

УДК 004.6
ББК 32.972
Ф63

Фислер К., Кришнамурти Ш., Лернер Б. С., Политц Дж. Г.

Ф63 Введение в программирование и структуры данных / пер. с англ. А. В. Снастина. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 440 с.: ил.

ISBN 978-5-93700-137-5

В этой книге представлены полезные методики программирования, имеющие практическую ценность. Опираясь на свой многолетний опыт, авторы показывают, как написать надежный код, который смогут читать другие разработчики. Основной принцип обучения – составление плана решения: от определения структуры данных по условиям поставленной задачи через примеры и тесты к написанию программного кода. Обсуждаются типичные ошибки программистов. Многочисленные примеры и упражнения позволяют читателям самостоятельно закрепить изученный материал на практике.

Издание будет полезно студентам вузов, где преподается информатика, а также всем, кто хочет изучить современное программирование.

УДК 004.6
ББК 32.972

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-93700-137-5 (рус.)

© Kathi Fisler, Shriram Krishnamurthi,
Benjamin S. Lerner, Joe Gibbs Politz, 2022
© Перевод, оформление, издание,
ДМК Пресс, 2022

Содержание

От издательства	13
Об авторах	14
Часть I. ВВЕДЕНИЕ	17
Глава 1. Предисловие	18
1.1. О чем эта книга	18
1.2. основополагающие принципы, определяющие содержание этой книги	18
1.3. Наш взгляд на данные	19
1.4. Что делает эту книгу особенной.....	20
1.5. Для кого предназначена эта книга	21
1.6. Структура книги	21
1.7. Организация материала книги.....	22
1.8. Наш выбор языка программирования	24
1.9. Обратная связь, сообщения об ошибках и комментарии	25
Глава 2. Благодарности.....	26
Часть II. ОСНОВЫ	28
Глава 3. Начинаем работу.....	29
3.1. Поясняющий пример: флаги.....	29
3.2. Числа	30
3.3. Выражения.....	32
3.4. Терминология.....	33
3.5. Строки.....	33
3.6. Изображения	34
3.6.1. Объединение изображений.....	35
3.6.2. Создание флага	36
3.7. Небольшое отступление: типы, ошибки и документация.....	37
3.7.1. Типы и контракты	37
3.7.2. Ошибки формата и нотации.....	39
3.7.3. Поиск других функций: документация	40
Глава 4. Именованние значений.....	42
4.1. Панель определений	42
4.2. Именованние значений	42
4.2.1. Сравнение имен и строк.....	43
4.2.2. Сравнение выражений с инструкциями	44
4.3. Каталог программы	45
4.3.1. Объяснение смысла кнопки Run.....	46
4.4. Использование имен для оптимизации создания изображений	48

Глава 5. От повторяющихся выражений к функциям	50
5.1. Учебный пример: похожие флаги	50
5.2. Определение функций.....	51
5.2.1. Как вычисляются функции.....	52
5.2.2. Аннотации типов	53
5.2.3. Документация	55
5.3. Практическая методика разработки функций: расчет веса на Луне.....	56
5.4. Документирование функций с примерами	57
5.5. Практическая методика разработки функций: стоимость авторучек	58
5.6. Резюме: определение функций.....	61
Глава 6. Условные и логические выражения	63
6.1. Учебный пример: вычисление стоимости доставки	63
6.2. Условные выражения: вычисления с принятием решений	64
6.3. Логические выражения.....	65
6.3.1. Другие логические операции	66
6.3.2. Объединение логических выражений	68
6.4. Как задать сразу несколько вопросов.....	68
6.5. Вычисление методом упрощения выражений.....	72
6.6. Совместное использование функций	73
6.6.1. Как вычисляются совместно используемые функции	74
6.6.2. Совместное использование функций и внутренний каталог	75
6.7. Вложенные условные выражения	76
6.8. Резюме: логические и условные выражения	80
Глава 7. Введение в табличные данные	82
7.1. Создание табличных данных.....	84
7.2. Извлечение значений строк и ячеек.....	86
7.3. Функции для работы со строками	88
7.4. Обработка строк таблицы	89
7.4.1. Поиск строк.....	90
7.4.2. Упорядочение строк.....	91
7.4.3. Добавление новых столбцов.....	93
7.4.4. Вычисление новых значений столбца	95
7.5. Примеры функций для создания таблиц	96
Глава 8. Обработка таблиц	98
8.1. Очистка таблиц данных.....	99
8.1.1. Загрузка таблиц данных	99
8.1.2. Обработка отсутствующих элементов.....	100
8.1.3. Нормализация данных	102
8.1.4. Нормализация, систематическое применение.....	106
8.1.4.1. Использование программ для обнаружения ошибок в данных	107
8.2. Планирование задач	108
8.3. Подготовка таблиц данных	111
8.3.1. Создание групп по категориям.....	112
8.3.2. Разделение столбцов	112
8.4. Управление и именование таблиц данных	114
8.5. Визуальные представления и графики.....	115
8.6. Резюме: управление анализом данных.....	117

