

TEMA 2 REPRESENTACIÓN DE OBJETOS

2.1 SISTEMAS 2D

Son aquellos que sólo permiten realizar dibujos en dos dimensiones. Las principales funciones que realizan son:

- Introducción de datos
- Dibujo a base de entidades geométricas rectilíneas, curvas y mixtas.
- Manipulación de entidades:
 - ✓ Transformaciones en el plano
 - ✓ Operaciones de edición y modificación

- Control de visualización
- Acotación
- Simbología de figuras repetitivas
- Asignación de características (atributos)
- Geometría variacional:
 - Métricas: Definen una relación métrica entre los puntos o entidades que los unen
 - Topológicas: Establecen ecuaciones que relacionan las entidades conexas

2.1.1 Entidades de dibujo

- Línea
- Polilínea
- Arco
- Curva cónica: Intersección de una superficie cónica de 2º grado con un plano
- Curvas libres: simples o compuestas sujetas a una o varias ecuaciones.

2.1.2 Curvas Libres

Estas curvas se consiguen representar empleando internamente los algoritmos que las definen. El proceso de diseño de estos tipos de curvas generalmente es el siguiente:

- Representación de los puntos de control
 - Interpolación: La curva pasa por todos los puntos
 - Aproximación
- Introducción de restricciones en todos o algunos de sus puntos
 - Tangencias
 - Continuidad
 - Curvatura
 - Ponderación
 - Duplicidad
 - Modificación
 - Ajuste global
 - Ajuste local

Todas las curvas a estudiar admiten las siguientes transformaciones: Escalado, traslación, rotación y perspectiva.

2.1.3 Curvas de base polinómica

Su representación gráfica viene determinada por $m+1$ puntos que corresponden a una función del tipo:

$$Q(t) = a_n t^n + a_{n-1} t^{n-1} + \dots + a_1 t + a_0$$

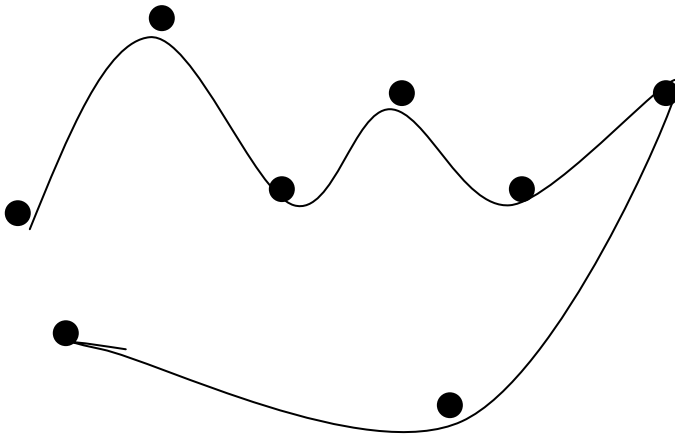
Denominada polinómica de grado n y orden $m+1$. El nº de puntos de control siempre será mayor que el grado. Los polinomios más empleados son de grado 3 por varias razones:

- Al Aumentar el grado es mayor la posibilidad de oscilación
- Es el menor grado que permite representar curvas tridimensionales
- Por debajo se producen cambios excesivamente bruscos en la forma
- Es la que más se asemeja al dibujo realizado con plantilla flexible.

A.1. - Spline

Curva polinómica obtenida a partir de n puntos introducidos con las siguientes propiedades:

- La curva pasa por todos los puntos (interpolación)
- Dos puntos contiguos se representan por un polinomio de grado 3.
- La curva es continua en todos sus puntos, tanto en tangencia como en curvatura
- Si se modifica un punto de control el ajuste puede ser local o global pero en ningún caso se puede predecir la variación de la curva excepto el paso por el punto de control.



A.2. - Spline Sujetada

La única diferencia es que se imponen restricciones de tangencia en los puntos inicial y final.

