

Making Things Talk

Second Edition

Tom Igoe

Том Иго

Arduino, датчики и сети для связи устройств

2-е издание



MAKERMEDIA

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2015

УДК 004.4
ББК 32.973.26
И26

Иго Т.

И26 Arduino, датчики и сети для связи устройств: Пер. с англ. — 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. — 544 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-3566-3

Рассмотрены 33 проекта на основе микроконтроллерной платы Arduino, в которых показано, как сделать, чтобы электронные устройства могли обмениваться между собой данными и реагировать на команды. Показано, как изменить настройки домашнего кондиционера, «позвонив ему» со своего смартфона; как создавать собственные игровые контроллеры, взаимодействующие по сети; как использовать устройства ZigBee, Bluetooth, инфракрасное излучение и обычное радио для беспроводного получения информации от различных датчиков и др. Рассмотрены языки программирования Arduino, Processing и PHP.

Для широкого круга читателей

УДК 004.4
ББК 32.973.26

Группа подготовки издания:

Главный редактор *Екатерина Кондукова*
Зам. главного редактора *Игорь Шишигин*
Зав. редакцией *Екатерина Капалыгина*
Перевод с английского *Сергея Таранушенко*
Редактор *Григорий Добин*
Компьютерная верстка *Людмилы Гауль*
Корректор *Зинаида Дмитриева*
Оформление обложки *Марины Дамбиевой*

Authorized russian translation of the English edition of Making Things Talk (ISBN 978-1-449-39243-7) © 2011 Copyright Holder published by Maker Media, Inc. All rights reserved.

This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to publish and sell the same.

Авторизованный русский перевод английской редакции книги Making Things Talk (ISBN 978-1-449-39243-7) © 2011 Maker Media, Inc. Все права защищены.

Перевод опубликован и продается с разрешения O'Reilly Media, Inc., собственника всех прав на публикацию и продажу издания.

Подписано в печать 30.11.14.
Формат 84x108^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 57,12.
Тираж 1500 экз. Заказ №
«БХВ-Петербург», 191036, Санкт-Петербург, Гончарная ул., 20.

Первая Академическая типография «Наука»
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12/28

ISBN 978-1-449-39243-7 (англ.)
ISBN 978-5-9775-3566-3 (рус.)

© 2011 Maker Media, Inc.
© Перевод, оформление, издательство «БХВ-Петербург», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	9
Для кого предназначена эта книга?	10
Что вам нужно знать?	11
Содержание книги	12
Покупка деталей.....	13
Использование примеров кода	14
Использование примеров схем	14
Благодарности за первое издание	15
Примечания ко второму изданию	18
Глава 1. Средства	23
Все начинается с прикосновения.....	24
Все дело в импульсах	25
Компьютеры всех видов и размеров.....	25
Хорошие привычки	26
Инструментарий.....	28
Работа с командной строкой.....	39
Работа с осциллографом.....	66
Важность физического интерфейса	67
Глава 2. Простейшая сеть	69
Компоненты для проектов этой главы.....	70
Уровни согласования	72
Установка соединения на нижних уровнях	74
Отправка сообщений: уровень приложений	80
Проект 1. Управление яркостью светодиода с клавиатуры.....	80
Сложные преобразования	84
Проект 2. «Мартышкин пинг-понг» (Monski Pong)	84
Управление потоком данных	97
Проект 3. Беспроводной «Мартышкин пинг-понг»	99
Проект 4. Переговоры по Bluetooth	104
Заключение	108
Глава 3. Более сложная сеть	111
Компоненты для проекта этой главы	112
Сетевые топологии и сетевые адреса	113
Аппаратные и сетевые адреса	115
Клиенты, серверы и протоколы управления связью	120
Проект 5. Сетевой кот (Cat Cam)	128
Заключение	152

Глава 4.«Глянь, мама, здесь нет компьютера!»

Микроконтроллеры в Интернете..... 155

Компоненты для проектов этой главы.....	157
Введение в сетевые модули.....	158
Проект 6. Привет, Интернет! Веб-сервер цвета дня	160
Приложение встроенного сетевого клиента	169
Проект 7. Сетевой измеритель качества воздуха	169
Инструменты для программирования и диагностирования встроенных модулей	182
Заключение	189

Глава 5. Связь в режиме реального (почти) времени..... 191

Компоненты для проекта этой главы	192
Интерактивные системы и цепи обратной связи	194
Протокол TCP: сокеты и сеансы.....	195
Проект 8. Сетевой пинг-понг	196
Клиенты.....	198
Заключение	221

Глава 6. Беспроводная связь223

Компоненты для проектов этой главы.....	224
Почему не вся связь беспроводная?	227
Два типа беспроводной связи: инфракрасная и радио	228
Проект 9. Инфракрасное управление цифровой камерой	233
Принцип работы радио	236
Проект 10. Дуплексная радиосвязь	239
Проект 11. Приемопередатчики Bluetooth	253
Выбор и приобретение радиоустройств.....	264
А как насчет Wi-Fi?	265
Проект 12. Привет, Wi-Fi!.....	265
Диагностирование Wi-Fi	267
Заключение	269

