



Índice

TEORÍA	19
1. Escenarios reales	21
1.1 La luz, los objetos y el ojo	21
1.2 La luz. Nociones generales. Unidades radiométricas y fotométricas	21
Cantidades radiométricas y fotométricas	22
Las cuatro unidades fotométricas principales	22
Luminancia, radiancia, irradiancia, reflectancia, brillo	27
1.3 Tipos de luces	28
El Sol. Radiación solar	29
El cielo. Radiación celeste	31
El fenómeno de la dispersión	36
La perspectiva aérea	38
La luz nocturna	40
Luces artificiales	42
Lámparas y luminarias	43
Color y calidad lumínica	43
1.4 Luces y sombras. Calidad y función visual de las sombras	45
1.5 Los objetos. Modulación de la luz por los objetos	48
1.6 El ojo y el sistema visual humano	49
La estructura del ojo	49
Mecanismos neuronales de inhibición lateral	52
Receptores cromáticos profundos. El córtex visual	55
Una visión global del cerebro	57
1.7 La formación de imágenes	59
Límites geométricos. Capacidad inicial de resolución del sistema visual	59
Poder de resolución y difracción. Círculos de confusión o círculos de Airy	62
Funciones de dispersión en el ojo	64
Detección y reconocimiento. Agudeza Vernier	64
1.8 La formación de imágenes. Límites de discriminación de valores	66
Condiciones de adaptación	66
La discriminación de luminancias. Leyes de Weber/Fechner	67
La cuantificación del contraste	69
La integración de la resolución y los valores. Funciones de transferencia	71
1.9 Rangos dinámicos. Escalas de valores	74
Umbrales absolutos y relativos	74
Rangos dinámicos	79
La construcción de escalas de valores	81
Las bandas de Mach	85
El sistema de zonas	86



2. Escenarios virtuales.....	89
2.1 La luz, los objetos y el ojo en un entorno virtual	89
2.2 Luz virtual. Unidades. Calidad lumínica	89
Unidades	90
La calidad lumínica.....	91
2.3 Tipos de luces	92
Luces virtuales simples	92
Luces básicas con propiedades de área y volumen (extensas).....	96
Luces fotométricas	96
Luz solar. Luz celeste. Sistemas de luz diurna	98
Sistemas de luz diurna (integración de luz solar y luz celeste).....	100
Simulación de luminarias	100
2.4 Luces y sombras. Introducción a los tipos de sombras y sistemas de cálculo	101
Volumen de sombra (<i>shadow volume</i>).....	101
Sombras por mapa (<i>shadow map</i>).....	102
Sombras por trazado de rayos (<i>ray traced shadows</i>)	103
Sombras de área.....	104
Sombras suavizadas por luces secundarias y por cálculos de iluminación global ..	104
Sombras de objetos transparentes	105
Otros tipos de sombras. Luces sin sombras. Luces negativas	105
2.5 Objetos virtuales. Los objetos virtuales como moduladores de luz.....	106
2.6 Ojos/cámaras virtuales.....	107
2.7 La formación de imágenes virtuales. Límites geométricos	109
Límites geométricos. Capacidad de resolución de dispositivos virtuales.....	109
2.8 La formación de imágenes. Rangos dinámicos y escalas de valores.....	112
Rangos dinámicos de dispositivos artificiales	113
Rangos de dispositivos de entrada. Cámaras digitales. Escáneres	113
Rangos de dispositivos de salida. Monitores. Impresoras	120
Construcción de escalas en dispositivos analógicos. La densitometría.....	123
Construcción de escalas en dispositivos virtuales. El factor <i>gamma</i>	126
Formatos de alto rango dinámico (HDR). Introducción. Conceptos básicos y aplicaciones.....	132
Distribución de valores en formatos HDR. Tone mapping.....	137
3. Sistemas de cálculo de iluminación.....	141
3.1 Introducción.....	141
Procedimientos básicos y marco general del proceso de cálculo.....	141
Sistemas de iluminación local	142
3.2 Sistemas de iluminación global.....	142
Resumen de la evolución histórica.....	142
Ventajas y desventajas de los métodos disponibles	143
3.3 <i>Ray tracing</i> clásico (1980).....	145
Métodos precursores. Cálculos de visibilidad y sombras (1968, 1971)	145
Métodos clásicos de ray tracing (1980).....	146
Ray tracing distribuido (1984)	146
3.4 Radiosidad	147

