

Índice

5004



Biblioteca "Dr. Eduardo A. Barbagel"

Facultad de Ingeniería - UNER

Prefacio xix

1 Desarrollo de software 1

- 1.1 Análisis y especificación de problemas 4
- 1.2 Diseño 6
 - Diseño descendente 6
 - Diseño orientado a objetos 8
 - Diseño a pequeña escala 11
- 1.3 Codificación 16
- 1.4 Pruebas, ejecución y depuración 30
 - Especificación de la búsqueda binaria 33
- 1.5 Mantenimiento 38
 - Repaso rápido 1.5 39
 - Ejercicios 1.5 40

Resumen 41

- Conceptos 41
- Pautas de programación 41
- Consejos sobre TADs 42

Problemas de programación 42

2 Introducción a los tipos abstractos de datos 45

- 2.1 Una primera mirada a los TADs y sus implementaciones 46
- 2.2 Tipos de datos simples en C++ 46
 - Datos enteros 47
 - Números reales 52
 - Caracteres 55
 - Valores booleanos 56
 - Repaso rápido 2.2 58
 - Ejercicios 2.2 58
- 2.3 Tipos de datos definidos por el programador 59
 - Typedef 59
 - Tipos enumerados 60
 - Repaso rápido 2.3 62
 - Ejercicios 2.3 62
- 2.4 Punteros 63
 - Declaración de punteros 64

Operaciones básicas sobre punteros 67
Reserva de memoria dinámica: la operación new 71
Repaso rápido 2.4 73
Ejercicios 2.4 74

Resumen 75
Conceptos 75
Pautas de programación 76
Consejos sobre TADs 77
Problemas de programación 77

3. Estructuras de datos y tipos abstractos de datos 81

3.1 Estructuras de datos, tipos abstractos de datos
e implementaciones 82

3.2 Vectores estáticos 85
Vectores estáticos unidimensionales 87
La operación de acceso 90
Vectores como parámetros 91
Errores fuera de rango 92
Problemas con vectores 95
Repaso rápido 3.2 96
Ejercicios 3.2 97

3.3 Vectores multidimensionales (opcional) 97
Vectores bidimensionales 97
Vectores con más dimensiones 99
Declaraciones de vectores de vectores 100
Vectores multidimensionales como parámetros 105
Repaso rápido 3.3 106
Ejercicios 3.3 106

3.4 Vectores dinámicos 107
El operador new: vectores dinámicos 108
Otros usos de punteros 121
Repaso rápido 3.4 122
Ejercicios 3.4 123

3.5 Registros al estilo de C (opcional) 123
Punteros a registros 127
Repaso rápido 3.5 128

3.6 Programación con procedimientos 128
Ejemplo de programación procedimental 129

Resumen 135
Conceptos 135
Pautas de programación 136
Consejos sobre TADs 137
Problemas de programación 137



4. Más sobre POO y TADs: clases 143

- 4.1 Programación con procedimientos frente a programación orientada a objetos 144
 - Repaso rápido 4.1 145
- 4.2 Clases 145
 - Diferencias entre registros "tradicionales" (C) y clases y registros en POO (C++) 145
 - Declaración de clases 146
 - Repaso rápido 4.2 150
- 4.3 Ejemplo: una primera visión de una clase Hora 150
 - ¿Por qué no hacer públicos todos los miembros de una clase? 152
 - Implementación de una clase 153
 - Algunas observaciones 156
- 4.4 Constructores de clases 158
- 4.5 Otras operaciones de clases 165
 - Operaciones de copia: inicialización y asignación 166
 - Observadores y modificadores 167
 - Sobrecarga de operadores 169
 - Sobrecarga de operadores de entrada/salida 170
 - Otras operaciones: adelantar y los operadores relacionales 177
 - Resumen y algunos otros datos 180
 - Punteros a objetos 185
 - El puntero this 185
 - Repaso rápido 4.5 187
 - Ejercicios 4.5 187
- Resumen 188
 - Conceptos 188
 - Pautas de programación 189
 - Consejos sobre TADs 190
- Problemas de programación 190

