

# ÍNDICE

---

---

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>V</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO 1. REPRESENTACIÓN DE CURVAS Y SUPERFICIES</b> .....	<b>1</b>
1.1. REPRESENTACIÓN DE CURVAS .....	1
1.2. ESPACIOS VECTORIALES DE FUNCIONES .....	4
1.2.1. Control local y global.....	7
1.3. CURVAS PARAMÉTRICAS .....	9
1.3.1. Vector tangente. Velocidad.....	10
1.3.2. El triedro de Frenet .....	14
1.3.3. Continuidad geométrica .....	18
1.4. REPRESENTACIÓN DE SUPERFICIES.....	21
1.5. INTERPOLACIÓN Y CONTROL DE FORMA.....	24
<b>CAPÍTULO 2. INTERPOLACIÓN</b> .....	<b>27</b>
2.1. INTERPOLACIÓN EN ESPACIOS GENERALES .....	27
2.1.1. Consideraciones numéricas.....	33
2.2. INTERPOLACIÓN POLINOMIAL.....	36
2.2.1. Unicidad del polinomio de interpolación.....	38

2.3.	MÉTODO DE LAGRANGE .....	40
2.3.1.	Propiedades de los polinomios de Lagrange .....	42
2.4.	FÓRMULA DE NEWTON .....	48
2.4.1.	Diferencias divididas .....	52
2.5.	ERROR EN LA INTERPOLACIÓN POLINOMIAL.....	59
2.5.1.	Una expresión para el error .....	61
2.5.2.	El efecto Runge .....	66
2.6.	INTERPOLACIÓN DE TCHEBYCHEFF .....	66
2.6.1.	Polinomios de Tchebycheff .....	69
2.6.2.	La propiedad de norma mínima .....	71
2.6.3.	Raíces de $T_n(x)$ .....	72
2.6.4.	Método de interpolación de Tchebycheff .....	73
2.7.	PROBLEMAS CON INTERPOLACIÓN POLINOMIAL .....	84
2.7.1.	Minimización de la oscilación: Spline cúbico .....	85
2.8.	INTERPOLACIÓN DE HERMITE .....	90
2.9.	Interpolación en forma paramétrica .....	92
2.9.1.	Elección del soporte .....	93
 <b>CAPÍTULO 3. CURVAS DE BÉZIER.....</b>		<b>97</b>
3.1.	POLINOMIOS DE BERNSTEIN .....	98
3.1.1.	Propiedades de los polinomios de Bernstein .....	99
3.2.	CURVAS DE BÉZIER SIMPLES .....	100
3.2.1.	Propiedades de las curvas de Bézier simples .....	105
3.2.2.	Algoritmo de De Castejan .....	113
3.2.3.	Conversión entre representaciones .....	114
3.2.4.	Técnicas constructivas para curvas de Bézier simple ..	119
3.2.5.	Reparametrización de curvas de Bézier .....	128
3.3.	CURVAS DE BÉZIER COMPUESTAS .....	130
3.3.1.	Composición de dos curvas de Bézier simples .....	131
3.3.2.	Curvas de Bézier compuestas .....	137
3.3.3.	Curvas de Bézier $C^1$ de varios tramos .....	138
3.3.4.	Subdivisión .....	141
3.3.5.	Control local de la forma .....	148
3.3.6.	Interpolantes cúbicos compuestos .....	153
 <b>CAPÍTULO 4. CURVAS SPLINE .....</b>		<b>167</b>
4.1.	SPLINE CÚBICO DE INTERPOLACIÓN .....	169
4.1.1.	Spline cúbico completo de interpolación .....	176
4.1.2.	El spline natural .....	177

