilla



### D. Redondo Cabanillas, Sergio

- ♦ Especialista en Investigación y Desarrollo en Visión Artificial en BCN Vision
- ♦ Jefe de Equipo de Desarrollo y *Backoffice* en BCN Vision
- ♦ Director de Proyectos y Desarrollo de Soluciones de Visión Artificial
- ♦ Técnico de Sonido en Media Arts Studio
- ♦ Ingeniería Técnica en Telecomunicaciones con Especialidad en Imagen y Sonido por la Universidad Politécnica de Catalunya
- ♦ Graduado en Inteligencia Artificial aplicada a la Industria por la Universidad Autónoma de Barcelona
- ♦ Ciclo formativo de Grado Superior en Sonido por CP Villar



## Profesores

### Dr. Íñigo Blasco, Pablo

- ◆ Ingeniero de Software en PlainConcepts
- ◆ Fundador de Intelligent Behavior Robots
- ◆ Ingeniero de Robótica en el Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales CATEC
- ◆ Desarrollador y consultor en Syderis
- ◆ Doctorado en Ingeniería Informática Industrial en la Universidad de Sevilla
- ◆ Licenciado en Ingeniería Informática en la Universidad de Sevilla
- ◆ Máster en Ingeniería y Tecnología del Software

### D. Campos Ortiz, Roberto

- ◆ Ingeniero de Software. Quasar Scence Resources
- ◆ Ingeniero de Software en la Agencia Espacial Europea (ESA-ESAC) para la misión Solar Orbiter
- ◆ Creador de contenidos y experto en Inteligencia Artificial en el curso: "Inteligencia Artificial: la tecnología del presente-futuro" para la Junta de Andalucía. Grupo Euroformac
- ◆ Científico en Computación Cuántica. Zapata Computing Inc
- ◆ Graduado en Ingeniería Informática en la Universidad Carlos III
- ◆ Máster en Ciencia y Tecnología Informática en la Universidad Carlos III

### D. Rosado Junquera, Pablo J.

- ◆ Ingeniero Especialista en Robótica y Automatización
- ◆ Ingeniero de Automatización y Control de I+D en Becton Dickinson & Company
- ◆ Ingeniero de Sistemas de Control Logístico de Amazon en Dematic
- ◆ Ingeniero de Automatización y Control en Aries Ingeniería y Sistemas
- ◆ Graduado en Ingeniería Energética y de Materiales en la Universidad Rey Juan Carlos
- ◆ Máster en Robótica y Automización en la Universidad Politécnica de Madrid
- ◆ Máster en Ingeniería en Industrial en la Universidad de Alcalá

### Dr. Jiménez Cano, Antonio Enrique

- ◆ Ingeniero en Aeronautical Data Fusion Engineer
- ◆ Investigador en Proyectos Europeos (ARCAS, AEROARMS y AEROBI) en la Universidad de Sevilla
- ◆ Investigador en Sistemas de Navegación en CNRS-LAAS
- ◆ Desarrollador del sistema LAAS MBZIRC2020
- ◆ Grupo de Robótica, Visión y Control (GRVC) de la Universidad de Sevilla
- ◆ Doctor en Automática, Electrónica y Telecomunicaciones en la Universidad de Sevilla
- ◆ Graduado en Ingeniería Automática y Electrónica Industrial en la Universidad de Sevilla
- ◆ Graduado en Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas en la Universidad de Sevilla

**Dr. Alejo Teissière, David**

- ◆ Ingeniero de Telecomunicaciones con especialidad en Robótica
- ◆ Investigador Posdoctoral en los Proyectos Europeos SIAR y Nix ATEX en la Universidad Pablo de Olavide
- ◆ Desarrollador de Sistemas en Aertec
- ◆ Doctor en Automática, Robótica y Telemática en la Universidad de Sevilla
- ◆ Graduado en Ingeniería superior de Telecomunicación de la Universidad de Sevilla
- ◆ Máster en Automática, Robótica y Telemática de la Universidad de Sevilla

**Dr. Pérez Grau, Francisco Javier**

- ◆ Responsable de la Unidad de Percepción y Software en CATEC
- ◆ R&D Project Manager en CATEC
- ◆ R&D Project Engineer en CATEC
- ◆ Profesor asociado en la Universidad de Cádiz
- ◆ Profesor asociado de la Universidad Internacional de Andalucía
- ◆ Investigador en el grupo de Robótica y Percepción de la Universidad de Zúrich
- ◆ Investigador en el Centro Australiano de Robótica de Campo de la Universidad de Sídney
- ◆ Doctor en Robótica y Sistemas Autónomos por la Universidad de Sevilla
- ◆ Graduado en Ingeniería de Telecomunicaciones e Ingeniería de Redes y Computadores por la Universidad de Sevilla





#### **D. Gutiérrez Olabarría, José Ángel**

- ◆ Dirección de Proyectos, Análisis y Diseño de Software y Programación en C de Aplicaciones de Control de Calidad e Informática Industrial
- ◆ Ingeniero especialista en Visión Artificial y Sensores
- ◆ Responsable de Mercado del Sector Siderometalúrgico, desempeñando funciones de Contacto con el Cliente, Contratación, Planes de Mercado y Cuentas Estratégicas
- ◆ Ingeniero Informático por la Universidad de Deusto
- ◆ Máster en Robótica y Automatización por ETSII/IT de Bilbao
- ◆ Diploma de Estudios Avanzados en Programa de Doctorado de Automática y Electrónica por ETSII/IT de Bilbao

#### **Dr. Caballero Benítez, Fernando**

- ◆ Investigador en el proyecto europeo COMETS, AWARE, ARCAS y SIAR
- ◆ Licenciado en Ingeniería de Telecomunicaciones en la Universidad de Sevilla
- ◆ Doctorado en Ingeniería de Telecomunicaciones en la Universidad de Sevilla
- ◆ Profesor Titular del Área de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Sevilla
- ◆ Editor asociado de la revista Robotics and Automation Letters

#### Dr. Lucas Cuesta, Juan Manuel

- ◆ Ingeniero Senior de Software y Analista en Indizen – Believe in Talent
- ◆ Ingeniero Senior de Software y Analista en Krell Consulting e IMAGINA Artificial Intelligence
- ◆ Ingeniero de Software en Intel Corporation
- ◆ Ingeniero de Software en Intelligent Dialogue Systems
- ◆ Doctor en Ingeniería Electrónica de Sistemas para Entornos Inteligentes por la Universidad Politécnica de Madrid
- ◆ Graduado en Ingeniería de Telecomunicaciones en la Universidad Politécnica de Madrid
- ◆ Máster en Ingeniería Electrónica de Sistemas para Entornos Inteligentes en la Universidad Politécnica de Madrid

#### D. Enrich Llopart, Jordi

- ◆ Director Tecnológico de Bcvision - Visión artificial
- ◆ Ingeniero de proyectos y aplicaciones. Bcvision - Visión artificial
- ◆ Ingeniero de proyectos y aplicaciones. PICVISA Machine Vision
- ◆ Graduado en Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones. Especialidad en Imagen y Sonido por la Universidad Escuela de Ingeniería de Terrassa (EET) / Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
- ◆ MPM – Master in Project Management. Universidad La Salle – Universitat Ramon Llull

#### Dña. Riera i Marín, Meritxell

- ◆ Desarrolladora de Sistemas Deep Learning en Sycal Medical
- ◆ Investigadora en Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Francia
- ◆ Ingeniera de Software en Zhilabs
- ◆ IT Technician, Mobile World Congress
- ◆ Ingeniera de Software en Avanade
- ◆ Ingeniería de Telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Cataluña
- ◆ *Máster of Science: Spécialité Signal, Image, Systèmes Embarqués, Automatique* (SISEA) por IMT Atlantique, Francia
- ◆ Máster en Ingeniería de Telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Cataluña

#### D. González González, Diego Pedro

- ◆ Arquitecto de software para sistemas basados en Inteligencia Artificial
- ◆ Desarrollador de aplicaciones de *deep learning* y *machine learning*
- ◆ Arquitecto de software para sistemas embebidos para aplicaciones ferroviarias de seguridad
- ◆ Desarrollador de drivers para Linux
- ◆ Ingeniero de sistemas para equipos de vía ferroviaria
- ◆ Ingeniero de Sistemas embebidos
- ◆ Ingeniero en *Deep Learning*
- ◆ Máster oficial en Inteligencia Artificial por la Universidad Internacional de la Rioja
- ◆ Ingeniero Industrial Superior por la Universidad Miguel Hernández

**Dña. García Moll, Clara**

- ◆ Ingeniera en Computación Visual Junior en LabLENI
- ◆ Ingeniera de Visión por Computadora. Satellogic
- ◆ Desarrolladora Full Stack. Grupo Catfons
- ◆ Ingeniería de Sistemas Audiovisuales. Universitat Pompeu Fabra (Barcelona)
- ◆ Máster en Visión por Computadora. Universidad Autónoma de Barcelona

**D. Olivo García, Alejandro**

- ◆ Vision Application Engineer en Bcnvision
- ◆ Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena
- ◆ Máster en Ingeniería Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena
- ◆ Beca Cátedra de Investigación por la empresa MTorres
- ◆ Programación en C# .NET en Aplicaciones de Visión Artificial

**D. Bigata Casademunt, Antoni**

- ◆ Ingeniero de Percepción en el Centro de Visión por Computadora (CVC)
- ◆ Ingeniero de Machine Learning en Visium SA, Suiza
- ◆ Licenciado en Microtecnología por la Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL)
- ◆ Máster en Robótica por la Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL)

**D. Solé Gómez, Àlex**

- ◆ Investigador en Vicomtech en el Departamento de Intelligent Security Video Analytics
- ◆ MSc en *Telecommunications Engineering*, mención en Sistemas Audiovisuales, por la Universidad Politécnica de Cataluña
- ◆ BSc en *Telecommunications Technologies and Services Engineering*, mención en Sistemas Audiovisuales, por la Universidad Politécnica de Cataluña

**D. Higón Martínez, Felipe**

- ◆ Ingeniero en Electrónica, Telecomunicaciones e Informática
- ◆ Ingeniero de Validación y Prototipos
- ◆ Ingeniero de Aplicaciones
- ◆ Ingeniero de Soporte
- ◆ Máster en Inteligencia Artificial Avanzada y Aplicada por IA3
- ◆ Ingeniero Técnico en Telecomunicaciones
- ◆ Licenciado en Ingeniería Electrónica por la Universidad de Valencia

**D. Delgado Gonzalo, Guillem**

- ◆ Investigador en Computer Vision e Inteligencia Artificial en Vicomtech
- ◆ Ingeniero de Computer Vision e Inteligencia Artificial en Gestoos
- ◆ Ingeniero Junior en Sogeti
- ◆ Graduado en Ingeniería de Sistemas Audiovisuales en la Universitat Politècnica de Catalunya
- ◆ MSc en Computer Vision en la Universitat Autònoma de Barcelona
- ◆ Graduado en Ciencias de la Computación en Aalto University
- ◆ Graduado en Sistemas Audiovisuales. UPC – ETSETB Telecom BCN

# 05

## Estructura y contenido

El Grand Master de Formación Permanente en Robótica y Visión Artificial está diseñado con una estructura y contenido que garantizan una capacitación integral y especializada en el campo. El programa se desarrolla a lo largo de varios módulos, comenzando con conceptos básicos y avanzando progresivamente hacia temáticas más complejas y específicas. Los alumnos tendrán la oportunidad de aprender sobre el diseño, programación y control de robots, así como sobre algoritmos de visión artificial y técnicas de aprendizaje automático.



