М. Л. Подкур, П. Н. Подкур, Н. К. Смоленцев

Программирование в среде Borland C++ Builder с математическими библиотеками MATLAB C/C++

ДМК Пресс
издательство
Москва

УДК 519.68
ББК 32.913
С51

Подкур М. Л., Подкур П. Н., Смоленцев Н. К.
С51 Программирование в среде Borland C++ Builder с математическими библиотеками MATLAB C/C++. – М.: ДМК Пресс. – 496 с.: ил.

ISBN 5-94074-310-2

Данная книга посвящена изложению вопросов совместного использования богатой библиотеки визуальных компонент Borland C++ Builder и возможностей языка C++ с мощными математическими процедурами MATLAB®. Книга содержит основы программирования в Borland C++ Builder и на MATLAB, описание математических библиотек MATLAB для C/C++ и компиляторов MATLAB. Рассматриваются примеры программ на Borland C++ Builder, которые используют математические библиотеки MATLAB C++. Освоение технологии использования функций математических библиотек MATLAB в Borland C++ Builder позволит создавать полноценные Windows-приложения с развитой графической средой, в которых возможна реализация сложных математических алгоритмов.

Книга предназначена преподавателям и студентам вузов по специальностям, близким к прикладной математике, профессиональным программистам C++, которые сталкиваются с проблемами реализации математических алгоритмов на C++, и MATLAB-программистам, которые хотят использовать гибкость языка C++ и богатую библиотеку визуальных компонент Borland C++ Builder для реализации алгоритмов MATLAB в виде законченных и независимых от MATLAB приложений.

УДК 519.68
ББК 32.913

MATLAB® is a trademark of The MathWorks, Inc. and is used with permission. The MathWorks does not warrant the accuracy of the text or exercises in this book. This book's use or discussion of MATLAB® software or related products does not constitute endorsement or sponsorship by The MathWorks of a particular pedagogical approach or particular use of the MATLAB® software.

© Подкур М. Л., Подкур П. Н., Смоленцев Н. К.
ISBN 5-94074-310-2
© Оформление,издание. ДМК Пресс

Содержание

Предисловие 10

Глава 1. Основы программирования на Borland C++ Builder

1.1. Среда разработки 13
1.1.1. Панель инструментов 14
1.1.2. Палитра компонентов 14
1.1.3. Редактор форм 14
1.1.4. Редактор кода 14
1.1.5. Инспектор объектов 15
1.1.6. Менеджер проекта 16
1.1.7. Контекстное меню 16
1.1.8. Контекстная помощь 16
1.2. Компоненты C++ Builder 17
1.2.1. Свойства компонентов 18
1.2.2. События компонентов 18
1.2.3. Методы компонентов 19
1.3. Основы C++ как языка создания программ в C++ Builder 19
1.3.1. Комментарии 19
1.3.2. Типы и описания 20
1.3.3. Основные типы 21
1.3.4. Константы 22
1.3.5. Производные типы 23
1.3.6. Базовые операторы 27
1.3.7. Выражения и операторы 28
Описания 29
1.3.8. Функции 32
1.3.9. Классы и объектно-ориентированное программирование 33
1.3.10. Структура программы на C++ 51
1.3.11. Событийное программирование 54
1.4. Использование основных классов библиотеки VCL 58

1.4.1. Классы описания данных 58
1.4.2. Компоненты интерфейса 69
1.4.3. Системные компоненты 83
TForm 86
1.4.4. Обработка исключений 98
1.5. Пример построения графиков функций в C++ Builder 99