5. Las clases estándar de C++ para entrada/salida y cadenas de caracteres 193

- 5.1 Las clases estándar de C++ para entrada/salida 194
 - La clase istream 195
 - La clase ostream 200
 - E/S a través de ficheros: clases ifstream y ofstream 204
 - La jerarquía de clases de E/S 206
 - Repaso rápido 5.1 210
- 5.2 Los tipos de cadenas de caracteres en C++ 211
 - Cadenas al estilo de C 212
 - La clase string de C++ 216

Canales de cadenas	225
Repaso rápido 5.2	228
Ejercicios 5.2	229
5.3 Caso de estudio: edición de textos	230
5.4 Introducción al encaje de patrones (opcional)	240
5.5 Introducción a la encriptación de datos (opcional)	243
Estándar de encriptación de datos	245
Encriptación de clave pública	246
Resumen	247
Conceptos	247
Pautas de programación	248
Consejos sobre TADs	249
Problemas de programación	249
6. Listas	253
6.1 Las listas como TAD	254
Diseño y construcción de una clase Lista	256
6.2 Una implementación de listas basada en vectores estáticos	257
Implementación de las operaciones	258
Una clase Lista con almacenamiento en un vector estático	260
6.3 Una implementación de listas basada en vectores dinámicos	269
Memoria dinámica en las clases: destructores, constructores de copia y asignación	275
Nota final	283
Repaso rápido 6.3	286
Ejercicios 6.3	287
6.4 Introducción a las listas enlazadas	287
¿Qué son?	287
Implementación de las operaciones básicas de las listas	288
Resumen	293
Repaso rápido 6.4	294
Ejercicios 6.4	294
6.5 Una implementación de listas enlazadas basada en punteros en C++	295
Estructura de los nodos	295
Atributos para la implementación de listas enlazadas	297
Métodos para la implementación de listas enlazadas	298
Ejercicios 6.5	301
6.6 Una implementación de listas enlazadas basada en vectores (opcional)	303
Estructura de los nodos	303

Organización de repositorio 306

Ejercicios 6.6 308

Resumen 309

Conceptos 309

Pautas de programación 309

Consejos sobre TADs 310

Problemas de programación 312

7. Pilas 315

7.1 Introducción a las pilas 316

Problema 1 316

Problema 2 316

Problema 3 316

Problema 4 317

7.2 Diseño y construcción de una clase Pila basada en vectores 321

Seleccionando estructuras de almacenamiento 322

Implementando las operaciones 325

La clase Pila completa 327

Utilizando un vector dinámico para almacenar los elementos de la pila 333

Una mirada hacia delante 348

Repaso rápido 7.2 349

Ejercicios 7.2 350

7.3 Pilas enlazadas 353

Seleccionando una estructura de almacenamiento 353

Implementando las operaciones 354

La clase Pila completa: versión con lista enlazada 357

Ejercicios 7.3 365

7.4 Uso de pilas en llamadas de función 366

Repaso rápido 7.4 370

Ejercicios 7.4 370

7.5 Caso de estudio: notación postfija (RPN) 371

Evaluando expresiones postfijas 372

Transformando expresiones infijas en postfijas 374

Repaso rápido 7.5 383

Ejercicios 7.5 384

Resumen 386

Conceptos 386

Pautas de programación 386

Consejos sobre TADs 386

Problemas de programación 386

8. Colas 389

- 8.1 Introducción a las colas 389
 - Ejemplo: Problemas de entrenamiento 391
- 8.2 Diseño y construcción de una clase Cola basada en vectores 400
 - Utilización de un vector estático para almacenar los elementos de la cola 403
 - Utilización de un vector dinámico para almacenar los elementos de la cola 408
 - Repaso rápido 8.2 409
 - Ejercicios 8.2 410
- 8.3 Colas enlazadas 412
 - Una primera implementación enlazada 413
 - Utilización de una lista enlazada circular 423
 - Repaso rápido 8.3 424
 - Ejercicios 8.3 424
- 8.4 Aplicaciones de las colas: buffers y planificación 426
 - Repaso rápido 8.4 429
 - Ejercicios 8.4 429
- 8.5 Caso de estudio: Simulación de un centro de información 429
 - Análisis y especificación del problema 430
 - Construcción de una clase Simulación 430
 - Las clases Reloj y Llamada 441
- Resumen 441
 - Conceptos 441
 - Pautas de programación 442
 - Consejos sobre TADs 442
- Problemas de programación 442

