

INDICE

1. Introducción: Graficación por Computador	1
1.1. Algunas aplicaciones de la graficación por computador	1
1.2. Breve historia de la graficación por computadora	7
1.2.1. Tecnología de salida	9
1.2.2. Tecnología de entrada	13
1.2.3. Transportabilidad de software y estándares para gráficos	13
1.3. Ventajas de la graficación interactiva	15
1.4. Marco conceptual para la graficación interactiva	17
Resumen	21
Ejercicios	22
2. Programación en el Paquete SRGP	25
2.1. Dibujo con SRGP	26
2.1.1. Especificación de primitivas gráficas	26
2.1.2. Atributos	32
2.1.3. Primitivas rellenas y sus atributos	34
2.1.4. Almacenamiento y recuperación de atributos	39
2.1.5. Texto	39
2.2. Manejo Básico de la Interacción	42
2.2.1. Factores humanos	42
2.2.2. Dispositivos lógicos de entrada	43
2.2.3. Muestreo y procesamiento dirigido por eventos	44
2.2.4. Modo de muestreo	47
2.2.5. Modo de eventos	48
2.2.6. Correlación de selección para el manejo de interacción	53
2.2.7. Determinación de medidas y atributos de dispositivos	54
2.3. Características de los Gráficos de Barrido	57
2.3.1. Lienzos	57
2.3.2. Rectángulos de recorte	60
2.3.3. La operación SRGP_copyPixel	61
2.3.4. Modo de escritura u operación de barrido	63
2.4. Limitaciones de SRGP	67
2.4.1. Sistema de coordenadas de aplicación	68
2.4.2. Almacenamiento de primitivas para reespecificación	68
Resumen	70
Ejercicios	71
Proyecto de Programación	73
3. Algoritmos Básicos de Gráficos de Barrido para Dibujar Primitivas Bidimensionales	75
3.1. Esquema General	76
3.1.1. Implicaciones de la arquitectura del sistema de presentación	76
3.1.2. El ducto de salida en software	80
3.2. Discretización de Líneas	81
3.2.1. Algoritmo incremental básico	82
3.2.2. Algoritmo de línea de punto medio	84
3.2.3. Aspectos adicionales	89
3.3. Discretización de círculos	92
3.3.1. Simetría de ocho lados	92

3.3.2. Algoritmo de círculo de punto medio	93
3.4. Rellenado de rectángulos	98
3.5. Rellenado de polígonos	99
3.5.1. Aristas horizontales	102
3.5.2. Astillas	103
3.5.3. Coherencia de aristas y algoritmo de línea de rastreo	103
3.6. Rellenado con patrones	107
3.6.1. Rellenado con patrones usando discretización	108
3.6.2. Rellenado con patrones sin discretización repetida	109
3.7. Primitivas Gruesas	112
3.7.1. Duplicación de píxeles	113
3.7.2. El pincel móvil	113
3.8. Recortes en un mundo de barrido de trama	114
3.9. Recorte de líneas	116
3.9.1. Recorte de puntos extremos	117
3.9.2. Recorte de líneas mediante la resolución de ecuaciones simultáneas	117
3.9.3. Algoritmo de recorte de líneas de Cohen – Suthgerland	118
3.9.4. Algoritmo paramétrico de recorte de líneas	123
3.10. Recorte de círculos	128
3.11. Recorte de polígonos	128
3.11.1. Algoritmo de recorte de polígonos de Sutherland – Hodgman	128
3.12. Generación de Caracteres	132
3.12.1. Definición y recorte de caracteres	132
3.12.2. Implantación de una primitiva de salida de texto	135
3.13. SRGP _ CopyPixel	136
3.14. Eliminación de artefactos de discretización (antialiasing)	137
3.14.1. Aumento de la resolución	137
3.14.2. Muestreo de área no ponderada	137
3.14.3. Muestreo de área ponderada	140
3.15. Temas avanzados	143
Resumen	144
Ejercicios	145
4. Hardware Gráfica	149
4.1. Tecnología de impresión	150
4.2. Tecnologías de pantallas	155
4.3. Sistemas de presentación por barrido de trama	163
4.3.1. Sistema sencillo de pantalla de barrido	163
4.3.2. Sistema de presentación por barrido con procesador periférico de dibujo	167
4.3.3. Funcionalidad adicional de procesador de dibujo	167
4.3.4. Sistema de dibujo de barrido con procesador de dibujo integrado	173
4.4. Controlador de vídeo	174
4.4.1. Mezclado de vídeo	176
4.5. Dispositivos de entrada para la interacción con el operador	177
4.5.1. Dispositivos localizadores	177
4.5.2. Dispositivos de teclado	180
4.5.3. Dispositivos valuadores	181
4.5.4. Dispositivos de opciones	181

