

INDICE GENERAL

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introducción: Graficación por computador | 1 |
| 1.1 | Algunas aplicaciones de la graficación por computador | 1 |
| 1.2 | Breve historia de la graficación por computador | 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 |
| 1.4.1 | Modelado de aplicaciones | 18 |
| 1.4.2 | Presentación del modelo | 19 |
| 1.4.3 | Manejo de la interacción | 20 |
| | 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****Proyectos 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 112
 - 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-Sutherland 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 gráfico

149

- 4.1 Tecnologías 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 del procesador de dibujo 170

| | | |
|------------|--|------------|
| 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 evaluadores | 181 |
| 4.5.4 | Dispositivos de opciones | 181 |
| 4.6 | Digitalizadores 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 perspectiva | 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 perspectiva 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 PHIGS 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 el modelo, el programa de aplicación y el sistema gráfico 279
 - 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 estructuras 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 modelado 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**
 - Ejercicios 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 | Modelado de sólidos | 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 fórmula de Euler 427 | |
| | 10.5.2 Operaciones de conjuntos booleanos 429 | |
| | 10.6 Representaciones de partición espacial 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 | |
| | 11.2.1 Psicofísica 456 | |
| | 11.2.2 Diagrama de cromaticidad CIE 459 | |
| | 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 | |