



Índice

Introducción.....	15
I. TEORÍA.....	19
1. Materiales reales.....	21
1.1 Características generales de los materiales reales	21
1.2 Causas inmediatas de los colores	23
La luz, los objetos y el ojo	23
Receptores cromáticos superficiales. El ojo	24
Procesamiento retiniano. Canales cromáticos. El córtex visual.....	28
Apariencia cromática. Categorías perceptivas. Nombres de los colores.....	31
Discriminación cromática	33
Diferencias de discriminación en visión escotópica y fotópica.....	36
Deficiencias en la discriminación cromática.....	37
Fenómenos de constancia cromática	38
Fenómenos de interacción cromática	40
1.3 Causas físicas de los colores.....	41
Incandescencia	45
Excitación eléctrica de gases. Color de las lámparas de descarga	48
Luminiscencia. Color de otras fuentes de luz	50
Impurezas metálicas en un medio aglutinante. Color de minerales y pigmentos.....	51
Compuestos orgánicos. Colorantes naturales y sintéticos	52
Metales y semiconductores.....	53
Casos especiales	55
1.4 Variaciones del color en la reflexión y refracción. Otras causas del color.....	56
Reflexión, absorción, refracción.....	56
Variaciones del color con el ángulo de visión. Ecuaciones de Fresnel.....	57
Variaciones de reflexión debidas a la anisotropía	59
Dispersión refractiva	60
Polarización.....	60
Dispersión (<i>scattering</i>)	61
Interferencia. Iridiscencia. Difracción	62
1.5 Variaciones locales	64
Texturas.....	64
Patrones causados por diferencias de color o por diferencias de microrelieve	64
Patrones generales. La percepción de texturas.....	65
Variaciones, clasificaciones	69
1.6 Variaciones debidas a otros factores	71
Variaciones debidas al deterioro	71
Variaciones debidas a la distancia y a medios interpuestos	71



2. Materiales virtuales	75
2.1 Características generales de los materiales virtuales	75
2.2 Generación de colores virtuales	75
Colores primarios y sistemas de mezcla	75
Codificación de los colores	78
Rangos absolutos de formatos de grabación y dispositivos de reproducción	85
Sistemas digitales de control y gestión de los colores	88
Rango dinámico. Factor gama	91
Gestión del color en la práctica	93
2.3 Simulación de la reflexión y refracción	95
Cantidades radiométricas básicas. Radiancia e irradiancia	95
Albedo. Reflectividad. Reflectancia	97
La función BRDF	97
Las funciones BTDF, BSDF, BSSRDF	99
2.4 Modelos principales para la función BRDF	100
Especularidad perfecta	101
Difusión perfecta (superficie de Lambert)	101
Phong (1975)	101
Blinn (1977)	102
Cook y Torrance (1982)	103
Poulin y Fournier (1990). Anisotropía	105
He-Torrance-Sillion-Greenberg (HTSG, 1991)	106
Ward (1992)	107
Oren-Nayar (1993)	107
Lafortune et al (1997)	108
Ashikhmin y Shirley (2000)	110
BRDF obtenida por mediciones	111
La función BTF	112
2.5 Simulación de texturas. Métodos principales	112
Tipos de texturas y tipos de aplicaciones	112
<i>Texture mapping</i> (Catmull, 1974)	114
<i>Environment mapping</i> (Blinn y Newell, 1976)	115
Relieve con <i>Bump Mapping</i> (Blinn, 1978)	116
Relieve con <i>Displacement mapping</i> (Cook, 1984)	117
Relieve con <i>Normal Mapping</i> (varios, 1992, 1996, 1998)	118
Relieve con <i>Parallax mapping</i> (Kaneko et al., 2001)	120
Sistemas de partículas (Reeves, 1983)	122
<i>Procedural mapping</i> (Perlin, Peachey, 1985)	123
<i>Procedural modeling</i> de volúmenes difusos (varios, 1985)	126
Hipertexturas (Perlin y Hoffert, 1989)	128
Texturas naturales generadas con fractales	129
Figuras planas simuladas con <i>Sprites</i> y <i>Billboards</i>	131
Variaciones debidas a la distancia. <i>MipMaps</i> . Multirresolución	132
2.6 Otros métodos	133
Variaciones debidas al deterioro	133
<i>Volume rendering</i> . <i>Participating media</i> . <i>Ray marching</i>	136
Representación de sistemas de partículas	139

