

Contenido

Prefacio

xvii

<i>Sinopsis</i>	xviii
<i>Estructura del curso</i>	xx
<i>Reconocimientos</i>	xxi

Capítulo 1 Principios de Programación

1

1.1	Introducción	1
1.2	El juego de la Vida	3
1.2.1	<i>Reglas del juego de la Vida</i>	4
1.2.2	<i>Ejemplos</i>	4
1.2.3	<i>La solución</i>	5
1.2.4	<i>Vida: el programa principal</i>	5
	<i>Ejercicios</i>	7
1.3	Estilo de programación	8
1.3.1	<i>Nombres</i>	8
1.3.2	<i>Documentación y formato</i>	9
1.3.3	<i>Refinamiento y modularidad</i>	11
	<i>Ejercicios</i>	12
1.4	Codificación, prueba y refinamiento ulterior	13
1.4.1	<i>Cabos</i>	14
1.4.2	<i>Conteo de vecinos</i>	15
1.4.3	<i>Entrada y salida</i>	16
1.4.4	<i>Manejadores</i>	19
1.4.5	<i>Principios de prueba de programas</i>	20
	<i>Ejercicios</i>	22
1.5	Mantenimiento del programa	24
1.5.1	<i>Revisión del programa</i>	24
1.5.2	<i>Alternativas</i>	25
	<i>Ejercicios</i>	26
1.6	Una segunda versión del juego de la Vida	27
1.6.1	<i>Registros en Pascal</i>	27
1.6.2	<i>El programa principal</i>	29
1.6.3	<i>Refinamiento; subprogramas</i>	30
1.6.4	<i>Verificación de algoritmos</i>	33

	1.6.5	<i>Análisis y comparación</i>	35
		<i>Ejercicios</i>	36
1.7		Conclusiones y resumen	37
	1.7.1	<i>El juego de la Vida</i>	37
	1.7.2	<i>Diseño del programa</i>	38
	1.7.3	<i>Pascal</i>	39
1.8		Lecturas complementarias	40
	1.8.1	<i>Pascal</i>	40
	1.8.2	<i>Principios de programación</i>	40
	1.8.3	<i>El juego de la Vida</i>	42

Capítulo 2 Listas

43

2.1		Estructuras dinámicas y estáticas	43
2.2		Listas en representación contigua	44
	2.2.1	<i>Pilas en representación contigua</i>	44
	2.2.2	<i>Colas en representación contigua</i>	47
	2.2.3	<i>Otras listas en representación contigua</i>	52
		<i>Ejercicios</i>	52
2.3		Asignación de memoria dinámica y apuntadores	55
	2.3.1	<i>El problema del desbordamiento</i>	55
	2.3.2	<i>Apuntadores</i>	56
	2.3.3	<i>Asignación dinámica de memoria</i>	57
	2.3.4	<i>Apuntadores y memoria dinámica en Pascal</i>	57
	2.3.5	<i>Acciones con apuntadores</i>	59
		<i>Ejercicios</i>	60
2.4		Listas ligadas	61
	2.4.1	<i>Algoritmos para listas ligadas simples</i>	62
	2.4.2	<i>Pilas ligadas</i>	64
	2.4.3	<i>La lista de espacio disponible</i>	65
	2.4.4	<i>Colas ligadas</i>	66
	2.4.5	<i>Otras listas</i>	67
	2.4.6	<i>Comparación de representaciones</i>	70
	2.4.7	<i>Sugerencias de programación</i>	71
		<i>Ejercicios</i>	71
2.5		Aritmética polinomial	74
	2.5.1	<i>Definiciones</i>	74
	2.5.2	<i>Representación en computadora</i>	74
	2.5.3	<i>Adición de polinomios</i>	75
	2.5.4	<i>Proyecto de grupo</i>	77
		<i>Ejercicios</i>	78
2.6		Listas ligadas en arreglos	79

