



## Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	VIDEO 3D: Captura. Fusión y Producción de Contenidos 3D mediante cámaras sincronizadas		
<b>Materia</b>	VISIÓN COMPUTACIONAL Y SISTEMAS MULTIMEDIA		
<b>Módulo</b>	TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS		
<b>Titulación</b>	MÁSTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA (463)		
<b>Plan</b>	510	<b>Código</b>	53194
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA
<b>Nivel/Ciclo</b>	MÁSTER	<b>Curso</b>	1º
<b>Créditos ECTS</b>	3 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	FRANCISCO JAVIER FINAT CODES		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 184398 E-MAIL: <a href="mailto:jfinat@agt.uva.es">jfinat@agt.uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase <a href="http://www.uva.es">www.uva.es</a> → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática → Tutorías		
<b>Departamento</b>	ÁLGEBRA, ANÁLISIS MATEMÁTICO, GEOMETRÍA Y TOPOLOGÍA		

## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

La producción de contenidos 3D es una actividad con una demanda creciente en el sector industrial de los contenidos multimedia. Algunas de las aplicaciones más interesantes son: la producción cinematográfica 3D, la televisión 3D interactiva (visualización desde punto de vista libre), la producción de contenidos específicos para eventos deportivos o la industria de videojuegos 3D (por orden creciente de dificultad). Actualmente, no existe un único estándar en el sector. En esta asignatura se describen aquellos métodos y herramientas que se consideran más significativos, incluyendo algunos retos centrados en la captura y fusión procedente de diferentes cámaras.

La Visión por Computador facilita la producción de este tipo de contenidos mediante la fusión de inputs procedentes de diferentes dispositivos de imagen (cámaras de video sincronizadas, cámara de color) y de rango (infrarrojos, láser). Dicha fusión requiere modelos robustos para la escena y los objetos móviles presentes en la misma. Ello requiere integrar forma y movimiento en torno a la parte visible de objetos volumétricos móviles. La integración se realiza a diferentes niveles de detalle, incorporando hechos a modelos aproximados que se refinan en fases posteriores de procesamiento. Las herramientas más relevantes conciernen a 1) Reconstrucción basada en múltiples vistas para proporcionar un marco general para la escena, 2) Segmentación y seguimiento de objetos móviles para facilitar el modelado cinemático y 3) Visión estéreo para facilitar la integración de información. En la asignatura se realiza una breve introducción a cada uno de estos tópicos que proporcionan el marco para automatizar el modelado 3D dinámico.

Estas tecnologías no pretenden proporcionar una representación fotorealista de escenas y personajes, pues esta última requiere un trabajo de post-procesado para darle un acabado profesional. El post-procesado tiene una componente manual y artística, que incluye herramientas de modelado 3D, renderización y animación que están fuera del alcance de esta asignatura. Las necesidades actuales de la industria requieren una respuesta en tiempo real con resultados aceptables para facilitar su emisión, reproducción y fusión. A pesar de su interés, debido a las limitaciones temporales del curso, no se abordará específicamente la aceleración mediante el uso de GPGPU. Sí que se introducirá al alumno en el uso y programación en ROS (Robot Operating System), una colección de bibliotecas y utilidades software que permiten trabajar con sistemas robóticos articulados y que resuelve gran parte de los problemas básicos, incluyendo la gestión de imágenes y nubes de puntos 3D. La flexibilidad y extensibilidad de ROS hacen que sea la mejor opción para realizar las prácticas de la asignatura.

### 1.2 Relación con otras materias

La teoría de la asignatura incluye tanto contenidos de Matemáticas como de Informática Gráfica (modelado dinámico) que complementan otras asignaturas obligatorias y optativas del Máster (en especial con la asignatura obligatoria del primer cuatrimestre Sistemas Hardware y Software para Captura y Visualización de Imagen). Aquí se profundiza aspectos relacionados con la detección de la profundidad de los objetos y la combinación de imágenes procedentes de múltiples dispositivos para solventar los problemas con oclusiones parciales en los objetos que componen la escena. El enfoque computacional planteado se basa en una

realimentación entre Visión Computacional e Informática Gráfica para la producción semi-automática de modelos cinemáticos que varían en el tiempo. Desde el punto de vista del software, se desarrolla una aproximación algorítmica a algunos procedimientos de la Visión por Computador (que afecta a reconstrucción, movimiento y reconocimiento) con objeto de facilitar su fusión (en el marco de la Visión Estéreo) como asistencia al modelado cinemático.