Глава 2. Основы работы в системе MATLAB®

2.1. Система компьютерной математики MATLAB 109
2.1.1 Основные компоненты системы MATLAB 110
2.1.2. Инструментальные средства рабочего стола MATLAB ... 111
2.1.3. Константы и системные переменные MATLAB 117
2.1.4. Типы данных MATLAB 117
2.2. Основы работы с MATLAB 120
2.2.1. Запуск MATLAB и начало работы 120
2.2.2. Задание массивов 122
2.2.3. Операции над массивами 125
2.2.4. Решение систем линейных уравнений 128
2.2.5. M-файлы 131
2.2.6. Чтение и запись текстовых файлов 133
2.2.7. Операции с рабочей областью и текстом сессии 136
2.3. Массивы символов 137
2.3.1. Задание массива символов 137
2.3.2. Общие функции 138
2.3.3. Проверка строк 139
2.3.4. Операции над строками 139
2.3.5. Преобразование чисел в символы и обратно 141
2.3.6. Функции преобразования систем счисления 142
2.3.7. Вычисление строковых выражений 143
2.4. Массивы ячеек 143
2.4.1. Создание массивов ячеек 144
2.4.2. Доступ к данным в ячейках 146
2.4.3. Вложенные массивы ячеек 147
2.4.4. Массивы ячеек, содержащих структуры 149
2.4.5. Многомерные массивы ячеек 149
2.5. Массивы структур 150
2.5.1. Построение структур 150
2.5.2. Доступ к полям и данным структуры 151
2.4.3. Многомерные массивы структур 154
2.6. Программирование в среде MATLAB 154

2.6.1. М-функции 155
2.6.2. Операторы системы MATLAB 160
2.6.3. Управление последовательностью исполнения операторов 163
2.6.4. Вычисление символьных выражений 167
2.6.5. Ошибки и предупреждения 168
2.6.6. Повышение эффективности обработки М-файлов 169

Глава 3. Математическая библиотека MATLAB® для языка С

3.1. Введение 171
3.1.1. Установка Математической библиотеки MATLAB 172
3.1.2. Каталоги Математической библиотеки 174
3.1.3. Документация Математической библиотеки MATLAB С 174
3.1.4. Сходство и различие MATLAB и С 175
3.1.5. Пример написания простой программы 176
3.1.6. Компиляция и компоновка приложения 178
3.2. Работа с массивами mxArray 182
3.2.1. Поддерживаемые типы массивов MATLAB 182
3.2.2. Числовые массивы 183
3.2.3. Разреженные матрицы 188
3.2.4. Массивы символов 191
3.2.5. Массивы ячеек 193
3.2.6. Структуры MATLAB 196
3.2.7. Выполнение обычных задач программирования с массивами 198
3.3. Управление памятью массива 202
3.3.1. Автоматизированное управление памятью против явного 202
3.3.2. Использование автоматизированного управления памятью 205
3.4. Индексация в массивах 210
3.4.1. Введение 211
3.4.2. Функции индексации 212
3.4.3. Индексация числовых массивов 214
3.4.4. Индексация массива ячеек 220
3.4.5. Индексация массива структур 223
3.5. Вызов процедур библиотеки 225
3.5.1. Как вызывать функции MATLAB 226

3.5.2. Передача функций в качестве аргументов 231
3.5.3. Замена списков параметров массивом ячеек 238
3.6. Импорт и экспорт данных 239
3.7. Процедуры Математической библиотеки C 241

Глава 4. Математическая библиотека MATLAB® для языка C++

4.1. Введение 244
4.1.1. Установка Математической библиотеки 245
4.1.2. Каталоги Математической библиотеки 246
4.1.3. Документация Математической библиотеки MATLAB C++ 248
4.1.4. Сходство и различие MATLAB и C++ 249
4.1.5. Знакомство с Математической библиотекой MATLAB C++ 250
4.1.6. Создание автономных C++-приложений 252
4.1.7. Компиляция и компоновка приложения 255
4.2. Работа с массивами mwArray 257
4.2.1. Числовые массивы 258
4.2.2. Разреженные матрицы 263
4.2.3. Массивы символов 265
4.2.4. Массивы ячеек 267
4.2.5. Структуры 270
4.2.6. Выполнение обычных задач программирования с массивами 271
4.3. Индексация в массивах 278
4.3.1. Индексация числовых массивов 279
4.3.2. Индексация в массивах ячеек 283
4.3.3. Индексация в массивах структур MATLAB 286
4.3.4. Некоторые методы индексации 288
4.4. Вызов функций библиотеки 289
4.4.1. Как вызывать функции библиотеки C++ 289
4.4.2. Представление входных аргументов как массива ячеек 293
4.4.3. Передача функций в качестве аргументов 294
4.4.4. Использование математических операторов 296
4.4.5. Конфликты имен с функциями стандартной библиотеки C 297
4.5. Ввод и вывод массивов 299
4.5.1. Использование потока ввода-вывода массива 299