	Método general (1984).....	147
	Técnicas de optimización.....	149
	Recolección final (FG) en radiosidad.....	150
3.5	La <i>rendering equation</i>	150
	La <i>rendering equation</i> (1986).....	150
	Coordenadas hemisféricas. Radiancia. Irradiancia.....	153
	La función de reflectancia (BRDF).....	154
	<i>Path tracing</i> (1986).....	156
	Estrategias de cálculo. <i>Forward tracing</i> . <i>Backward tracing</i>	157
	Función de respuesta (<i>response</i> , <i>importance function</i>). <i>Measurement equation</i> ...	160
3.6	Métodos de Montecarlo. Métodos generales de <i>ray tracing</i>	161
	Orígenes del método de Montecarlo.....	161
	Métodos básicos de Montecarlo en simulaciones de iluminación.....	164
	Métodos de optimización.....	165
	<i>Quasi Monte Carlo</i>	166
	Cálculo de la iluminación directa e indirecta.....	167
	<i>Ray tracing</i> generalizado. Métodos de optimización. Estructuras intermediarias....	169
3.7	Métodos de pases múltiples (<i>multypass</i>). Métodos <i>biased</i>	171
	Métodos combinados de <i>ray tracing</i> y radiosidad (1986).....	172
	<i>Bidirectional path tracing</i> (1993).....	172
	<i>Irradiance cache</i> (1988, 1992).....	173
	Proyección de fotones (<i>photon mapping</i> , 1995).....	176
	Proyección de fotones y cáusticas.....	178
	<i>Final gather</i>	179
	<i>Metropolis light transport</i> (1997).....	182
3.8	<i>Image based lighting</i> (IBL).....	184
	Fundamentos.....	184
	Procedimiento general.....	186
3.9	<i>Ambient occlusion</i>	188
3.10	Otros métodos.....	189
	Importons.....	189
	<i>Irradiance particles</i>	191
	<i>Brick maps</i> . <i>Point clouds</i> . <i>Point based GI</i>	191
	TÉCNICAS. ANÁLISIS DE CASOS	195
	4. Recursos básicos y complementarios	197
4.1	Recursos básicos.....	197
	Las tuberías de la representación.....	197
	Tarjetas gráficas. La GPU.....	197
	Direct3D y OpenGL. <i>Shaders</i> . Otras tecnologías recientes.....	199
	Las tuberías de la representación.....	202
	Los cálculos de iluminación y la <i>pipeline</i>	204
	Cálculos estandarizados.....	204
	Iluminación global con la GPU.....	206
	Aspectos generales. Ventajas y limitaciones del uso de la GPU. <i>Rasterization</i> frente a <i>Ray tracing</i>	206



	Múltiples luces (VPL). <i>Instant radiosity</i> . <i>Lightcuts</i> . Otras variantes	209
	<i>Precomputed Radiance Transfer</i> (PRT). Otros métodos de precómputo.....	213
	<i>Ray tracing</i> con la GPU	215
	<i>Photon mapping</i>	218
	<i>Ambient occlusion</i>	220
	<i>Final gather</i> e <i>irradiance caching</i>	222
	<i>Aliasing</i> y <i>antialiasing</i>	226
	Conceptos fundamentales.....	226
	Supermuestreo y submuestreo. Muestreo adaptativo.....	228
	Ejemplos de configuraciones básicas	229
	<i>Unified sampling</i> . <i>Progressive rendering</i>	230
	Filtros. Filtros usados en cálculos de iluminación	232
	Organización de la escena	233
	Aspectos generales.....	233
	Material de superposición (<i>override material</i>)	233
	Cámaras.....	234
4.2	Uso de imágenes HDR en cálculos de iluminación.....	236
	Imágenes HDR.....	236
	Métodos generales de obtención de imágenes HDR.....	236
	Grabación de series de fotografías con varias exposiciones	237
	Montaje y generación de archivos HDR a partir de series de fotografías	240
	Imágenes panorámicas.....	241
	Mapas de entorno panorámicos	242
	Tipos principales.....	243
	Software de generación de panoramas.....	246
	Transformaciones de panoramas.....	247
	<i>Skydomes</i> y <i>skyboxes</i>	249
	Métodos de grabación y montaje de panoramas HDR a partir de escenarios reales.....	251
	Grabación de series de fotografías solapadas	251
	Grabación por medio de una bola especular (<i>mirror ball</i>)	255
	Grabación con cámaras especiales	259
	Montaje y generación de HDR panorámicos.....	260
	Métodos de grabación y montaje a partir de escenarios virtuales	262
	Procedimiento general con Terragen.....	262
	Montaje externo.....	266
	Procedimiento general con 3ds Max o programas similares.....	267
	Montaje externo.....	270
4.3	Edición y ajuste de imágenes HDR.....	270
	Edición.....	270
	Análisis previo	270
	Herramientas y limitaciones de edición	271
	Ajustes.....	272
	Ajustes básicos.....	272
	Ajustes locales.....	273
	Ejemplos.....	274
	Ejemplo 1.....	274
	Ejemplo 2.....	275