II. TÉCNICAS	143
3. Recursos básicos	145
3.1 Las tuberías de la representación	145
La Base física. Características y evolución de las tarjetas gráficas y la GPU	145
Evolución	145
Componentes principales y especificaciones técnicas	149
Conexiones externas	154
La base algorítmica. El concepto de <i>shader</i>	157
<i>Shader trees</i>	157
<i>Vertex Shaders</i>	158
<i>Pixel/Fragment Shaders</i>	159
Otros tipos de <i>shaders</i>	160
Las tuberías de la representación (<i>rendering pipeline</i>)	161
Descripción genérica. Fases principales	161
Procesamiento de vértices y ensamblaje de primitivas	162
Transformaciones de proyección	165
Procesamiento de píxels/fragmentos	166
Operaciones complementarias y salida final	166
3.2 Estructuras mediadoras entre <i>hardware</i> y <i>software</i>	169
Las dos grandes API (<i>Application Programming Interface</i>)	169
Visión conjunta de la evolución histórica de OpenGL y DirectX	169
Diferencias principales	171
Evolución histórica de las diferentes versiones de OpenGL y Direct3D	172
Procesos básicos en OpenGL y Direct3D	176
Inicialización, procesos básicos, cierre	176
Creación y representación de primitivas	179
La <i>rendering pipeline</i> en Direct3D y OpenGL	186
La explotación del paralelismo, los nuevos lenguajes y las nuevas tecnologías	189
Lenguajes de programación de <i>shaders</i>	190
Las aplicaciones gráficas de propósito general (GPGPU)	192
<i>FireStream (ATI) / Stream Processor (AMD)</i>	192
CUDA (NVIDIA)	193
OpenCL	194
3.3 Procesamiento de materiales e iluminación	194
Estructuras generales	194
Definición y registro de parámetros básicos de materiales	194
Modificación de parámetros básicos por la iluminación de la escena	195
Texturas	196
Estructura y registro de los datos	196
Filtrado básico de texturas	199
3.4 Aliasing y antialiasing	203
Notas sobre procesamiento de imágenes	203
Imágenes y señales	203
Teorema del muestreo y límite de Nyquist	204
Operaciones fundamentales. Transformada de Fourier. Convolución	205
<i>Aliasing</i> y <i>antialiasing</i> . Tipos generales	207



Supermuestreo. Submuestreo	208
Filtros	211
Generalidades	211
Filtros principales utilizados en simulación visual	212
3.5 Organización de la escena	214
Cámaras	214
Cámaras básicas	214
Cámaras físicas. Control de exposición	215
Iluminación básica	216
Organización elemental	216
Configuración básicas de cálculo	218
3.6 Organización del proyecto	222
Organización general	222
Pasos previos	222
Asignaciones. Nomenclatura	223
Gestión	224
Control de las referencias externas	224
Bibliotecas de materiales	224
Bibliotecas de mapas	225
4. Técnicas básicas	227
Nota sobre técnicas y software	227
4.1 <i>Shaders</i> básicos	227
<i>Shaders</i>	227
Parámetros de <i>shaders</i> básicos	232
Otros parámetros	233
4.2 <i>Shaders</i> arquitectónicos	233
Estructura y parámetros básicos del material <i>Arch&Design (mia material)</i>	234
Reflejos	234
Criterios generales	237
Parámetros básicos	238
Reflejos sobre una esfera	239
Reflejos sobre un plano	241
Reflejos anisotrópicos	243
Parámetros de reflejos anisotrópicos	244
Reflejos sobre un cilindro	245
Valores de reflectancia para diferentes materiales. Conservación de la energía	246
Transparencias	248
Parámetros básicos	248
Transparencias simples	248
Transparencias con dispersión	249
Transparencias con reflejos	251
Transparencias con refracción. Parámetros adicionales	253
Translucidez	255
Sombras sobre vidrios	256
Autoiluminación	257
4.3 <i>Shaders</i> orgánicos. Otros <i>shaders</i>	259