	<i>Ejercicios</i>	82
2.7	Definiciones generales y representaciones específicas	83
	<i>Ejercicios</i>	86
2.8	Lecturas complementarias	86

Capítulo 3 Recuperación de información

87

3.1	Búsqueda: introducción y notación	87
3.2	Búsqueda secuencial	88
	3.2.1 <i>Versión contigua</i>	89
	3.2.2 <i>Versión ligada</i>	89
	3.2.3 <i>Comparación de llaves frente al tiempo de ejecución</i>	90
	3.2.4 <i>Análisis de la búsqueda secuencial</i>	90
	<i>Ejercicios</i>	91
3.3	Búsqueda binaria	92
	3.3.1 <i>La versión preliminar</i>	93
	3.3.2 <i>Reconocimiento de igualdad</i>	94
	<i>Ejercicios</i>	95
3.4	Arboles de comparación	95
	3.4.1 <i>Análisis para $n = 10$</i>	96
	3.4.2 <i>Generalización</i>	99
	3.4.3 <i>Comparación de métodos</i>	101
	3.4.4 <i>Una relación general</i>	102
	<i>Ejercicios</i>	103
3.5	Cotas inferiores	104
	<i>Ejercicios</i>	106
3.6	Búsqueda en tablas y arreglos	107
	3.6.1 <i>Rompimiento de barrera del $\lg n$</i>	107
	3.6.2 <i>Arreglos rectangulares</i>	107
	3.6.3 <i>Arreglos triangulares</i>	109
	3.6.4 <i>Arreglos desiguales</i>	111
	3.6.5 <i>Arreglos invertidos</i>	112
	<i>Ejercicios</i>	113
3.7	Cálculo de dirección	114
	3.7.1 <i>Tablas esparcidas</i>	114
	3.7.2 <i>Elección de una función de cálculo de dirección</i>	116
	3.7.3 <i>Resolución de colisión con dirección abierta</i>	118
	3.7.4 <i>Resolución de colisión por encadenamiento</i>	122
	3.7.5 <i>Análisis del cálculo de dirección</i>	125
	<i>Ejercicios</i>	128
3.8	Conclusiones: comparación de métodos	130
3.9	Nuevo examen del juego de la Vida	131
	3.9.1 <i>Selección del algoritmo</i>	131

	3.9.2	<i>Especificación de estructuras de datos</i>	131
	3.9.3	<i>El programa principal</i>	132
	3.9.4	<i>Procedimientos</i>	134
		<i>Ejercicios</i>	138
3.10		Lecturas complementarias	139

Capítulo 4 Clasificación

141

	4.1	Introducción y notación	141
	4.2	Clasificación por inserción	142
	4.2.1	<i>Versión contigua</i>	143
	4.2.2	<i>Versión ligada</i>	144
	4.2.3	<i>Análisis</i>	145
		<i>Ejercicios</i>	147
	4.3	Clasificación por selección	148
		<i>Ejercicios</i>	151
	4.4	Clasificación por el método de Shell	152
		<i>Ejercicios</i>	154
	4.5	Cotas inferiores	154
		<i>Ejercicios</i>	157
	4.6	Divide y vencerás	158
	4.6.1	<i>Ideas fundamentales</i>	158
	4.6.2	<i>Un ejemplo</i>	159
	4.6.3	<i>Recursión</i>	161
	4.6.4	<i>Arbol de llamadas a subprogramas</i>	161
		<i>Ejercicios</i>	164
	4.7	Clasificación por mezcla para listas ligadas	164
	4.7.1	<i>Los procedimientos</i>	164
	4.7.2	<i>Análisis de la clasificación por mezcla</i>	166
		<i>Ejercicios</i>	169
	4.8	Clasificación rápida para listas contiguas	172
	4.8.1	<i>El procedimiento principal</i>	172
	4.8.2	<i>Partición de la lista</i>	173
	4.8.3	<i>Análisis de la clasificación rápida</i>	174
	4.8.4	<i>Análisis de un caso promedio de clasificación rápida</i>	177
	4.8.5	<i>Comparación con otros métodos de clasificación</i>	179
		<i>Ejercicios</i>	179
	4.9	Comparación de métodos	181
		<i>Ejercicios</i>	183
4.10		Asíntotas	184
	4.10.1	<i>Análisis de funciones</i>	184
	4.10.2	<i>La notación de la Oh mayúscula</i>	185
	4.10.3	<i>La notación Theta</i>	186

