

# ALGORITMOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO ASISTIDO POR ORDENADOR

—

## GUÍA DE LA ASIGNATURA 2018-9

### 1. Descripción de la asignatura y objetivos

El diseño geométrico asistido por ordenador tiene su origen esencialmente en la industria del automóvil. El problema fundamental del que se ocupa consiste en describir las formas, curvas, superficies de un objeto (una pieza de una máquina, el casco de un buque o de un avión...) en forma matemática sencilla, pero eficiente y precisa, que permita trasladar a las oficinas técnicas las características del objeto para su manufactura.

Inicialmente se empleaban en el diseño curvas sencillas, como rectas, circunferencias y elipses, junto con otras trazadas manualmente por medio de junquillos (en inglés, *spline*). Estas técnicas han sido sustituidas paulatinamente por una descripción matemática en formatos universales como IGES, compatible con buena parte de las aplicaciones informáticas de diseño.

El comienzo del diseño tal como lo conocemos hoy en día se puede situar en los trabajos de Paul de Casteljaou para la empresa Citroën a finales de los años cincuenta del siglo pasado. Debido a su carácter secreto, no fueron conocidos hasta años después, razón por la cual muchas de las construcciones matemáticas llevan el nombre de Pierre Bézier, empleado de la Renault, para la cual trabajó durante 42 años.

La industria del automóvil también ha proporcionado varios nombres propios al diseño asistido por ordenador al otro lado del Atlántico, como S. Coons, para Ford y Carl de Boor, para General Motors. En tiempos más recientes, es fundamental el trabajo de Gerald Farin, hoy profesor en Arizona, aunque en tiempos colaborara con Daimler-Benz.

Aunque el origen del diseño geométrico asistido por ordenador está fundamentalmente ligado a la industria automovilística, su aplicación alcanza a todas las ramas de la ingeniería, cada una de ellas con sus especificidades, desde la industria textil hasta la aeronáutica y naval.

El diseño geométrico es una materia interdisciplinar, ya que, por una parte, sus aplicaciones industriales son patentes y, por otro, entender los procesos que acontecen detrás de la pantalla del ordenador está claramente ligado a la informática y a la geometría.

Con estas asignatura no pretendemos organizar ningún curso de diseño. Para ello bastaría recurrir a los manuales de cualquier aplicación informática, desde AUTOCAD, MICROSTATION hasta las especializadas como RHINO3D, AEROHYDRO, MAXSURF... entre otras. Tampoco pretendemos que sean un curso de programación, ya que se considera requisito saber programar en Matlab o Maple.

El propósito de esta asignatura es facilitar el acceso a los algoritmos que subyacen en las aplicaciones de diseño geométrico asistido por ordenador, aunque sin comprometernos con ninguna de ellas.

Como se podrá ver, los conocimientos matemáticos que se requieren para seguirlos son bastante elementales, un poco de Análisis Matemático, un poco de Álgebra Lineal y otro poco de Geometría Diferencial de curvas, así como de programación en Matlab o Maple.

## 2. Materiales didácticos de la asignatura

La asignatura será impartida a distancia por medio de la plataforma del Gabinete de Tele-Educación de la Universidad Politécnica de Madrid.

Por ello, las consultas técnicas, que no hagan referencia a los contenidos de la asignatura, deberán ser cursadas al personal del GATE, gate@upm.es. Los profesores de la asignatura son simplemente usuarios más de la plataforma, como lo son los alumnos, con unos pocos privilegios más, y no son responsables, ni pueden subsanar, caídas del sistema, ni problemas con la plataforma.

Para evitar problemas de conexión, se recomienda no apurar los plazos de entrega de las actividades.

Desde el primer día tenéis el calendario de entregas. Por ello, independientemente del calendario, debéis ser vosotros quienes organicéis vuestro tiempo para no llegar apurados a las entregas. La flexibilidad del sistema de tele-enseñanza permite que podáis avanzar más deprisa o más despacio cuando os convenga. Por ello, lo razonable es que, si una entrega coincide con un examen, adelantéis trabajo en la asignatura virtual para que no interfiera con la docencia presencial.

Cada tema está estructurado como una *lección* de Moodle, alternando vídeos con preguntas. A las actividades de cada tema se accede una vez superada la *lección* correspondiente.

Todos los temas constan de resúmenes en páginas web con animaciones y gráficos, vídeos, así como de documentación extensa en formato pdf.

Aparte de las actividades de evaluación (cuestionarios y ejercicios de programación), se abrirán de vez en cuando foros de discusión sobre los temas de la asignatura. Se valorará positivamente la participación constructiva en estos foros. En ningún caso se emplearán dichos foros para temas ajenos al objeto de discusión.

### 3. Profesores que imparten la asignatura:

- Leonardo Fernández Jambrina  
leonardo.fernandez@upm.es  
Tutorías: M,X: 11:00-14:00  
Despacho 1.05 de la E.T.S.I. Navales
- Alicia Cantón Pire  
alicia.canton@upm.es  
Tutorías: L,M,V: 12:00-14:00  
Despacho 1.06 de la E.T.S.I. Navales

Aunque se indican las direcciones de correo-e, la vía para consultar dudas es estrictamente a través de los foros, salvo que sean muy personales. Todos podemos aprender con las dudas de los demás. A quien recurra al correo-e se le instará a plantear su pregunta abiertamente en el foro. Se valorará positivamente a los alumnos que respondan a las preguntas que se planteen en los foros.