B. - Curvas de Bézier

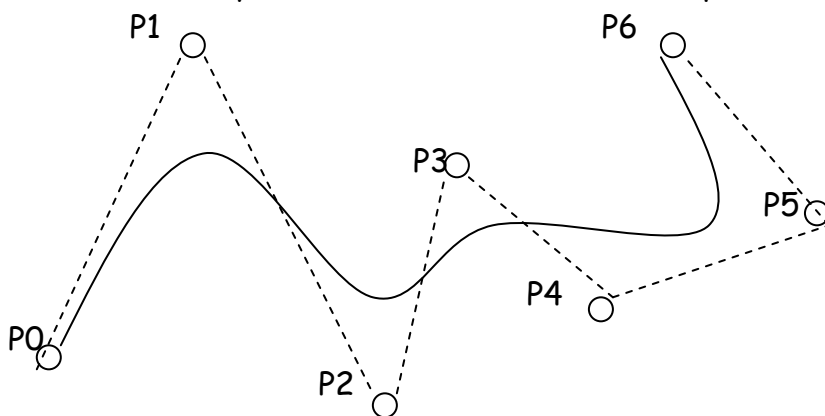
Son la representación gráfica de un polinomio de grado n-1, definido a partir de n puntos dados.

$$P(t) = \sum_{i=0}^n P_i B_{ni}(t)$$

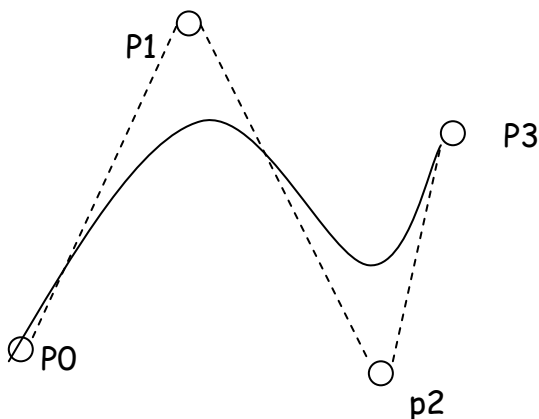
Donde $B_{ni}(t)$ son las funciones base cúbicas de Bézier definidas en el intervalo $[0,1]$ de t. estas funciones ponderan en función del parámetro t la importancia con que cada vértice del polígono de control contribuye en la obtención de un punto de la curva. P_i son los puntos de control de la curva, que definen el polígono de control.

Las curvas de Bézier poseen las siguientes propiedades:

- Pasa por el primer y último punto, por lo que se trata de una curva obtenida por aproximación
- Las tangentes de entrada y salida vienen determinadas por los dos primeros puntos y por los dos últimos.
- Cuando los puntos de control definen un polígono convexo, la curva queda inscrita en él sin pasar por ningún punto intermedio
- La tangente tiene continuidad en todos los puntos.
- El principal inconveniente lo constituye el que cuando el número de puntos es elevado y el polígono definido no es convexo, se producen variaciones inadmisibles en la forma. Para solventarlo se recurre a construir la curva por composición de varias curvas de Bézier inscritas en cada uno de los polígonos de cuatro vértices consecutivos y resolver la continuidad en los puntos de conexión



En este caso cogeríamos los puntos de 4 en 4 P0, P1, P2, P3, luego P1, P2, P3, P4 y así sucesivamente hasta hacer 4 grupos; Obtendremos 4 curvas que uniremos luego solapándolas.



C.- B-spline

Similares a las de Bézier. Se diferencian en que:

- Son curvas compuestas por tramos polinómicos de grado n definidas por m puntos
- Producen un ajuste más cercano al polígono descriptor
- Si se modifica un vértice de control, sólo afecta a la parte de la curva relacionada con ese punto.
- pueden ser uniforme o no uniformes

D.- NURBS

Mediante ellas es posible almacenar matemáticamente cualquier curva o conjunto de curvas con sus encuentros respectivos (empalmes y chaflanes).

Se pueden considerar como un caso particular de las B-splines; por lo que además de las propiedades descritas, se le añaden las siguientes:

- Admiten ponderación diferente para cada uno de los puntos de control
- Permiten representar gráfica y matemáticamente cualquier tipo de curvas.
- Pasan por los puntos de control inicial y final.
- Son invariables a las transformaciones de traslación, rotación, escala y proyecciones perspectivas, por lo que si se aplican a los puntos de control lo haremos a toda la curva.

