Contenido

Prólogo XIX

Un enfoque novedoso XX
Prerrequisitos XX
Java XXI
Organización del libro XXII
Organización del libro por capítulos XXII
Dependencias entre capítulos XXIV
Partes independientes XXIV
Fundamentos matemáticos XXV
Organización del curso XXV
Ejercicios XXVI
Detalles pedadógicos XXVI
Disponibilidad del código XXVI
Guía del profesor XXVII
Agradecimientos XXVII

Prólogo a la edición en español XXIX

PRIMERA PARTE
Un recorrido por Java

1. Java básico 3

1.1. El entorno general 4
1.2. El primer programa 5
1.2.1. Comentarios 5
1.2.2. `main` 6
1.2.3. Salida por pantalla 6
1.3. Tipos primitivos 6
1.3.1. Los tipos primitivos 6
1.3.2. Las constantes 7
1.3.3. Declaración e inicialización de tipos primitivos 7
1.3.4. Entrada y salida por terminal 8

1.4. Operadores básicos 8
1.4.1. Operadores de asignación 8
1.4.2. Operadores aritméticos binarios 9
1.4.3. Operadores unarios 10
1.4.4. Conversiones de tipo 10
1.5. Instrucciones condicionales 11
1.5.1. Operadores relacionales y de igualdad 11
1.5.2. Operadores lógicos 11
1.5.3. La instrucción `if` 12
1.5.4. La instrucción `while` 13
1.5.5. La instrucción `for` 14
1.5.6. La instrucción `do` 15
1.5.7. `break` y `continue` 15
1.5.8. La instrucción `switch` 16
1.5.9. El operador condicional 17
1.6. Métodos 18
1.6.1. Sobrecarga de los nombres de los métodos 18
1.6.2. Clases de almacenamiento 19
Resumen 19
Elementos del juego 20
Errores comunes 21
En Internet 22
Ejercicios 22
Bibliografía 24

2. Referencias 25

2.1. ¿Qué es una referencia? 25
2.2. Nociones básicas sobre objetos y referencias 27
2.2.1. El operador punto (.) 28
2.2.2. Declaración de objetos 28
2.2.3. Recogida de basura 29
2.2.4. El significado de = ... 29
2.2.5. Paso de parámetros 30
2.2.6. El significado de = = ... 31
2.2.7. Sobrecarga de operadores para objetos 31
2.3. Cadenas de caracteres 31
2.3.1. Conceptos básicos de la manipulación de `Strings` 32
2.3.2. Concatenación de cadenas 32
2.3.3. Comparando cadenas 33
2.3.4. Otros métodos del tipo `String` 33
2.3.5. Conversión entre cadenas y tipos primitivos 33
2.4. Vectores 34
2.4.1. Declaración, asignación y métodos 34
2.4.2. Expansión dinámica de vectores 36
2.4.3. Vectores multidimensionales 37
2.4.4. Argumentos de la línea de comandos 39
2.5. Manejo de excepciones 39
2.5.1. Procesamiento de excepciones 39

2.5.2. La cláusula `finally` ... 40
2.5.3. Excepciones más comunes ... 41
2.5.4. Las cláusulas `throw` y `throws` ... 42
2.6. Entrada y salida ... 42
2.6.1. Operaciones básicas de E/S ... 43
2.6.2. El objeto `StringTokenizer` ... 44
2.6.3. Ficheros de acceso secuencial ... 45
Resumen ... 46
Elementos del juego ... 47
Errores comunes ... 48
En Internet ... 48
Ejercicios ... 49
Referencias ... 49

3. Objetos y clases ... 51

3.1. ¿Qué es la programación orientada a objetos? ... 51
3.2. Un ejemplo sencillo ... 53
3.3. Javadoc ... 54
3.4. Métodos básicos ... 57
3.4.1. Constructores ... 57
3.4.2. Métodos modificadores y de acceso ... 57
3.4.3. Salida y `toString` ... 58
3.4.4. `equals` ... 58
3.4.5. Métodos `static` ... 59
3.4.6. `main` ... 60
3.5. Paquetes ... 60
3.5.1. La directiva `import` ... 60
3.5.2. La instrucción `package` ... 61
3.5.3. La variable de entorno `CLASSPATH` ... 62
3.5.4. Reglas de visibilidad amistosa dentro de un paquete ... 63
3.5.5. Compilación separada ... 64
3.6. Construcciones adicionales ... 64
3.6.1. La referencia `this` ... 64
3.6.2. La abreviatura `this` para constructores ... 65
3.6.3. El operador `instanceof` ... 65
3.6.4. Atributos estáticos ... 65
3.6.5. Inicializadores estáticos ... 66
Resumen ... 67
Elementos del juego ... 68
Errores comunes ... 69
En Internet ... 69
Ejercicios ... 70
Bibliografía ... 71