“

*Potencia tu aprendizaje a través de un enfoque práctico y teórico, que te permitirá enfrentarte a retos reales en el mundo de la robótica”*

## Módulo 1. Robótica. Diseño y modelado de robots

- 1.1. Robótica e Industria 4.0
  - 1.1.1. Robótica e Industria 4.0
  - 1.1.2. Campos de aplicación y casos de uso
  - 1.1.3. Subáreas de especialización en Robótica
- 1.2. Arquitecturas hardware y software de robots
  - 1.2.1. Arquitecturas hardware y tiempo real
  - 1.2.2. Arquitecturas software de robots
  - 1.2.3. Modelos de comunicación y tecnologías Middleware
  - 1.2.4. Integración de Software con *Robot Operating System* (ROS)
- 1.3. Modelado matemático de robots
  - 1.3.1. Representación matemática de sólidos rígidos
  - 1.3.2. Rotaciones y traslaciones
  - 1.3.3. Representación jerárquica del estado
  - 1.3.4. Representación distribuida del estado en ROS (Librería TF)
- 1.4. Cinemática y dinámica de robots
  - 1.4.1. Cinemática
  - 1.4.2. Dinámica
  - 1.4.3. Robots subactuados
  - 1.4.4. Robots redundantes
- 1.5. Modelado de robots y simulación
  - 1.5.1. Tecnologías de modelado de robots
  - 1.5.2. Modelado de robots con URDF
  - 1.5.3. Simulación de robots
  - 1.5.4. Modelado con simulador Gazebo
- 1.6. Robots manipuladores
  - 1.6.1. Tipos de robots manipuladores
  - 1.6.2. Cinemática
  - 1.6.3. Dinámica
  - 1.6.4. Simulación

- 1.7. Robots móviles terrestres
  - 1.7.1. Tipos de robots móviles terrestres
  - 1.7.2. Cinemática
  - 1.7.3. Dinámica
  - 1.7.4. Simulación
- 1.8. Robots móviles aéreos
  - 1.8.1. Tipos de robots móviles aéreos
  - 1.8.2. Cinemática
  - 1.8.3. Dinámica
  - 1.8.4. Simulación
- 1.9. Robots móviles acuáticos
  - 1.9.1. Tipos de robots móviles acuáticos
  - 1.9.2. Cinemática
  - 1.9.3. Dinámica
  - 1.9.4. Simulación
- 1.10. Robots bioinspirados
  - 1.10.1. Humanoides
  - 1.10.2. Robots con cuatro o más piernas
  - 1.10.3. Robots modulares
  - 1.10.4. Robots con partes flexibles (*Soft-Robotics*)

## Módulo 2. Agentes inteligentes. Aplicación de la Inteligencia Artificial a robots y *Softbots*

- 2.1. Agentes Inteligentes e Inteligencia Artificial
  - 2.1.1. Robots Inteligentes. Inteligencia Artificial
  - 2.1.2. Agentes Inteligentes
    - 2.1.2.1. Agentes hardware. Robots
    - 2.1.2.2. Agentes software. *Softbots*
  - 2.1.3. Aplicaciones a la Robótica





- 2.2. Conexión Cerebro-Algoritmo
  - 2.2.1. Inspiración biológica de la Inteligencia Artificial
  - 2.2.2. Razonamiento implementado en algoritmos. Tipología
  - 2.2.3. Explicabilidad de los resultados en los algoritmos de Inteligencia Artificial
  - 2.2.4. Evolución de los algoritmos hasta *Deep Learning*
- 2.3. Algoritmos de búsqueda en el espacio de soluciones
  - 2.3.1. Elementos en la búsqueda en el espacio de soluciones
  - 2.3.2. Algoritmos de búsqueda de soluciones en problemas de Inteligencia Artificial
  - 2.3.3. Aplicaciones de algoritmos de búsqueda y optimización
  - 2.3.4. Algoritmos de búsqueda aplicados a Aprendizaje Automático
- 2.4. Aprendizaje Automático
  - 2.4.1. Aprendizaje automático
  - 2.4.2. Algoritmos de Aprendizaje Supervisado
  - 2.4.3. Algoritmos de Aprendizaje No Supervisado
  - 2.4.4. Algoritmos de Aprendizaje por Refuerzo
- 2.5. Aprendizaje Supervisado
  - 2.5.1. Métodos de Aprendizaje Supervisado
  - 2.5.2. Árboles de decisión para clasificación
  - 2.5.3. Máquinas de soporte de vectores
  - 2.5.4. Redes neuronales artificiales
  - 2.5.5. Aplicaciones del Aprendizaje Supervisado
- 2.6. Aprendizaje No supervisado
  - 2.6.1. Aprendizaje No Supervisado
  - 2.6.2. Redes de Kohonen
  - 2.6.3. Mapas autoorganizativos
  - 2.6.4. Algoritmo K-medias
- 2.7. Aprendizaje por Refuerzo
  - 2.7.1. Aprendizaje por Refuerzo
  - 2.7.2. Agentes basados en procesos de Markov
  - 2.7.3. Algoritmos de Aprendizaje por Refuerzo
  - 2.7.4. Aprendizaje por Refuerzo aplicado a Robótica

- 2.8. Inferencia probabilística
  - 2.8.1. Inferencia probabilística
  - 2.8.2. Tipos de inferencia y definición del método
  - 2.8.3. Inferencia bayesiana como caso de estudio
  - 2.8.4. Técnicas de inferencia no paramétricas
  - 2.8.5. Filtros Gaussianos
- 2.9. De la teoría a la práctica: desarrollando un agente inteligente robótico
  - 2.9.1. Inclusión de módulos de Aprendizaje Supervisado en un agente robótico
  - 2.9.2. Inclusión de módulos de Aprendizaje por Refuerzo en un agente robótico
  - 2.9.3. Arquitectura de un agente robótico controlado por Inteligencia Artificial
  - 2.9.4. Herramientas profesionales para la implementación del agente inteligente
  - 2.9.5. Fases de la implementación de algoritmos de IA en agentes robóticos

### Módulo 3. Deep Learning

- 3.1. Inteligencia artificial
  - 3.1.1. *Machine Learning*
  - 3.1.2. *Deep Learning*
  - 3.1.3. La explosión del *Deep Learning*. ¿Por qué ahora?
- 3.2. Redes neuronales
  - 3.2.1. La red neuronal
  - 3.2.2. Usos de las redes neuronales
  - 3.2.3. Regresión lineal y perceptrón
  - 3.2.4. *Forward Propagation*
  - 3.2.5. *Backpropagation*
  - 3.2.6. *Feature vectors*
- 3.3. *Loss Functions*
  - 3.3.1. *Loss Functions*
  - 3.3.2. Tipos de *Loss Functions*
  - 3.3.3. Elección de la *Loss Functions*
- 3.4. Funciones de activación
  - 3.4.1. Función de activación
  - 3.4.2. Funciones lineales
  - 3.4.3. Funciones no lineales
  - 3.4.4. *Output vs. Hidden Layer Activation Functions*
- 3.5. Regularización y normalización
  - 3.5.1. Regularización y normalización
  - 3.5.2. *Overfitting and Data Augmentation*
  - 3.5.3. *Regularization Methods: L1, L2 and Dropout*
  - 3.5.4. *Normalization Methods: Batch, Weight, Layer*
- 3.6. Optimización
  - 3.6.1. *Gradient Descent*
  - 3.6.2. *Stochastic Gradient Descent*
  - 3.6.3. *Mini Batch Gradient Descent*
  - 3.6.4. *Momentum*
  - 3.6.5. *Adam*
- 3.7. *Hyperparameter Tuning* y pesos
  - 3.7.1. Los hiperparámetros
  - 3.7.2. *Batch Size vs. Learning Rate vs. Step Decay*
  - 3.7.3. Pesos
- 3.8. Métricas de evaluación de una red neuronal
  - 3.8.1. *Accuracy*
  - 3.8.2. *Dice Coefficient*
  - 3.8.3. *Sensitivity vs. Specificity/Recall vs. Precision*
  - 3.8.4. *Curva ROC (AUC)*
  - 3.8.5. *F1-score*
  - 3.8.6. *Confusión Matrix*
  - 3.8.7. *Cross-Validation*

- 3.9. *Frameworks y Hardware*
  - 3.9.1. Tensor Flow
  - 3.9.2. Pytorch
  - 3.9.3. Caffe
  - 3.9.4. Keras
  - 3.9.5. Hardware para la fase de entrenamiento
- 3.10. Creación de una red neuronal–entrenamiento y validación
  - 3.10.1. Dataset
  - 3.10.2. Construcción de la red
  - 3.10.3. Entrenamiento
  - 3.10.4. Visualización de resultados

## Módulo 4. La Robótica en la automatización de procesos industriales

- 4.1. Diseño de sistemas automatizados
  - 4.1.1. Arquitecturas hardware
  - 4.1.2. Controladores lógicos programables
  - 4.1.3. Redes de comunicación industriales
- 4.2. Diseño eléctrico avanzado I: automatización
  - 4.2.1. Diseño de cuadros eléctricos y simbología
  - 4.2.2. Circuitos de potencia y de control. Armónicos
  - 4.2.3. Elementos de protección y puesta a tierra
- 4.3. Diseño eléctrico avanzado II: determinismo y seguridad
  - 4.3.1. Seguridad de máquina y redundancia
  - 4.3.2. Relés de seguridad y disparadores
  - 4.3.3. PLCs de seguridad
  - 4.3.4. Redes seguras
- 4.4. Actuación eléctrica
  - 4.4.1. Motores y servomotores
  - 4.4.2. Variadores de frecuencia y controladores
  - 4.4.3. Robótica industrial de actuación eléctrica
- 4.5. Actuación hidráulica y neumática
  - 4.5.1. Diseño hidráulico y simbología
  - 4.5.2. Diseño neumático y simbología
  - 4.5.3. Entornos ATEX en la automatización
- 4.6. Transductores en la Robótica y automatización
  - 4.6.1. Medida de la posición y velocidad
  - 4.6.2. Medida de la fuerza y temperatura
  - 4.6.3. Medida de la presencia
  - 4.6.4. Sensores para visión
- 4.7. Programación y configuración de controladores programables lógicos PLCs
  - 4.7.1. Programación PLC: LD
  - 4.7.2. Programación PLC: ST
  - 4.7.3. Programación PLC: FBD y CFC
  - 4.7.4. Programación PLC: SFC
- 4.8. Programación y configuración de equipos en plantas industriales
  - 4.8.1. Programación de variadores y controladores
  - 4.8.2. Programación de HMI
  - 4.8.3. Programación de robots manipuladores
- 4.9. Programación y configuración de equipos informáticos industriales
  - 4.9.1. Programación de sistemas de visión
  - 4.9.2. Programación de SCADA/software
  - 4.9.3. Configuración de redes
- 4.10. Implementación de automatismos
  - 4.10.1. Diseño de máquinas de estado
  - 4.10.2. Implementación de máquinas de estado en PLCs
  - 4.10.3. Implementación de sistemas de control analógico PID en PLCs
  - 4.10.4. Mantenimiento de automatismos e higiene de código
  - 4.10.5. Simulación de automatismos y plantas