2.2 SISTEMAS 3D

Son los sistemas propios del diseño industrial y arquitectónico; La introducción de datos en el ordenador requerirá tres coordenadas. Debido a la gran cantidad de información que debe usar un sistema 3D ha estado reservado hasta los años 90 a estaciones de trabajo.

- **Sistemas $2\frac{1}{2}$ D:** Permiten representar un 3ª dimensión de forma limitada; por ejemplo mediante un contorno 2D y el eje de desplazamiento o rotación.
- **Definición de modelos 3D:** Existen 3 formas
 - Jaula de Alambre
 - Superficies
 - Sólidos

Se pueden mezclar en el mismo modelador.

Las entidades 3D se dividen en

- Primitivas
- Complejas

- **Reconstrucción 3D:** La mayor complejidad se produce cuando del objeto a dibujar sólo se conoce su representación plana. Cuando la entrada de datos corresponde a una imagen 2D el problema se divide en dos etapas
 - Conseguir el entendimiento entre el CAD y el dispositivo
 - Interpretar las imágenes 2D en un modelo 3D. Para esto se sigue la siguiente estrategia propuesta por Marill:
 - (x,y) 2D \rightarrow (x,y) 3D
 - Aristas del modelo 3D \leftrightarrow segmentos lineales 2D
 - Problema a resolver en la reconstrucción el vector de variables independientes $Z(z_1, z_2, \dots, z_n)$
- **Diseño óptimo de forma:** Se obtiene de dos formas:
 - Modificando forma del objeto empleando técnicas CAD
 - Modificando las variable que definen al objeto empleando técnicas analíticas y/o de programación.

2.2.1 Modelado de jaula de alambre(=wireframe)

- Representado Modelo por puntos y líneas rectas y/o curvas
- Primer sistema que se empleó
- Rapidez de visualización y refresco de pantalla
- No debe confundirse con la visualización rápida de los modelos 3D
- Características:
 - Permite mostrar las aristas del modelo
 - No distingue entre sólido y aire ni distingue superficies
- Inconvenientes
 - El Objeto no esta completamente definido
 - No distingue entre líneas visibles y ocultas
 - Los dibujos resultan difíciles de interpretar
 - No permiten determinar volúmenes, momentos y superficies
 - No diferencia entre espacio interior y exterior

2.2.2 Modelado de superficies

Cronológicamente, este sistema parece después del de la jaula de alambre del que se diferencia por que el modelo viene representado por puntos, aristas y caras.

Tiene la posibilidad de definir por interpolación las caras o superficies que forman el contorno del modelo. Características:

- La visualización se efectúa generalmente por mallado
- Permite mostrar el contorno del modelo
- Reconoce puntos, aristas y superficies
- El objeto está completamente definido (una única solución posible)
- Distingue líneas visibles y ocultas
- Permite intersecciones entre superficies

Limitaciones:

- El mallado de superficies complejas puede resultar dificultoso
- Las intersecciones no son superficies sino curvas
- No son conscientes del interior y del exterior de los objetos.

Tipos de superficies más frecuentemente utilizadas:

A) Superficies de Revolución: Se generan por rotaron de una curva cualquiera (generatriz) alrededor de un eje

B) Superficies cilíndricas: Se generan por una curva abierta o cerrada (base o generatriz) al desplazarse siguiendo un eje. El plano que contiene a la generatriz formará en su trayectoria un ángulo constante con el eje o directriz

Pueden clasificarse en:

- Barridos: La directriz es un segmento rectilíneo
- Deslizamientos: es una Polilínea 2D o 3D

C) Superficies regladas: Generadas por una línea recta al desplazarse apoyada en dos curvas iguales o diferentes.

D) Superficies esculpidas: Generadas por una curva al desplazarse apoyada en dos curvas no concéntricas.