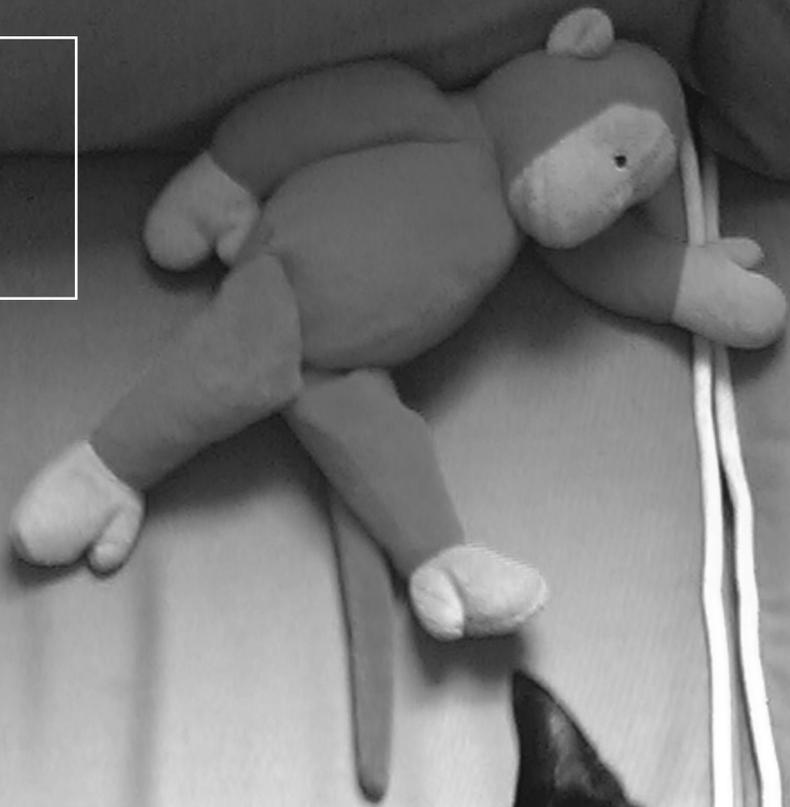
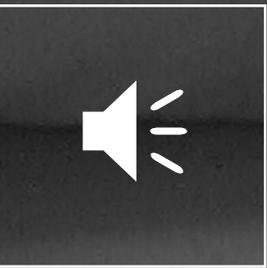
Глава 7. Бессеансовые сети.....271

Компоненты для проектов этой главы.....	272
Сеансы и сообщения	275
Кто там? Широковещательные сообщения	276
Запросы для радиомодулей Xbee	280
Проект 13. Предупреждение о токсических испарениях в мастерской.....	282
Направленные сообщения.....	298
Проект 14. Беспроводная ретрансляция данных солнечной панели.....	300
Заключение	310

Глава 8. Как узнать местонахождение (почти) чего угодно 313

Компоненты для проектов этой главы.....	314
Сетевое и физическое местонахождение	317
Определение расстояния	322
Проект 15. Пример инфракрасного дальномера.....	323
Проект 16. Пример ультразвукового дальномера.....	325

Проект 17. Определение уровня полученного сигнала с помощью радиомодуля XBee	328
Проект 18. Определение уровня полученного сигнала с помощью радиомодуля Bluetooth ..	331
Определение местонахождения методом трилатерации	333
Проект 19. Чтение последовательного протокола GPS.....	334
Определение направления.....	343
Проект 20. Определение направления с помощью цифрового компаса	343
Проект 21. Определение положения в пространстве с помощью акселерометра.....	347
Заключение	355
Глава 9. Идентификация	357
Компоненты для проектов этой главы.....	358
Физическая идентификация.....	362
Проект 22. Распознавание цветов с помощью веб-камеры	364
Проект 23. Обнаружение лиц с помощью веб-камеры	369
Проект 24. Распознавание двумерных штрихкодов с помощью веб-камеры	373
Проект 25. Чтение тегов RFID в Processing.....	379
Проект 26. RFID и бытовая автоматизация	382
Проект 27. Твиты от RFID.....	391
Сетевая идентификация	416
Проект 28. Геокодирование по IP-адресу	418
Заключение	423
Глава 10. Сети мобильной телефонной связи и физический мир.....	425
Компоненты для проектов этой главы.....	426
Одна большая сеть.....	428
Проект 29. Возвращение сетевого кота (Cat Cam 2).....	432
Проект 30. Телефонлируем термостату.....	453
Интерфейсы на основе текстовых сообщений	461
Приложения для операционных систем мобильных телефонов.....	464
Проект 31. Мобильный регистратор личных биометрических данных	470
Заключение	485
Глава 11. Снова о протоколах	487
Компоненты для проектов этой главы.....	488
Как установить соединение?	489
Текст или двоичный код?	493
Протокол MIDI	496
Проект 32. Развлекаемся с MIDI	497
Протокол DMX512	503
Структура и синтаксис текстовых протоколов.....	504
Принцип REST	507
Проект 33. Развлекаемся с REST	510
Заключение	513
Приложение. Где брать компоненты и прочее?	515
Компоненты.....	516
Аппаратное обеспечение	521
Программное обеспечение	529
Предметный указатель	533



ПРЕДИСЛОВИЕ

Несколько лет тому назад Нил Гершенфельд (Neil Gershenfeld) написал толковую книгу, названную им «Когда вещи начинают думать». В ней он рассматривает мир, в котором обыденные вещи и устройства наделены вычислительными способностями, то есть мир сегодняшний. В частности, там обсуждаются последствия обмена между такими устройствами информацией о наших с вами личностях, возможностях и действиях. Книга хорошая, но ее название, на мой взгляд, — неудачное. Я бы назвал ту книгу «Когда вещи начинают общаться», поскольку, давайте признаем это, даже самые захватывающие идеи чего-либо стоят лишь тогда, когда их обсуждаешь с кем-то другим. И моя книга — «Чтобы вещи общались» — рассказывает, как создавать вещи, способные общаться друг с другом, и как предоставить людям возможность использовать эти вещи для общения между собой.