## Módulo 5. Sistemas de control automático en Robótica

- 5.1. Análisis y diseño de sistemas no lineales
  - 5.1.1. Análisis y modelado de sistemas no lineales
  - 5.1.2. Control con realimentación
  - 5.1.3. Linealización por realimentación
- 5.2. Diseño de técnicas de control para sistemas no lineales avanzados
  - 5.2.1. Control en modo deslizante (*Sliding Mode control*)
  - 5.2.2. Control basado en Lyapunov y Backstepping
  - 5.2.3. Control basado en pasividad
- 5.3. Arquitecturas de control
  - 5.3.1. El paradigma de la Robótica
  - 5.3.2. Arquitecturas de control
  - 5.3.3. Aplicaciones y ejemplos de arquitecturas de control
- 5.4. Control de movimiento para brazos robóticos
  - 5.4.1. Modelado cinemático y dinámico
  - 5.4.2. Control en el espacio de las articulaciones
  - 5.4.3. Control en el espacio operacional
- 5.5. Control de fuerza en los actuadores
  - 5.5.1. Control de fuerza
  - 5.5.2. Control de impedancia
  - 5.5.3. Control híbrido
- 5.6. Robots móviles terrestres
  - 5.6.1. Ecuaciones de movimiento
  - 5.6.2. Técnicas de control en robots terrestres
  - 5.6.3. Manipuladores móviles
- 5.7. Robots móviles aéreos
  - 5.7.1. Ecuaciones de movimiento
  - 5.7.2. Técnicas de control en robots aéreos
  - 5.7.3. Manipulación aérea

- 5.8. Control basado en técnicas de Aprendizaje Automático
  - 5.8.1. Control mediante Aprendizaje Supervisado
  - 5.8.2. Control mediante aprendizaje reforzado
  - 5.8.3. Control mediante Aprendizaje No Supervisado
- 5.9. Control basado en visión
  - 5.9.1. *Visual Servoing* basado en posición
  - 5.9.2. *Visual Servoing* basado en imagen
  - 5.9.3. *Visual Servoing* híbrido
- 5.10. Control predictivo
  - 5.10.1. Modelos y estimación de estado
  - 5.10.2. MPC aplicado a Robots Móviles
  - 5.10.3. MPC aplicado a UAVs

## Módulo 6. Algoritmos de planificación en robots

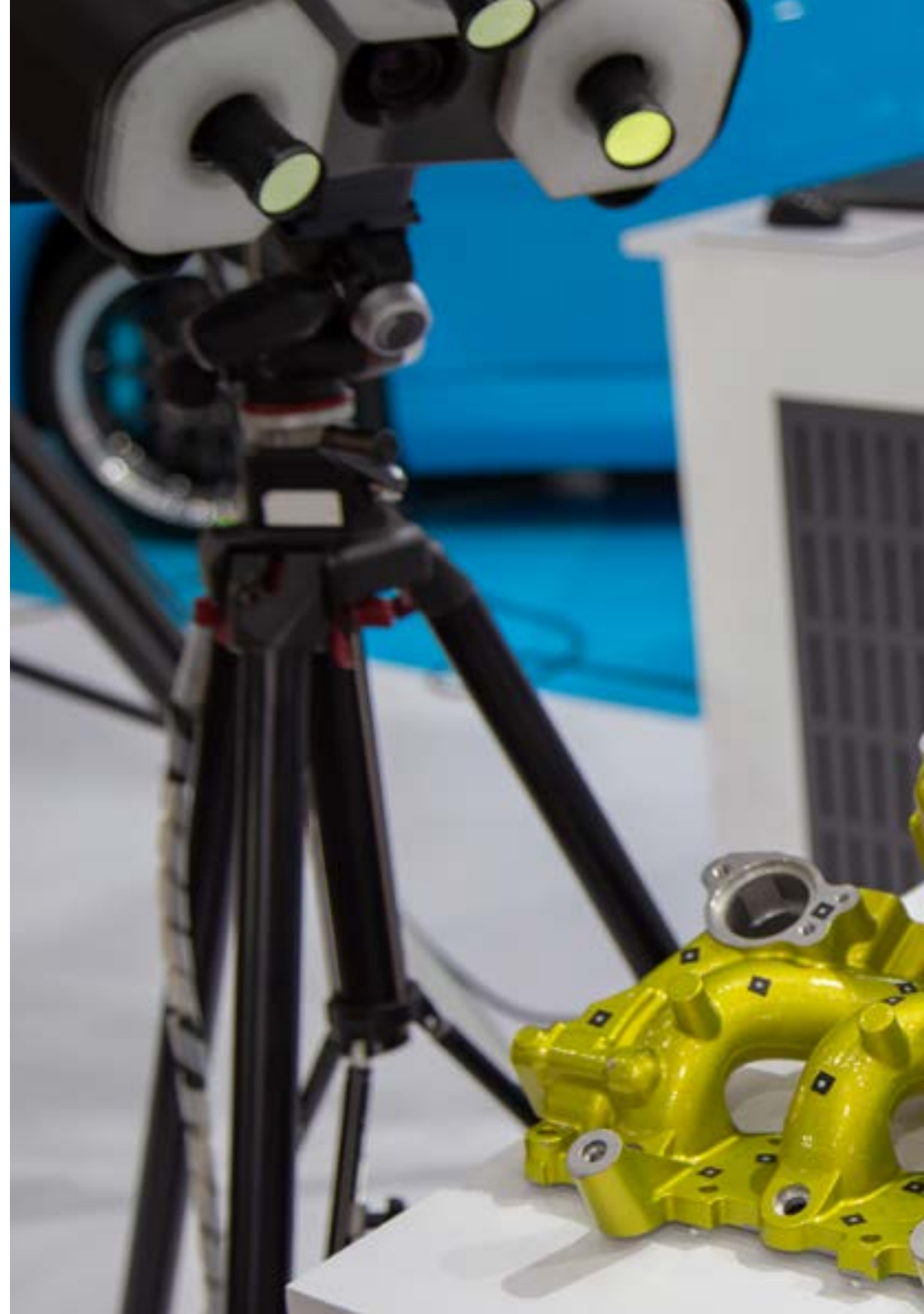
- 6.1. Algoritmos de planificación clásicos
  - 6.1.1. Planificación discreta: espacio de estados
  - 6.1.2. Problemas de planificación en Robótica. Modelos de sistemas robóticos
  - 6.1.3. Clasificación de planificadores
- 6.2. El problema de planificación de trayectorias en robots móviles
  - 6.2.1. Formas de representación del entorno: grafos
  - 6.2.2. Algoritmos de búsqueda en grafos
  - 6.2.3. Introducción de costes en los grafos
  - 6.2.4. Algoritmos de búsqueda en grafos pesados
  - 6.2.5. Algoritmos con enfoque de cualquier ángulo
- 6.3. Planificación en sistemas robóticos de alta dimensionalidad
  - 6.3.1. Problemas de Robótica de alta dimensionalidad: manipuladores
  - 6.3.2. Modelo cinemático directo/inverso
  - 6.3.3. Algoritmos de planificación por muestreo PRM y RRT
  - 6.3.4. Planificando ante restricciones dinámicas

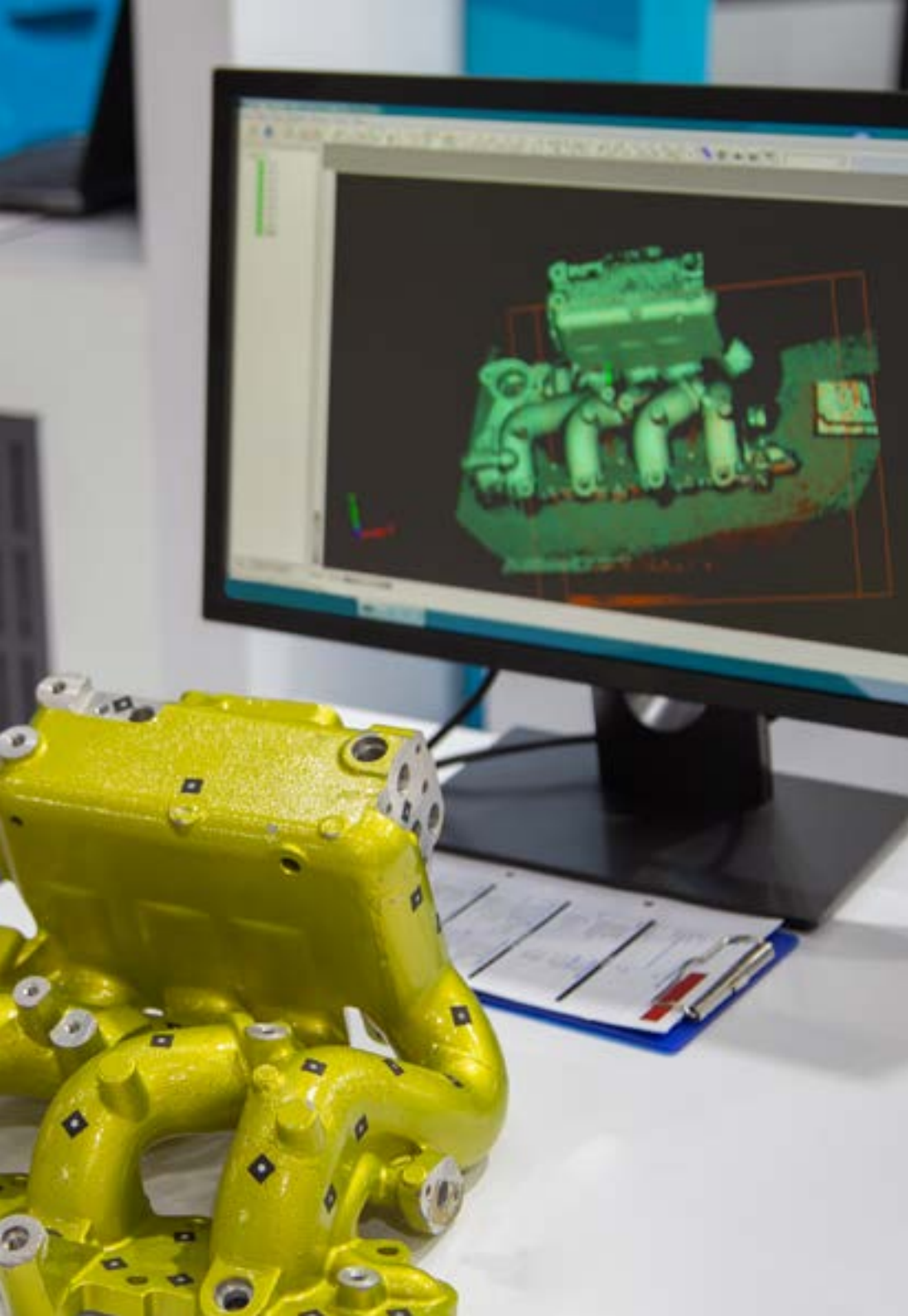
- 6.4. Planificación por muestreo óptimo
  - 6.4.1. Problemática de los planificadores basados en muestreo
  - 6.4.2. RRT\* concepto de optimalidad probabilística
  - 6.4.3. Paso de reconectado: restricciones dinámicas
  - 6.4.4. CForest. Paralelizando la planificación
- 6.5. Implementación real de un sistema de planificación de movimientos
  - 6.5.1. Problema de planificación global. Entornos dinámicos
  - 6.5.2. Ciclo de acción, sensorización. Adquisición de información del entorno
  - 6.5.3. Planificación local y global
- 6.6. Coordinación en sistemas multirobot I: sistema centralizado
  - 6.6.1. Problema de coordinación multirobot
  - 6.6.2. Detección y resolución de colisiones: modificación de trayectorias con Algoritmos Genéticos
  - 6.6.3. Otros algoritmos bio-inspirados: enjambre de partículas y fuegos de artificio
  - 6.6.4. Algoritmo de evitación de colisiones por elección de maniobra
- 6.7. Coordinación en sistemas multirobot II: enfoques distribuidos I
  - 6.7.1. Uso de funciones de objetivo complejas
  - 6.7.2. Frente de Pareto
  - 6.7.3. Algoritmos evolutivos multiobjetivo
- 6.8. Coordinación en sistemas multirobot III: enfoques distribuidos II
  - 6.8.1. Sistemas de planificación de orden 1
  - 6.8.2. Algoritmo ORCA
  - 6.8.3. Añadido de restricciones cinemáticas y dinámicas en ORCA
- 6.9. Teoría de planificación por Decisión
  - 6.9.1. Teoría de decisión
  - 6.9.2. Sistemas de decisión secuencial
  - 6.9.3. Sensores y espacios de información
  - 6.9.4. Planificación ante incertidumbre en sensorización y en actuación
- 6.10. Sistemas de planificación de aprendizaje por refuerzo
  - 6.10.1. Obtención de la recompensa esperada de un sistema
  - 6.10.2. Técnicas de aprendizaje por recompensa media
  - 6.10.3. Aprendizaje por refuerzo inverso