4.6. Digitalización de imágenes	181
Ejercicios	183
5. Transformaciones Geométricas	185
5.1. Aspectos matemáticos preliminares	185
5.1.1. Los vectores y sus propiedades	186
5.1.2. Producto punto de vectores	188
5.1.3. Propiedades del producto punto	189
5.1.4. Matrices	189
5.1.5. Multiplicación de matrices	190
5.1.6. Determinantes	190
5.1.7. Transpuesta de una matriz	191
5.1.8. Inversa de una matriz	191
5.2. Transformaciones bidimensionales	193
5.3. Coordenadas homogéneas y representación matricial de transformaciones bidimensionales	196
5.4. Composición de transformaciones bidimensionales	201
5.5. Transformación ventana – área de vista	203
5.6. Eficiencia	206
5.7. Representación matricial de transformaciones tridimensionales	206
5.8. Composición de transformaciones tridimensionales	210
5.9. Las transformaciones como un cambio en el sistema de coordenadas	215
Ejercicios	219
6. Vista Tridimensional	221
6.1. La cámara sintética y los pasos en la vista tridimensional	221
6.2. Proyecciones	224
6.2.1. Proyecciones de perspectivas	225
6.2.2. Proyecciones paralelas	227
6.3. Especificación de una vista tridimensional arbitraria	229
6.4. Ejemplos de vista tridimensional	235
6.4.1. Proyecciones de perspectivas	236
6.4.2. Proyecciones paralelas	241
6.4.3. Volúmenes de vista finitos	242
6.5. Las matemáticas de las proyecciones geométricas planas	242
6.6. Implantación de proyecciones geométricas planas	246
6.6.1. El caso de la proyección paralela	247
6.6.2. El caso de la proyección de perspectiva	253
6.6.3. Recortes con respecto a un volumen de vista canónico en tres dimensiones	258
6.6.4. Recortes en coordenadas homogéneas	260
6.6.5. Correspondencia a un área de vista	264
6.6.6. Resumen de implantación	265
6.7. Sistemas de coordenadas	266
Ejercicios	268
7. Jerarquía de Objetos y Simple (SPHIGS)	271
7.1. Modelado geométrico	273
7.1.1. Modelos geométricos	275
7.1.2. Jerarquía en modelos geométricos	275
7.1.3. Relación entre modelo, el programa de aplicación y el sistema	279

gráfico	
7.2. Características de los Paquetes gráficos de modo retenido	280
7.2.1. El almacenamiento central de estructuras y sus ventajas	281
7.2.2. Limitaciones de los paquetes de modo retenido	282
7.3. Definición y Presentación de Estructuras	283
7.3.1. Apertura y cierre de estructuras	283
7.3.2. Especificación de primitivas de salida y sus atributos	284
7.3.3. Colocación de estructuras para recorrido de presentación	287
7.3.4. Vista	288
7.3.5. Aplicaciones gráficas que comparten una pantalla a través de la administración de ventanas	292
7.4. Transformaciones de modelado	292
7.5. Redes de estructuras jerárquicas	298
7.5.1. Jerarquía de dos niveles	298
7.5.2. Jerarquía simple de tres niveles	300
7.5.3. Construcción ascendente (bottom - up) del robot	300
7.5.4. Programas interactivos de modelado	305
7.6. Composición de matrices en el recorrido de presentación	306
7.7. Manejo de atributos de apariencia en la jerarquía	310
7.7.1. Reglas de herencia	310
7.7.2. Atributos de SPHIGS y texto no afectados por las transformaciones	313
7.8. Actualización de pantalla y modos de presentación	313
7.9. Edición de redes de estructura para obtener efectos dinámicos	315
7.9.1. Acceso a elementos por medio de índices y etiquetas	316
7.9.2. Operaciones de edición dentro de la estructura	316
7.9.3. Bloques de ejemplares para facilitar la edición	317
7.9.4. Control de la regeneración automática de la imagen en pantalla	319
7.10. Interacción	320
7.10.1. Localizador	320
7.10.2. Correlación de selección	321
7.11. Temas Avanzados	328
7.11.1. Características de salida adicionales	328
7.11.2. Aspectos de implantación	329
7.11.3. Optimización de la presentación de modelos jerárquicos	331
7.11.4. Limitaciones del modelo jerárquico en PHIGS	331
7.11.5. Formas alternativas de modelado jerárquico	332
7.11.6. Otros estándares (industriales)	333
Resumen	334
Ejercicios	335
8. Dispositivos de Entrada, Técnicas de Interacción y Tareas de Interacción	337
8.1. Hardware de Interacción	338
8.1.1. Dispositivos localizadores	339
8.1.2. Dispositivos de teclado	341
8.1.3. Dispositivos valuadores	341
8.1.4. Dispositivos de opción	341
8.1.5. Otros dispositivos	342
8.1.6. Dispositivos de interacción tridimensional	342