4.5.2. Использование функций ввода/вывода файлов 301
4.5.3. Импорт и экспорт данных MAT-файла 305
4.6. Интерфейс класса mwArray 307
4.6.1. Конструкторы 308
4.6.2. Индексация 309
4.6.3. Операторы 311
4.6.4. Размер массива 312
4.6.5. Извлечение данных из mwArray 312

Глава 5. Компилятор MATLAB® версии 3.0

5.1. Введение в Компилятор MATLAB 315
5.1.1. Инсталляция и конфигурация 316
5.1.2. Использование Компилятора mcc 318
5.1.3. Конечные продукты Компилятора MATLAB 320
5.1.4. Ограничения компиляторов 323
5.1.5. Пример создания MEX-файла 324
5.2. Опции mbuild 325
5.3. Опции Компилятора mcc 328
5.3.1. Обычное использование Компилятора 328
5.3.2. Опции mcc 329
5.3.3. Использование опций и макроопций mcc 332
5.3.4. Опции создания кода 335
5.3.5. Опции настройки Компилятора и среды разработки 337
5.3.6. Опции mbuild/mex 339
5.4. Создание автономных приложений и библиотек 340
5.4.1. Создание автономных приложений 341
5.4.2. Создание общедоступных библиотек 346
5.4.3. Распространение автономных приложений 352
5.5. Создаваемые Компилятором коды 353
5.5.1. Типы создаваемых файлов 353
5.5.2. Внутренние функции интерфейса 356
5.5.3. Поддерживаемые выполнимые типы 360
5.5.4. Управление видом кода программы 362
5.5.5. Использование псевдокомментариев 364
5.6. Выполнение оптимизации 367

Глава 6. Компилятор MATLAB® версии 4

6.1. Введение 372
6.1.1. Системные требования и ограничения 372
6.1.2. Различия между MATLAB Компилятором 4
и предыдущими версиями 375

6.1.3. Использования Компилятора MATLAB 378
6.2. Процесс трансляции 379
6.2.1. Обзор технологии Компилятора MATLAB 379
6.2.2. Файлы, создаваемые mcc 381
6.2.3. Функция mbuild 382
6.3. Работа с программой mcc 384
6.3.1. Опции mcc 385
6.3.2. Использование файлов групп 392
6.3.3. Использование файлов обертки 394
6.3.4. Использование псевдокомментариев 394
6.3.5. Скрипт-файлы 395
6.4. Автономные приложения 396
6.4.1. Создание кода только из m-файлов 396
6.4.2. Объединение M-файлов и кода C или C++ 398
6.4.3. Управление путями при компиляции 400
6.4.4. Пропущенные функции 402
6.4.5. Автономное C-приложение для пользователя 402
6.5. Библиотеки 404
6.5.1. Библиотека совместного использования C 405
6.5.2. C++-библиотека совместного использования 409
6.5.3. Функции, созданные из m-файлов 412
6.5.4. Использование varargin
и varargout в интерфейсе m-функции 413

Глава 7. Создание приложений на Borland C++ Builder с использованием Математической библиотеки C++ MATLAB®

7.1. Чтение, обработка и запись данных 415
7.2. Построение графиков данных mwArray 421
7.3. Пакетное вейвлет-разложение сигнала 425
7.3.1. Описание пакетного вейвлет-разложения 425
7.3.2. Описание функций программы 426
7.3.3. Описание работы программы 428