## Módulo 7. Visión artificial

- 7.1. Percepción humana
  - 7.1.1. Sistema visual humano
  - 7.1.2. El color
  - 7.1.3. Frecuencias visibles y no visibles
- 7.2. Crónica de la Visión Artificial
  - 7.2.1. Principios
  - 7.2.2. Evolución
  - 7.2.3. La importancia de la visión artificial
- 7.3. Composición de imágenes digitales
  - 7.3.1. La imagen digital
  - 7.3.2. Tipos de imágenes
  - 7.3.3. Espacios de color
  - 7.3.4. RGB
  - 7.3.5. HSV y HSL
  - 7.3.6. CMY-CMYK
  - 7.3.7. YCbCr
  - 7.3.8. Imagen indexada
- 7.4. Sistemas de captación de imágenes
  - 7.4.1. Funcionamiento de una cámara digital
  - 7.4.2. La correcta exposición para cada situación
  - 7.4.3. Profundidad de campo
  - 7.4.4. Resolución
  - 7.4.5. Formatos de imagen
  - 7.4.6. Modo HDR
  - 7.4.7. Cámaras de alta resolución
  - 7.4.8. Cámaras de alta velocidad

- 7.5. Sistemas ópticos
  - 7.5.1. Principios ópticos
  - 7.5.2. Objetivos convencionales
  - 7.5.3. Objetivos telecéntricos
  - 7.5.4. Tipos de autoenfoque
  - 7.5.5. Distancia focal
  - 7.5.6. Profundidad de campo
  - 7.5.7. Distorsión óptica
  - 7.5.8. Calibración de una imagen
- 7.6. Sistemas de iluminación
  - 7.6.1. Importancia de la iluminación
  - 7.6.2. Respuesta frecuencial
  - 7.6.3. Iluminación led
  - 7.6.4. Iluminación en exteriores
  - 7.6.5. Tipos de iluminaciones para aplicaciones industriales. Efectos
- 7.7. Sistemas captación 3D
  - 7.7.1. Estéreo visión
  - 7.7.2. Triangulación
  - 7.7.3. Luz estructurada
  - 7.7.4. *Time of Flight*
  - 7.7.5. *Lidar*
- 7.8. Multiespectro
  - 7.8.1. Cámaras multiespectrales
  - 7.8.2. Cámaras hiperespectrales
- 7.9. Espectro cercano no visible
  - 7.9.1. Cámaras IR
  - 7.9.2. Cámaras UV
  - 7.9.3. Convertir de no visible a visible gracias a la iluminación
- 7.10. Otras bandas del espectro
  - 7.10.1. Rayos X
  - 7.10.2. Teraherzios





## Módulo 8. Aplicaciones y estado del arte

- 8.1. Aplicaciones industriales
  - 8.1.1. Librerías de visión industrial
  - 8.1.2. Cámaras compactas
  - 8.1.3. Sistemas basados en PC
  - 8.1.4. Robótica industrial
  - 8.1.5. *Pick and place* 2D
  - 8.1.6. *Bin picking*
  - 8.1.7. Control de calidad
  - 8.1.8. Presencia ausencia de componentes
  - 8.1.9. Control dimensional
  - 8.1.10. Control etiquetaje
  - 8.1.11. Trazabilidad
- 8.2. Vehículos autónomos
  - 8.2.1. Asistencia al conductor
  - 8.2.2. Conducción autónoma
- 8.3. Visión artificial para análisis de contenidos
  - 8.3.1. Filtro por contenido
  - 8.3.2. Moderación de contenido visual
  - 8.3.3. Sistemas de seguimiento
  - 8.3.4. Identificación de marcas y logos
  - 8.3.5. Etiquetación y clasificación de videos
  - 8.3.6. Detección de cambios de escena
  - 8.3.7. Extracción de textos o créditos
- 8.4. Aplicaciones médicas
  - 8.4.1. Detección y localización de enfermedades
  - 8.4.2. Cáncer y análisis de radiografías
  - 8.4.3. Avances en visión artificial dado el Covid-19
  - 8.4.4. Asistencia en el quirófano

- 8.5. Aplicaciones espaciales
  - 8.5.1. Análisis de imagen por satélite
  - 8.5.2. Visión artificial para el estudio del espacio
  - 8.5.3. Misión a Marte
- 8.6. Aplicaciones comerciales
  - 8.6.1. *Control stock*
  - 8.6.2. Videovigilancia, seguridad en casa
  - 8.6.3. Cámaras aparcamiento
  - 8.6.4. Cámaras control población
  - 8.6.5. Cámaras velocidad
- 8.7. Visión aplicada a la robótica
  - 8.7.1. Drones
  - 8.7.2. AGV
  - 8.7.3. Visión en robots colaborativos
  - 8.7.4. Los ojos de los robots
- 8.8. Realidad aumentada
  - 8.8.1. Funcionamiento
  - 8.8.2. Dispositivos
  - 8.8.3. Aplicaciones en la industria
  - 8.8.4. Aplicaciones comerciales
- 8.9. *Cloud computing*
  - 8.9.1. Plataformas de *Cloud Computing*
  - 8.9.2. Del *Cloud Computing* a la producción
- 8.10. Investigación y estado del arte
  - 8.10.1. La comunidad científica
  - 8.10.2. ¿Qué se está cocinando?
  - 8.10.3. El futuro de la visión artificial

## Módulo 9. Técnicas de Visión Artificial en Robótica: procesamiento y análisis de imágenes

- 9.1. La Visión por Computador
  - 9.1.1. La Visión por Computador
  - 9.1.2. Elementos de un sistema de Visión por Computador
  - 9.1.3. Herramientas matemáticas
- 9.2. Sensores ópticos para la Robótica
  - 9.2.1. Sensores ópticos pasivos
  - 9.2.2. Sensores ópticos activos
  - 9.2.3. Sensores no ópticos
- 9.3. Adquisición de imágenes
  - 9.3.1. Representación de imágenes
  - 9.3.2. Espacio de colores
  - 9.3.3. Proceso de digitalización
- 9.4. Geometría de las imágenes
  - 9.4.1. Modelos de lentes
  - 9.4.2. Modelos de cámaras
  - 9.4.3. Calibración de cámaras
- 9.5. Herramientas matemáticas
  - 9.5.1. Histograma de una imagen
  - 9.5.2. Convolución
  - 9.5.3. Transformada de Fourier
- 9.6. Preprocesamiento de imágenes
  - 9.6.1. Análisis de ruido
  - 9.6.2. Suavizado de imágenes
  - 9.6.3. Realce de imágenes