4.4	Reproyección de valores (<i>tone mapping</i>). Ajustes de <i>gamma</i> . Control de exposición	276
	Visualización LDR de archivos HDR	276
	Reproyección de valores (<i>tone mapping</i>)	276
	Métodos automáticos	277
	Ajustes de <i>gamma</i>	279
	Tipos generales de ajustes	279
	Ajustes locales de <i>gamma</i>	280
	Control de exposición	282
	Problemas con fondos y control de exposición	283
	Fondos demasiado oscuros o claros	284
5.	Iluminación directa. Luces y Sombras	287
	Nota sobre los ejemplos	287
5.1	Luces simples puntuales, focales, directas	288
	Interfaz y métodos de creación y modificación	288
	Parámetros básicos de luces simples	289
	Atenuación con luces simples	291
	Recursos adicionales. Exclusión. Afectar a difuso. Afectar a especular	293
	Luces simples extensas	293
	Luces extensas planas	294
	Luces extensas de volumen	294
5.2	Luces fotométricas	294
	Parámetros básicos de luces fotométricas	294
	Unidades de luces fotométricas	295
	Unidades y control de exposición	297
	Temperatura de color. Plantillas	297
	Tipos de distribución. Archivos IES. Otros archivos	297
5.3	Sombras	301
	Parámetros generales	301
	Tipos de sombras	302
	Sombras por mapa (<i>shadow maps</i>)	302
	Sombras por <i>ray trace</i>	305
	Sombras de área	306
	Sombras de volumen	307
5.4	Sistemas de luz diurna	308
	Procedimientos generales. Creación y especificación de datos climatológicos	308
	Luz solar. Tipos y propiedades	311
	Luz celeste. Tipos y propiedades	312
	Luz celeste. Modelos de cielos	314
	Perspectiva aérea	317
	Mapas de entorno	319
	<i>Sky portals</i>	320
	Control de la temperatura de color en <i>sky portals</i>	323
5.5	Luminarias y objetos luminosos	323
	Luminarias	323
	Tres ejemplos	323



Objetos irradiantes	326
Efectos de volumen de luz y de resplandor (<i>glow, glare</i>).....	328
6. Sistemas y configuraciones de cálculo de iluminación global	333
6.1 Iluminación directa e iluminación indirecta.....	333
Sistemas de iluminación local y de iluminación global.....	333
Tipos de organización de la escena y tipos de luces en ambos sistemas	333
Tipos de cálculo de sombras en ambos sistemas.....	334
Dependencia del punto de vista y de la resolución. Métodos de filtrado y <i>antialiasing</i>	334
Ventajas de los sistemas de iluminación local	335
Ventajas de los sistemas de iluminación global y sumario de los descritos en este capítulo.....	335
Principales aplicaciones (motores de <i>render</i>) disponibles en 2014	337
RenderMan (1988, Pixar).....	339
Mental Ray (1989, mental images, Nvidia).....	340
Cinema 4D (1993, Maxon)	341
Lightwave 3D (1994, Newtek)	342
Mantra con Houdini (1996, Side Effects Software).....	342
V-Ray (1997, Chaos Group).....	343
3Delight (2000, DNA Research)	344
FinalRender (~2001, Cebas).....	344
Modo (2004, The Foundry).....	345
Maxwell (2006, Next Limit).....	346
Arnold (2009, Solid Angle).....	347
Octane (2011, Otoy)	348
Clarissee (2012, iFX Isotropic)	349
Lagoa MultiOptics (2013, Lagoa)	349
Escenario utilizado en los análisis de este capítulo	350
6.2 Radiosidad	351
Radiosidad con 3ds Max.....	351
Preparación. Escenario utilizado. Sumario del método.....	352
Primera fase: calidad inicial.....	352
Segunda fase: mallado.....	353
Tercera fase: <i>regather</i>	354
Control de las características y densidad de la malla	355
Control de la fuga de color con radiosidad	356
Radiosidad con otros programas	357
6.3 <i>Path tracing</i> y otros métodos básicos de Montecarlo.....	358
Métodos de <i>path tracing</i> con <i>iray</i> de <i>mental ray</i>	358
Descripción general.....	358
Parámetros	360
Ejemplo 1 (interior)	360
Ejemplo 2 (exterior)	362
<i>Path tracing</i> con V-Ray (<i>light cache</i>).....	363
Procedimientos de configuración de iluminación global en V-Ray.....	363
Descripción general.....	364