Materiales de tipo SSS.....	259
El material SSS <i>Fast</i> . Parámetros	261
El material SSS <i>Fast</i> . Ejemplo de aplicación	263
El material SSS <i>Fast Skin</i>	269
El material SSS <i>Physical</i>	269
Medios participativos (<i>Participating Media</i>). El <i>shader Parti Volume</i>	270
Parámetros del <i>Parti Volume Shader</i>	272
Ejemplo 1. <i>Parti Volume</i> aplicado a un objeto envolvente	273
Ejemplo 2. <i>Parti Volume</i> aplicado a una luz focal	274
Ejemplo 3. <i>Parti Volume</i> aplicado a una luz directa	274
Sistemas de partículas.....	276
Generalidades.....	276
Procedimiento básico. Parámetros principales de <i>PF Source</i> y <i>Particle View</i>	277
<i>Space Warps (Forces, Deflectors)</i>	279
Materiales (sin mapas) y sistemas de partículas	282
Ejemplo 1. Emisor elemental	283
Ejemplo 2. Distribución de partículas sobre una superficie	285
Ejemplo 3. Lluvia y nieve	287
Objetos <i>proxy</i> . Con sistemas de partículas. Con herramientas de pintura de objetos	289
Otros <i>shaders</i>	291
Hipertexturas.....	292
4.4 Mapas	294
Coordenadas UVW	295
Proyecciones explícitas y no explícitas.....	296
Tipos de proyecciones	297
Métodos básicos de ajuste de proyecciones	298
Proyecciones de un mismo mapa sobre diferentes planos.....	301
Proyecciones múltiples	302
Proyecciones sobre superficies paramétricas con especificaciones internas UVW	304
Proyecciones sobre superficies de curvatura libre y definidas por NURBS.....	305
Proyecciones desplegadas y métodos avanzados de edición de mapas	306
4.5 Tipos de mapas.....	310
Mapas de bits.....	310
Resolución y multiresolución	311
Objetos de sustitución. Recursos LOD	313
Mapas procedurales.....	314
Mapas procedurales 2D.....	314
Mapas procedurales 3D.....	315
Otros tipos de mapas procedurales	319
5. Aplicaciones y combinaciones de parámetros y mapas	323
5.1 Recursos generales	323
Editores de materiales y mapas.....	323
Canales y máscaras.....	324
Estructuras predeterminadas. “Tipos de materiales”	326
5.2 Mapas especiales de aplicación genérica.....	327
Mapas ligados a la orientación de las caras. El mapa <i>Falloff</i>	328