4. Herencia ... 73

4.1. ¿Qué es la herencia? ... 73
4.2. Sintaxis básica de Java ... 76
4.2.1. Reglas de visibilidad ... 76

4.2.2. El constructor y `super` ... 77
4.2.3. Métodos y clases finales ... 78
4.2.4. Sobreescribiendo un método ... 79
4.2.5. Métodos y clases abstractos ... 79
4.3. Ejemplo: extensión de la clase `Figura` ... 82
4.3.1. Disgresión: una introducción a la ordenación ... 84
4.4. Herencia múltiple ... 87
4.5. El interfaz ... 88
4.5.1. Especificación de una interfaz ... 88
4.5.2. Implementación de una interfaz ... 89
4.5.3. Varios inferfaces ... 91
4.6. Implementación de componentes genéricas ... 91
Resumen ... 94
Elementos del juego ... 95
Errores comunes ... 96
En Internet ... 96
Ejercicios ... 97
Bibliografía ... 99

SEGUNDA PARTE
Algoritmos y fundamentos de programación

5. Análisis de algoritmos ... 103

5.1. ¿Qué es el análisis de algoritmos? ... 104
5.2. Ejemplos de tiempo de ejecución de algoritmos ... 107
5.3. El problema de la subsecuencia de suma máxima ... 108
5.3.1. El algoritmo $O(N^3)$ obvio ... 109
5.3.2. Un algoritmo mejorado $O(N^2)$ ... 112
5.3.3. Un algoritmo lineal ... 113
5.4. Reglas generales para la notación O ... 114
5.5. Logaritmos ... 119
5.6. Problema de la búsqueda estática ... 121
5.6.1. Búsqueda secuencial ... 121
5.6.2. Búsqueda binaria ... 122
5.6.3. Búsqueda interpolada ... 124
5.7. Comprobar el análisis de un algoritmo ... 125
5.8. Limitaciones del análisis O ... 127
Resumen ... 127
Elementos del juego ... 128
Errores comunes ... 129
En Internet ... 129
Ejercicios ... 130
Bibliografía ... 134

6. Estructuras de datos ... 137

6.1. ¿Por qué necesitamos estructuras de datos? ... 137
6.2. Las pilas ... 139
6.2.1. Las pilas y los lenguajes de programación ... 141

6.3. Las colas ... 142
6.4. Listas enlazadas ... 144
6.5. Árboles generales ... 147
6.6. Árboles binarios de búsqueda ... 149
6.7. Tablas hash ... 153
6.8. Colas de prioridad ... 155
Resumen ... 158
Elementos del juego ... 159
Errores comunes ... 159
En Internet ... 160
Ejercicios ... 160
Bibliografía ... 163

7. Recursión ... 165

7.1. ¿Qué es la recursión? ... 165
7.2. Fundamentos: demostraciones por inducción matemática ... 166
7.3. Recursión básica ... 170
7.3.1. Impresión de números en cualquier base ... 170
7.3.2. ¿Por qué funciona? ... 172
7.3.3. Cómo funciona ... 174
7.3.4. Demasiada recursión puede ser peligrosa ... 175
7.3.5. Ejemplos adicionales ... 176
7.4. Aplicaciones numéricas ... 180
7.4.1. Aritmética modular ... 181
7.4.2. Exponenciación modular ... 181
7.4.3. Máximo común divisor e inversos multiplicativos ... 183
7.4.4. El sistema de criptografía RSA ... 185
7.5. Algoritmos divide y vencerás ... 188
7.5.1. El problema de la subsecuencia de suma máxima ... 188
7.5.2. Análisis de un algoritmo divide y vencerás sencillo ... 190
7.5.3. Una cota superior general para los tiempos de ejecución de los algoritmos divide y vencerás ... 195
7.6. Programación dinámica ... 197
7.7. Algoritmos de vuelta atrás ... 201
Resumen ... 205
Elementos del juego ... 205
Errores comunes ... 206
En Internet ... 207
Ejercicios ... 207
Bibliografía ... 211

8. Algoritmos de ordenación ... 213

8.1. ¿Por qué es importante la ordenación? ... 213
8.2. Preliminares ... 215
8.3. Análisis de la ordenación por inserción y otras ordenaciones simples ... 215
8.4. Shellsort ... 217
8.4.1. Rendimiento de Shellsort ... 219