8.2. Tareas de Interacción Básicas	345
8.2.1. Tarea de interacción para posicionamiento	345
8.2.2. Tarea de interacción para selección: conjunto de opciones de tamaño variable	346
8.2.3. Tarea de interacción para selección: conjunto de opciones de tamaño relativamente fijo	349
8.2.4. tarea de interacción para texto	353
8.2.5. Tarea de interacción para cuantificación	353
8.2.6. Tareas de interacción tridimensional	354
8.3. Tareas de interacción compuestas	357
8.3.1. Recuadros de diálogo	357
8.3.2. Técnicas de construcción	358
8.3.3. Manipulación dinámica	359
8.4. Conjuntos de herramientas para técnicas de interacción	361
Resumen	362
Ejercicio	362
9. Representación de Curvas y Superficies	363
9.1. Mallas Poligonales	365
9.1.1. Representación de mallas poligonales	366
9.1.2. Ecuaciones de planos	368
9.2. Curvas Cúbicas Paramétricas	371
9.2.1. Características básicas	372
9.2.2. Curvas de Hermite	376
9.2.3. Curvas de Bézier	380
9.2.4. B – splines uniformes, no racionales	387
9.2.5. B – splines no uniformes, no racionales	391
9.2.6. Segmentos de curva polinomial cúbica racional, no uniforme	393
9.2.7. Ajuste de curvas a puntos digitalizados	348
9.2.8. Comparación de las curvas cúbicas	394
9.3. Superficies Bicúbicas Paramétricas	396
9.3.1. Superficies de Hermite	397
9.3.2. Superficies de Bézier	399
9.3.3. Superficies B – spline	400
9.3.4. Normales a superficies	401
9.3.5. Dibujo de superficies bicúbicas	401
9.4. Superficies cuádricas	403
9.5. Técnicas de modelado especializado	404
9.5.1. modelos fractales	405
9.5.2. Modelos gramaticales	410
Resumen	414
Ejercicios	415
10. Modelos de Sólido	417
10.1. Representación de sólidos	418
10.2. Operaciones regularizadas de conjuntos booleanos	419
10.3. Generación de ejemplares de primitivas	423
10.4. Representaciones de barrido	424
10.5. Representaciones de fronteras	426
10.5.1. Poliedros y fórmulas de Euler	427
10.5.2. Operaciones de conjuntos booleanos	429