Глава 9. От таблиц к спискам	119
9.1. Основные статистические вопросы.....	119
9.2. Извлечение столбца из таблицы	120
9.3. Объяснение смысла списков	121
9.3.1. Списки как анонимные данные.....	121
9.3.2. Создание литеральных списков.....	122
9.4. Операции со списками	123
9.4.1. Встроенные операции со списками чисел	123
9.4.2. Встроенные операции для любых списков	123
9.4.3. Небольшое отступление о соглашениях об именовании	124
9.4.4. Получение элементов по позиции	125
9.4.5. Преобразование списков.....	126
9.4.6. Резюме: краткий обзор операций для работы со списками	127
9.5. Лямбда: анонимные функции.....	129
9.6. Совместное использование списков и таблиц	130
Глава 10. Обработка списков	133
10.1. Создание списков и разделение их на части	133
10.2. Несколько упражнений с примерами.....	136
10.3. Структурированные задачи со скалярными ответами.....	136
10.3.1. my-len: примеры.....	136
10.3.2. my-sum: примеры.....	138
10.3.3. От примеров к исходному коду.....	139
10.4. Структурированные задачи, в которых выполняется преобразование списков	141
10.4.1. my-doubles: примеры и код	142
10.4.2. my-str-len: примеры и код	144
10.5. Структурированные задачи, которые выбирают элементы из списков	145
10.5.1. my-pos-nums: примеры и код	145
10.5.2. my-alternating: примеры и код.....	147
10.6. Структурированные задачи на нестрогих областях определения.....	150
10.6.1. my-max: примеры.....	150
10.6.2. my-max: от примеров к коду.....	152
10.7. Более структурированные задачи со скалярными ответами	154
10.7.1. my-avg: примеры	154
10.8. Структурированные задачи с аккумуляторами	156
10.8.1. my-running-sum: первая попытка	156
10.8.2. my-running-sum: примеры и код.....	156
10.8.3. my-alternating: примеры и код.....	158
10.9. Работа с несколькими ответами	159
10.9.1. uniq: постановка задачи.....	159
10.9.2. uniq: примеры	159
10.9.3. uniq: код.....	160
10.9.4. uniq: сокращенное вычисление.....	162
10.9.5. uniq: пример и варианты кода.....	163
10.9.6. uniq: почему создается список?.....	164
10.10. Мономорфные списки и полиморфные типы.....	164
Глава 11. Введение в структурированные данные	166
11.1. Объяснение типов сложных составных данных	166

11.1.1. Первый взгляд на структурированные данные	166
11.1.2. Первый взгляд на условные данные	167
11.2. Определение и создание структурированных и условных данных	168
11.2.1. Определение и создание структурированных данных	168
11.2.2. Аннотации для структурированных данных	169
11.2.3. Определение и создание условных данных	170
11.3. Программирование со структурированными и условными данными	171
11.3.1. Извлечение полей из структурированных данных	171
11.3.2. Различение вариантов условных данных	172
11.3.3. Обработка полей вариантов	173
Глава 12. Наборы структурированных данных	175
12.1. Списки как наборы данных	176
12.2. Множества как наборы данных	178
12.2.1. Выбор элементов из множеств	179
12.2.2. Вычисления с использованием множеств	180
12.3. Сочетание структурированных и объединенных в набор данных	181
12.4. Задача проектирования данных: представление опросов	182
Глава 13. Рекурсивные данные	185
13.1. Функции для обработки рекурсивных данных	187
13.2. Шаблон для обработки рекурсивных данных	192
Глава 14. Деревья	195
14.1. Задача проектирования данных – данные родословной	195
14.1.1. Вычисление генетических родителей по таблице родословной	196
14.1.2. Вычисление прауродителей по таблице родословной	198
14.1.3. Создание типа данных для деревьев родословной	199
14.2. Программы для обработки деревьев родословной	201
14.3. Резюме: методика решения задач о деревьях	203
14.4. Учебные вопросы	203
Глава 15. Функции как данные	205
15.1. Немного математического анализа	205
15.2. Удобная сокращенная форма записи для анонимных функций	208
15.3. Потоки из функций	208
15.4. Объединение сил: потоки производных	214
Глава 16. Интерактивные игры как системы с обратной связью	216
16.1. Немного об анимации с обратной связью	217
16.2. Предварительные условия	218
16.3. Версия: самолет пересекает экран	218
16.3.1. Обновление состояния окружающей среды	219
16.3.2. Вывод представления состояния окружающей среды	220
16.3.3. Наблюдение за временем (и совмещение всех элементов)	221
16.4. Версия: непрерывное циклическое движение	222
16.5. Версия: снижение	223
16.5.1. Движение самолета	224
16.5.2. Визуализация сцены	225
16.5.3. Завершающие штрихи	226

