

УДК 004.41
ББК 32.972.1
Р85

А

Р85 **Руководство** по микропрограммному обеспечению / под ред. Дж. Ганссла ; пер. с англ. А. О. Семенкович. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf : 401 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-424-7

Книга адресована разработчикам микрокода, пишущим те самые программы, на которых работают технологии XXI века. Она заполняет важнейший пробел в литературе по встраиваемому ПО. Существует настоятельная потребность в сборнике идей и концепций, справочнике, настольной книге инженеров, куда они заглядывали бы, чтобы найти решение своих задач и освежить в памяти забытый материал. В книге описываются инструментальные средства и методы улучшения качества программного кода, эволюционная разработка ПО, встраиваемые конечные автоматы, системы реального времени, обработка и управление ошибками. Примеры сопровождаются многочисленными листингами на языках C и C++.

Издание предназначено инженерам и программистам, использующих встраиваемое ПО в своей работе, а также будет полезно студентам вузов и всем читателям, интересующимся микропрограммным обеспечением.

УДК 004.41
ББК 32.972.1

Электронное издание на основе печатного издания: Руководство по микропрограммному обеспечению / под ред. Дж. Ганссла ; пер. с англ. А. О. Семенкович. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 408 с. — ISBN 978-5-97060-173-0. — Текст : непосредственный.

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.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-424-7

© Издание, оформление, перевод,
ДМК Пресс, 2016

А

Содержание

Благодарности	14
Введение	15
<hr/>	
I Основы оборудования	16
Введение	17
Глава 1. Основы электроники.....	19
Цепи постоянного тока.....	19
Напряжение и сила тока.....	19
Резисторы	21
Электрические цепи.....	24
Мощность.....	27
Цепи переменного тока	28
Конденсаторы.....	29
Индуктивности	34
Активные компоненты.....	35
Собираем все элементы вместе – источник питания.....	39
Осциллограф.....	43
Средства управления.....	43
Зонды.....	46
Глава 2. Логические цепи.....	49
Кодирование чисел	49
Двоично-десятичное представление	52
Комбинаторная логика	52
Логический элемент НЕ.....	53
Логические элементы И и НЕ-И.....	53
Логические элементы ИЛИ и НЕ-ИЛИ.....	55
Исключающее ИЛИ.....	55
Схемы	56
Устройства с тремя состояниями.....	59
Последовательностная логика	59
Логическое резюме.....	64
Глава 3. Советы по разработке аппаратных средств	65
Диагностика.....	65
Средства подключения.....	66
Другие рекомендации	67
Резюме	69

II	Проектирование	70
	Введение	71
	Глава 4. Инструментальные средства и методы улучшения	
	качества программного кода	73
	Введение	73
	Традиционный цикл последовательной разработки встраиваемой системы	73
	Типичные проблемы современного рынка встраиваемых систем.....	74
	Общие методы повышения качества кода и сокращения сроков выхода на рынок.....	75
	Фиксируйте спецификацию и работайте параллельно.....	75
	Создавайте контрольные отметки.....	75
	Используйте доступные ресурсы	75
	Непрерывно обучайте своих сотрудников.....	76
	Основные факторы, влияющие на продолжительность цикла разработки.....	76
	Какой этап длится дольше других?.....	77
	Как снизить время разработки ПО и повысить качество кода.....	77
	Пишите код в соответствии с внутренним руководством по оформлению ПО	77
	Выполняйте проверку кода	79
	Выбирайте подходящие инструментальные средства разработки	79
	Повторное использование вместо повторного изобретения.....	82
	Как сократить сроки проектирования аппаратной части системы.....	83
	Используйте как можно больше готовой продукции.....	83
	Тщательно подбирайте микроконтроллер	83
	Пример микроконтроллеров, сокращающих сроки выхода на рынок, – микроконтроллеры Philips.....	84
	Резюме и перспективы.....	84
	Глава 5. Советы по улучшению функций.....	86
	Минимизируйте функциональные возможности	86
	Инкапсулируйте	87
	Избавляйтесь от избыточности	88
	Сокращайте код реального времени	88
	Ход программы должен быть грациозным	89
	Беспощадно улучшайте программы.....	89
	Применяйте стандарты и экспертизу	90
	Тщательно комментируйте программу	91
	Резюме	93
	Глава 6. Эволюционная разработка.....	95
	Введение	95
	1. История	96

2. Проблемы, решаемые методом Эво	97
А. Парадоксы требований	97
В. Очень короткие циклы	98
С. Быстрая и частая обратная связь	100
D. Фиксация сроков	101
Е. Оценка, планирование и контроль	103
F. Разница между напряженной работой и выполнением заказа	104
G. Обязательства	106
H. Риски	107
I. Производственные совещания	107
J. Волшебные слова	108
3. Как мы используем метод Эво в работе над проектом	109
А. День Эво	109
В. Последний день цикла	110
С. Производственное совещание	111
4. Памятки	112
А. Критерии назначения приоритетов заданиям	112
В. Критерии назначения приоритетных сроков завершения промежуточных этапов	112
С. Критерии завершения задания	113
5. Использование метода Эво в новых проектах	114
6. Тестирование в методе Эво	116
7. Запросы об изменениях и отчеты о проблемах	117
8. Инструментальные средства	117
9. Выводы	119
Благодарности	121
Ссылки	121
Глава 7. Реализация встраиваемого конечного автомата	123
Конечные автоматы	123
Пример	124
Реализация	127
Тестирование	130
Запуск системы	131
Ссылки	131
Глава 8. Иерархические конечные автоматы	132
Пример традиционного конечного автомата	133
Пример иерархического конечного автомата	135
Глава 9. Разработка приложений, критически важных для обеспечения безопасности	140
Введение	140
Надежность и безопасность	141
История документа DO-178B	141
Обзор стандарта DO-178B	142