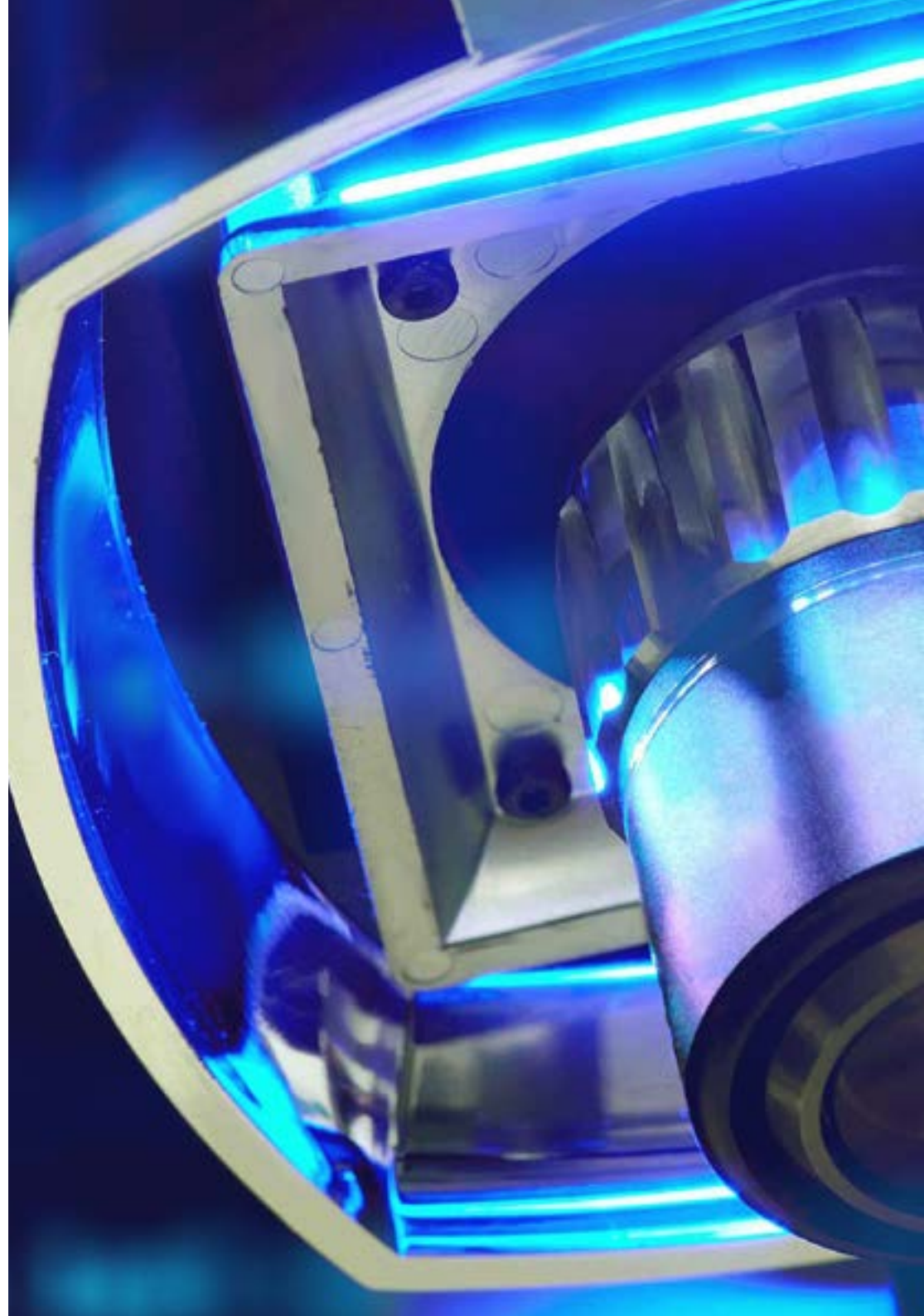


- 9.7. Segmentación de imágenes
    - 9.7.1. Técnicas basadas en contornos
    - 9.7.2. Técnicas basadas en histograma
    - 9.7.3. Operaciones morfológicas
  - 9.8. Detección de características en la imagen
    - 9.8.1. Detección de puntos de interés
    - 9.8.2. Descriptores de características
    - 9.8.3. Correspondencias entre características
  - 9.9. Sistemas de visión 3D
    - 9.9.1. Percepción 3D
    - 9.9.2. Correspondencia de características entre imágenes
    - 9.9.3. Geometría de múltiples vistas
  - 9.10. Localización basada en Visión Artificial
    - 9.10.1. El problema de la localización de robots
    - 9.10.2. Odometría visual
    - 9.10.3. Fusión sensorial
- Módulo 10. Sistemas de percepción visual de robots con aprendizaje automático**
- 10.1. Métodos de Aprendizaje No Supervisados aplicados a la Visión Artificial
    - 10.1.1. *Clustering*
    - 10.1.2. *PCA*
    - 10.1.3. *Nearest Neighbors*
    - 10.1.4. *Similarity and matrix decomposition*
  - 10.2. Métodos de Aprendizaje Supervisados aplicados a la Visión Artificial
    - 10.2.1. Concepto "*Bag of words*"
    - 10.2.2. Máquina de soporte de vectores
    - 10.2.3. *Latent Dirichlet Allocation*
    - 10.2.4. Redes neuronales
  - 10.3. Redes Neuronales Profundas: estructuras, *Backbones* y *Transfer Learning*
    - 10.3.1. Capas generadoras de *Features*
      - 10.3.1.1. VGG
      - 10.3.1.2. Densenet
      - 10.3.1.3. ResNet
      - 10.3.1.4. Inception
      - 10.3.1.5. GoogLeNet
    - 10.3.2. *Transfer Learning*
    - 10.3.3. Los datos. Preparación para el entrenamiento
  - 10.4. Visión Artificial con Aprendizaje Profundo I: detección y segmentación
    - 10.4.1. YOLO y SSD diferencias y similitudes
    - 10.4.2. Unet
    - 10.4.3. Otras estructuras
  - 10.5. Visión Artificial con aprendizaje profundo II: *Generative Adversarial Networks*
    - 10.5.1. Superresolución de imágenes usando GAN
    - 10.5.2. Creación de Imágenes realistas
    - 10.5.3. *Scene understanding*
  - 10.6. Técnicas de aprendizaje para la localización y mapeo en la Robótica Móvil
    - 10.6.1. Detección de cierre de bucle y relocalización
    - 10.6.2. *Magic Leap. Super Point* y *Super Glue*
    - 10.6.3. *Depth from Monocular*
  - 10.7. Inferencia bayesiana y modelado 3D
    - 10.7.1. Modelos bayesianos y aprendizaje "clásico"
    - 10.7.2. Superficies implícitas con procesos gaussianos (GPIS)
    - 10.7.3. Segmentación 3D usando GPIS
    - 10.7.4. Redes neuronales para el modelado de superficies 3D
  - 10.8. Aplicaciones *End-to-End* de las Redes Neuronales Profundas
    - 10.8.1. Sistema *end-to-end*. Ejemplo de identificación de personas
    - 10.8.2. Manipulación de objetos con sensores visuales
    - 10.8.3. Generación de movimientos y planificación con sensores visuales

- 10.9. Tecnologías en la nube para acelerar el desarrollo de algoritmos de *Deep Learning*
  - 10.9.1. Uso de GPU para el *Deep Learning*
  - 10.9.2. Desarrollo ágil con Google IColab
  - 10.9.3. GPUs remotas, Google Cloud y AWS
- 10.10. Despliegue de Redes Neuronales en aplicaciones reales
  - 10.10.1. Sistemas embebidos
  - 10.10.2. Despliegue de Redes Neuronales. Uso
  - 10.10.3. Optimizaciones de redes en el despliegue, ejemplo con TensorRT

## Módulo 11. SLAM visual. Localización de robots y mapeo simultáneo Mediante Técnicas de Visión Artificial

- 11.1. Localización y mapeo simultáneo (SLAM)
  - 11.1.1. Localización y mapeo simultáneo. SLAM
  - 11.1.2. Aplicaciones del SLAM
  - 11.1.3. Funcionamiento del SLAM
- 11.2. Geometría proyectiva
  - 11.2.1. Modelo *Pin-Hole*
  - 11.2.2. Estimación de parámetros intrínsecos de una cámara
  - 11.2.3. Homografía, principios básicos y estimación
  - 11.2.4. Matriz fundamental, principios y estimación
- 11.3. Filtros Gaussianos
  - 11.3.1. Filtro de Kalman
  - 11.3.2. Filtro de información
  - 11.3.3. Ajuste y parametrización de filtros Gaussianos
- 11.4. Estéreo EKF-SLAM
  - 11.4.1. Geometría de cámara estereo
  - 11.4.2. Extracción y búsqueda de características
  - 11.4.3. Filtro de Kalman para SLAM estereo
  - 11.4.4. Ajuste de Parámetros de EKF-SLAM estereo
- 11.5. Monocular EKF-SLAM
  - 11.5.1. Parametrización de *Landmarks* en EKF-SLAM
  - 11.5.2. Filtro de Kalman para SLAM monocular
  - 11.5.3. Ajuste de parámetros EKF-SLAM monocular



- 11.6. Detección de cierres de bucle
  - 11.6.1. Algoritmo de fuerza bruta
  - 11.6.2. FABMAP
  - 11.6.3. Abstracción mediante GIST y HOG
  - 11.6.4. Detección mediante aprendizaje profundo
- 11.7. *Graph-SLAM*
  - 11.7.1. *Graph-SLAM*
  - 11.7.2. RGBD-SLAM
  - 11.7.3. ORB-SLAM
- 11.8. *Direct Visual SLAM*
  - 11.8.1. Análisis del *algoritmo Direct Visual SLAM*
  - 11.8.2. LSD-SLAM
  - 11.8.3. SVO
- 11.9. *Visual Inertial SLAM*
  - 11.9.1. Integración de medidas inerciales
  - 11.9.2. Bajo acoplamiento: SOFT-SLAM
  - 11.9.3. Alto acoplamiento: Vins-Mono
- 11.10. Otras tecnologías de SLAM
  - 11.10.1. Aplicaciones más allá del SLAM visual
  - 11.10.2. *Lidar-SLAM*
  - 11.10.3. *Range-only SLAM*

## Módulo 12. Aplicación a la Robótica de las Tecnologías de Realidad Virtual y Aumentada

- 12.1. Tecnologías inmersivas en la Robótica
  - 12.1.1. Realidad Virtual en Robótica
  - 12.1.2. Realidad Aumentada en Robótica
  - 12.1.3. Realidad Mixta en Robótica
  - 12.1.4. Diferencia entre realidades
- 12.2. Construcción de entornos virtuales
  - 12.2.1. Materiales y texturas
  - 12.2.2. Iluminación
  - 12.2.3. Sonido y olor virtual

- 12.3. Modelado de robots en entornos virtuales
  - 12.3.1. Modelado geométrico
  - 12.3.2. Modelado físico
  - 12.3.3. Estandarización de modelos
- 12.4. Modelado de dinámica y cinemática de los robots: motores físicos virtuales
  - 12.4.1. Motores físicos. Tipología
  - 12.4.2. Configuración de un motor físico
  - 12.4.3. Motores físicos en la industria
- 12.5. Plataformas, periféricos y herramientas más usadas en el Realidad Virtual
  - 12.5.1. Visores de Realidad Virtual
  - 12.5.2. Periféricos de interacción
  - 12.5.3. Sensores virtuales
- 12.6. Sistemas de Realidad Aumentada
  - 12.6.1. Inserción de elementos virtuales en la realidad
  - 12.6.2. Tipos de marcadores visuales
  - 12.6.3. Tecnologías de Realidad Aumentada
- 12.7. Metaverso: entornos virtuales de agentes inteligentes y personas
  - 12.7.1. Creación de avatares
  - 12.7.2. Agentes inteligentes en entornos virtuales
  - 12.7.3. Construcción de entornos multiusuarios para VR/AR
- 12.8. Creación de proyectos de Realidad Virtual para Robótica
  - 12.8.1. Fases de desarrollo de un proyecto de Realidad Virtual
  - 12.8.2. Despliegue de sistemas de Realidad Virtual
  - 12.8.3. Recursos de Realidad Virtual
- 12.9. Creación de proyectos de Realidad Aumentada para Robótica
  - 12.9.1. Fases de desarrollo de un proyecto de Realidad Aumentada
  - 12.9.2. Despliegue de proyectos de Realidad Aumentada
  - 12.9.3. Recursos de Realidad Aumentada
- 12.10. Teleoperación de robots con dispositivos móviles
  - 12.10.1. Realidad mixta en móviles
  - 12.10.2. Sistemas inmersivos mediante sensores de dispositivos móviles
  - 12.10.3. Ejemplos de proyectos móviles

## Módulo 13. Sistemas de comunicación e interacción con robots

- 13.1. Reconocimiento de habla: sistemas estocásticos
  - 13.1.1. Modelado acústico del habla
  - 13.1.2. Modelos ocultos de Markov
  - 13.1.3. Modelado lingüístico del habla: N-Gramas, gramáticas BNF
- 13.2. Reconocimiento de habla: *Deep Learning*
  - 13.2.1. Redes neuronales profundas
  - 13.2.2. Redes neuronales recurrentes
  - 13.2.3. Células LSTM
- 13.3. Reconocimiento de habla: prosodia y efectos ambientales
  - 13.3.1. Ruido ambiente
  - 13.3.2. Reconocimiento multilocutor
  - 13.3.3. Patologías en el habla
- 13.4. Comprensión del lenguaje natural: sistemas heurísticos y probabilísticos
  - 13.4.1. Análisis sintáctico-semántico: reglas lingüísticas
  - 13.4.2. Comprensión basada en reglas heurísticas
  - 13.4.3. Sistemas probabilísticos: regresión logística y SVM
  - 13.4.4. Comprensión basada en redes neuronales
- 13.5. Gestión de diálogo: estrategias heurístico/probabilísticas
  - 13.5.1. Intención del interlocutor
  - 13.5.2. Diálogo basado en plantillas
  - 13.5.3. Gestión de diálogo estocástica: redes bayesianas
- 13.6. Gestión de diálogo: estrategias avanzadas
  - 13.6.1. Sistemas de aprendizaje basado en refuerzo
  - 13.6.2. Sistemas basados en redes neuronales
  - 13.6.3. Del habla a la intención en una única red
- 13.7. Generación de respuesta y síntesis de habla
  - 13.7.1. Generación de respuesta: de la idea al texto coherente
  - 13.7.2. Síntesis de habla por concatenación
  - 13.7.3. Síntesis de habla estocástica

