



Departamento de  
Matemática Aplicada I

# Síntesis de imágenes por ordenador

Optativa de 5º curso de Ingeniería Informática

Segundo cuatrimestre

Curso 2003/2004

## Descripción

La asignatura Síntesis de imágenes por ordenador se imparte como optativa en el segundo cuatrimestre de 5º curso de Ingeniería informática con 4 horas semanales de clases que incluyen las prácticas.

Su contenido se encuadra en el área que podríamos denominar Informática Gráfica, pero, a diferencia de otras asignaturas de esta especialidad, se enfoca desde un punto de vista fundamentalmente matemático, lo cual no debe suponer en absoluto una barrera para la comprensión de los temas, ni debería ser motivo de desinterés por parte del alumno.

En efecto, un futuro Ingeniero Informático que vaya a trabajar en aplicaciones gráficas no va a ser simplemente un usuario de software gráfico, sino que probablemente tendrá que desarrollar programas y aplicaciones o mejorar las ya existentes. Por ello es importante el conocimiento de las técnicas matemáticas que están detrás de los algoritmos de modelado, visualización, etc.

Como un ejemplo llamativo de lo que decimos podemos citar a uno de los más conocidos programas de Rendering en el mercado, que utiliza curvas Beta-Spline para el modelado de curvas y trayectorias. Muchos alumnos seguramente lo habrán utilizado y probablemente habrán experimentado algunos efectos no deseados que se producen en el control de la cámara virtual con movimientos poco naturales. Un usuario con conocimientos suficientes sabría que un Beta-Spline es un polinomio a trozos que tiene continuidad geométrica de la tangente y la curvatura; pero no necesariamente continuidad de las derivadas primera y segunda.

Cuando se trata de modelar un contorno o una forma, este aspecto es irrelevante, pero cuando un móvil se desplaza a lo largo de la curva, estas discontinuidades se manifiestan en discontinuidades de la velocidad (derivada 1ª) y aceleración (derivada 2ª) del móvil. La solución para estos usuarios sería relativamente sencilla en estos casos: tomar algunos puntos de interpolación y generar un spline cúbico con continuidad hasta la derivada 2ª expresándolo en la base de B-Splines (no confundir con Beta-splines).

En definitiva, consideramos que el alumno que desea especializarse en informática gráfica debe estar familiarizado con las técnicas de interpolación, de resolución de ecuaciones no lineales (fundamentales en Ray Tracing), de los métodos iterados de resolución de sistemas de

ecuaciones para los enormes sistemas que aparecen en las fórmulas de Radiosidad. Y desde un punto de vista más creativo, se hace absolutamente necesaria una comprensión del Espacio Proyectivo y sus implicaciones topológicas en la formulación de la perspectiva, así como un buen nivel de conocimientos de geometría diferencial de curvas y superficies para un mejor control y manipulación de formas tridimensionales. Finalmente, y entrando en el terreno de la Física, el estudio de la teoría de la luz y de la interacción a nivel cuántico que efectúa con la materia, debería conducir a una concepción realista de los fenómenos de reflexión y refracción y a las ecuaciones que controlan el intercambio energético, así como a entender el significado de las discretizaciones de estas ecuaciones. Ello contribuirá notablemente a la creación de escenas tridimensionales más realistas y naturales.

## Programa

### ● **Introducción**

Aplicaciones Gráficas. Modelado en ordenador. Procesamiento de modelos. Visualización (Rendering).

### ● **Geometría 2D y 3D Basica. Transformaciones**

Estructuras bidimensionales y tridimensionales. Transformaciones lineales. Afinidades. Coordenadas homogéneas. El plano proyectivo. Transformaciones de encuadre. Recorte (Clipping). Proyecciones y perspectivas. El espacio proyectivo.

### ● **Modelado**

Modelado poliédrico. Representación de polígonos y poliedros. Operadores sobre sólidos 3D. Modelado regular paramétrico. Geometría diferencial de curvas y superficies. Interpolación Lagrangiana. Interpolante de Hermite. Spline cúbico. Base de B-splines. Superficies producto tensorial. Superficies Spline.

### ● **Visibilidad**

Concepto y técnicas generales. Prioridad. Parcelación de modelos. Algoritmos de eliminación de líneas ocultas. Eliminación de superficies ocultas: algoritmos del Buffer de profundidad (z-Buffer) y Watkins. Métodos basados en prioridad. Técnica de Ray Tracing. Métodos numéricos de resolución de ecuaciones.

### ● **Iluminación y color**

Introducción a la teoría del color. Representación del color. Interacción entre la luz y la materia. Geometría de la reflexión y la refracción. Modelo de iluminación de Phong. Reflexión difusa y especular. Transparencia. Otros modelos de iluminación. Radiosidad. Métodos para la resolución de sistemas de ecuaciones de radiosidad.

### ● **Rendering fotorealista (1): Ray Tracing**

Ray Tracing recursivo. Sombras arrojadas. Cálculo de intersecciones. Técnicas de aceleración.

Volúmenes de inclusión. Problemas de discretización: Aliasing. Antialiasing por sobremuestreo (supersampling). Filtros. Ray Tracing distribuido. Ray Tracing estocástico. Aliasing temporal: Motion Blur.

## • **Rendering fotorealista (2): Texturas**

Conceptos generales. Texturas unidimensionales. Texturas bidimensionales. Técnica Mip-Map de antialiasing. Texturas de entorno. Perturbación del vector normal: Bump Mapping. Árboles de texturas. Texturas tridimensionales. Funciones de ruido. Modelado mediante texturas sólidas.

## • **Animación**

Principios básicos de la animación. Hardware y Software para animación. Animación 2D. Deformación de modelos (Morphing). Posicionamiento y control de la cámara. Creación de trayectorias y curvas de velocidad mediante Splines. Animación de modelos analíticos. Estructuras articuladas. Cinemática inversa.

## **Bibliografía**

- R.H. Bartels, J.C. Beatty y B.A. Barksy: *An Introduction to Splines for use in Computer Graphics and Geometric Modeling*. Morgan Kaufmann Publishers. 1987.
- G. Farin: *Curves and Surfaces for Computer Aided Geometric Design*. Academic Press. 1990.
- I. Herman: *The Use of Projective Geometry in Computer Graphics*. Springer-Verlag. 1992.
- C.M. Hoffmann: *Geometric and Solid Modeling*. Morgan Kaufmann Publishers. 1989.
- T. Lyche y L.L. Schumaker: *Mathematical Methods in Computer Aided Geometric Design*. Academic Press. 1989.
- M.E. Mortenson: *Computer Graphics: An Introduction to the Mathematics and Geometry*. Heinemann Newnes. 1989.
- D.F. Rogers y J.A. Adams: *Mathematical Elements for Computer Graphics*. (2nd Edition). McGraw-Hill. 1990.
- A. Watt y M. Watt: *Advanced Animation and Rendering Techniques*. Addison-Wesley. 1992.

## Metodología

### Evaluación

El programa se desarrollará mediante clases teórico-prácticas. Se realizará un examen en la fecha fijada por el centro.

### Prácticas

Periódicamente, y dentro del horario habitual de clases, se efectuarán prácticas dirigidas.

## Profesores

- Cortés Parejo, José ⓘ

### Tutorías

Los horarios de tutoría y asistencia al alumnado se publicarán en el Departamento.