Компьютерные специалисты вот уже около двух десятков лет используют термин *объектно-ориентированное программирование* для обозначения способа разработки программного обеспечения, в котором программы и подпрограммы рассматриваются как объекты. Подобно физическим объектам, они обладают свойствами и поведением, унаследованными ими от *прототипов* — объектов, от которых они происходят. Каноническая форма любого программного объекта — код, описывающий его тип. Программные объекты позволяют с легкостью сочетать их между собой различными новыми способами. Программный объект можно использовать раз за разом, если известен его *интерфейс* — набор свойств и методов, посредством которых его создатель позволяет осуществлять к нему доступ (а также, если доступна соответствующая справочная информация). Способ, которым объект делает то, что он делает, не играет роли, при условии, что на выходе всегда получается один и тот же результат. Программные объекты наиболее эффективны тогда, когда они понятны применяющему их разработчику и хорошо взаимодействуют с другими программными объектами.

В реальном мире мы окружены разного рода электронными объектами: радиочасами, тостерами, мобильными телефонами, плеерами, детскими (и не только детскими) игрушками и т. п. Чтобы самому создать полезное электронное устройство, требуются серьезные усилия и значительный объем знаний, а чтобы обеспечить подобные устройства возможностью общаться друг с другом, может понадобиться знаний еще вдвое больше. Но так быть не должно. И сейчас появилась возможность собирать электронные устройства из простых модулей. При условии, что вы разбираетесь в интерфейсах таких модулей, можно собрать из них что угодно. Этот подход можно рассматривать как *объектно-ориентированное оборудование*¹. Основным условием работоспособности названного подхода является понимание того, как устройства взаимодействуют друг с другом, — независимо от конкретного устройства, будь то тостер, программа электронной почты на вашем ноутбуке или сетевая база данных. Все такие компоненты можно свести воедино, если определить, каким способом они смогут общаться. Эта книга и представляет собой руководство по ряду способов, методов и инструментов, обеспечивающих реализацию такого общения.

¹ В оригинале: «object-oriented hardware».

“ Для кого предназначена эта книга?

Эта книга писалась для тех, кто хочет наделить вещи способностью взаимодействовать друг с другом. Например, для преподавателя естественных наук, который намерен показать своим ученикам, как отслеживать погодные условия одновременно в нескольких местах школьного округа. Или для скульптора, желающего заполнить помещение координированно движущимися механическими скульптурами. Или для дизайнера, которому необходимо быстро создавать макеты новых продуктов, моделируя как их форму, так и функции. Или же для обладателя кота, который любит наблюдать за своим питомцем, даже когда находится вне дома. В общем, книга предназначена быть начальным пособием для людей, обладающих ограниченным техническим опытом, но имеющих большой заряд энтузиазма и желающих успешно воплощать в жизнь интересующие их проекты.

Основными инструментами, потребными нам для изучения материала книги, будут персональные компьютеры, веб-серверы и микроконтроллеры — крошечные компьютеры, встроенные во все возрастающее число повседневных устройств. За последнее

десятилетие микроконтроллеры и средства для их программирования прошли путь от устройств для посвященных к распространенным, легко используемым инструментам. С устройствами, которые десять лет тому назад ставили в тупик аспирантов,

сегодня легко обращаются учащиеся начальных школ. В течение этого времени мы с моими коллегами обучали людей с самым разнообразным образованием и родом занятий (очень немногие из которых были программистами) применению этих устройств для расширения диапазона физических действий, которые компьютеры могут воспринимать и интерпретировать и на которые способны реагировать.

В последнее время люди, использующие микроконтроллеры в своих устройствах, проявляют все большее желание наделить эти устройства возможностями не только воспринимать окружающий мир и управлять им, но также сообщать другим подобным устройствам о том, что они воспринимают и чем управляют. Если вы скомпоновали что-либо на базе BASIC Stamp² или Lego Mindstorms³ и хо-

² Микроконтроллер с небольшим специализированным интерпретатором BASIC (PBAIC), встроенным в ROM.

³ LEGO Mindstorms — конструктор (набор сопрягаемых деталей и электронных блоков) для создания программируемого робота. (http://ru.wikipedia.org/wiki/LEGO_Mindstorms).

тите, чтобы ваше устройство могло обмениваться информацией с другими подобными устройствами, созданными вами или другими самоделкинскими, данная книга вам в этом поможет. Она также будет полезной и для программистов со знанием сетей и веб-служб, которые хотят приобщиться к программированию встроенных сетей.

Но если вы из тех, кому нравится разбираться во всех тонкостях технологий, в этой книге вы, возможно, не найдете того, чего ищете. В ней нет подробных примеров кода для Bluetooth или стеков TCP/IP, а также диаграмм цепей для микросхем контроллеров Ethernet. Рассматриваемые в книге компоненты устройств являют собой компромисс между простотой, гибкостью и стоимостью. Они как раз и воплощают ранее обозначенное объектно-ориентированное оборудование, требуя сравнительно небольшого объема проводных соединений и кода. То есть предназначены для того, чтобы позволить вам достичь конечной цели — наделить вещи возможностью общаться между собой — наиболее быстрым и легким способом.