Parámetros generales	365
Análisis	367
“Fuerza bruta” o DMC (<i>Deterministic Monte Carlo</i>) con V-Ray	368
Descripción general.....	368
Parámetros. Análisis.....	370
6.4 Irradiancia y Final Gather	371
Irradiancia con V-Ray	371
Descripción general.....	371
Parámetros generales	372
Análisis	373
Final Gather con mental ray	375
Procedimientos generales de configuración de iluminación global con <i>mental ray</i>	375
Descripción general.....	376
Parámetros.....	378
6.5 Fotones. Combinación de irradiancia y fotones. Cáusticas	382
Fotones con mental ray	383
Descripción general.....	383
Parámetros generales	383
Análisis	383
Combinación de irradiancia y fotones con mental ray.....	386
Fotones con <i>mr sun</i>	387
Control de la fuga de color (<i>color bleeding</i>) con fotones.....	387
Fotones con V-Ray.....	387
Parámetros generales	387
Análisis	390
Combinación de irradiancia y fotones con V-Ray.....	390
Cáusticas.....	391
Cáusticas con mental ray	392
Descripción general.....	392
Parámetros generales	392
Análisis	394
Ejemplos.....	395
Problemas característicos	397
6.6 Métodos de optimización.....	398
Reutilización de mapas de irradiancia, final gather y fotones	398
Uso de <i>importons</i> e <i>irradiance particles</i>	400
6.7 IBL (<i>Image Based Lighting</i>).....	402
Procedimientos comunes a las diferentes aplicaciones.....	402
Tipos de aplicaciones y tipos de mapas HDR. Conversión entre formatos.....	402
Combinación de mapas HDR y LDR para procesar fondos, entornos y reflejos..	402
Entornos virtuales o integrados como objetos hemisféricos	403
Problemas característicos	404
IBL con mental ray	405
Carga y configuración de un archivo HDR o EXR.....	405
Alternativas de configuración para IBL.....	407
Escenario y mapas utilizados en los cuatro primeros ejemplos que siguen	410
Ejemplo 1. Un mapa. Con FG y un objeto envolvente hemisférico irradiante	411

Ejemplo 2. Un mapa. Con FG y <i>Skylight</i>	414
Ejemplo 3. Un mapa. Con <i>iray</i>	415
Ejemplo 4. Un mapa. Con IBL nativo	416
Mapas utilizados en el último ejemplo que sigue	417
Ejemplo 5. Dos o Tres mapas. Iluminación, fondo, reflejos.....	419
Smart IBL (sIBL)	421
Uso de IBL con otras aplicaciones	421
6.8 Oclusión ambiental (<i>Ambient Occlusion</i>)	422
<i>Ambient Occlusion</i> como sistema de cálculo de iluminación sin luces	422
Descripción general.....	422
Parámetros	422
Ejemplo.....	424
6.9 Análisis y medición de la iluminación	426
Análisis de la iluminación con radiosidad.....	427
Recursos	427
Análisis de la iluminación con <i>mental ray</i>	427
Recursos	427
Precisión de los análisis	428
Parámetros principales.....	429
Ejemplo 1. Galería. Iluminación diurna.....	430
Ejemplo 2. Galería. Iluminación con luces artificiales	433
Referencias	435
Índice analítico	443