8.5. Mergesort 221
8.5.1. Mezcla lineal de vectores ordenados 221
8.5.2. El algoritmo mergesort 224
8.6. Quicksort 225
8.6.1. El algoritmo quicksort 225
8.6.2. Análisis de quicksort 227
8.6.3. Seleccionando el pivote 230
8.6.4. Estrategia de partición 232
8.6.5. Elementos iguales al pivote 234
8.6.6. Partición con la mediana de tres 234
8.6.7. Vectores pequeños 235
8.6.8. Rutina de quicksort en Java 236
8.7. Selección rápida 238
8.8. Una cola inferior para la ordenación 240
Resumen 241
Elementos del juego 241
Errores comunes 242
En Internet 242
Ejercicios 242
Bibliografía 246

9. Números aleatorios 249

9.1. ¿Por qué son necesarios los números aleatorios? 249
9.2. Generadores de números aleatorios 250
9.3. Números aleatorios no uniformes 256
9.4. Generación de una permutación aleatoria 258
9.5. Algoritmos aleatorios 259
9.6. Test aleatorio de primalidad 261
Resumen 265
Elementos del juego 265
Errores comunes 266
En Internet 266
Ejercicios 267
Bibliografía 268

TERCERA PARTE
Aplicaciones

10. Juegos y diversión 273

10.1. Sopas de letras 273
10.1.1. Teoría 274
10.1.2. Implementación en Java 276
10.2. El juego de las tres en raya 281
10.2.1. Poda alfa-beta 281
10.2.2. Tablas de transposición 282
10.3. El ajedrez 285
Resumen 287
Elementos del juego 287

Errores comunes 288
En Internet 288
Ejercicios 288
Bibliografía 290

11. Las pilas y los compiladores 291

11.1. Analizador de símbolos equilibrados 291
11.1.1. El algoritmo básico 291
11.1.2. Implementación 293
11.2. Una calculadora sencilla 301
11.2.1. Máquinas postfijas 302
11.2.2. Conversión de notación infija a postfija 302
11.2.3. Implementación 305
11.2.4. Árboles sintácticos de expresiones 312
Resumen 313
Elementos del juego 313
Errores comunes 314
En Internet 314
Ejercicios 315
Bibliografía 316

12. Utilidades 317

12.1. Compresión de ficheros 317
12.1.1. Códigos sin prefijos 318
12.1.2. Algoritmo de Huffman 320
12.1.3. La fase de codificación 322
12.1.4. La fase de decodificación 323
12.1.5. Consideraciones prácticas 324
12.2. Generador de referencias cruzadas 324
12.2.1. Ideas básicas 324
12.2.2. Implementación en Java 325
Resumen 330
Elementos del juego 330
Errores comunes 330
En Internet 330
Ejercicios 331
Bibliografía 333

13. Simulación 335

13.1. El problema Josephus 335
13.1.1. La solución simple 336
13.1.2. Un algoritmo más eficiente 338
13.2. Simulación dirigida por eventos 340
13.2.1. Ideas básicas 340
13.2.2. Ejemplo: simulación de un banco de módems 341
Resumen 348
Elementos del juego 348

Errores comunes 349
En Internet 349
Ejercicios 349

14. Grafos y caminos 353

14.1. Definiciones 353
14.1.1. Representación 355
14.2. Problema del camino mínimo sin pesos 366
14.2.1. Teoría 366
14.2.2. Implementación en Java 370
14.3. Problema de los caminos mínimos con pesos positivos 371
14.3.1. Teoría: algoritmo de Dijkstra 371
14.3.2. Implementación en Java 375
14.4. Problema del camino mínimo con costes negativos 376
14.4.1. Teoría 376
14.4.2. Implementación en Java 377
14.5. Problemas de caminos en grafos acíclicos 379
14.5.1. Ordenación topológica 379
14.5.2. Teoría del algoritmo de caminos mínimos con un grafo acíclico 381
14.5.3. Implementación en Java 382
14.5.4. Una aplicación: análisis de caminos críticos 382
Resumen 386
Elementos del juego 386
Errores comunes 387
En Internet 388
Ejercicios 388
Bibliografía 391

CUARTA PARTE
Implementaciones

15. Pilas y colas 395

15.1. Implementación dinámica de vectores 395
15.1.1. Pilas 395
15.1.2. Colas 399
15.2. Implementaciones con listas enlazadas 404
15.2.1. Pilas 404
15.2.2. Colas 408
15.3. Comparación de los dos métodos 409
15.4. Colas dobles 411
Resumen 411
Elementos del juego 412
Errores comunes 412
En Internet 413
Ejercicios 413