- 13.8. Adaptación y contextualización del diálogo
  - 13.8.1. Iniciativa de diálogo
  - 13.8.2. Adaptación al locutor
  - 13.8.3. Adaptación al contexto del diálogo
- 13.9. Robots e interacciones sociales: reconocimiento, síntesis y expresión de emociones
  - 13.9.1. Paradigmas de voz artificial: voz robótica y voz natural
  - 13.9.2. Reconocimiento de emociones y análisis de sentimiento
  - 13.9.3. Síntesis de voz emocional
- 13.10. Robots e interacciones sociales: interfaces multimodales avanzadas
  - 13.10.1. Combinación de interfaces vocales y táctiles
  - 13.10.2. Reconocimiento y traducción de lengua de signos
  - 13.10.3. Avatares visuales: traducción de voz a lengua de signos

## Módulo 14. Procesado digital de imágenes

- 14.1. Entorno de desarrollo en visión por computador
  - 14.1.1. Librerías de visión por computador
  - 14.1.2. Entorno de programación
  - 14.1.3. Herramientas de visualización
- 14.2. Procesamiento digital de imágenes
  - 14.2.1. Relaciones entre píxeles
  - 14.2.2. Operaciones con imágenes
  - 14.2.3. Transformaciones geométricas
- 14.3. Operaciones de píxeles
  - 14.3.1. Histograma
  - 14.3.2. Transformaciones a partir de histograma
  - 14.3.3. Operaciones en imágenes en color
- 14.4. Operaciones lógicas y aritméticas
  - 14.4.1. Suma y resta
  - 14.4.2. Producto y división
  - 14.4.3. And/Nand
  - 14.4.4. Or/Nor
  - 14.4.5. Xor/Xnor
- 14.5. Filtros
  - 14.5.1. Máscaras y convolución
  - 14.5.2. Filtrado lineal
  - 14.5.3. Filtrado no lineal
  - 14.5.4. Análisis de Fourier
- 14.6. Operaciones morfológicas
  - 14.6.1. *Erode and Dilating*
  - 14.6.2. *Closing and Open*
  - 14.6.3. *Top hat y Black hat*
  - 14.6.4. Detección de contornos
  - 14.6.5. Esqueleto
  - 14.6.6. Relleno de agujeros
  - 14.6.7. *Convex hull*
- 14.7. Herramientas de análisis de imágenes
  - 14.7.1. Detección de bordes
  - 14.7.2. Detección de *blobs*
  - 14.7.3. Control dimensional
  - 14.7.4. Inspección de color
- 14.8. Segmentación de objetos
  - 14.8.1. Segmentación de imágenes
  - 14.8.2. Técnicas de segmentación clásicas
  - 14.8.3. Aplicaciones reales
- 14.9. Calibración de imágenes
  - 14.9.1. Calibración de imagen
  - 14.9.2. Métodos de calibración
  - 14.9.3. Proceso de calibración en un sistema cámara 2D/robot
- 14.10. Procesado de imágenes en entorno real
  - 14.10.1. Análisis de la problemática
  - 14.10.2. Tratamiento de la imagen
  - 14.10.3. Extracción de características
  - 14.10.4. Resultados finales

## Módulo 15. Procesado digital de imágenes avanzado

- 15.1. Reconocimiento óptico de caracteres (OCR)
  - 15.1.1. Preprocesado de la imagen
  - 15.1.2. Detección de texto
  - 15.1.3. Reconocimiento de texto
- 15.2. Lectura de códigos
  - 15.2.1. Códigos 1D
  - 15.2.2. Códigos 2D
  - 15.2.3. Aplicaciones
- 15.3. Búsqueda de patrones
  - 15.3.1. Búsqueda de patrones
  - 15.3.2. Patrones basados en nivel de gris
  - 15.3.3. Patrones basados en contornos
  - 15.3.4. Patrones basados en formas geométricas
  - 15.3.5. Otras técnicas
- 15.4. Seguimiento de objetos con visión convencional
  - 15.4.1. Extracción de fondo
  - 15.4.2. *Meanshift*
  - 15.4.3. *Camshift*
  - 15.4.4. *Optical flow*
- 15.5. Reconocimiento facial
  - 15.5.1. *Facial Landmark detection*
  - 15.5.2. Aplicaciones
  - 15.5.3. Reconocimiento facial
  - 15.5.4. Reconocimiento de emociones
- 15.6. Panorámica y alineaciones
  - 15.6.1. *Stitching*
  - 15.6.2. Composición de imágenes
  - 15.6.3. Fotomontaje

- 15.7. *High Dinamic Range (HDR) and Photometric Stereo*
  - 15.7.1. Incremento del rango dinámico
  - 15.7.2. Composición de imágenes para mejorar contornos
  - 15.7.3. Técnicas para el uso de aplicaciones en dinámico
- 15.8. Compresión de imágenes
  - 15.8.1. La compresión de imágenes
  - 15.8.2. Tipos de compresores
  - 15.8.3. Técnicas de compresión de imágenes
- 15.9. Procesado de video
  - 15.9.1. Secuencias de imágenes
  - 15.9.2. Formatos y códecs de video
  - 15.9.3. Lectura de un video
  - 15.9.4. Procesado del fotograma
- 15.10. Aplicación real de procesado de imágenes
  - 15.10.1. Análisis de la problemática
  - 15.10.2. Tratamiento de la imagen
  - 15.10.3. Extracción de características
  - 15.10.4. Resultados finales

## Módulo 16. Procesado de imágenes 3D

- 16.1. Imagen 3D
  - 16.1.1. Imagen 3D
  - 16.1.2. Software de procesado de imágenes 3D y visualizaciones
  - 16.1.3. Software de metrología
- 16.2. Open 3D
  - 16.2.1. Librería para proceso de datos 3D
  - 16.2.2. Características
  - 16.2.3. Instalación y uso

- 16.3. Los datos
  - 16.3.1. Mapas de profundidad en imagen 2D
  - 16.3.2. *Pointclouds*
  - 16.3.3. Normales
  - 16.3.4. Superficies
- 16.4. Visualización
  - 16.4.1. Visualización de datos
  - 16.4.2. Controles
  - 16.4.3. Visualización Web
- 16.5. Filtros
  - 16.5.1. Distancia entre puntos, eliminar *outliers*
  - 16.5.2. Filtro paso alto
  - 16.5.3. *Downsampling*
- 16.6. Geometría y extracción de características
  - 16.6.1. Extracción de un perfil
  - 16.6.2. Medición de profundidad
  - 16.6.3. Volumen
  - 16.6.4. Formas geométricas 3D
  - 16.6.5. Planos
  - 16.6.6. Proyección de un punto
  - 16.6.7. Distancias geométricas
  - 16.6.8. *Kd Tree*
  - 16.6.9. *Features* 3D
- 16.7. Registro y *Meshing*
  - 16.7.1. Concatenación
  - 16.7.2. ICP
  - 16.7.3. *Ransac* 3D
- 16.8. Reconocimiento de objetos 3D
  - 16.8.1. Búsqueda de un objeto en la escena 3D
  - 16.8.2. Segmentación
  - 16.8.3. *Bin picking*

- 16.9. Análisis de superficies
  - 16.9.1. *Smoothing*
  - 16.9.2. Superficies orientables
  - 16.9.3. *Octree*
- 16.10. Triangulación
  - 16.10.1. De *Mesh* a *Point Cloud*
  - 16.10.2. Triangulación de mapas de profundidad
  - 16.10.3. Triangulación de *PointClouds* no ordenados

## Módulo 17. Redes convolucionales y clasificación de imágenes

- 17.1. Redes neuronales convolucionales
  - 17.1.1. Introducción
  - 17.1.2. La convolución
  - 17.1.3. CNN *Building Blocks*
- 17.2. Tipos de capas CNN
  - 17.2.1. *Convolutional*
  - 17.2.2. *Activation*
  - 17.2.3. *Batch normalization*
  - 17.2.4. *Polling*
  - 17.2.5. *Fully connected*
- 17.3. Métricas
  - 17.3.1. Confusion Matrix
  - 17.3.2. *Accuracy*
  - 17.3.3. Precisión
  - 17.3.4. *Recall*
  - 17.3.5. *F1 Score*
  - 17.3.6. *ROC Curve*
  - 17.3.7. *AUC*
- 17.4. Principales Arquitecturas
  - 17.4.1. AlexNet
  - 17.4.2. VGG
  - 17.4.3. Resnet
  - 17.4.4. GoogleLeNet

- 17.5. Clasificación de imágenes
  - 17.5.1. Introducción
  - 17.5.2. Análisis de los datos
  - 17.5.3. Preparación de los datos
  - 17.5.4. Entrenamiento del modelo
  - 17.5.5. Validación del modelo
- 17.6. Consideraciones prácticas para el entrenamiento de CNN
  - 17.6.1. Selección de optimizador
  - 17.6.2. *Learning Rate Scheduler*
  - 17.6.3. Comprobar *pipeline* de entrenamiento
  - 17.6.4. Entrenamiento con regularización
- 17.7. Buenas prácticas en *Deep Learning*
  - 17.7.1. *Transfer Learning*
  - 17.7.2. *Fine Tuning*
  - 17.7.3. *Data Augmentation*
- 17.8. Evaluación estadística de datos
  - 17.8.1. Número de datasets
  - 17.8.2. Número de etiquetas
  - 17.8.3. Número de imágenes
  - 17.8.4. Balanceo de datos
- 17.9. *Deployment*
  - 17.9.1. Guardando y cargando modelos
  - 17.9.2. Onnx
  - 17.9.3. Inferencia
- 17.10. Caso práctico: clasificación de imágenes
  - 17.10.1. Análisis y preparación de los datos
  - 17.10.2. Testeo del pipeline de entrenamiento
  - 17.10.3. Entrenamiento del modelo
  - 17.10.4. Validación del modelo