9. Implementación de TADs: plantillas y contenedores estándar 445

- 9.1 Introducción: la evolución de la reusabilidad y la genericidad 446
 - De los algoritmos a los algoritmos 446
 - De los datos a los contenedores 448
- 9.2 Genericidad de funciones: sobrecarga y plantillas 448
 - Sobrecarga 449
 - Plantillas de funciones 451
 - Otro ejemplo: mostrando un vector 455
- 9.3 Genericidad de clases: plantillas 457
 - ¿Qué tiene de malo typedef? 457
 - Plantillas de clases 458

- Una versión alternativa de la plantilla de clases Pila 472
- Una mirada a las plantillas de clases contenedoras estándar de C++ 473
- Repaso rápido 9.3 474
- Ejercicios 9.3 475
- 9.4 El contenedor vector 475
 - Declarando objetos vector 476
 - Algunas operaciones sobre vector 478
 - Un primer vistazo a las entrañas: aumentando la capacidad 482
 - Un primer vistazo a los iteradores 485
 - Algunos métodos de vector que utilizan iteradores 489
 - Concluyendo: vectores frente a vectores (al estilo de C) 490
 - Repaso rápido 9.4 491
 - Ejercicios 9.4 492
- 9.5 Caso de estudio: contando las conexiones a un sistema informático 494
- 9.6 Vectores multidimensional (opcional) 499
 - Objetos vector bidimensionales 499
 - Operaciones de los vectores bidimensionales 500
 - Ejercicios 9.6 503
- 9.7 Otros contenedores estándar: deque, stack y queue 503
 - La plantilla de clases deque de la STL 503
 - Una nueva (pero innecesaria) versión de la plantilla de clases Pila 507
 - El adaptador stack de la STL 509
 - El adaptador queue de la STL 510
 - Repaso rápido 9.7 510
- 9.8 bitsets y valarrays (opcional) 511
 - bitsets 511
 - valarrays 513
 - Slices, masks y vectores indirectos 515
- Resumen 516
 - Conceptos 516
 - Pautas de programación 516
 - Consejos sobre TADs 517
- Problemas de programación 517
- 10. Implementación de TADs: recursión, análisis de algoritmos y algoritmos estándar 521
 - 10.1 Recursión 522
 - Ejemplos de funciones recursivas 522
 - Codificación de funciones recursivas 524
 - Ejemplo de recursión inapropiada: números de Fibonacci 527
 - Ejemplo: búsqueda binaria 529
 - Ejemplo: comprobación de palíndromo 532

Repaso rápido 10.1	534
Ejercicios 10.1	534
10.2 Ejemplos de recursión: Torres de Hanoi y análisis sintáctico	538
Torres de Hanoi	538
Análisis sintáctico	541
Ejercicios 10.2	547
10.3 Implementación de la recursión	548
10.4 Eficiencia de algoritmos	551
Repaso rápido 10.4	562
Ejercicios 10.4	563
10.5 Algoritmos estándar en C++	564
Ejemplo: algoritmo sort de la STL	564
Algunos algoritmos de la STL	570
Algoritmos de la librería <numeric>	572
Ejemplo: puntuación en el patinaje artístico	572
Repaso rápido 10.5	573
10.6 Demostración de la corrección de algoritmos (opcional)	573
Ejemplo: cálculo de la media	574
Ejemplo: función recursiva para calcular potencias	576
Resumen	577
Ejercicios 10.6	578
Resumen	579
Conceptos	579
Pautas de programación	579
Consejos sobre TADs	579
Problemas de programación	580
11. Más enlaces en las listas enlazadas	585
11.1 Algunas variantes de las listas enlazadas simples	586
Listas enlazadas con nodos de cabeza	586
Listas enlazadas circulares	589
Repaso rápido 11.1	591
Ejercicios 11.1	592
11.2 Implementación con listas enlazadas de polinomios dispersos	593
Ejercicios 11.2	602
11.3 Listas doblemente enlazadas y el contenedor estándar list de C++	602
Listas doblemente enlazadas	602
La plantilla de clases estándar List	604
Ejemplo: direcciones de Internet	612
Un vistazo a las entrañas del contenedor list de C++	616
Ejercicios 11.3	620