E) Formas libres: Se pueden obtener por dos procedimientos diferentes; aproximación, cuando la superficie no pasa por todos los puntos de control e interpolada cuando pasa por todos ellos y cumple las restricciones que se le impongan. La interpolación puede ser:

- **Lineal:** Las formas geométrica se definen en función de expresiones lineales
- **Bilineal:** Apta para la interpolación de 4 puntos mediante 4 segmentos rectilíneos que constituyen el contorno de la superficie.
- **De Lagrange:** Apta para interpolar $n+1$ puntos mediante un polinomio de Lagrange de grado n . No apta para muchos puntos
- **Cúbica:** Se emplean polinomios de grado 3 que garantizan continuidad, tangencia y curvatura en todos sus puntos. Vienen definidos por las coordenadas de los puntos de control y por los vectores tangentes de las curvas contorno a obtener.

El inconveniente de esta interpolación estriba en que al "coser" varias superficies se produce discontinuidad en las curvaturas.

- ◆ Parches: Cada una de las celdas cuatro puntos y cuatro curvas.
- ◆ Parches de Ferguson: Añaden 4 datos nuevos (las tangentes cruzadas en cada punto. Se consigue continuidad en la tangente pero no en la curvatura.
- ◆ Parches de Coons: Los de interpolación bicúbica permiten obtener continuidad en la tangente.

E1) Superficies racionales Splines, B-Splines, Bézier y Nurbs: La característica general que las define es la misma que para las curvas que llevan el mismo nombre. Están controladas por un poliedro consistente en una malla de puntos en el espacio 3D debidamente ordenados.

E2) Superficies de Bézier: Se determinan por un poliedro de $u*v$ vértices y se generan por el siguiente proceso:

- Se trazan la u o v curvas de Bézier definidas por todos los puntos del poliedro siguiendo una dirección determinada.
- Se dividen en w partes cada una de las curvas trazadas y se generan $w+1$ curvas de Bézier.

2.2.3 Modelado de sólidos

Proporcionan partiendo de una descripción geométrica del modelo, los datos es información necesaria para la obtención de imágenes del modelo.

Será fundamental tratar toda la información que genera un modelo tridimensional. Debe describir de forma completa un cuerpo.

Para entender bien el proceso hay varias cuestiones que deben ser tratadas:

- El método de control de la forma de los objetos
- Las técnicas de descripción de los objetos que forman un modelo determinado.
- El método de almacenamiento de los datos.

Será primordial escoger un método de descripción que nos permita añadir, suprimir o modificar partes del objeto. Las principales aplicaciones:

- Reducción del tiempo de diseño
- Aumento de la fiabilidad del producto
- Facilitar análisis estructural
- Poder realizar cálculos de masa, centro de gravedad, etc.
- Simulación de comportamientos que reducirán pruebas.

La importancia de la técnica de representación es crucial para determinar los tipos de objetos que pueden ser modelados, la precisión, la velocidad de procesado, la capacidad de modificados, etc.

A) Modelado CSG: Se basa en el diseño de objeto a través de operaciones lógicas empleando primitivas sólidas que pueden estar definidas previamente.

Definir una primitiva implica hacer una descripción de las coordenadas y parámetros que la definen y sitúan en el espacio. Por ejemplo una esfera necesitaría coordenadas del centro y el radio.

Los modelados CSG guardan información en forma de árbol donde los nudos son las operaciones booleanas y las hojas las primitivas usadas.

Es un método intuitivo y fácil de usar pero tiene 2 inconvenientes:

- El tipo de objetos a representar es limitado
- Cada modificación necesita que el programa recorra internamente el árbol.

B) Modelado BRep: Técnica orientada principalmente a la representación de las superficies que encierran a los sólidos, guardando su información con los datos que indican los vértices, aristas y caras que definen el sólido en forma de tablas y relaciones topológicas.

- Son Precisos
- Fáciles de visualizar
- En las ultimas fases más rápidos de operar
- Adecuado para objetos con superficies irregulares y que precisen muchas modificaciones.