“ Что вам нужно знать?

Чтобы извлечь как можно больше пользы из этой книги, вам необходимы базовые знания аппаратной и программной части микроконтроллеров, определенное представление об Интернете и доступ к тому и другому.

Многие специалисты, начав программировать микроконтроллеры, творят чудеса с несколькими датчиками и парой сервоприводов, но при этом могут иметь весьма ограниченный опыт в области взаимодействия между микроконтроллером и другими программами на персональном компьютере. Точно так же, многие опытные сетевые и мультимедиа программисты никогда не экспериментировали ни с каким оборудованием, включая микроконтроллеры. Если вы принадлежите к какой-либо из упомянутых категорий, эта книга для вас. Поскольку материал книги предназначен для читателей с самым разнообразным опытом, некоторые темы, в зависимости от вашего личного опыта, могут показаться вам чересчур простыми. В таком случае пропускайте материал, с которым вы уже знакомы,

чтобы побыстрее добраться до более интересного для вас материала.

Если вы никогда ранее не имели дело с микроконтроллерами, то прежде, чем приступить к работе с этой книгой, вам следовало бы получить определенные начальные знания в означенной области. Для этого рекомендуется прочитать мою предыдущую книгу «Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World»⁴ (издательство Thomson), которую я написал совместно с Даном О'Саливаном (Dan O'Sullivan). В этой книге дается введение в основы электроники, микроконтроллеров и дизайна физического взаимодействия.

⁴ «Физические вычисления. Восприятие и управление материальным миром».

Кроме того, вам понадобятся базовые знания программирования. Если у вас нет никакого опыта в этой области, то я рекомендую ознакомиться со средой программирования Processing, информацию о которой можно найти на веб-сайте www.processing.org. Там же можно загрузить и саму среду и сопутствующие ей инструменты и материалы. Среда программирования Processing достаточно простая, чтобы в ней обучались программированию люди, которые никогда раньше этим не занимались, но в то же самое время достаточно мощная, чтобы

реализовывать с ее помощью весьма сложные проекты. Среда Processing используется в этой книге в тех случаях, когда требуется выполнять программирование в графическом интерфейсе.

Книга содержит примеры кода на нескольких языках программирования. Эти примеры достаточно простые, так что, если вам не подходит язык, на котором они написаны, с помощью комментариев в коде вы можете переписать их на язык, с которым вам более удобно работать.

“ Содержание книги

В книге представлены основные принципы создания объектов сетевой структуры, а также приводятся примеры, их иллюстрирующие. Каждая глава содержит инструкции по созданию работающих проектов, основанных на изложенных в ней концепциях.

- **Глава 1.** Здесь рассматриваются основные инструменты программирования, используемые в книге, и приводится пример программы «Здравствуй, мир!» для каждого из них.
- **Глава 2.** Введение в основные базовые понятия, необходимые для придания вещам способности общения друг с другом. Рассматриваются характеристики, которые должны быть оговорены прежде всего, а также показано, как разделение этих понятий в уме помогает в поиске и устранении проблем. В качестве примера взаимодействия, обеспечиваемого посредством модема, приведены инструкции по созданию простого проекта одноранговой последовательной связи между микроконтроллером и персональным компьютером на основе радиоканала Bluetooth. Предоставляется информация о протоколах данных, модемных устройствах и схемах адресации.
- **Глава 3.** Введение в более сложную сеть — Интернет. Обсуждаются устройства, необходимые для ее построения, а также основные взаимодействия между этими устройствами. Рассматриваются сообщения, лежащие в основе некоторых из наиболее распространенных процедур, выполняемых ежедневно в Интернете, и приводятся инструкции по отправке таких сообщений. Описано создание первого комплекта программ для отправки через Интернет данных о физических действиях у вас дома.
- **Глава 4.** Создаем первое встроенное устройство. Получаем дополнительный опыт по подключению к Сети с помощью средств консоли командной строки, а также подключаем микроконтроллер к веб-серверу, используя настольный компьютер или ноутбук в качестве посредника.
- **Глава 5.** Следующий шаг в изучении подключений к Сети — рассмотрение сокетных соединений, которые позволяют более длительное взаимодействие. Здесь мы напишем серверную программу, к которой можно подключиться с любого устройства, имеющего доступ в Сеть. Подключение к этой программе осуществляется как из командной строки, так и с микроконтроллера, — чтобы научиться понимать, как разные типы устройств могут подключаться друг к другу через один и тот же сервер.
- **Глава 6.** Введение в беспроводную связь. Предоставляются некоторые характеристики беспроводной связи, включая ее возможности и ограничения. Создаем несколько небольших проектов, позволяющих сказать «Здравствуй, мир!» через эфир несколькими разными способами.

- **Глава 7.** Рассматривается подход к реализации связи, существенно отличающийся от использования сокетов, рассмотренных в *главе 5*. Этот подход использует управляемые сообщениями протоколы — такие как протокол UDP для Интернета или ZigBee и 802.15.4 для беспроводных сетей. В отличие от модели клиент-сервер, которой посвящены предыдущие главы, здесь мы учимся обмениваться информацией между одноранговыми сетевыми объектами по одному сообщению за раз.
- **Глава 8.** Рассмотрены несколько инструментов для определения местонахождения предметов в физическом пространстве (геолокации), приведены некоторые размышления о взаимосвязи между физическим расположением объекта и сетевыми взаимодействиями.
- **Глава 9.** Рассматривается вопрос идентификации в физическом и сетевом пространстве. Излагаются несколько методов для генерирования однозначных сетевых идентификаторов на основе физических характеристик. Некоторое внимание уделено тому, как определять характеристики сетевых устройств.
- **Глава 10.** Рассмотрены сети мобильной телефонной связи, поясняется, что можно делать сейчас с мобильными телефонами и телефонными сетями.
- **Глава 11.** Представлен более подробный обзор разных типов протоколов, рассмотренных в этой книге, с описанием инфраструктуры, потребной для их дальнейшего использования.