16. Listas enlazadas 415

16.1. Ideas básicas 415
16.1.1. Nodos cabecera 417

16.1.2. Clases iteradoras 418
16.2. Implementación en Java 419
16.3. Listas doblemente enlazadas y listas enlazdas circulares 426
16.4. Listas enlazadas ordenadas 428
Resumen 430
Elementos del juego 431
Errores comunes 431
En Internet 431
Ejercicios 432

17. Árboles 435

17.1. Árboles generales 435
17.1.1. Definiciones 435
17.1.2. Implementación ..... 4[illegible]
17.1.3. Una aplicación: sistemas de ficheros ..... 4[illegible]
17.2. Árboles binarios 441
17.3. Árboles y recursión 448
17.4. Recorrido de árboles: clases iteradoras 450
17.4.1. Recorrido en postorden 453
17.4.2. Recorrido en orden simétrico 457
17.4.3. Recorrido en preorden 458
17.4.4. Recorrido por niveles 459
Resumen 461
Elementos del juego 461
Errores comunes 462
En Internet 462
Ejercicios 463

18. Árboles binarios de búsqueda 467

18.1. Ideas básicas 467
18.1.1. Las operaciones 468
18.1.2. Implementación en Java 470
18.2. Búsqueda por posición en el orden 477
18.2.1. Implementación en Java 477
18.3. Análisis de las operaciones de los árboles binarios de búsqueda 481
18.4. Árboles AVL 484
18.4.1. Propiedades 485
18.4.2. Rotación simple 487
18.4.3. Rotación doble 490
18.4.4. Resumen de la inserción en un árbol AVL 492
18.5. Árboles rojinegros .....
18.5.1. Inserción ascendente 493
18.5.2. Árboles rojinegros descendentes 495
18.5.3. Implementación en Java 497
18.5.4. Eliminación descendente 503
18.6. AA-Árboles 505
18.6.1. Inserción 506
18.6.2. Eliminación 509

18.6.3. Implementación en Java ... 509
18.7. B-Árboles ... 512
Resumen ... 519
Elementos del juego ... 520
Errores comunes ... 521
En Internet ... 521
Ejercicios ... 522
Bibliografía ... 524

19. Tablas hash ... 527

19.1. Ideas básicas ... 527
19.2. Función de localización ... 529
19.3. Exploración lineal ... 531
19.3.1. Análisis de la exploración lineal ... 532
19.3.2. Lo que sucede realmente: la agrupación primaria ... 533
19.3.3. Análisis de la operación `buscar` ... 534
19.4. Exploración cuadrática ... 536
19.4.1. Implementación en Java ... 541
19.4.2. Análisis de la exploración cuadrática ... 544
19.5. Hashing enlazado ... 545
Resumen ... 546
Elementos del juego ... 547
Errores comunes ... 548
En Internet ... 548
Ejercicios ... 549
Bibliografía ... 551

20. Una cola de prioridad: el montículo binario ... 553

20.1. Ideas básicas ... 553
20.1.1. Propiedad estructural ... 554
20.1.2. Propiedad de ordenación de los montículos ... 555
20.1.3. Operaciones permitidas ... 556
20.2. Implementación de las operaciones básicas ... 559
20.2.1. `insertar` ... 559
20.2.2. `eliminarMin` ... 562
20.3. `arreglarMonticulo`: construcción en tiempo lineal del montículo ... 564
20.4. Operaciones avanzadas: `reducirClave` y `mezclar` ... 568
20.5. Ordenación interna: método del montículo ... 568
20.6. Ordenación externa ... 571
20.6.1. Por qué necesitamos nuevos algoritmos ... 572
20.6.2. Modelo de ordenación externa ... 572
20.6.3. El algoritmo sencillo ... 572
20.6.4. Mezcla multiaria ... 574
20.6.5. Mezcla multifase ... 575
20.6.6. Selección del reemplazo ... 576
Resumen ... 578
Elementos del juego ... 578
Errores comunes ... 579