Mapas de mezcla.....	331
Material Mezcla con <i>Vertex Paint</i>	332
Mapas modificadores de color	334
Mapas de composición	335
5.3 Mapas de aplicación a relieves	337
Mapas de tipo <i>Bump</i>	337
Mapas de tipo Desplazamiento.....	339
Mapas de tipo <i>Normal Mapping</i>	341
Mapas de tipo <i>Parallax</i> y <i>Parallax Occlusion Mapping</i>	345
5.4 Mapas de aplicación a recortes	346
Procedimientos básicos de aplicación	346
Control de la orientación del plano de la figura (restricción <i>Look At</i>).....	348
Canales alfa y fusión de imágenes. Valores alfa premultiplicados	349
Preparación de imágenes. Técnicas básicas de ajuste y suavizado de bordes	350
Representación directa sobre un fondo alfa	353
5.5 Mapas de modificación de reflexiones.....	354
Modificación de reflejos por mapas monocromáticos	355
Modificación de reflejos en mapas de entorno.....	355
Fuga o sangrado de color (<i>color bleeding</i>)	360
Modificación de reflejos anisotrópicos por mapas	361
5.6 Mapas de modificación de transparencias.....	365
Procedimientos básicos	365
Modificación de transparencias por mapas monocromáticos. Ejemplos	365
Simulación de cortinas semitransparentes con mapas <i>falloff</i>	369
Simulación de agua con adición de mapas.....	370
5.7 Mapas de aplicación a la autoiluminación.....	372
Procedimientos básicos	372
Ejemplo 1. Cubo.....	372
Ejemplo 2. Prisma	373
Ejemplo 3. Plancha metálica.....	374
Ejemplo 4. Vela	374
5.8 Mapas con sistemas de partículas.....	376
Introducción.....	376
Operadores de mapas	376
Ejemplo 1. Procedimiento básico.....	377
Ejemplo 2. Uso del operador de mapeado.....	379
Ejemplo 3. Simulación de árboles con mapas de bits.....	380
Ejemplo 4. Simulación de humo con mapas procedurales	383
5.9 Fondos y mapas de entorno	386
Fondos y mapas de entorno. Generalidades. Problemas en la práctica	386
Composición de escenas con fondos. Concordancia de cámaras y luces	389
Integración de sombras y reflejos con imágenes de fondo. Material <i>matte</i>	392
Integración de reflejos con imágenes de fondo. Bola cromada	401
Integración de sombras con fondos uniformes	404
5.10 Simulación no realista. Contornos con mapas.....	406
Introducción. <i>Toon Shading</i>	406
<i>Shaders</i> disponibles.....	406
Contornos simples	407

Contornos y colores planos.....	410
Representación alámbrica de la geometría interna	412
5.11 Texturas	413
Criterios.....	413
a) Calidad inicial.....	413
b) Resolución	413
c) Repetición. Texturas <i>seamless</i>	414
d) Organización.....	415
e) Calidad final. Ajustes y corrección de defectos.....	416
Ejemplo de recomposición de textura	418
Texturas artificiales.....	422
<i>Noise</i> . Análisis.....	422
<i>Cellular Noise</i> . Análisis.....	423
Ejemplos de aplicación de <i>noise</i> y <i>cellular noise</i>	426
Otros recursos procedurales. Ejemplo de simulación de cuero.....	430
Texturas combinadas	432
a) Texturas recortadas (<i>decals</i>) sobre texturas continuas	432
b) <i>Decals</i> superpuestos	434
c) Texturas adicionales superpuestas	435
5.12 Texturas desplegadas. <i>Render to Texture</i>	435
Texturas desplegadas (<i>unwrap</i>). Casos.....	435
Integración de texturas. Ejemplo 1. Casos simples (misma orientación).....	439
Integración de texturas. Ejemplo 2. Casos generales (diferente orientación).....	440
Control de posición en texturas sobre superficies curvas irregulares. Ejemplo 3	446
<i>Render to Texture</i> . Aplicaciones. Proceso general. Parámetros principales	447
Ejemplo 1. Objeto simple sobre un plano	452
6. Apéndice. Materiales de construcción	461
Introducción.....	461
1 Piedras	462
Características físicas	462
Piedras más utilizadas en la construcción	463
Características visuales. Métodos de simulación	464
2 Maderas	468
Características físicas	469
Maderas más utilizadas en la construcción	470
Características visuales. Métodos de simulación	473
3 Cerámicas.....	475
Características físicas	476
Productos cerámicos más utilizados en la construcción.....	477
Características visuales. Métodos de simulación	479
4 Vidrios	479
Características físicas	480
Vidrios más utilizados en la construcción	480
Características visuales. Métodos de simulación	482
5 Metales.....	483
Características físicas	483



Metales más utilizados en la construcción.....	484
Características visuales. Métodos de simulación	486
6 Hormigón.....	488
Características físicas.....	489
Hormigones más utilizados en la construcción	489
Características visuales. Métodos de simulación	490
7 Plásticos.....	492
Características físicas.....	494
Plásticos más utilizados en la construcción	496
Características visuales. Métodos de simulación	498
8 Varios	500
Tierra combinada con otros materiales	501
Bambú. Mimbres. Hierba. Paja	503
Cartón. Telas. Plásticos. Otros materiales	504
Simulación visual	505
Referencias	507
Índice analítico	515