Классификация неисправных состояний	143
Анализ архитектуры системы	144
Разбиение на разделы	144
Несколько версий разнородного ПО	145
Мониторинг безопасности	145
Документация по архитектуре системы	146
Жизненный цикл программного обеспечения согласно стандарту DO-178B	146
Планирование	146
Разработка	147
Процесс разработки	147
Виды деятельности при разработке ПО	148
Верификация требований к ПО	148
Верификация проектирования ПО	149
Верификация программного кода	149
Верификация процесса интеграции	149
Верификация процесса верификации	149
Управление конфигурацией	150
Обеспечение качества ПО (SQA)	151
Технология объектно-ориентированного программирования и проблемы приложений, критически важных для обеспечения безопасности	151
Итеративный процесс	152
Проблемы сертификации объектно-ориентированных приложений	152
Автоматическая генерация кода	153
Автоматическая генерация тестов	155
Возможность оперативного контроля	155
Управление конфигурацией	155
Структурный охват	156
Невыполняемые/деактивированные участки программы	156
Наследование и множественное наследование	156
Резюме	157
Ссылки	157

Глава 10. Установка и использование системы контроля версий 158

Введение	158
Мощь и элегантность простоты	159
Контроль версий	160
Типичные признаки отказа от использования (неполного использования) системы контроля версий	160
Простые системы контроля версий	161
Усовершенствованные системы контроля версий	161
Для каких файлов нужно использовать контроль версий	162
Совместная работа с файлами и клиенты системы контроля версий	162
Нет локального клиента, нет общей файловой системы	163
Нет локального клиента, но есть общая файловая система	163

Есть локальный клиент, но нет общей файловой системы	163
Есть и локальный клиент, и общая файловая система	163
Проблемы интегрированной среды разработки	164
Проблемы графического интерфейса пользователя	164
Спецификация SCC	165
Интерфейс для веб-браузера или клиент-Java-систем контроля версий	165
Основные положения концепции контроля версий	166
Советы	171
Отслеживание ошибок	174
Неконфигурационные средства управления	176
ПО для зеркального отображения информации	176
Автоматизированное резервное копирование	176
Веб-браузер	176
Группы новостей в Интернете	177
Заключительные комментарии	177
Рекомендованная литература, ссылки и ресурсы	178

III Математика180

Введение181

Глава 11. Введение в машинные вычисления182

Введение	182
Целочисленная арифметика	182
Деление и отрицательные числа	182
Целые типы и их размер	185
Переполнение или исчезновение значащих разрядов	186
Математические операции с плавающей запятой	189
Неожиданный результат	189
Форматы с плавающей запятой	190
Погрешности округления	192
Ошибки при умножении и делении	194
Ошибки при сложении и вычитании	195
Обработка ошибок при вычислениях с плавающей запятой	197
Использование эквивалентных выражений для устранения катастрофической потери точности	199
Арифметические операции с фиксированной запятой	201
Область применимости	201
Представление чисел с фиксированной запятой и операции над ними	202
Обработка ошибок при выполнении операций с фиксированной запятой	203
Заклучение	204
Библиография	204

Глава 12. Аппроксимации для вычислений с плавающей запятой	205
Общие замечания о тригонометрических функциях.....	206
Косинус и синус.....	207
Более точное вычисление косинуса	213
Тангенс.....	214
Более точное вычисление тангенса	219
Арктангенс, арксинус и арккосинус.....	220
Глава 13. Математические функции.....	224
Код Грея	224
Умножение целого на константу	224
Вычисление исключающего ИЛИ.....	224
Извлечение квадратного корня в целых числах	225
Важнейшие математические функции.....	225
Глава 14. Стандарт IEEE 754 для чисел с плавающей запятой.....	226
Специальные значения.....	227
 IV Системы реального времени	 229
Введение	230
Глава 15. Ядра реального времени	231
Введение	231
Что такое ядро реального времени?.....	231
Что такое задача?	232
Тактовый интервал таймера.....	235
Планирование задач	236
Переключение контекстов.....	238
Службы ядра	239
Службы ядра. Семафоры.....	239
Службы ядра. Очереди сообщений.....	243
Службы ядра. Управление памятью	245
Нужно ли вам ядро?	245
Можете ли вы использовать ядро?	246
Выбор ядра	247
Заключение.....	250
Глава 16. Реентерабельность.....	251
Атомарные переменные.....	251
Еще два правила.....	253
Обеспечение реентерабельности кода.....	254
Рекурсия	256