10.6. Representaciones de partición especial	430
10.6.1. Descomposición en celdas	431
10.6.2. Enumeración de ocupación espacial	431
10.6.3. Árboles de octantes	432
10.6.4. Árboles binarios de partición de espacio	436
10.7. Geometría sólida constructiva	438
10.8. Comparación de representaciones	440
10.9. Interfaces con el usuario para el modelado de sólidos	443
Resumen	443
Ejercicios	444
11. Luz Acromática y Cromática	447
11.1. Luz acromática	447
11.1.1. Selección de intensidades	448
11.1.2. Aproximación por medios tonos	451
11.2. Luz cromática	455
11.3. Modelos de Colores para Gráficos de Trama	463
11.3.1. Modelo de colores RGB	464
11.3.2. Modelo de colores CMY	464
11.3.3. Modelo de colores YIQ	466
11.3.4. Modelo de colores HSV	467
11.3.5. Especificación interactiva del color	471
11.3.6. Interpolación en el espacio de colores	472
11.4. Utilización del color en la graficación por computador	473
Resumen	476
Ejercicios	476
12. Búsqueda de4l Realismo Visual	479
12.1. ¿Por qué el realismo?	480
12.2. Dificultades fundamentales	482
12.3. Técnicas de generación para dibujos de línea	484
12.3.1. Vistas ortográficas múltiples	484
12.3.2. Proyecciones de perspectivas	484
12.3.3. Indicadores de profundidad	485
12.3.4. Recortes de profundidad	486
12.3.5. Modelado de superficies curvas	489
13.3.6. Iluminación y sombreado mejorados	489
13.3.7. Textura	489
13.3.8. Sombras	489
13.3.9. Transparencia y reflexión	490
13.3.10. Modelos de cámara mejorados	490
12.5. Modelos de objetos mejorados	491
12.6. Dinámica y animación	491
12.6.1. El valor del movimiento	491
12.6.2. Animación	492
12.7. Estereoptica	495
12.8. Pantallas mejoradas	496
12.9. Interacción con nuestro otros sentidos	497
Resumen	497
Ejercicios	498

13. Determinación de Superficies Visibles	499
13.1. Técnicas para algoritmos eficientes de superficie visibles	501
13.1.1. Coherencia	502
13.1.2. Transformación de perspectiva	503
13.1.3. Extensiones y volúmenes acotantes	505
13.1.4. Eliminación de caras posteriores	507
13.1.5. Participación especial	509
13.1.6. Jerarquía	509
13.2. Algoritmo de z – buffer (memoria de profundidad)	510
13.3. Algoritmos de línea de barrido	514
13.4. Traza de rayos en superficies visibles	519
13.4.1. Cálculo de intersecciones	521
13.4.2. Consideraciones de eficiencia para la traza de rayos en superficies visibles	524
13.5. Otros Métodos	526
13.5.1. Algoritmos de prioridad de listas	526
13.5.2. Algoritmos de subdivisión de área	531
13.5.3. Algoritmos para superficies curvas	533
Resumen	535
Ejercicios	537
14. Iluminación y Sombreado	541
14.1. Modelos de iluminación	542
14.1.1. Luz ambiental	542
14.1.2. Reflexión difusa	543
14.1.3. Atenuación atmosférica	548
14.1.4. Reflexión especular	549
14.1.5. Mejora del modelo de fuente luminosa puntual	552
14.1.6. Fuentes luminosas múltiples	554
14.1.7. Modelos de iluminación físicos	554
14.2. Modelos de sombreado para polígonos	557
14.2.1. Sombreado constante	557
14.2.2. Sombreado interpalado	558
14.2.3. Sombreado de mala poligonal	559
14.2.4. Sombreado de Gouraud	560
14.2.5. Sombreado de Phong	561
14.2.6. Problemas con el sombreado interpolado	563
14.3. Detalle de Superficie	565
14.3.1. Polígonos de detalle de superficie	565
14.3.2. Correspondencia de texturas	565
14.3.3. Correspondencia de protuberancias	567
14.3.4. Otros métodos	568
14.4. Sombras	568
14.4.1. Generación de sombras por línea de barrido	569
14.4.2. Volúmenes de sombra	571
14.5. Transparencia	572
14.5.1. Transparencia no refractiva	573
14.5.2. Transparencia refractiva	575
14.6. Algoritmos de iluminación global	577

14.7. Traza de rayos recursivo	579
14.8. Métodos de radiosidad	583
14.8.1. Ecuación de radiosidad	584
14.8.2. Cálculo de factores de forma	586
14.8.3. Refinamiento progresivo	589
14.9. Ducto de generación (rendering)	590
14.9.1. Ductos de iluminación local	591
14.9.2. Ductos de iluminación global	594
17.9.3. Refinamiento progresivo	595
Resumen	595
Ejercicios	595
Apéndice. Versión original en inglés de las codificaciones de SRGP y PHIGS	597
Bibliografía	607
Vocabulario técnico bilingüe	625
Índice de materias	637