“ Покупка деталей

Для реализации всех проектов, описанных в этой книге, потребуется много деталей, вследствие чего вам придется познакомиться с большим числом поставщиков. Поскольку в моем городе нет больших розничных продавцов деталей электроники, я покупаю все нужные детали через Интернет. Если вам повезло, и в вашем городе или селении есть возможность покупать необходимые детали в физическом магазине, тем лучше для вас. В противном случае познакомьтесь со следующими интернет-поставщиками:

Jameco (<http://jameco.com>), Digi-Key (www.digikey.com) и Farnell (www.farnell.com) — розничные поставщики деталей электроники, предлагающие во многом одинаковый ассортимент деталей. А такие поставщики, как Maker Shed (www.makershed.com), SparkFun (www.sparkfun.com) и Adafruit (<http://adafruit.com>), предлагают специализированные компоненты, наборы и пакеты для быстрой и легкой реализации популярных проектов. Полный список поставщиков дается в *приложении*. Если необходимо заменить какую-либо деталь, которая вам хорошо известна, делайте это без колебаний.

Учитывая, что покупка деталей через Интернет не представляет никаких трудностей, вы можете посчитать достаточным общаться с продавцами исключительно через средства их веб-сайтов. Тем не менее, не стоит пренебрегать возможностью делать это по телефону. Особенно в случаях, когда у вас отсутствуют какие-либо знания в области определенного проекта, будет полезным поговорить

с кем-либо о заказываемых деталях и получить о них как можно больше информации. Скорей всего, на другом конце телефонной линии у большинства розничных поставщиков деталей найдутся люди, которые будут рады вам помочь. Номера телефонов в *приложении* представлены для тех поставщиков, для которых они имелись.

От редакции русского издания

В России достаточно обширный ассортимент электронных деталей, компонентов, оборудования и инструментов предлагается фирмами «Амперка» (www.amperka.ru), «Линуксцентр» (www.linuxcenter.ru) и «Чип и Дип» (<http://chipdip.ru>).



Бонус от фирмы «Амперка»

Специально для читателей этой книги «Амперка» предлагает особое кодовое слово **МТТ14**, которое даст вам скидку при оформлении заказа онлайн.

“ Использование примеров кода

Эта книга предназначена для того, чтобы помочь вам реализовать свои проекты. Соответственно, код из нее можно использовать в своих программах и документации без необходимости испрашивать какое-либо разрешение, если только речь не идет о коммерческом воспроизведении значительного объема кода.

Например, использование нескольких фрагментов кода из этой книги в своей программе разрешения не требует, но для продажи или распространения диска CD-ROM с примерами из книг издательства O'Reilly разрешение требуется. Цитирование текста из этой книги, включая код, разрешения не требует, но включение значительного объема кода из книги в документацию своего продукта требует разрешения.

Мы будем благодарны за предоставление ссылки на источник при цитировании материалов из этой книги. Формат такой ссылки может включать название,

имя автора, издателя и ISBN книги. Например: «Making Things Talk: Practical Methods for Connecting Physical Objects, by Tom Igoe. Copyright 2011 O'Reilly Media, 978-1-4493-9243-7»⁵. Если вы подозреваете, что использование вами примеров кода может выходить за рамки принципа добросовестного использования или данных ранее разрешений, то можете уточнить этот вопрос электронной почтой по адресу permissions@oreilly.com.

⁵ Выходные данные настоящего перевода этой книги на русский язык приведены на обороте титульного листа издания. — *Ред.*

“ Использование примеров схем

Для сборки проектов из этой книги вам придется разбирать или даже ломать те или иные устройства и нарушать условия их гарантии. Если вам это не по душе, закройте книгу и займитесь чем-либо другим. Эта книга не для тех, кто дрожит от мысли, что если они разберут вещь, то не смогут собрать ее обратно.

Впрочем, хотя определенный дух исследования приветствуется, все же необходимо соблюдать должную предосторожность и не предпринимать никаких рискованных действий при реализации проектов из книги. Каждый набор инструкций создавался с учетом требований безопасности — игнорируйте инструкции по безопасности на свой собственный страх и риск. Обязательно убедитесь в том, что у вас имеется достаточный уровень знаний и опыта для работы над проектом безопасным образом.

Необходимо также иметь в виду, что проекты и схемы в этой книге предназначены только для познавательных целей. Такие частности, как регулирование мощности, автоматический сброс, экранирование от радиопомех и подобные моменты, которые необходимо учитывать, чтобы электронное устройство можно было сертифицировать для рынка, в этой книге не рассматриваются. Если вы хотите разработать продукт для использования кем-то еще, кроме вас самих, полагаться только на информацию из этой книги будет недостаточным.

“Благодарности за первое издание

Эта книга является продуктом обсуждения и сотрудничества со многими людьми. Ее создание было бы невозможным без поддержки и ободрения со стороны круга моих соратников.