	4.10.4 Orden de funciones comunes	187
	4.10.5 Igualdad asintótica	188
	Ejercicios	188
4.11	Lecturas complementarias	189

Capítulo 5 Árboles binarios

191

5.1	Definiciones	192
5.2	Búsqueda por árbol	194
5.3	Transversal de árboles binarios	197
5.4	Clasificación por árbol	199
	5.4.1 Inserción dentro de un árbol de búsqueda	200
	5.4.2 El algoritmo de la clasificación por árbol	201
	5.4.3 Eliminación en un árbol de búsqueda	204
	Ejercicios	206
5.5	Huertos, árboles y árboles binarios	210
	5.5.1 Sobre la clasificación de especies	210
	5.5.2 Árboles ordenados	211
	5.5.3 Bosques y huertos	213
	5.5.4 La correspondencia formal	214
	5.5.5 Rotaciones	215
	5.5.6 Resumen	216
	Ejercicios	216
5.6	Construcción de un árbol de búsqueda binaria	218
	5.6.1 Punto de arranque	219
	5.6.2 Declaraciones y el procedimiento principal	220
	5.6.3 Inserción de un nodo	221
	5.6.4 Terminación de la tarea	222
	5.6.5 Evaluación	223
	5.6.6 Árboles de búsqueda aleatoria y optimización	224
	Ejercicios	223
5.7	Lecturas complementarias	226

Capítulo 6 Estudió de un caso: un escritor de índice

227

6.1	Especificación del problema	227
6.2	Estructuración de los datos: el programa principal	229
	6.2.1 Requerimientos sobre la organización de datos	229
	6.2.2 El programa principal	231
	6.2.3 Procesamiento de palabras	233
6.3	Fase 1: división del texto en palabras	234
	6.3.1 El procedimiento principal	234
	6.3.2 Diseño de la tabla y función del cálculo de dirección	236

6.3.3	<i>Inicialización</i>	237
6.3.4	<i>Localización de una palabra</i>	238
6.3.5	<i>Extracción de una palabra desde DentroTexto</i>	240
6.3.6	<i>Terminación</i>	243
	<i>Ejercicios</i>	244
6.4	Fase 2: clasificación de las palabras	245
6.4.1	<i>Elección de estructuras de datos</i>	245
6.4.2	<i>El procedimiento principal</i>	246
6.4.3	<i>Creación del árbol de búsqueda</i>	247
6.4.4	<i>Procesamiento de referencias</i>	249
6.4.5	<i>Salida del árbol</i>	252
	<i>Ejercicios</i>	253
6.5	Fase 3: actualización de los archivos permanentes	254
6.5.1	<i>El archivo de cálculo de dirección</i>	254
6.5.2	<i>Mezcla de las listas de palabras</i>	255
6.5.3	<i>Resumen</i>	257
6.6	Revisión, análisis y mantenimiento	258
6.6.1	<i>Facilidad de uso</i>	259
6.6.2	<i>Flexibilidad y generalidad</i>	259
6.6.3	<i>Uso del espacio</i>	260
6.6.4	<i>Corrección de ortografía</i>	261
6.7	Lecturas complementarias	261

