

УДК 004.4
ББК 32.973.202
П66

Пош М.

П66 Программирование встроенных систем на C++17 / пер. с англ. А. В. Снастина. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 394 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-785-5

Из этой книги вы узнаете, как создавать автономные и сетевые встроенные системы, обеспечивать их безопасность и рациональное использование памяти. Язык программирования C++ расширяет возможности сопровождения и обладает многочисленными преимуществами по сравнению с другими языками программирования, поэтому прекрасно подходит для такой разработки.

В книге описывается методика создания удобных графических интерфейсов пользователя (GUI) для встроенных систем, а также методы интеграции проверенных стратегий в конкретные проекты для достижения оптимальной производительности аппаратуры. Рассмотрены разнообразные аппаратные платформы – у вас есть возможность выбрать наилучший вариант для своего проекта.

Издание будет полезно архитекторам встроенных систем и опытным разработчикам на C++.

УДК 004.4
ББК 32.973.202

Original English language edition published by Packt Publishing Ltd., UK. Copyright © 2019 Packt Publishing. Russian-language edition copyright © 2020 by DMK Press. All rights reserved.

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 978-1-78862-930-0 (англ.)
ISBN 978-5-97060-785-5 (рус.)

Copyright © 2019 Packt Publishing
© Оформление, издание, перевод, ДМК Пресс, 2020

Содержание

Об авторе	10
О рецензентах	11
Предисловие	12
Часть I. ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ И РОЛЬ C++	17
Глава 1. Что такое встроенные системы	18
Разнообразие встраиваемых систем	18
Микроконтроллеры	20
TMS 1000.....	20
Intel MCS-48	22
Intel MCS-51	24
PIC.....	27
AVR.....	33
M68k и микроконтроллеры на основе Z80.....	38
ARM Cortex-M.....	38
H8 (SuperH).....	39
ESP8266/ESP32	39
Другие микроконтроллеры	41
Особенности.....	42
Одноплатный компьютер, или система на кристалле	42
Особенности.....	43
Резюме	44
Глава 2. C++ как язык программирования встроенных систем	45
Связь C++ с C	45
C++ как язык программирования встроенных систем	47
Функциональные возможности языка C++.....	50
Пространства имен.....	50
Строгая типизация	51
Преобразование типов	52
Классы	52
Наследование	55
Виртуальные базовые классы	56
Встроенные функции	57
Информация о типах во время выполнения	58
Обработка исключений.....	58

Шаблоны.....	58
Стандартная библиотека шаблонов	59
Удобство сопровождения	59
Резюме.....	60

Глава 3. Разработка для встроенной ОС Linux и подобных систем.....

Встроенные операционные системы	61
Операционные системы реального времени	64
Специализированные периферийные устройства и драйверы	65
Добавление часов реального времени.....	65
Специализированные драйверы	67
Ограничение ресурсов	68
Пример: мониторинг клубного зала	69
Аппаратные устройства	69
Реализация	77
Конфигурация сервиса	101
Права доступа	102
Окончательные результаты	102
Пример: простой медиа-плеер.....	103
Резюме.....	105

Глава 4. Встроенные системы с ограниченными ресурсами.....

Общий обзор применения малых систем.....	106
Пример: устройство управления лазерным резаком.....	108
Функциональная спецификация.....	110
Проектные требования	111
Варианты выбора реализации.....	112
Интегрированные среды разработки и рабочие среды для встроенных систем.....	118
Программирование микроконтроллеров	119
Программирование памяти и отладка устройства	120
Загрузчик.....	124
Управление памятью.....	124
Стек и динамически распределяемая память	126
Прерывания, ESP8266 IRAM_ATTR.....	127
Параллельный режим выполнения	129
Разработка для AVR с использованием Nodate.....	130
Вводная информация о Nodate.....	131
Пример: инструмент тестирования интегральной микросхемы CMOS.....	132
Практическое использование	137
Разработка для ESP8266 с использованием Sming.....	141
Разработка для микроконтроллеров ARM	142
Использование операционной системы реального времени.....	142
Резюме.....	143