16.6. Версия: ответная реакция на нажатия клавиш.....	226
16.7. Версия: посадка	228
16.8. Версия: закрепленный воздушный шар.....	230
16.9. Версия: следите за топливным баком	232
16.10. Версия: воздушный шар тоже двигается	234
16.11. Версия: один, два, ... девяносто девять летающих воздушных шаров	235

Глава 17. Примеры, тестирование и проверка программ

17.1. От примеров к тестам	236
17.2. Улучшенные сравнения.....	238
17.3. Когда тесты не проходят	241
17.4. Прогнозирование тестирования	242

Часть III. АЛГОРИТМЫ.....

Глава 18. Прогнозирование роста

18.1. Маленькая (правдивая) история	245
18.2. Основной аналитический принцип.....	249
18.3. Модель стоимости для времени выполнения Pyret.....	250
18.4. Размер входных данных	251
18.5. Табличный метод для отдельных структурированных рекурсивных функций	252
18.6. Создание рекуррентных последовательностей	254
18.7. Форма записи для функций.....	256
18.8. Сравнение функций.....	256
18.9. Объединение O-больших без проблем	258
18.10. Решение рекуррентных последовательностей	259

Глава 19. Обратимся к множествам

19.1. Представление множеств с помощью списков	264
19.1.1. Варианты выбора представления	264
19.1.2. Временная сложность	265
19.1.3. Выбор одного из представлений	266
19.1.4. Другие операции	268
19.2. Как заставить множества расти на деревьях.....	269
19.2.1. Преобразование значений в упорядоченные значения	270
19.2.2. Использование двоичных деревьев.....	272
19.2.3. Точный баланс: обрезка деревьев.....	276
19.2.3.1. Вариант левое–левое	279
19.2.3.2. Вариант левое–правое.....	280
19.2.3.3. Существуют ли какие-либо другие варианты?	281

Глава 20. Хэллоун-анализ

20.1. Первый пример	283
20.2. Новая форма анализа.....	283
20.3. Пример: очереди из списков	284
20.3.1. Представления в виде списка	284
20.3.2. Первоначальный анализ	285
20.3.3. Более разнообразные последовательности операций	285
20.3.4. Второй этап анализа	287

20.3.5. Сравнение амортизации с отдельными операциями	287
20.4. Материал для дополнительного чтения	287
Глава 21. Совместное использование значений и равенство	288
21.1. Новый взгляд на равенство	288
21.2. Стоимость вычисления ссылок	292
21.3. Формы записи равенства	294
21.4. В интернете никто не знает, что вы НАГ	294
21.5. НАГ был всегда	296
21.6. От ацикличности к циклам	297
Глава 22. Графы	299
22.1. Объяснение сущности графов	299
22.2. Представления	303
22.2.1. Связи по имени	303
22.2.2. Связи по индексам	305
22.2.3. Список ребер	307
22.2.4. Абстрагирующие представления	308
22.3. Измерение сложности для графов	308
22.4. Достижимость	309
22.4.1. Простая рекурсия	309
22.4.2. Приведение в порядок цикла	310
22.4.3. Проход с использованием памяти	311
22.4.4. Улучшенный интерфейс	312
22.5. Обход в глубину и в ширину	313
22.6. Графы со взвешенными ребрами	314
22.7. Наикратчайшие (или наилегчайшие) пути	315
22.8. Моравские остовные деревья	317
22.8.1. Глобальная задача	318
22.8.2. Жадное решение	318
22.8.3. Другое жадное решение	319
22.8.4. Третье решение	320
22.8.5. Проверка связности компонентов	321
Часть IV. ОТ PYRET К PYTHON	326
Глава 23. От Pyret к Python	327
23.1. Выражения, функции и типы	327
23.2. Возврат значений из функций	329
23.3. Примеры и варианты тестов	330
23.4. Небольшое отступление по поводу чисел	331
23.5. Условные выражения	333
23.6. Создание и обработка списков	333
23.6.1. Фильтры, отображения и друзья	334
23.7. Данные с компонентами	335
23.7.1. Доступ к полям внутри классов данных	336
23.8. Обход списков	336
23.8.1. Представляем циклы for	336
23.8.1.1. Небольшое отступление о порядке обработки элементов списка	338