### 1.3 Requisitos

Para la primera parte de esta asignatura se recomienda que el alumno posea conocimientos sólidos de Procesamiento y Análisis de Imagen y Video (asignatura obligatoria del módulo 6 del Máster). También es recomendable tener conocimientos básicos de algunos conceptos de Informática Gráfica relacionados con el modelado, renderización o animación. Las relaciones con otras áreas dentro de las Matemáticas (Geometría Computacional), Física (Calibración de cámaras, mapas de reflectancia) o Ingeniería Biomecánica (para seguimiento de personajes) se presentan en el desarrollo de la asignatura de forma autocontenida proporcionando al alumno referencias puntuales para que pueda profundizar en su estudio si así lo desea.

## 2. Competencias

### 2.1 Generales

Código	Descripción
CG3	Capacidad para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares
CG4	Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería en Informática.
CG6	Capacidad para la dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática.
CG8	Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar estos conocimientos.

### 2.2 Específicas

Código	Descripción
CET9	Capacidad para modelar, diseñar y desarrollar aplicaciones, servicios, sistemas inteligentes y sistemas basados en el conocimiento aplicando métodos matemáticos.
CET10	Capacidad para utilizar y desarrollar metodologías, métodos, técnicas, programas de uso específico, normas y estándares de computación gráfica.
CET11	Capacidad para conceptualizar, diseñar, desarrollar y evaluar la interacción persona-ordenador de productos, sistemas, aplicaciones y servicios informáticos
CET12	Capacidad para la creación y explotación de entornos virtuales, y para la creación,

	gestión y distribución de contenidos multimedia.
--	--

### 3. Objetivos

Código	Descripción
CET11-1	Conocer y comprender el funcionamiento de los dispositivos utilizados en reconstrucción 3D en los ámbitos de vídeo, captura, almacenamiento y detección.
CET11-2	Conocer las diferencias y comparar las prestaciones entre las distintas tecnologías
CET12-1	Concebir configuraciones hardware y sistemas informáticos innovadores a partir de nuevos descubrimientos científicos y tecnológicos
CET9-1	Modelar en 3D a partir de casos prácticos y proyectos con complejidad creciente
CET10-1	Aprender el diseño e implementación de algoritmos para procesamiento, análisis u fusión de imagen/vídeo (dispositivos de rango a partir del modelado 3D)
CET11-4	Desarrollar estrategias para tratamiento de la información contenida en imagen y vídeo
CET10-2	Facilitar auto-adaptación flexible a situaciones cambiantes integrando hechos y modelos

### 4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	18	Estudio y trabajo autónomo individual	10
Laboratorios (L)	10	Realización del trabajo práctico	30
Seminarios (S)	2	Estudio del tema y preparación de la presentación	5
<b>Total presencial</b>	<b>30</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>45</b>

### 5. Bloque temático

#### a. Contextualización y justificación

Partiendo de conocimientos sobre Procesamiento y Análisis de Imágenes y Vídeo se abordarán inicialmente los problemas relativos a la escena (reconstrucción a partir de varias vistas), la estimación de la forma y el análisis de movimiento. La metodología propuesta se basa en una realimentación entre los enfoques bottom-up (basado en hechos) y top-down (basado en modelos). La segmentación de la escena (fondo y primer plano), la segmentación móvil y el seguimiento simultáneo de un número bajo de objetos son posibles gracias al desarrollo de estrategias a diferentes niveles de detalle, lo que requiere diseñar e implementar estrategias eficientes para la segmentación y agrupamiento de datos.