- 11.4 Caso de estudio: aritmética de grandes números 621
 - Problema 621
 - Diseño 621
 - Implementación 623
 - Ejercicios 11.4 631
- 11.5 Otras listas múltiplemente enlazadas 631
 - Listas múltiplemente enlazadas 631
 - Matrices dispersas 632
 - Listas generalizadas 635
 - Ejercicios 11.5 637
- Resumen 639
 - Conceptos 639
 - Pautas de programación 639
 - Consejos sobre TADs 639
- Problemas de programación 640
- 12. Búsqueda: árboles binarios y tablas dispersas 645
 - 12.1 Repaso de las búsquedas lineal y binaria 646
 - Búsqueda lineal 646
 - Búsqueda binaria 648
 - Ejercicios 12.1 650
 - 12.2 Introducción a los árboles binarios 651
 - Terminología de árboles 652
 - Algunos ejemplos de árboles binarios 653
 - Representación de árboles binarios en un vector 655
 - Representación enlazada de árboles binarios 657
 - Repaso rápido 12.2 658
 - Ejercicios 12.2 659
 - 12.3 Los árboles binarios como estructura de datos recursiva 660
 - Recorridos 661
 - Repaso rápido 12.3 665
 - Ejercicios 12.3 665
 - 12.4 Árboles binarios de búsqueda 667
 - Implementación de los ABBs 667
 - Recorridos de un ABB 670
 - Búsquedas en un ABB 674
 - Inserción en un ABB 677
 - Eliminación de un nodo de un ABB 681
 - El problema del desequilibrio 693
 - Repaso rápido 12.4 694
 - Ejercicios 12.4 695
 - 12.5 Caso de estudio: validación de accesos a una computadora 698
 - Problema 698

Diseño	698
Codificación	699
12.6 Árboles binarios de búsqueda hilvanados (opcional)	702
Repaso rápido 12.6	706
Ejercicios 12.6	706
12.7 Tablas dispersas	707
Funciones de dispersión	708
Estrategias para resolver colisiones	709
Mejoras	710
Repaso rápido 12.7	714
Ejercicios 12.7	714
Resumen	715
Conceptos	715
Pautas de programación	715
Consejos sobre TADs	716
Problemas de programación	716
13. Ordenación	721
13.1 Algunos esquemas de ordenación en $O(n^2)$	722
Ordenación por selección	722
Ordenación por intercambio	725
Ordenación por inserción	728
Evaluación de estos esquemas de ordenación	730
Ordenación indirecta	731
Repaso rápido 13.1	732
Ejercicios 13.1	733
13.2 Montículos, ordenación con montículo y colas con prioridad	735
Montículos	736
Operaciones básicas de los montículos	737
Ordenación con montículo	741
Algoritmos sobre montículos en la STL	745
Montículos y colas con prioridad	748
Repaso rápido 13.2	751
Ejercicios 13.2	752
13.3 Ordenación rápida	753
La operación de repartir	754
Ordenación rápida	757
Mejoras	760
Repaso rápido 13.3	760
Ejercicios 13.3	761
13.4 Ordenación por mezclas	762
Mezclando listas	762
Ordenación por mezclas binaria	764
Ordenación por mezclas natural	766

- Repaso rápido 13.4 769
- Ejercicios 13.4 769
- 13.5 Ordenación por radicales 770
 - Ejercicios 13.5 773
- Resumen 774
 - Conceptos 774
 - Pautas de programación 774
 - Consejos sobre TADs 775
- Problemas de programación 775
- 14. POO y TADs 779
 - 14.1 Una breve visión general e histórica de la POO y los TADs 780
 - Encapsulación 781
 - Herencia 781
 - Polimorfismo y vinculación dinámica 783
 - Repaso rápido 14.1 784
 - 14.2 Herencia y diseño orientado a objetos 784
 - Ejemplo 1: carnets y licencias 786
 - Secciones públicas, privadas y protegidas 789
 - La forma de las clases derivadas 790
 - Las relaciones es-una, tiene-una y usa-una entre clases 791
 - Repaso rápido 14.2 793
 - Ejercicios 14.2 793
 - 14.3 Construyendo clases derivadas 794
 - Constructores de la clase derivada 794
 - Accediendo a los atributos heredados 794
 - Reutilizando operaciones 795
 - Ejemplo: pilas y pilas acotadas 797
 - 14.4 Caso de estudio: paga de nóminas 801
 - Problema 801
 - Diseño 802
 - 14.5 Polimorfismo, funciones virtuales y TADs 810
 - Por qué se necesita el polimorfismo: un problema de vinculación 810
 - Funciones virtuales y vinculación dinámica 812
 - Ejemplo 1: utilizando asideros 816
 - Ejemplo 2: pilas y pilas acotadas 817
 - Funciones virtuales puras y clases abstractas 820
 - Repaso rápido 14.5 822
 - Ejercicios 14.5 823
 - 14.6 Caso de estudio: una estructura de datos heterogénea 823
 - La necesidad de funciones virtuales 824
- Resumen 828
 - Conceptos 828