## Módulo 18. Detección de objetos

- 18.1. Detección y seguimiento de objetos
  - 18.1.1. Detección de objetos
  - 18.1.2. Casos de uso
  - 18.1.3. Seguimiento de objetos
  - 18.1.4. Casos de uso
  - 18.1.5. Oclusiones, *Rigid and No Rigid Poses*
- 18.2. Métricas de evaluación
  - 18.2.1. IOU - *Intersection Over Union*
  - 18.2.2. *Confidence Score*
  - 18.2.3. *Recall*
  - 18.2.4. Precisión
  - 18.2.5. *Recall–Precisión Curve*
  - 18.2.6. *Mean Average Precision* (mAP)
- 18.3. Métodos tradicionales
  - 18.3.1. *Sliding window*
  - 18.3.2. *Viola detector*
  - 18.3.3. *HOG*
  - 18.3.4. *Non Maximal Supresion* (NMS)
- 18.4. Datasets
  - 18.4.1. Pascal VC
  - 18.4.2. MS Coco
  - 18.4.3. *ImageNet* (2014)
  - 18.4.4. *MOTA Challenge*
- 18.5. *Two Shot Object Detector*
  - 18.5.1. R-CNN
  - 18.5.2. *Fast R-CNN*
  - 18.5.3. *Faster R-CNN*
  - 18.5.4. *Mask R-CNN*



- 18.6. *Single Shot Object Detector*
  - 18.6.1. SSD
  - 18.6.2. YOLO
  - 18.6.3. *RetinaNet*
  - 18.6.4. *CenterNet*
  - 18.6.5. *EfficientDet*
- 18.7. *Backbones*
  - 18.7.1. VGG
  - 18.7.2. *ResNet*
  - 18.7.3. *Mobilenet*
  - 18.7.4. *Shufflenet*
  - 18.7.5. *Darknet*
- 18.8. *Object Tracking*
  - 18.8.1. Enfoques clásicos
  - 18.8.2. Filtros de partículas
  - 18.8.3. Kalman
  - 18.8.4. *Sorttracker*
  - 18.8.5. *Deep Sort*
- 18.9. Despliegue
  - 18.9.1. Plataforma de computación
  - 18.9.2. Elección del *Backbone*
  - 18.9.3. Elección del *Framework*
  - 18.9.4. Optimización de modelos
  - 18.9.5. Versionado de Modelos
- 18.10. Estudio: detección y seguimiento de personas
  - 18.10.1. Detección de personas
  - 18.10.2. Seguimiento de personas
  - 18.10.3. Reidentificación
  - 18.10.4. Conteo de personas en multitudes

## Módulo 19. Segmentación de Imágenes con *Deep Learning*

- 19.1. Detección de objetos y segmentación
  - 19.1.1. Segmentación semántica
    - 19.1.1.1. Casos de uso de segmentación semántica
  - 19.1.2. Segmentación Instanciada
    - 19.1.2.1. Casos de uso segmentación instanciada
- 19.2. Métricas de evaluación
  - 19.2.1. Similitudes con otros métodos
  - 19.2.2. *Pixel Accuracy*
  - 19.2.3. *Dice Coefficient (F1 Score)*
- 19.3. Funciones de coste
  - 19.3.1. *Dice Loss*
  - 19.3.2. *Focal Loss*
  - 19.3.3. *Tversky Loss*
  - 19.3.4. Otras funciones
- 19.4. Métodos tradicionales de segmentación
  - 19.4.1. Aplicación de umbral con *Otsu* y *Riddlen*
  - 19.4.2. Mapas auto organizados
  - 19.4.3. *GMM-EM algorithm*
- 19.5. Segmentación Semántica aplicando *Deep Learning*: FCN
  - 19.5.1. FCN
  - 19.5.2. Arquitectura
  - 19.5.3. Aplicaciones de FCN
- 19.6. Segmentación semántica aplicando *Deep Learning* : U-NET
  - 19.6.1. U-NET
  - 19.6.2. Arquitectura
  - 19.6.3. Aplicación U-NET

- 19.7. Segmentación semántica aplicando Deep Learning: Deep Lab
  - 19.7.1. *Deep Lab*
  - 19.7.2. Arquitectura
  - 19.7.3. Aplicación de *Deep Lab*
- 19.8. Segmentación instanciada aplicando *Deep Learning*: Mask RCNN
  - 19.8.1. Mask RCNN
  - 19.8.2. Arquitectura
  - 19.8.3. Aplicación de un Mas RCNN
- 19.9. Segmentación en videos
  - 19.9.1. STFCN
  - 19.9.2. Semantic Video CNNs
  - 19.9.3. *Clockwork Convnets*
  - 19.9.4. *Low-Latency*
- 19.10. Segmentación en nubes de puntos
  - 19.10.1. La nube de puntos
  - 19.10.2. *PointNet*
  - 19.10.3. *A-CNN*

## Módulo 20. Segmentación de imágenes avanzadas y técnicas avanzadas de visión por computador

- 20.1. Base de datos para problemas de segmentación general
  - 20.1.1. *Pascal Context*
  - 20.1.2. *CelebAMask-HQ*
  - 20.1.3. *Cityscapes Dataset*
  - 20.1.4. *CCP Dataset*
- 20.2. Segmentación semántica en la medicina
  - 20.2.1. Segmentación semántica en la medicina
  - 20.2.2. *Datasets* para problemas médicos
  - 20.2.3. Aplicación práctica
- 20.3. Herramientas de anotación
  - 20.3.1. *Computer Vision Annotation Tool*
  - 20.3.2. *LabelMe*
  - 20.3.3. Otras herramientas
- 20.4. Herramientas de Segmentación usando diferentes *Frameworks*
  - 20.4.1. Keras
  - 20.4.2. Tensorflow v2
  - 20.4.3. Pytorch
  - 20.4.4. Otros
- 20.5. Proyecto Segmentación semántica. Los datos, fase 1
  - 20.5.1. Análisis del problema
  - 20.5.2. Fuente de entrada para datos
  - 20.5.3. Análisis de datos
  - 20.5.4. Preparación de datos
- 20.6. Proyecto Segmentación semántica. Entrenamiento, fase 2
  - 20.6.1. Selección del algoritmo
  - 20.6.2. Entrenamiento
  - 20.6.3. Evaluación
- 20.7. Proyecto Segmentación semántica. Resultados, fase 3
  - 20.7.1. Ajuste fino
  - 20.7.2. Presentación de la solución
  - 20.7.3. Conclusiones
- 20.8. Autocodificadores
  - 20.8.1. Autocodificadores
  - 20.8.2. Arquitectura de un autocodificador
  - 20.8.3. Autocodificadores de eliminación de ruido
  - 20.8.4. Autocodificador de coloración automática



- 20.9. Las Redes Generativas Adversariales (GAN)
  - 20.9.1. Redes Generativas Adversariales (GAN)
  - 20.9.2. Arquitectura DCGAN
  - 20.9.3. Arquitectura GAN Condicionada
- 20.10. Redes generativas adversariales mejoradas
  - 20.10.1. Visión general del problema
  - 20.10.2. WGAN
  - 20.10.3. LSGAN
  - 20.10.4. ACGAN

“ *Perfecciona tu capacidad de diseño, programación y control de robots mediante algoritmos de visión artificial y aprendizaje automático* ”

06

# Metodología de estudio

TECH es la primera universidad en el mundo que combina la metodología de los **case studies** con el **Relearning**, un sistema de aprendizaje 100% online basado en la reiteración dirigida.

Esta disruptiva estrategia pedagógica ha sido concebida para ofrecer a los profesionales la oportunidad de actualizar conocimientos y desarrollar competencias de un modo intensivo y riguroso. Un modelo de aprendizaje que coloca al estudiante en el centro del proceso académico y le otorga todo el protagonismo, adaptándose a sus necesidades y dejando de lado las metodologías más convencionales.



“

*TECH te prepara para afrontar nuevos retos en entornos inciertos y lograr el éxito en tu carrera”*

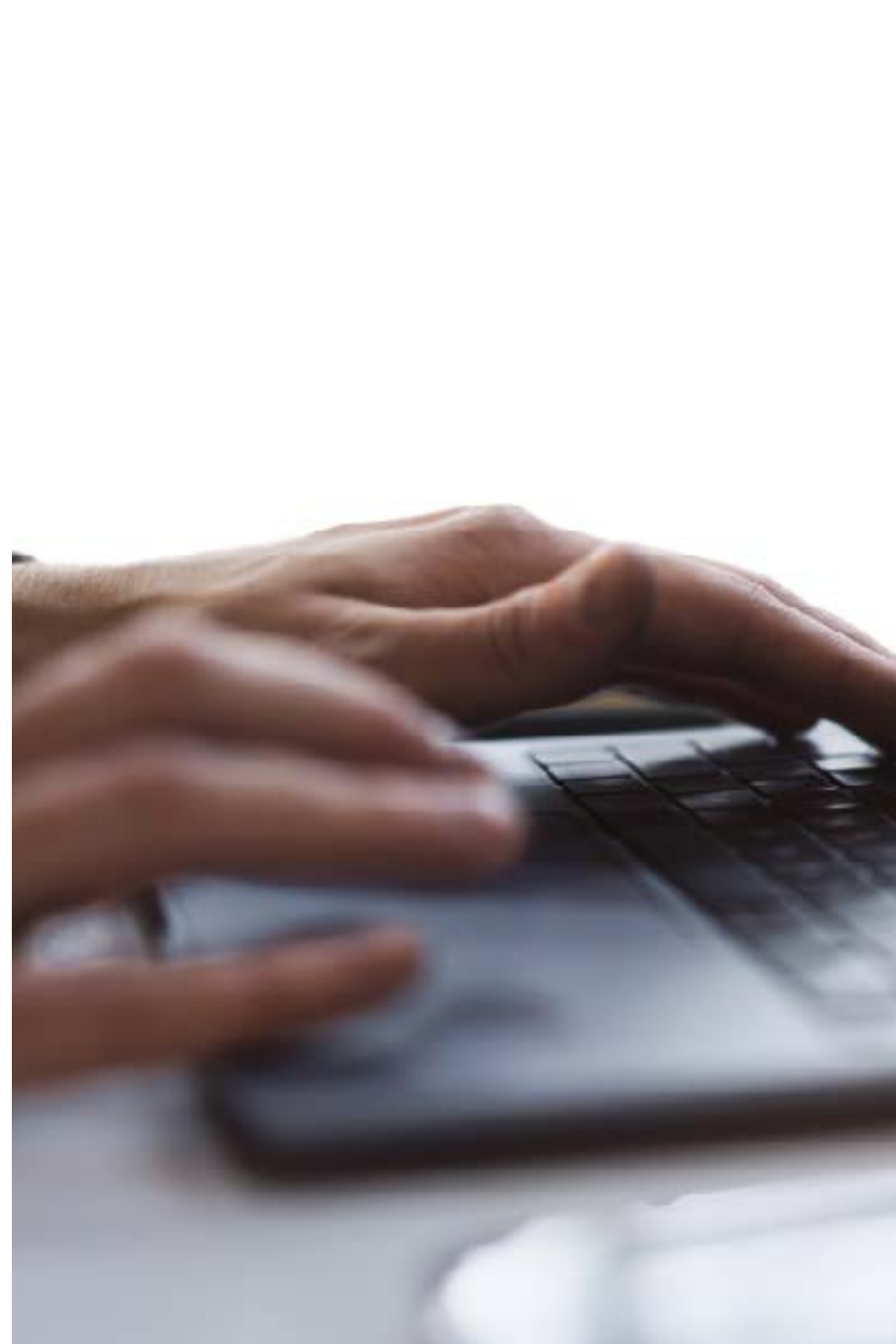
## El alumno: la prioridad de todos los programas de TECH

En la metodología de estudios de TECH el alumno es el protagonista absoluto. Las herramientas pedagógicas de cada programa han sido seleccionadas teniendo en cuenta las demandas de tiempo, disponibilidad y rigor académico que, a día de hoy, no solo exigen los estudiantes sino los puestos más competitivos del mercado.