Los métodos de **descomposición espacial** rellenan el espacio que ocupan los 3D con pequeños cubos o prismas denominados *boxes* (a modo de píxeles 2D). Son almacenados en una lista asociada a la posición de cada uno, de tal forma que permite su reconstrucción y modificación. A menor tamaño de los boxes mayor exactitud pero también mayor necesidad de memoria. Un sistema usado para resolver este tamaño es el *Octree* que sería un caso particular del método *CSG* con una única primitiva: El cubo

Los métodos de **Facetado** serian un BRep reduciendo los posibles tipos de superficie a caras triangulares

C) Modelos híbridos(*CGS+ Brep*): Son modelos Brep que además poseen primitivas

C.1) Modelado con características (features): A partir de formas básicas se definen características como extrusiones, redondeos, chaflanes, etc. La principal característica de este método es que mientras en *CSG* el sólido solo puede editarse como una unidad completa, en este es posible editar un objeto integrante del sólido final.

C.2) Modelado paramétrico: Crea los modelos definiendo los atributos de forma, dimensión y posición que pueden cambiarse en cualquier momento. Se utilizan para diseñar familias de objetos que comparten las mismas restricciones topológicas pero distinta geometría.

C.3) Modelado variacional: Se representa la geometría del modelo como un conjunto de ecuaciones que especifican las condiciones que la geometría debe cumplir, sin especificar al principio ningún tipo de dimensión. Resulta difícil de aplicar a modelos complejos.

D) Modelado por agrupamientos y enlaces: Genera objetos no rígidos con la posibilidad de deformarse y ajustarse a la forma de otros. Se fundamenta en la agrupación de primitivas esféricas elásticas que interaccionan entre sí.

Las relaciones entre objetos pueden efectuarse por dos procedimientos:

- Enlaces dependientes: Definidos por relaciones matemáticas, geométricas o lógicas.
- Enlaces jerárquicos: Al moverse un elemento se desplazan todos lo relacionados.

2.4 MODELADO CON FRACTALES

La geometría fractal es la rama de la matemática que estudia los objetos irregulares, cuyas reglas de generación se deducen de la fragmentación de dichos objetos.

La principal aplicación en los sistemas CAD es la generación de texturas. Se denomina textura a la distribución de la luminosidad de las diferentes entidades que componen un objeto. Al conjunto organizado de entidades que distinguen a un objeto se le llama patrón.

Las texturas se pueden incorporar por:

- Captación por digitalizador, escáner o cámara digital
- Programa capaz de caracterizar texturas (Fractales)

Permite obtener texturas de paisajes, formas abstractas o efectos especiales. Algunos programas de alto nivel los usan para la creación de paisajes tridimensionales.

Reglas a aplicar:

- Definición: Se define la regla básica a reproducir
- Iteración: Se inserta una nueva célula en cada nodo
 - Solo en los nodos generados en última iteración
 - No insertar células que produzcan cruces con otras
 - Seguirán dirección de cada una de las ramas extendidas

Sucesivas iteraciones:

- Repetir la segunda iteración tantas veces como se quiera
- Insertar n^2 células en alguno de los nodos disponibles siendo n el orden de la iteración.

2.5 ANIMACIÓN Y SIMULACIÓN

Ambas producen secuencias animadas que emulan la realidad. La diferencia es que mientras en la simulación se ha de tener en cuenta como es el mecanismo en la realidad, las articulaciones y restricciones de unos elementos respecto a otros y producir un movimiento exacto en espacio y tiempo, para la animación lo importante son los efectos artísticos y de marketing.

El objetivo principal de la simulación es disminuir la necesidad de construir prototipos y por tanto obtener productos:

- En menor tiempo y más baratos
- Mejor diseñados
- Reducir el tiempo de respuesta del mercado

Las principales aplicaciones:

- Aviación: Simuladores de vuelo
- Automóvil: Simulación del comportamiento de las piezas y del conjunto ante situaciones adversas.
- Medicina: Imágenes tridimensionales del organismo para simulación o someterlas a tratamientos ficticios
- Construcción: Experimentar situaciones diversas como asilamiento térmico, materiales, texturas, impactos estéticos y medioambientales, etc.