23.8.2. Использование циклов for в функциях, создающих списки	339
23.8.3. Резюме: шаблон обработки списков для Python	340

Часть V. ПРОГРАММИРОВАНИЕ С СОХРАНЕНИЕМ СОСТОЯНИЯ..... 341

Глава 24. Изменение структурированных данных..... 342

24.1. Изменение полей структурированных данных	343
24.2. Изменение совместно используемых данных	344
24.3. Объяснение функционирования памяти	346
24.4. Переменные и равенство.....	347
24.5. Хранение простых данных в памяти.....	348

Глава 25. Изменение переменных..... 350

25.1. Изменение переменных в памяти.....	350
25.2. Изменение переменных, связанных со списками.....	354
25.3. Создание функций, изменяющих переменные	355
25.3.1. Аннотация global.....	356
25.4. Тестирование функций, изменяющих глобальные переменные	357
25.4.1. Внутренняя структура функции тестирования.....	361
25.4.2. Общие выводы о тестировании изменений	361

Глава 26. Возврат к спискам и переменным..... 363

26.1. Обновление совместно используемого списка.....	363
26.1.1. Операции, изменяющие списки	364
26.2. Списки в памяти	365
26.3. Практический пример: данные для совместно используемых банковских счетов	367
26.4. Циклические ссылки.....	371
26.4.1. Тестирование циклических данных	373
26.4.2. Снова переменные: функция для создания счетов для новых клиентов.....	373
26.5. Многочисленные роли переменных	374
26.6. Управление всеми счетами	375

Глава 27. Хеш-таблицы и словари..... 377

27.1. Поиск по условиям, отличающимся от ключей.....	378
27.2. Словари с более сложными значениями	379
27.3. Использование структурированных данных в качестве ключей.....	380

Часть VI. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТЕМЫ..... 382

Глава 28. Алгоритмы, использующие состояние..... 383

28.1. И снова о непересекающихся множествах.....	383
28.1.1. Оптимизации	384
28.1.2. Анализ.....	385
28.2. Установка членства методом обратного хеширования.....	386
28.2.1. Улучшение времени доступа.....	387
28.2.2. Улучшенное хеширование.....	389
28.2.3. Фильтры Блума.....	389

28.3. Устранение повторных вычислений с помощью запоминания ответов	391
28.3.1. Интересная числовая последовательность	391
28.3.1.1. Использование состояния для запоминания предыдущих ответов	393
28.3.1.2. От дерева вычислений к НАГ	394
28.3.1.3. Сложность чисел	395
28.3.1.4. Абстрагирование мемоизации	395
28.3.2. Редакторское расстояние для исправления орфографических ошибок	397
28.3.3. Природа как машинистка с неловкими пальцами	402
28.3.4. Динамическое программирование	403
28.3.4.1. Числа Каталана и динамическое программирование.....	404
28.3.4.2. Расстояние Левенштейна и динамическое программирование	405
28.3.5. Сравнение мемоизации и динамического программирования.....	408
Часть VII. ПРИЛОЖЕНИЯ	411
Глава 29. Pyret для пользователей Racket и Scheme	412
29.1. Числа, строки и логические значения	412
29.2. Инфиксные выражения	413
29.3. Определение и применение функций.....	413
29.4. Тесты	414
29.5. Имена переменных.....	415
29.6. Определения данных	415
29.7. Условные выражения.....	417
29.8. Списки.....	419
29.9. Функции первого класса.....	420
29.10. Аннотации	420
29.11. Что еще?.....	420
Глава 30. Сравнение Pyret с Python	421
Глава 31. Сравнение этой книги с книгой «Как проектировать программы» (HtDP)	424
Глава 32. Примечания к текущей редакции книги	427
Глава 33. Словарь терминов	428
Предметный указатель	431