Приложение 1. Функции Математической библиотеки C++ MATLAB®

П.1.1. Операторы 437
П.1.2. Функции Математической библиотеки MATLAB C++ 439
1.2.1. Функции ввода/вывода файлов 439
1.2.2. Операторы и специальные функции 440

1.2.3. Элементарные матрицы и управление матрицами 442
1.2.4. Элементарные математические функции 443
1.2.5. Специализированные математические функции 444
1.2.6. Численная линейная алгебра 445
1.2.7. Анализ данных и преобразования Фурье 446
1.2.8. Полиномы и интерполяционные функции 447
1.2.9. Функции от функций и решение обыкновенных дифференциальных уравнений 448
1.2.10. Типы данных 449
1.2.11. Функции многомерных массивов 449
1.2.12. Функции строк символов 449
1.2.13. Функции массива ячеек 450
1.2.14. Функции структур 451
1.2.15. Функции разреженных матриц 451
1.2.16. Время и даты 452
П.1.3. Сервисные функции 452
П.1.4. Функции доступа к массивам 455

Приложение 2. Библиотека классов C++ Компилятора 4 MATLAB®

П.2.1. Основные типы данных 458
П.2.2. Класс mwString 458
2.2.1. Конструкторы 459
2.2.2. Методы 460
2.2.3. Операторы 460
П.2.3. Класс mwException 462
2.3.1. Конструкторы 462
2.3.2. Методы 464
2.3.3. Операторы 464
П.2.4. Класс mwArray 465
2.4.1. Конструкторы 466
2.4.2. Методы 470
2.4.3. Операторы 481
2.4.4. Статические методы 482

Содержание компакт-диска 485

Литература 489

Предметный указатель 490

Предисловие

Данная книга посвящена изложению вопросов совместного использования богатой библиотеки визуальных компонент Borland C++ Builder и возможностей языка C++ с мощными математическими процедурами MATLAB®. Книга содержит основы программирования в Borland C++ Builder и на MATLAB, описание математических библиотек MATLAB для C/C++ и компиляторов MATLAB (включая последнюю версию). Рассматриваются примеры программ на Borland C++ Builder, которые используют математические библиотеки MATLAB. Хотя книг по основам системы MATLAB и по программированию на C/C++ и на Borland C++ Builder достаточно много, в настоящее время нет ни одной книги, в которой были бы изложены вопросы совместного использования MATLAB и C/C++ и Borland C++ Builder.

Книга предназначена преподавателям и студентам вузов по специальностям, близким к прикладной математике (математическая подготовка читателя предполагается в пределах технического вуза), профессиональным программистам C++, которые сталкиваются с проблемами реализации математических алгоритмов на C++, и MATLAB-программистам, которые хотят использовать гибкость языка C++ и богатую библиотеку визуальных компонент Borland C++ Builder для реализации алгоритмов MATLAB в виде законченных и независимых от MATLAB приложений.

Углубленное программирование на MATLAB предполагает использование языка C для создания MEX-файлов, создание автономных приложений на MATLAB, создание библиотек (dll) функций. Это направление в MATLAB представлено тремя пакетами расширений: MATLAB C Math Library, MATLAB C++ Math Library и MATLAB Compiler – математические библиотеки C/C++ MATLAB и Компилятор MATLAB. На сегодняшний день эти пакеты не отражены ни в одной книге по MATLAB.

Стандартная математическая библиотека C++ содержит около 20 элементарных функций. Поэтому создание программы на C++, где даже немного используется математика, возможно, но требует серьезной работы по программированию математических функций и процедур. Даже такая простая задача, как вычисление ранга матрицы, требует от программиста очень больших усилий. Система MATLAB в своих пакетах MATLAB C/C++ Math Library и MATLAB Compiler предлагает богатую коллекцию математических функций (более 400), которые могут быть эффективно использованы программистами C/C++. При программировании на C++ имеются определенные трудности использования математических библиотек MATLAB. Предлагаемая книга рассказывает, как решить эти проблемы. Освоение технологии использования математических библиотек