Я свыше десяти последних лет работал в Программе интерактивных телекоммуникаций⁶ на факультете искусств Tisch⁷ Нью-Йоркского университета — месте, где мне посчастливилось участвовать в оживленном и душевном общении со многими талантливыми людьми. И книга моя основана на наработках курса «Сетевые объекты», который я преподавал там в течение нескольких лет. Я надеюсь, что изложенные в ней идеи представляют дух этого заведения и смогут передать вам мое чувство удовлетворенности от работы в нем.

Основатель факультета Ред Бёрнз (Red Burns) оказывает мне поддержку с самого начала моей работы в этой области. Она потакает заоблачным полетам моей фантазии, но, когда требуется, решительно возвращает меня на землю. Она проверяет каждый мой проект, чтобы удостовериться, что я использую технологию не ради самой технологии, но для того, чтобы с ее помощью предоставлять людям новые возможности.

Мой коллега Дан О'Саливан, который сейчас возглавляет программу, познакомил меня с физическими вычислениями, а затем великодушно разрешил мне совместно с ним преподавать эту дисциплину и формировать ее роль в Программе интерактивных телекоммуникаций. Он замечательный советник и сотрудник и постоянно давал мне советы и оценивал мою работу. Большинство глав этой книги берут начало в длинных беседах с Даном. Их отражение прослеживается по всей книге, что только сделало ее лучше.

Клэй Ширки (Clay Shirky), Дэниель Розин (Daniel Rozin) и Дан Шифман (Dan Shiffman) также тесно сотрудничали со мной в этом проекте. Клэй благосклонно наблюдал, как в моем офисе вырастали кучи деталей, и любезно отрывался от своей собственной работы, чтобы выразить мнение о моих идеях. Дэниель Розин также делился ценными

важными знаниями, и его идеи весьма значительно повлияли на книгу. Дан Шифман перечитал много черновиков книги и дал по ним полезные отзывы. Он также подсказал мне много отличных примеров кода.

Мои коллеги Марианна Петит (Marianne Petit), Нэнси Хэкинджер (Nancy Heckinger) и Жан-Марк Гутье (Jean-Mark Gauthier) поддерживали меня на протяжении всей работы над книгой, ободряя и воодушевляя, подменяя меня на работе при необходимости и предоставляя вдохновляющий пример своей собственной работой.

Сделать возможной эту книгу помогли также и все остальные члены преподавательского состава Программы интерактивных телекоммуникаций. В частности, Джордж Агудоу (George Agudow), Эдуард Гордон (Edward Gordon), Мидори Ясуда (Midori Yasuda), Меган Демарест (Megan Demarest), Нэнси Льюис (Nancy Lewis), Роберт Райан (Robert Ryan), Джон Дуэйн (John Duane), Марлон Иванс (Marlon Evans), Тони Ценг (Tony Tseng) и Глория Сед (Gloria Sed) стоически выносили мои безумства по части физических вычислений и сетевых объектов и делали возможной мою работу, работу других членов преподавательского состава, а также и студентов. Исследователи Карлин Мо (Carlyn Maw), Тод Голубек (Todd Holoubek), Джон Шиммель (John Schimmel), Дория Фэн (Doria Fan), Давид Нолен (David Nolen), Питер Керлин (Peter Kerlin) и Майкл Ольсон (Michael Olson) в течение нескольких последних лет помогли преподавательскому составу и студентам реализовать идеи, под влиянием которых были созданы проекты, вошедшие в эту книгу. Преподаватели Патрик Дуайер (Patrick Dwyer), Майкл Шнайдер (Michael Schneider), Грег Шакар (Greg Shakar), Скотт Фицджеральд (Scott Fitzgerald), Джэми Аллен (Jamie Allen), Шан Вэн Эвери (Shawn Van Every), Джеймс Ту (James Tu) и Раффи Крикорян (Raffi Krikorian) использовали на своих уроках инструменты из этой книги или предоставили свои методики для проектов, изложенных в ней.

⁶ В оригинале: «Interactive Telecommunications Program».

⁷ В оригинале: «Tisch School of the Arts».

Студенты Программы интерактивных телекоммуникаций расширили границы возможного в этой области, и их работа отражена во многих проектах. В конкретных случаях я называю имена, но, в общем, хочу поблагодарить всех студентов, которые прослушали мой курс «Сетевые объекты», за то, что они помогли мне самому подробно разобраться в этом предмете. Особенно велико участие студентов 2006 и 2007 годов, так как им пришлось заниматься по первым черновым версиям этой книги, и они обнаружили в них несколько важных ошибок.

Несколько человек внесли значительный вклад в эту книгу в форме кода, идей или работы. Джефф Смит (Geoff Smith) дал курсу его название: «Сетевые объекты» и познакомил меня с понятием объектно-ориентированного оборудования. Джон Шиммель показал мне, как выполнять вызовы HTTP с помощью микроконтроллера. Дан О'Саливан предоставил серверный код, лежащий в основе всего моего серверного кода. Благодаря совету Дана Шифмана по стилю кодирования, улучшилась читаемость моего кода Processing. Роберт Фалуди (Robert Faludi) предоставил большое количество фрагментов кода, улучшил читаемость примеров кода XBee, а также исправил много ошибок в нем. Макс Уитни (Max Whitney) помогла мне наладить работу связи Bluetooth и сделать кровать для кошки (несмотря на ее аллергию на представителей семейства кошачьих). Денис Кроули (Dennis Crowley) разъяснил мне возможности и ограничения двумерных штрихкодов. Крис Хиткоут (Chris Heathcote) оказал значительное влияние на мое понимание геолокации. Дарел Бишоп (Durrell Bishop) помог мне разобраться с идентификацией объектов. Майк Кунявски (Mike Kuniavsky) и слушатели семинара «Аппаратные наброски»⁸, проводившегося в 2006 и 2007 годах, помогли мне увидеть эту работу, как часть большего сообщества, а также познакомили меня со многими новыми инструментами. Коту по имени Лапша⁹ пришлось смириться со множеством разных глупостей, чтобы мы могли сделать для него кровать и снять фотографии. Сразу же надо оговориться, что при подготовке этой книги

⁸ В оригинале: «Sketching in Hardware».