- Pautas de programación 828
- Consejos sobre TADs 828
- Problemas de programación 829
- 15. Árboles 831**
 - 15.1 Caso de estudio: códigos de Huffman 832
 - Códigos de longitud variable 832
 - Descodificabilidad inmediata 833
 - Códigos de Huffman 833
 - Ejercicios 15.1 838
 - 15.2 Árboles equilibrados: árboles AVL 839
 - Ejemplo: un ABB de abreviaturas de ciudades 840
 - Las rotaciones básicas 849
 - Repaso rápido 15.2 854
 - Ejercicios 15.2 854
 - 15.3 Árboles 2-3-4, árboles rojinegros, B-árboles y otros árboles 855
 - Árboles 2-3-4 856
 - Árboles rojinegros 863
 - B-árboles 868
 - Representación de árboles y bosques como árboles binarios 869
 - Repaso rápido 15.3 872
 - Ejercicios 15.3 873
 - 15.4 Contenedores asociativos en la STL: maps (opcional) 874
 - Repaso rápido 15.4 880
 - Resumen 880
 - Conceptos 880
 - Pautas de programación 880
 - Consejos sobre TADs 880
 - Problemas de programación 881
- 16. Grafos y digrafos 883**
 - 16.1 Grafos dirigidos 883
 - Representación con una matriz de adyacencia 885
 - Representación con listas de adyacentes 887
 - Repaso rápido 16.1 888
 - Ejercicios 16.1 889
 - 16.2 Búsqueda y recorrido de digrafos 892
 - Búsqueda en profundidad 894
 - Búsqueda en anchura 896
 - Recorridos y problemas de camino mínimo 897
 - Problemas NP-completos 908
 - Repaso rápido 16.2 909
 - Ejercicios 16.2 909

- 16.3 Grafos 911
 - Representación por medio de listas de aristas 913
 - Conectividad 913
 - Repaso rápido 16.3 922
 - Ejercicios 16.3 922
- Resumen 926
 - Conceptos 926
 - Pautas de programación 927
 - Consejos sobre TADs 927
- Problemas de programación 927

Apéndices

A. Conjunto de caracteres ASCII A1

B. Sistemas de numeración B1

C. C++ básico C1

- C.1 Estructura de un programa en C++ C1
- C.2 Directivas del compilador C2
- C.3 Librerías estándar C2
- C.4 Comentarios C5
- C.5 Identificadores y palabras clave C6
- C.6 Tipos de datos fundamentales C9
- C.7 Constantes C9
- C.8 Declaraciones C10
- C.9 Operadores y expresiones C10
- C.10 Estructuras de control C16
- C.11 Funciones C22
- C.12 Tiempos de vida, ámbitos y espacios de nombres C28
- C.13 Ficheros C30

D. Otras características de C++ D1

- D.1 Operaciones de canales D1
- D.2 Operaciones de cadenas D5
- D.3 Excepciones D14
- D.4 Más sobre las plantillas de funciones D17
- D.5 Otras aplicaciones de los punteros D19

E. De Java a C++ E1

- E.1 Estructura de un programa E1
- E.2 Directivas using y del compilador C++ E1
- E.3 Entrada y salida (secciones C.9, C.13 y D.1) E2
- E.4 Tipos de datos E5
- E.5 Variables y constantes E6
- E.6 Funciones E7
- E.7 Sobrecarga de operadores E9
- E.8 Aspectos similares en C++ y Java E10
- E.9 Más diferencias entre C++ y Java E11

F. Respuestas a los repasos F1

Índice I1