La primera parte de la asignatura está enfocada a la descripción de elementos mínimos que son relevantes para el caso estático, para facilitar su integración en presencia de varias cámaras. El objetivo central es la detección y extracción de características asociadas a regiones coloreadas y bordes de objetos móviles. Para el tratamiento de la información se prioriza el análisis en el dominio espacial, pues su extensión al caso cinemático es más sencilla. Se introducen elementos de modelado tanto para el caso discreto como el continuo. El resto de los contenidos están dedicados a detallar diferentes aproximaciones y aplicaciones de esta tecnología en el mundo profesional.

## b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar esta asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer el estado del arte, las metodologías, estrategias, algoritmos y aplicaciones profesionales de las tecnologías de visión estéreo y reconstrucción 3D.
- Caracterizar y comprender los fundamentos y las metodologías que combinan propiedades geométricas y radiométricas, así como el control cinemático de su variación.
- Comprender y valorar los requisitos y restricciones relativos a la generación de la parte visible de modelos volumétricos en movimiento, así como sus aplicaciones a la producción de contenidos 3D.
- Utilizar un API para fusionar, calibrar y sincronizar múltiples cámaras, valorando y entendiendo los parámetros y retos que se plantean en cada una de estas áreas.

## c. Contenidos

TEMA 1: Captura sincronizada	(4 Teoría + 4 Laboratorio)	(8h)
1.1 Dispositivos de captura. Configuraciones de cámaras		2h
1.2 Calibración y estándares de representación de video		2h
1.3 Introducción a ROS. Topics, paquetes y herramientas		2h
1.4 Programación en ROS de nodos y nodelets		2h
TEMA 2: Fusión de información	(6 Teoría + 2 Laboratorio)	(8h)
2.1 Puesta en correspondencia		2h
2.2 Segmentación volumétrica		2h
2.3 Restricciones estructurales y de movimiento		2h
2.4 Programación XML en ROS. Sincronización		2h
TEMA 3: Asistencia a la Producción 3D	(6 Teoría + 2 Laboratorio)	(8h)
3.1 Representaciones basadas en superficies		2h
3.2 Representaciones pseudo-volumétricas		2h
3.3 Restauración de mapas de profundidad dinámicos		2h
3.4 Grabación de flujos en ROS. Reproducción y manipulación		2h
TEMA 4: Aplicaciones prácticas	(4 Teoría + 2 Laboratorio)	(6h)

4.1 TV3D. Eventos deportivos. Captura de movimientos	2h
4.2 Seminario sobre Vídeo 3D (tema libre)	2h
4.3 Práctica final sobre vídeo 3D. Resolución de dudas	2h

## 6. Temporalización

ASIGNATURA	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
VIDEO 3D: Captura. Fusión y Producción de Contenidos 3D mediante cámaras sincronizadas	3 ECTS	Semanas 8 a 15 del cuatrimestre

## 7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

La evaluación estará basada en los siguientes criterios:

- Actitud y participación del alumno en las actividades formativas.
- Nivel del trabajo práctico realizado en el laboratorio.
- Calidad de la memoria del trabajo práctico y de la presentación en el seminario.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Actitud y participación del alumno en las actividades formativas en aula	5%	Se valora la participación activa durante las prácticas en el laboratorio y las clases
Trabajo práctico en el laboratorio	15%	Se realizará una evaluación continua del trabajo desarrollado a lo largo de las prácticas de la asignatura.
Seminario de tema libre sobre reconstrucción 3D	20%	El alumno expondrá un tema previamente consensuado con el profesor. Se valorarán la claridad de la exposición, la presentación realizada y las respuestas a las posteriores preguntas.
Trabajo práctico, presentación y defensa	60%	Para superar la asignatura es necesario realizar el trabajo práctico, proporcionar el código y presentar los resultados obtenidos. Para superar la asignatura será necesaria una calificación superior a 5.