⁹ В оригинале: «Noodles». По всей видимости, в кличке кота нашло свое отражение увлечение автора фильмом «Однажды в Америке», где герой Роберта де Ниро носит эту же кличку. — *Peo.*

не пострадало ни одно животное, хотя одно из них пришлось задабривать с помощью кошачьей мяты.

Кэйси Рис (Casey Reas) и Бен Фрай (Ben Fry) сделали возможной программную часть этой книги, создав платформу Processing. Без Processing реализация программной части сетевых объектов была бы намного труднее. Также было бы невозможно создание простого, элегантного программного интерфейса для Arduino и Wiring¹⁰. Аппаратную часть этой книги сделали возможной создатели Arduino и Wiring: Массимо Банци (Massimo Banzi), Джанлука Мартино (Gianluca Martino), Давид Квартиелес (David Cuartielles) и Давид Меллис (David Mellis) — по части Arduino, а также Эрнандо Барраган (Hernando Barragan) — по Wiring и Николас Замбетти (Nicholas Zambetti), соединивший обе эти платформы. Мне повезло работать с ними.

Хотя я старался упоминать в книге многих поставщиков деталей, Натан Сидл (Nathan Seidle) из «SparkFun» заслуживает особого упоминания. Без него эта книга не была бы такой, какой она есть. В то время, как я годами говорил об объектно-ориентированном оборудовании, Натан и ребята из «SparkFun» потихоньку воплощали его в жизнь.

Я также хочу сказать спасибо команде поддержки фирмы «Lantronix» — они всегда предоставляли качественные продукты и превосходную поддержку. Гарри Моррис (Garry Morris), Гэри Маррс (Gary Marrs) и Дженни Эйзенхауэр (Jenny Eisenhauer) всегда бодро и любезно отвечали на мои бесконечные запросы по электронной почте и телефонные звонки.

Идеи для проектов этой книги я заимствовал у своих коллег со всего мира из обсуждений на семинарах и простых встречах. Мои благодарности членам преподавательского состава и студентам, с которыми я работал в программе «Интерактивный дизайн» в Королевском художественном колледже¹¹, в программе «Цифровые СМИ и искусство» в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе¹², в программе «Интерактивный дизайн» в Колледже архитектуры и дизайна Осло, в Институте интер-

¹⁰ Еще одно микроконтроллерное устройство наподобие Arduino.

¹¹ В оригинале: «Royal College of Art».

¹² В оригинале: «University of California at Los Angeles».

активного дизайна Иврей¹³ и в Институте интерактивного дизайна Копенгагена¹⁴.

Источником вдохновения для этой книги послужили многие проекты сетевых объектов. Я выражаю свою благодарность авторам этих проектов, чьи работы используются в качестве примеров: Туан Анх Т. Нгуен (Tuan Anh T. Nguyen), Джоо Йоун Паек (Joo Youn Paek), Дория Фэн (Doria Fan), Маурицио Мело (Maurício Melo) и Джейсон Кауфман (Jason Kaufman). Тарик Корула (Tarikh Korula) и Джош Руки-Ли (Josh Rooke-Ley) — авторы «Необычайных проектов». Джин-Йо Мок (Jin-Yo Mok), Алекс Байм (Alex Beim), Эндрю Шнайдер (Andrew Schneider), Гилад Лотан (Gilad Lotan), Анжела Пабло (Angela Pablo), Моуна Андраос (Mouna Andraos), Сонали Сридхар (Sonali Sridhar) и Сара Йохансон (Sarah Johansson), а также Франк Ланц (Frank Lantz) и Кевин Славин (Kevin Slavin) — авторы проекта «Территория/Код».

Богатый опыт позволил мне получить сотрудничество с журналом «MAKE». Основатель журнала, Дэйл Докерти (Dale Dougherty), поддерживал все мои идеи, с пониманием относился к возникавшим задержкам и проявлял благосклонность, когда я хотел попробовать что-то новое. Он никогда не говорил «нет», не предложив при этом приемлемой альтернативной версии проекта (которая часто оказывалась лучшей, чем забракованная). Брайан Джепсон (Brian Jersop) сделал все и больше своих редакторских обязанностей в реализации всех проектов, предлагая модификации, выполняя отладку кода, помогая с фотографиями и иллюстрациями и предоставляя всеобщую поддержку. Сказать, что эта книга была бы невозможной без его помощи, было бы большим преуменьшением — лучшего редактора нельзя было бы и пожелать. Спасибо Нэнси Котари (Nancy Kotary) за тщательную вычитку рукописи книги. Кейти Уилсон (Katie Wilson) сделала все, чтобы эта книга выглядела и читалась намного лучше, чем я когда-либо мог надеяться. Также спасибо Тиму Лиллису (Tim Lillis) за иллюстрации. В общем, спасибо всей команде журнала «MAKE».