Capítulo 7 Recursión

263

7.1	Divide y vencerás	263
7.1.1	<i>Las torres de Hanoi</i>	263
7.1.2	<i>La solución</i>	264
7.1.3	<i>Refinamiento</i>	265
7.1.4	<i>Análisis</i>	265
7.2	Posposición del trabajo	267
7.2.1	<i>Generación de permutaciones</i>	267
7.2.2	<i>Rastreo inverso: las reinas que no atacan</i>	271
	<i>Ejercicios</i>	277
7.3	Programas de árbol estructurado: perspectiva de los juegos	279
7.3.1	<i>Arboles de juego</i>	279
7.3.2	<i>El método minimax</i>	280
7.3.3	<i>Desarrollo de algoritmo</i>	281
7.3.4	<i>Refinamiento</i>	282
	<i>Ejercicios</i>	283
7.4	Compilación por descenso recursivo	285
7.4.1	<i>El programa principal</i>	286
7.4.2	<i>Declaraciones de tipo</i>	287

	7.4.3	<i>Análisis de proposiciones</i>	288
		<i>Ejercicios</i>	291
7.5		Principios de recursión	292
	7.5.1	<i>Pautas para el emplear la recursión</i>	292
	7.5.2	<i>Cómo funciona la recursión</i>	292
	7.5.3	<i>Recursión de extremo final</i>	297
	7.5.4	<i>Cuando no usar recursión</i>	298
	7.5.5	<i>Pautas y conclusiones</i>	302
		<i>Ejercicios</i>	303
7.6		Eliminación de la recursión sin pila: clasificación por mezcla	305
		<i>Ejercicios</i>	308
7.7		Lecturas complementarias	308

Capítulo 8 Estudio de un caso: la notación polaca 311

8.1		El problema	311
	8.1.1	<i>La fórmula cuadrática</i>	312
	8.1.2	<i>Operadores unitarios y prioridades</i>	312
8.2		La idea	313
	8.2.1	<i>Árboles de expresión</i>	313
	8.2.2	<i>Notación polaca</i>	315
	8.2.3	<i>Método Pascal</i>	316
		<i>Ejercicios</i>	317
8.3		Evaluación de expresiones polacas	317
	8.3.1	<i>Evaluación de una expresión en la forma prefija</i>	317
	8.3.2	<i>Convención en Pascal</i>	318
	8.3.3	<i>Procedimientos en Pascal para evaluación prefija</i>	319
	8.3.4	<i>Evaluación de expresiones postfijas</i>	320
	8.3.5	<i>Prueba del programa: conteo de entradas en la pila</i>	321
	8.3.6	<i>Evaluación recursiva de expresiones postfijas</i>	325
		<i>Ejercicios</i>	327
8.4		Traducción de la forma infija a la forma polaca	329
		<i>Ejercicios</i>	333
8.5		Un evaluador de expresión interactivo	334
	8.5.1	<i>El programa principal</i>	335
	8.5.2	<i>Representación de los datos</i>	337
	8.5.3	<i>Señales predefinidas</i>	340
	8.5.4	<i>Traducción de la expresión</i>	341
	8.5.5	<i>Evaluación de la expresión</i>	351
	8.5.6	<i>Resumen</i>	354
		<i>Ejercicios</i>	355
8.6		Lecturas complementarias	356