Con el modelo educativo asincrónico de TECH, es el alumno quien elige el tiempo que destina al estudio, cómo decide establecer sus rutinas y todo ello desde la comodidad del dispositivo electrónico de su preferencia. El alumno no tendrá que asistir a clases en vivo, a las que muchas veces no podrá acudir. Las actividades de aprendizaje las realizará cuando le venga bien. Siempre podrá decidir cuándo y desde dónde estudiar.

“

*En TECH NO tendrás clases en directo  
(a las que luego nunca puedes asistir)”*



### Los planes de estudios más exhaustivos a nivel internacional

TECH se caracteriza por ofrecer los itinerarios académicos más completos del entorno universitario. Esta exhaustividad se logra a través de la creación de temarios que no solo abarcan los conocimientos esenciales, sino también las innovaciones más recientes en cada área.

Al estar en constante actualización, estos programas permiten que los estudiantes se mantengan al día con los cambios del mercado y adquieran las habilidades más valoradas por los empleadores. De esta manera, quienes finalizan sus estudios en TECH reciben una preparación integral que les proporciona una ventaja competitiva notable para avanzar en sus carreras.

Y además, podrán hacerlo desde cualquier dispositivo, pc, tableta o smartphone.

“

*El modelo de TECH es asincrónico, de modo que te permite estudiar con tu pc, tableta o tu smartphone donde quieras, cuando quieras y durante el tiempo que quieras”*

## Case studies o Método del caso

El método del caso ha sido el sistema de aprendizaje más utilizado por las mejores escuelas de negocios del mundo. Desarrollado en 1912 para que los estudiantes de Derecho no solo aprendiesen las leyes a base de contenidos teóricos, su función era también presentarles situaciones complejas reales. Así, podían tomar decisiones y emitir juicios de valor fundamentados sobre cómo resolverlas. En 1924 se estableció como método estándar de enseñanza en Harvard.

Con este modelo de enseñanza es el propio alumno quien va construyendo su competencia profesional a través de estrategias como el *Learning by doing* o el *Design Thinking*, utilizadas por otras instituciones de renombre como Yale o Stanford.

Este método, orientado a la acción, será aplicado a lo largo de todo el itinerario académico que el alumno emprenda junto a TECH. De ese modo se enfrentará a múltiples situaciones reales y deberá integrar conocimientos, investigar, argumentar y defender sus ideas y decisiones. Todo ello con la premisa de responder al cuestionamiento de cómo actuaría al posicionarse frente a eventos específicos de complejidad en su labor cotidiana.





## Método Relearning

En TECH los *case studies* son potenciados con el mejor método de enseñanza 100% online: el *Relearning*.

Este método rompe con las técnicas tradicionales de enseñanza para poner al alumno en el centro de la ecuación, proveyéndole del mejor contenido en diferentes formatos. De esta forma, consigue repasar y reiterar los conceptos clave de cada materia y aprender a aplicarlos en un entorno real.

En esta misma línea, y de acuerdo a múltiples investigaciones científicas, la reiteración es la mejor manera de aprender. Por eso, TECH ofrece entre 8 y 16 repeticiones de cada concepto clave dentro de una misma lección, presentada de una manera diferente, con el objetivo de asegurar que el conocimiento sea completamente afianzado durante el proceso de estudio.

*El Relearning te permitirá aprender con menos esfuerzo y más rendimiento, implicándote más en tu especialización, desarrollando el espíritu crítico, la defensa de argumentos y el contraste de opiniones: una ecuación directa al éxito.*



## Un Campus Virtual 100% online con los mejores recursos didácticos

Para aplicar su metodología de forma eficaz, TECH se centra en proveer a los egresados de materiales didácticos en diferentes formatos: textos, vídeos interactivos, ilustraciones y mapas de conocimiento, entre otros. Todos ellos, diseñados por profesores cualificados que centran el trabajo en combinar casos reales con la resolución de situaciones complejas mediante simulación, el estudio de contextos aplicados a cada carrera profesional y el aprendizaje basado en la reiteración, a través de audios, presentaciones, animaciones, imágenes, etc.

Y es que las últimas evidencias científicas en el ámbito de las Neurociencias apuntan a la importancia de tener en cuenta el lugar y el contexto donde se accede a los contenidos antes de iniciar un nuevo aprendizaje. Poder ajustar esas variables de una manera personalizada favorece que las personas puedan recordar y almacenar en el hipocampo los conocimientos para retenerlos a largo plazo. Se trata de un modelo denominado *Neurocognitive context-dependent e-learning* que es aplicado de manera consciente en esta titulación universitaria.

Por otro lado, también en aras de favorecer al máximo el contacto mentor-alumno, se proporciona un amplio abanico de posibilidades de comunicación, tanto en tiempo real como en diferido (mensajería interna, foros de discusión, servicio de atención telefónica, email de contacto con secretaría técnica, chat y videoconferencia).

Asimismo, este completísimo Campus Virtual permitirá que el alumnado de TECH organice sus horarios de estudio de acuerdo con su disponibilidad personal o sus obligaciones laborales. De esa manera tendrá un control global de los contenidos académicos y sus herramientas didácticas, puestas en función de su acelerada actualización profesional.



*La modalidad de estudios online de este programa te permitirá organizar tu tiempo y tu ritmo de aprendizaje, adaptándolo a tus horarios”*

### La eficacia del método se justifica con cuatro logros fundamentales:

1. Los alumnos que siguen este método no solo consiguen la asimilación de conceptos, sino un desarrollo de su capacidad mental, mediante ejercicios de evaluación de situaciones reales y aplicación de conocimientos.
2. El aprendizaje se concreta de una manera sólida en capacidades prácticas que permiten al alumno una mejor integración en el mundo real.
3. Se consigue una asimilación más sencilla y eficiente de las ideas y conceptos, gracias al planteamiento de situaciones que han surgido de la realidad.
4. La sensación de eficiencia del esfuerzo invertido se convierte en un estímulo muy importante para el alumnado, que se traduce en un interés mayor en los aprendizajes y un incremento del tiempo dedicado a trabajar en el curso.

## La metodología universitaria mejor valorada por sus alumnos

Los resultados de este innovador modelo académico son constatables en los niveles de satisfacción global de los egresados de TECH.

La valoración de los estudiantes sobre la calidad docente, calidad de los materiales, estructura del curso y sus objetivos es excelente. No en valde, la institución se convirtió en la universidad mejor valorada por sus alumnos en la plataforma de reseñas Trustpilot, obteniendo un 4,9 de 5.

*Accede a los contenidos de estudio desde cualquier dispositivo con conexión a Internet (ordenador, tablet, smartphone) gracias a que TECH está al día de la vanguardia tecnológica y pedagógica.*

*Podrás aprender con las ventajas del acceso a entornos simulados de aprendizaje y el planteamiento de aprendizaje por observación, esto es, Learning from an expert.*



Así, en este programa estarán disponibles los mejores materiales educativos, preparados a conciencia:



#### Material de estudio

Todos los contenidos didácticos son creados por los especialistas que van a impartir el curso, específicamente para él, de manera que el desarrollo didáctico sea realmente específico y concreto.

Estos contenidos son aplicados después al formato audiovisual que creará nuestra manera de trabajo online, con las técnicas más novedosas que nos permiten ofrecerte una gran calidad, en cada una de las piezas que pondremos a tu servicio.



#### Prácticas de habilidades y competencias

Realizarás actividades de desarrollo de competencias y habilidades específicas en cada área temática. Prácticas y dinámicas para adquirir y desarrollar las destrezas y habilidades que un especialista precisa desarrollar en el marco de la globalización que vivimos.



#### Resúmenes interactivos

Presentamos los contenidos de manera atractiva y dinámica en píldoras multimedia que incluyen audio, vídeos, imágenes, esquemas y mapas conceptuales con el fin de afianzar el conocimiento.

Este sistema exclusivo educativo para la presentación de contenidos multimedia fue premiado por Microsoft como "Caso de éxito en Europa".



#### Lecturas complementarias

Artículos recientes, documentos de consenso, guías internacionales... En nuestra biblioteca virtual tendrás acceso a todo lo que necesitas para completar tu capacitación.





#### Case Studies

Completarás una selección de los mejores *case studies* de la materia. Casos presentados, analizados y tutorizados por los mejores especialistas del panorama internacional.



#### Testing & Retesting

Evaluamos y reevaluamos periódicamente tu conocimiento a lo largo del programa. Lo hacemos sobre 3 de los 4 niveles de la Pirámide de Miller.



#### Clases magistrales

Existe evidencia científica sobre la utilidad de la observación de terceros expertos. El denominado *Learning from an expert* afianza el conocimiento y el recuerdo, y genera seguridad en nuestras futuras decisiones difíciles.



#### Guías rápidas de actuación

TECH ofrece los contenidos más relevantes del curso en forma de fichas o guías rápidas de actuación. Una manera sintética, práctica y eficaz de ayudar al estudiante a progresar en su aprendizaje.



07

# Titulación

Este programa en Robótica y Visión Artificial garantiza, además de la capacitación más rigurosa y actualizada, el acceso a un título de Grand Master de Formación Permanente expedido por TECH Universidad Tecnológica.



“

*Supera con éxito este programa y recibe tu titulación universitaria sin desplazamientos ni farragosos trámites”*

Este programa te permitirá obtener el título de **Grand Master de Formación Permanente en Robótica y Visión Artificial** emitido por TECH Universidad Tecnológica.

TECH Universidad Tecnológica, es una Universidad española oficial, que forma parte del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Con un enfoque centrado en la excelencia académica y la calidad universitaria a través de la tecnología.

Este título propio contribuye de forma relevante al desarrollo de la educación continua y actualización del profesional, garantizándole la adquisición de las competencias en su área de conocimiento y aportándole un alto valor curricular universitario a su formación. Es 100% válido en todas las Oposiciones, Carrera Profesional y Bolsas de Trabajo de cualquier Comunidad Autónoma española.

Además, el riguroso sistema de garantía de calidad de TECH asegura que cada título otorgado cumpla con los más altos estándares académicos, brindándole al egresado la confianza y la credibilidad que necesita para destacarse en su carrera profesional.

Título: **Grand Master de Formación Permanente en Robótica y Visión Artificial**

Modalidad: **online**

Duración: **15 meses**

Acreditación: **120 ECTS**



\*Apostilla de La Haya. En caso de que el alumno solicite que su título en papel recabe la Apostilla de La Haya, TECH EDUCATION realizará las gestiones oportunas para su obtención, con un coste adicional.





Grand Master de Formación  
Permanente  
Robótica y Visión Artificial

- » Modalidad: online
- » Duración: 15 meses
- » Titulación: TECH Universidad Tecnológica
- » Acreditación: 120 ECTS
- » Horario: a tu ritmo
- » Exámenes: online

# Grand Master de Formación Permanente Robótica y Visión Artificial