Спасибо моим агентам: Лауре Левин (Laura Lewin), которая привела процесс в действие, и Нилу

Салкинду (Neil Salkind), который его продолжил, а также всей команде поддержки «Студии Б». Наконец, спасибо моей семье и друзьям, которым приходилось выслушивать мои восторженные разглагольствования и жалобы отчаяния в ходе работы над книгой. Я очень люблю всех вас.

Мы хотим знать ваше мнение

Если у вас есть какие-либо замечания или вопросы по этой книге, вы можете задать их издателю по следующему адресу:

O'Reilly Media, Inc.

1005 Gravenstein Highway North

Sebastopol, CA 95472

(800) 998-9938 (тел. в США или Канаде)

(707) 829-0515 (тел. международный
или местный)

(707) 829-0104 (факс)

Список опечаток, примеры и дополнительная информация по книге содержится на ее веб-сайте по адресу: www.makezine.com/go/MakingThingsTalk.

Оставить комментарий или задать технические вопросы по книге можно электронной почтой по адресу: bookquestions@oreilly.com.

Maker Media — подразделение издательства «O'Reilly Media», полностью посвященное расширяющемуся обществу изобретательных людей, которые верят, что если что-то можно вообразить, его можно сделать. Подразделение состоит из журналов «MAKE», «CRAFT» и «Maker Faire», а также серии книг «Hacks», и поощряет дух «сделай сам» посредством предоставления инструкций и созидательной поддержки.

Дополнительную информацию о «Maker Media» можно получить здесь:

- «MAKE»: www.makezine.com
- «CRAFT»: www.craftzine.com
- «Maker Faire»: www.makerfaire.com
- «Maker SHED»: www.makershed.com

¹³ В оригинале: «Interaction Design Institute Ivrea».

¹⁴ В оригинале: «Copenhagen Institute of Interaction Design».

“ Примечания ко второму изданию

Две новые тенденции побудили меня переписать эту книгу: развитие движения за открытое оборудование и рост культуры прямого участия, в том числе и в деле создания интерактивных устройств. Это хорошо видно на примере быстрого увеличения круга пользователей Arduino, в частности, и числа участников движения за открытое оборудование, в целом. Последствия этих тенденций все еще в процессе оценки, но одно ясно — объектно-ориентированное оборудование и физические вычисления становятся повседневной реальностью. В настоящее время электронной занимается намного больше людей, чем я мог бы вообразить в 2005 году.

Прежде чем любая технология может быть принята в общее использование, она должна занять место во всеобщем воображении. Люди без каких бы то ни было знаний технологии должны иметь хоть какое-нибудь представление о том, что это за технология и для чего ее можно использовать. До 2005 года я тратил много времени, объясняя людям, что такое физические вычисления, и что я имел в виду под «сетевыми объектами». В настоящее время все знают, например, контроллеры Wii или Kinect как устройства, которые расширяют диапазон физических воздействий человека, доступный для восприятия компьютерами. Сегодня также трудно найти несетевое электронное устройство.

Понимание широкими массами этих понятий вызывает большое удовлетворение, но что еще более захватывающе, так это видеть все большее распространение использования устройств на их основе. Люди не просто пользуются своими устройствами Kinect для игр, а встраивают их в интерфейсы, помогающие лицам с ограниченными физическими возможностями. Они не просто играют с контроллером Wii, а применяют его для управления музыкальными инструментами. Люди привыкли к тому, что они могут менять целевое использование своих электронных устройств, и делают это.

Когда я стал членом проекта Arduino, то надеялся, что Arduino может стать чем-то более легким для самостоятельного модифицирования, чем бытовые электронные устройства того времени, но в то же самое время будет не таким трудным в освоении, чем микроконтроллерные системы. Я полагал, что хорошим подходом к достижению этой цели станет метод открытых источников, так как он позволил бы принципам платформы Arduino распространиться

за пределы созданных нами моделей. Эта надежда была воплощена в жизнь посредством множества производных плат, шилдов, побочных продуктов и вспомогательных устройств, которые стали доступными в течение нескольких последних лет. Чудесно видеть, сколько народу не просто создает электронные устройства, которые могут модифицировать другие люди, но делает это таким образом, что для этого не требуется профессиональная подготовка.

Развитие шилдов и библиотек для Arduino оказалось столь значительным, что второе издание книги можно было бы написать почти без необходимости выполнять какое бы то ни было программирование или создавать схемы заново. Почти для каждого проекта в книге существует уже готовый шилд или библиотека. Однако сборка устройств из готовых деталей позволяет получить только определенный уровень знаний, поэтому я попытался все же показать здесь некоторые из принципов, лежащих в основе электронных коммуникаций и физических интерфейсов. В тех случаях, когда существует простое аппаратное решение, я его приводил, но также показывал содержащуюся в нем схему. Самые лучшие библиотеки кода и схемные решения основаны на подходе, который я называю «стеклянным ящиком». Под этим я имею в виду, что для работы они скрывают все непривлекательные подробности и предоставляют удобный интерфейс, но при этом позволяют, кому хочется, заглянуть вовнутрь и увидеть, что в них происходит. Более того, они хорошо сконструированы, и жуткие подробности не выглядят такими уж и жуткими при их близком рассмотрении. Я надеюсь, что это издание книги выполнит поставленную перед ним цель таким же самым образом.