En Internet 579
Ejercicios 580
Bibliografía 583

QUINTA PARTE
Estructuras de datos avanzadas

21. Árboles de ensanchamiento 587

21.1. Auto-ajustamiento y análisis amortizado 587
21.1.1. Cotas de tiempo amortizadas 588
21.1.2. Una estrategia simple de auto-ajustamiento (que no funciona) 589
21.2. Árboles básicos de ensanchamiento ascendente 591
21.3. Operaciones básicas de los árboles de ensanchamiento 593
21.4. Análisis del ensanchamiento ascendente 594
21.4.1. Demostración de la cota de ensanchamiento 597
21.5. Árboles de ensanchamiento descendente 600
21.6. Implementación de los árboles con ensanchamiento descendente 602
21.7. Comparaciones de los árboles de ensanchamiento con otros árboles de búsqueda ... 608
Resumen 608
Elementos del juego 608
Errores comunes 609
En Internet 609
Ejercicios 609
Bibliografía 611

22. Colas de prioridad con mezcla 613

22.1. Los montículos sesgados 613
22.1.1. La mezcla es importante 613
22.1.2. Mezcla simple de árboles con ordenación de montículos 614
22.1.3. El montículo sesgado: una modificación sencilla 615
22.1.4. Análisis del montículo sesgado 616
22.2. Los montículos de emparejamientos 618
22.2.1. Operaciones del montículo de emparejamientos y teoría 618
22.2.2. Implementación del montículo de emparejamientos 620
22.2.3. Aplicación: el algoritmo de Dijkstra para la obtención de caminos mínimos. 626
Resumen 629
Elementos del juego 629
Errores comunes 630
En Internet 630
Ejercicios 630
Bibliografía 631

23. Estructura de partición 633

23.1. Relaciones de equivalencia 633
23.2. Equivalencia dinámicas y dos aplicaciones 634
23.2.1. Aplicación #1: árboles de recubrimiento mínimo 635
23.2.2. Aplicación #2: el problema del antecesor común más próximo 637

23.3. El algoritmo de búsqueda rápida ... 641
23.4. El algoritmo de unión rápida ... 642
23.4.1. Algoritmos de unión inteligentes ... 643
23.4.2. Compresión de caminos ... 645
23.5. Implementación en Java ... 647
23.6. Caso peor de la unión por rango y la compresión de caminos ... 648
23.6.1. Análisis del algoritmo unir/buscar ... 649
Resumen ... 654
Elementos del juego ... 655
Errores comunes ... 656
En Internet ... 656
Ejercicios ... 656
Bibliografía ... 658

APÉNDICES

A. Plataformas para Java ... 663

A.1. Estableciendo el entorno ... 663
A.1.1. Instrucciones para Unix ... 663
A.1.2. Instrucciones para Windows95/NT ... 664
A.2. JDK de Sun ... 665
A.3. Entornos de desarrollo visual ... 666
A.3.1. Symantec Café ... 667
A.3.2. Microsoft Visual J++ ... 671

B. Operadores ... 679

C. Algunas rutinas de librerías ... 681

C.1. Clases del paquete `java.lang` ... 681
C.1.1. `Character` ... 681
C.1.2. `Integer` ... 682
C.1.3. `Object` ... 683
C.1.4. `String` ... 684
C.1.5. `StringBuffer` ... 685
C.1.6. `System` ... 687
C.1.7. `Thread` ... 688
C.1.8. `Throwable` ... 689
C.2. Clases del paquete `java.io` ... 689
C.2.1. `BufferedReader` ... 689
C.2.2. `File` ... 690
C.2.3. `FileReader` ... 691
C.2.4. `InputStreamReader` ... 691
C.2.5. `PushbackReader` ... 691
C.3. Clases del paquete `java.util` ... 692
C.3.1. `Random` ... 692
C.3.2. `StringTokenizer` ... 693
C.3.3. `Vector` ... 694
En Internet ... 694

D. Interfaces gráficas de usuario 695

D.1. El Abstract Window Toolkit 695
D.2. Elementos básicos del AWT 696
D.2.1. Component 697
D.2.2. `Container` 697
D.2.3. Ventanas de alto nivel 698
D.2.4. Panel 700
D.2.5. Componentes importantes de la E/S 701
D.3. Principios básicos del AWT 705
D.3.1. Configuraciones 705
D.3.2. Gráficos 708
D.3.3. Eventos 710
D.3.4. Resumen: encajando las piezas 713
D.4. Animaciones y hebras 713
D.5. Applets 715
D.5.1. Lenguaje de hipertexto 716
D.5.2. Parámetros 719
D.5.3. Limitaciones de los applets 719
D.5.4. Conversión de una aplicación en un applet 720
D.5.5. Applets con animación 722
Resumen 724
Elementos del juego 724
Errores comunes 726
En Internet 727
Ejercicios 728
Bibliografía 730

Índice analítico 731