### 4. Exámenes previstos

- *Primera convocatoria:* Evaluación a distancia a través de la plataforma Moodle.
- *Segunda convocatoria:* Examen presencial el 5 de julio de 2019.

### 5. Normativa de aprobado

El alumno deberá obtener una calificación igual o superior a cinco en alguna de las dos convocatorias.

El resultado de la evaluación a distancia será la media de los cinco temas.

Cada tema incluirá cuestionarios y ejercicios. La nota de cada tema se pondrá de cuatro puntos de las cuestiones y seis puntos de los ejercicios. La calificación de cada tarea, así como la acumulada, puede consultarse en la página de la asignatura.

Los ejercicios de programación se puntuarán como cero si el código no corre o no proporciona los resultados correctos. La puntuación de 5 a 10 está reservada para códigos correctos.

La segunda convocatoria consistirá en un examen presencial, compuesto de ejercicios.

### 6. Plazos para la entrega de actividades

Las fechas de entrega de las actividades del curso se detallan a continuación. En ningún caso se entregarán por correo electrónico. Se usará siempre la plataforma Moodle. El trabajo será individual en los cuestionarios, aunque se podrán formar grupos para algunos ejercicios. Compartir información con otros alumnos u otros grupos supondrá la pérdida de todos los puntos de la asignatura. En el

caso de ejercicios en los que haya que enviar algún fichero, sólo se aceptarán los siguientes formatos: PDF (si no es ejercicio de programación), .zip o .rar si es fichero comprimido (práctico si se quiere enviar más de un fichero), .m (si es un fichero Matlab), .mw o .mws (si es un fichero Maple). No se corregirán entregas en otros formatos.

- Tema 1: Este tema es sólo de consulta, para refrescar conocimientos matemáticos, pero no es indispensable leerlo. No es evaluable.
- Tema 2: Curvas de Bézier:
  - Cuestionario: 14 de febrero 2019.
  - Ejercicio: 21 de febrero 2019.
- Tema 3: Curvas racionales:
  - Cuestionario: 28 de febrero 2019.
  - Ejercicio: 7 de marzo 2019.
- Tema 4: Curvas *spline*:
  - Cuestionario: 14 de marzo 2019.
  - Ejercicio: 28 de marzo 2019.
- Tema 5: Superficies de Bézier:
  - Cuestionario: 4 de abril 2019.
  - Ejercicio: 11 de abril 2019.
- Tema 6: Generación de superficies:
  - Cuestionario: 25 de abril 2019.
  - Ejercicio: 9 de mayo 2019.

## 7. Programa del curso

1. **Introducción:** El plano afín. Aplicaciones afines. Razón simple. Coordenadas cartesianas y baricéntricas. El plano proyectivo. Coordenadas homogéneas. Aplicaciones proyectivas. Razón doble.
2. **Curvas de Bézier:** Polinomios de Bernstein. Curvas polinómicas en forma de Bézier. Propiedades. Elevación del grado. Algoritmo de de Casteljau. Forma polar. Derivadas. Interpolación y aproximación. Elección de nudos.
3. **Curvas racionales:** Curvas racionales de Bézier. Pesos. Propiedades. Elevación del grado. Algoritmo de de Casteljau. Derivadas. Interpolación y aproximación.

4. **Curvas *spline*:** Ejemplos de curvas polinómicas a trozos. Curvas B-*spline*. Algoritmo de de Boor. Propiedades. Algoritmo de inserción. Elevación del grado. Diferenciabilidad. Funciones B-*spline* o nodales. Propiedades. *Splines* racionales. Teorema de Holladay.
5. **Superficies de Bézier:** Superficies polinómicas en forma de Bézier. Superficies racionales. Propiedades. Elevación del grado. Algoritmo de de Casteljau. Forma polar. Derivadas. Interpolación y aproximación.
6. **Generación de superficies:** Superficies traslacionales. Superficies regladas y desarrollables. Superficies de Coons. Superficies de revolución.

## 8. Bibliografía

1. Curves and Surfaces for CAGD: a Practical Guide. 5 edición. G. Farin. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco (2002)
2. Fundamentals of Computer Aided Geometric Design. J. Hoschek, D. Lasser. AK Peters Ltd., Wellesley (1993)
3. Computer Graphics and Geometric Modeling. D. Salomon. Springer Verlag, New York (1999)
4. Mathematical Elements for Computer Graphics. D.F. Rogers, J .A. Adams. McGraw-Hill, New York (1990)
5. The NURBS Book. 2 edición. L. Piegl, W. Tiller. Springer Verlag, Berlin (1997)
6. NURBS : from Projective Geometry to Practical Use. 2 edición. G. Farin. AK Peters Ltd., Natick (1999)
7. A Practical Guide to Splines. C. de Boor. Springer Verlag, New York (1978)