Асинхронность оборудования/микропрограммного обеспечения	257
Состояние конкуренции	258
Варианты решения проблемы	259
Другие ОС реального времени	261
Метастабильные состояния	262
Микрокод, а не оборудование	264
Глава 17. Латентность прерываний	268
Получение данных	271
Глава 18. Как работает ваш компилятор языка C: минимизация размеров программы.....	274
Современные компиляторы языка C.....	275
Структура компилятора	275
Смысл программы	277
Базовые преобразования	277
Распределение регистров	279
Вызовы функций.....	280
Подстановка функций	280
Сжатие кода низкого уровня.....	281
Компоновщик	281
Управление оптимизацией, осуществляемой компилятором	282
Модель памяти.....	283
Советы по программированию	283
Правильно подбирайте размер переменных.....	283
Используйте указатели наиболее подходящего типа.....	284
Структуры и байты заполнения.....	285
Используйте прототипы функций.....	286
Используйте параметры	287
Не используйте операцию получения адреса	287
Не используйте встроенный ассемблер	288
Не пишите остроумный код	288
Проверяйте значения битовых полей перед использованием	290
Следите за использованием библиотечных функций.....	290
Используйте дополнительные подсказки компилятору	291
Финальные замечания	291
Благодарности	292
Глава 19. Оптимизация кода на языках C и C++	293
Устанавливайте размеры структур равными степени двойки	293
Размещайте метки «case» как можно ближе друг к другу.....	293
Размещайте наиболее используемые метки case вначале	293
Разбивайте крупные операторы switch на вложенные операторы-переключатели	294
Минимизируйте число локальных переменных	295

Описывайте локальные переменные как можно глубже внутри функций	295
Сокращайте число аргументов	295
Используйте ссылки при передаче параметров и возвращаемого значения для типов, имеющих длину более 4 байтов	296
Не определяйте возвращаемое значение, если оно не используется.....	296
Учитывайте расположение ссылок относительно кода и данных	296
Старайтесь использовать тип <code>int</code> вместо <code>char</code> или <code>short</code>	297
Пишите облегченные конструкторы	298
Старайтесь использовать инициализацию вместо присваивания	298
Используйте списки инициализации конструкторов	299
Не объявляйте функции виртуальными «на всякий случай»	299
Используйте подстановку для функций длиной в 1–3 строки	299

Глава 20. Макросы `assert` в системах реального времени301

Проблемы встраиваемых систем.....	301
Макросы <code>assert</code> в системах реального времени	303

V Ошибки и исправления.....309

Введение310

Глава 21. Реализация загружаемого микрокода с помощью флеш-памяти.....311

Введение	311
Микропрограмматор	312
Преимущества микропрограмматоров.....	312
Недостатки микропрограмматоров.....	313
Получение микропрограмматора.....	313
Базовый микропрограмматор	314
Типичные проблемы и их решение	316
Отладчику «не нравятся» перезаписываемые области памяти	316
Отладчикам «не нравится» код, выполняющий перемещение самого себя.....	317
Невозможность генерации позиционно-независимого кода.....	319
Отсутствие микрокода в момент загрузки	320
Постоянная блокировка по времени	320
Неожиданное отключение питания.....	321
Аппаратные альтернативы.....	322
Разделение кода и данных	323
Гибкость и надежность.....	323

Глава 22. Диагностика памяти.....325

Тестирование ПЗУ	325
Тестирование ОЗУ	327

Глава 23. Энергонезависимая память.....	333
Контролирующие схемы.....	333
Запись многобайтных значений.....	335
Тестирование.....	339
Выводы.....	340
Глава 24. Профилактическая отладка.....	341
Стеки и кучи.....	341
Заполнение памяти.....	344
Блуждающий код.....	346
Специальные дешифраторы.....	348
Блоки управления памятью.....	349
Выводы.....	350
Глава 25. Обработка исключительных ситуаций на С++	351
Горы (ориентиры безопасности исключительных ситуаций).....	352
История этой территории.....	353
Коварная ловушка.....	354
Смола!.....	356
Самый легкий путь	357
Оператор присваивания – специальный случай.....	359
В плохую погоду	360
Подведем итоги	363
Литература.....	367
Глава 26. Отличный сторожевой таймер.....	368
Внутренние сторожевые таймеры	371
Внешние сторожевые таймеры.....	374
Характеристики отличных сторожевых таймеров.....	375
Использование встроенного сторожевого таймера	379
Внешний сторожевой таймер.....	381
Сторожевые таймеры для многозадачной среды.....	383
Выводы и некоторые соображения	385
Приложение А. ASCII-коды	388
Приложение Б. Выравнивание и порядок байтов.....	390
Ограничения, накладываемые на выравнивание байтов.....	390
Для чего нужно ограничивать выравнивание байтов?	390
Общие правила выравнивания байтов	392
Выравнивание структур для повышения эффективности	392
Порядок байтов	393
Почему используется различный порядок байтов?.....	393
Подпрограммы преобразования	393
Указатель.....	395