4.1.3.	Base de potencias truncadas .....	180
4.1.4.	Base de B-Splines .....	183
4.1.5.	Nodos múltiples .....	191
4.1.6.	Nodos múltiples y potencias truncadas .....	195
4.1.7.	Espacios de los splines cúbicos .....	203
4.2.	SPLINES GENERALES .....	207
4.2.1.	Base de potencias truncadas .....	209
4.2.2.	Base de B-Splines .....	211
4.2.3.	Relación de recurrencia para B-Splines .....	221
4.2.4.	Evaluación de B-Splines por recurrencia .....	229
4.2.5.	Orden de continuidad de un B-Spline .....	233
4.2.6.	Propiedades de los B-Splines .....	235
4.2.7.	Polinomios de Bernstein como funciones B-Splines ...	238
4.3.	CURVAS B-SPLINE .....	241
4.3.1.	Propiedades de las curvas B-Splines .....	242
4.3.2.	Inserción de nodos. Algoritmo de Boehm .....	256
4.3.3.	Inserción múltiple: Algoritmo de De Boor .....	263
4.3.4.	Reducción de la multiplicidad .....	264
4.3.5.	Conversión B-Spline a curva de Bézier .....	269
4.3.6.	Conversión curva de Bézier a B-Spline .....	271
4.4.	INTERPOLACIÓN CON CURVA B-SPLINES .....	271
4.4.1.	Soporte de interpolación .....	272
4.4.2.	Bases de B-Splines para interpolación .....	274
4.4.3.	Interpolación con condiciones en los extremos .....	279
4.4.4.	Interpolación local .....	284
<b>CAPÍTULO 5. CURVAS RACIONALES.....</b>		<b>289</b>
5.1.	CURVAS RACIONALES COMO PROYECCIONES .....	290
5.2.	SECCIONES CÓNICAS .....	291
5.3.	CURVAS DE BÉZIER RACIONALES .....	298
5.4.	CURVAS DE BÉZIER RACIONALES COMPUESTAS .....	304
5.4.1.	Secciones cónicas como curvas de Bézier racionales compuestas .....	308
5.5.	NURBS .....	312
5.5.1.	Algoritmos básicos para curvas NURBS .....	315
5.5.2.	Secciones cónicas como NURBS .....	317
<b>CAPÍTULO 6. SUPERFICIES 3D .....</b>		<b>321</b>
6.1.	INTRODUCCIÓN .....	321
6.1.1.	Silueta de una base .....	325
6.2.	SUPERFICIES PRODUCTO TENSORIAL .....	327
6.2.1.	Interpolación con superficies producto tensorial .....	328

6.2.2.	Superficie bilineal .....	334
6.3.	SUPERFICIES PARAMÉTRICAS .....	337
6.3.1.	Curvas isoparamétricas .....	338
6.3.2.	Superficies regladas .....	341
6.3.3.	Superficies cilíndricas .....	342
6.3.4.	Superficies de revolución .....	343
6.3.5.	Superficies Swing .....	347
6.3.6.	Superficies generadas por barrido .....	349
6.4.	LOFTING .....	359
6.4.1.	V-Lofting .....	360
6.4.2.	V-Lofting con especificación de derivadas .....	369
6.4.3.	Posicionamiento de curvas de sección .....	377
6.4.4.	Superficies traslacionales .....	379
6.4.5.	Superficies de Coons .....	380
6.4.6.	Superficies de Gordon. UV-Lofting .....	383

## **CAPÍTULO 7. SUPERFICIES RECTANGULARES ..... 393**

7.1.	SUPERFICIES DE BÉZIER SIMPLES .....	393
7.1.1.	Propiedades .....	396
7.2.	SUPERFICIES DE BÉZIER COMPUESTAS .....	399
7.2.1.	Composición de dos superficies simples .....	399
7.2.2.	Superficies compuestas rectangulares .....	403
7.2.3.	Interpolación con superficies de Bézier $C^1$ .....	404
7.3.	SUPERFICIES B-SPLINE .....	405
7.3.1.	Propiedades de las superficies B-Spline .....	407
7.3.2.	Interpolación con superficies B-Spline .....	411
7.4.	SUPERFICIES RACIONALES .....	412
7.4.1.	Patches de Bézier Racionales .....	416
7.4.2.	Cuádricas .....	417
7.4.3.	Superficies B-Spline racionales (NURBS) .....	418
7.5.	TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS .....	420
7.5.1.	Superficies regladas .....	420
7.5.2.	Superficies cilíndricas .....	422
7.5.3.	Superficies de revolución .....	423
7.5.4.	Superficies Swung .....	425
7.5.5.	Superficies de Barrido .....	428
7.5.6.	V-Lofting .....	429
7.5.7.	UV-Lofting .....	430

## **BIBLIOGRAFÍA ..... 433**

## **ÍNDICE ALFABÉTICO ..... 439**