Capítulo 9 Temas adicionales sobre árboles 357

9.1		Balance de altura: árboles AVL	357
-----	--	--------------------------------	-----

9.1.1	<i>Definición</i>	357	
9.1.2	<i>Inserción de un nodo</i>	359	
9.1.3	<i>Eliminación de un nodo</i>	365	
9.1.4	<i>La altura de un árbol AVL</i>	367	
	<i>Ejercicios</i>	370	X
9.2	Representación contigua de árboles binarios: Clasificamontón		371
9.2.1	<i>Árboles binarios en almacenamiento contiguo</i>	371	
9.2.2	<i>Montón y clasificación por montón</i>	372	
9.2.3	<i>Análisis de la clasificación por montón</i>	376	
9.2.4	<i>Colas de prioridad</i>	377	
	<i>Ejercicios</i>	378	
9.3	Árboles de búsqueda lexicográficos: llaves compactas (tries)		379
9.3.1	<i>Llaves compactas</i>	380	
9.3.2	<i>Búsqueda de una llave</i>	381	
9.3.3	<i>Algoritmo en Pascal</i>	381	
9.3.4	<i>Inserción en una llave compacta</i>	382	
9.3.5	<i>Eliminación de una llave compacta</i>	383	
9.3.6	<i>Evaluación de llaves compactas</i>	383	
	<i>Ejercicios</i>	384	
9.4	Búsqueda externa: árboles B	384	X
9.4.1	<i>Tiempo de acceso</i>	384	
9.4.2	<i>Árboles de búsqueda multimodales</i>	385	
9.4.3	<i>Árboles multimodales balanceados</i>	385	
9.4.4	<i>Inserción en un árbol B</i>	386	
9.4.5	<i>Algoritmos en Pascal: búsqueda e inserción</i>	388	
9.4.6	<i>Eliminación en un árbol B</i>	394	
	<i>Ejercicios</i>	400	
9.5	Generalizaciones	401	
9.6	Lecturas complementarias	402	X

Apéndice A Métodos matemáticos

405

A.1	Sumas de potencias de enteros	405	
A.2	Logaritmos	408	
A.2.1	<i>Definición de logaritmos</i>	409	
A.2.2	<i>Propiedades elementales</i>	409	
A.2.3	<i>Selección de base</i>	410	
A.2.4	<i>Logaritmos naturales</i>	410	
A.2.5	<i>Cambio de base</i>	411	
A.2.6	<i>Gráficas logarítmicas</i>	412	
A.2.7	<i>Números armónicos</i>	414	
A.3	Permutaciones, combinaciones, factoriales	415	
A.3.1	<i>Permutaciones</i>	415	

	A.3.2	Combinaciones	416
	A.3.3	Factoriales	416
A.4		Números de Fibonacci	418
A.5		Números de Catalán	419
	A.5.1	El resultado principal	420
	A.5.2	La prueba por correspondencias biunívoca	420
	A.5.3	Historia	422
	A.5.4	Resultados numéricos	423
A.6.		Lecturas complementarias	424

Apéndice B Eliminación de la recursión 427

B.1		Métodos generales para eliminar la recursión	427
	B.1.1	Suposiciones preliminares	428
	B.1.2	Reglas generales	429
	B.1.3	Recursión indirecta	430
	B.1.4	Las Torres de Hanoi	430
	B.1.5	Simplificaciones ulteriores	432
B.2		Eliminación de la recursión mediante doblamiento	432
	B.2.1	Esquema del programa	432
	B.2.2	Prueba de la transformación	434
	B.2.3	Las Torres de Hanoi: la versión final	437
		Ejercicios	438
B.3		Clasificación rápida no recursiva	439
B.4		Árboles binarios entretrejidos	441
	B.4.1	Introducción	441
	B.4.2	Hilos	443
	B.4.3	Transversal en orden y preorden	444
	B.4.4	Inserción en un árbol entretrejido	446
	B.4.5	Transversal post orden	447
		Ejercicios	450
B.5		Lecturas complementarias	451

Apéndice C Apuntes de Pascal 453

C.1		Diagramas de sintaxis	453
C.2		Reglas generales	463
	C.2.1	Identificadores	463
	C.2.2	Reglas para espacios	464
	C.2.3	Normas usadas en el libro para el formato de programas	465
	C.2.4	Puntuación	465
	C.2.5	Símbolos alternativos	466

C.3	Declaraciones estándar	466
	<i>C.3.1 Constantes</i>	466
	<i>C.3.2 Tipos</i>	468
	<i>C.3.3 Variables</i>	468
	<i>C.3.4 Procedimientos</i>	469
	<i>C.3.5 Funciones</i>	469
C.4	Operadores	470