Глава 5. Пример: монитор влажности почвы с использованием протокола Wi-Fi	145
Уход за растениями	145
Предлагаемое решение	147
Аппаратура.....	148
Специализированное программное обеспечение	152
Настройка рабочей среды Sming	152
Код модуля для растения (plant).....	154
Компиляция и запись в ПЗУ	182
Первоначальное конфигурирование	183
Использование системы	184
Дальнейшие действия	184
Сложности	185
Резюме	185
Часть II. ТЕСТИРОВАНИЕ, МОНИТОРИНГ	186
Глава 6. Тестирование приложений, предназначенных для конкретных ОС	187
Почему следует избегать разработки на реальной аппаратуре	187
Кросс-компиляция для одноплатных компьютеров.....	189
Комплексный тест для сервиса управления состоянием клубного помещения.....	190
Имитация или реальная аппаратура.....	198
Тестирование с использованием Valgrind.....	200
Многоцелевая система сборки	201
Удаленное тестирование на реальной аппаратуре	210
Резюме	212
Глава 7. Тестирование платформ с ограниченными ресурсами	213
Снижение степени износа оборудования	213
Планирование проектного решения	214
Системы сборки, независимые от платформы.....	215
Использование кросс-компиляторов	216
Локальная отладка и отладка на микросхеме.....	216
Пример: комплексный тест ESP8266.....	217
Сервер.....	218
Узел	239
Сборка проекта	265
Резюме	266
Глава 8. Пример: информационно-развлекательная система на основе ОС Linux	268
Одно устройство выполняет все задачи.....	268
Необходимая аппаратура.....	269

Требования к программному обеспечению	270
Bluetooth-источники и приемники аудио	271
Организация потока в режиме онлайн	272
Управляемый голосом пользовательский интерфейс	273
Использование сценариев	273
Исходный код.....	274
Сборка проекта	282
Расширение системы	283
Резюме.....	284

Глава 9. Пример: мониторинг и управление внутренним

микроклиматом в здании	285
Растения, помещения и прочее	285
История разработки	286
Функциональные модули.....	288
Исходный код специализированного ПО	288
Ядро	288
Модули.....	289
Сервер управления и контроля.....	318
Инструментальное средство администрирования	329
Система кондиционирования воздуха	329
База данных InfluxDB для записи показаний датчиков.....	332
Вопросы обеспечения безопасности.....	334
Дальнейшие разработки	335
Резюме.....	335

Часть III. ИНТЕГРАЦИЯ С ДРУГИМИ

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ

И РАБОЧИМИ СРЕДАМИ

337

Глава 10. Разработка встроенных систем с использованием Qt... 338

Главное преимущество правильно выбранной рабочей среды	338
Использование Qt для приложений с интерфейсом командной строки.....	339
Приложения с использованием графического пользовательского интерфейса Qt.....	341
Qt для встроенных систем	344
Графические пользовательские интерфейсы с использованием таблиц стилей.....	345
QML.....	345
3D Designer	345
Пример добавления графического пользовательского интерфейса в информационно-развлекательную систему.....	346
Основной файл исходного кода (main)	347
QmlInterface	347
Резюме.....	364

Глава 11. Разработка для гибридных систем SoC/FPGA	365
Организация исключительно параллельного выполнения.....	365
Языки описания аппаратуры.....	367
Архитектура ППВМ.....	368
Гибридные микросхемы FPGA/SoC	368
Пример: простой осциллограф.....	369
Аппаратура.....	370
Код VHDL.....	371
Код C++	376
Сборка проекта	379
Резюме.....	379
 Приложение А. Эффективные практические методики	380
Тщательно продуманные планы	380
Работа с аппаратурой	381
Огромный мир периферийных устройств.....	381
Изучайте свои инструментальные средства.....	382
Выбор асинхронных методов	382
Изучение спецификаций	383
Обеспечение краткости обработчиков прерываний.....	383
8 бит означает 8 бит.....	383
Не следует заново изобретать колесо.....	384
Подумайте, прежде чем начать оптимизацию.....	384
Требования – это основа, а не дополнение.....	384
Документация жизненно важна	385
Тестирование кода означает попытку нарушить его выполнение	386
Резюме.....	386
 Предметный указатель	387