En el caso de no superar la evaluación del trabajo práctico de la asignatura el alumno tendrá derecho a acudir a la convocatoria extraordinaria en la que:

- Se mantiene la calificación obtenida por la participación en clase, el trabajo en el laboratorio del alumno y el seminario (suponiendo que haya asistido a las sesiones presenciales) que continúa representando el

40% del total de la nota. El trabajo práctico deberá ser presentado y defendido de nuevo, aplicándose las mismas observaciones expuestas en la tabla anterior para considerar la asignatura superada

## 8. Anexo: Métodos docentes

En la docencia de esta asignatura se emplean las siguientes metodologías:

- Clases magistrales participativas alrededor de presentaciones orales que se proporcionarán antes de la clase.
- Estudio de casos prácticos en aula y en laboratorio que ilustren la aplicación de las tecnologías
- Asesoramiento en el estudio de temas no presentados en el aula para su posterior exposición en seminario
- Desarrollo de pequeñas prácticas utilizando ROS (Robot Operating System) y OpenCV
- Aprendizaje colaborativo en el entorno de aprendizaje virtual de la UVa

## 9. Anexo: Cronograma de actividades previstas

En el desarrollo de la asignatura está prevista la realización de trabajos escritos y presentaciones orales en forma de seminarios por parte de los alumnos, así como la elaboración de informes de las prácticas. El desarrollo del primer módulo de la asignatura tendrá lugar de acuerdo con el siguiente cronograma:

SEMANA	PRIMERA CLASE	SEGUNDA CLASE
1	Tema 1.1 - Aula ( 2 h)	Tema 1.3 - Lab ( 2 h)
2	Tema 1.2 - Aula ( 2 h)	Tema 1.4 - Lab ( 2 h)
3	Tema 2.1 - Aula ( 2 h)	Tema 2.2 - Aula ( 2 h)
4	Tema 2.3 - Aula ( 2 h)	Tema 2.4 - Lab ( 2 h)
5	Tema 3.1 - Aula ( 2 h)	Tema 3.2 - Aula ( 2 h)
6	Tema 3.3 - Aula ( 2 h)	Tema 3.4 - Lab ( 2h)
7	Tema 4.1 - Aula ( 2 h)	Tema 4.2 - Aula - Seminario ( 2 h)
8	Tema 4.3 - Lab ( 2 h)	

## 10. Bibliografía y recursos complementarios

Para mejorar la comprensión y adquisición de conocimientos por parte del alumno se recomienda una colección de recursos bibliográficos que afectan tanto a la parte teórica como práctica de la asignatura (la mayoría son accesibles gratuitamente o se pueden solicitar al profesor de la asignatura en clase o por correo electrónico)

- Richard Szeliski: "Computer Vision. Algorithms and Applications", Springer-Verlag, 2010. (<http://szeliski.org/Book>)
- T.Matsuyama, S-Nobuhara, T.Takai and T.Tung: "3D Video and its applications", Springer, 2012.
- R.Ronfard and G.Taubin (eds): "Image and Geometry Processing for 3D Cinematography", Springer-Verlag, 2010.



- Oscar Deniz Suárez et Al: "Learning Image Processing with OpenCV", PACKT Publishing, 2015.
- Aaron Martínez Romero et Al: "Learning ROS for Robotics Programming (2<sup>nd</sup> Edition)", PACKT Publishing, 2015.

Además serán necesarios los siguientes recursos facilitados por el profesor de la asignatura:

- Las clases teóricas se realizarán mediante presentaciones que estarán disponibles tras la realización de las clases en el Entorno de Aprendizaje Colaborativo del Máster.
- Las prácticas serán realizadas utilizando el equipamiento disponible en el Laboratorio 2.2 del Centro I+D del Parque Científico de la UVa que incluye cámaras estéreo y de tiempo de vuelo. No será necesaria su salida del laboratorio puesto que los conjuntos de datos con los que trabajar en las prácticas estarán disponibles a través de un FTP que se pondrá a disposición de los alumnos.
- El software utilizado para el desarrollo de las prácticas (bibliotecas y entorno de desarrollo) será de código abierto y se dejará empaquetado convenientemente para ser utilizado por los alumnos, intentando simplificar al máximo su instalación y configuración.

