

Встраиваемый модуль распознавания жестов с функцией электронного замка

Часть 1

Павел Редькин (г. Ульяновск)

В статье описан аппаратно-программный модуль, реализующий функцию распознавания жестов. Будучи встроенным в любое устройство, модуль позволяет организовать бесконтактный интерфейс, основанный на восприятии жестов пользователя, без применения кнопок, сенсорных панелей и прочих традиционных средств контактного управления. Кроме функции распознавания отдельных жестов, модуль поддерживает распознавание их заданных последовательностей, что позволяет применять его в качестве электронного замка. Также в статье подробно рассказано об использованном промышленном датчике жестов PAJ7620U2.

Принцип действия и основные характеристики

В основе модуля лежит применение промышленного датчика распознавания жестов PAJ7620U2 производства Pix Art Imaging [1]. Датчик представляет собой миниатюрное оптико-электронное устройство, содержащее в одном корпусе оптическую матрицу (массив оптических сенсоров), светодиод подсветки внешних объектов, схему анализа и распознавания жестов, набор управляющих, информационных и конфигурационных регистров, тактовый генератор, а также последовательный интерфейс I²C. С помощью последнего осуществляется настройка, конфигурирование датчика и выдача во внешнее устройство информации о распознанных жестах. Помимо I²C датчик PAJ7620U2 поддерживает генерацию прерываний при обнаружении жестов на отдельном цифровом выходе INT. Техническое описание датчика доступно для загрузки на сайте производителя [2].

Датчик PAJ7620U2 используется в устройстве в составе удобного для монтажа промышленного модуля-сборки Grove-Gesture v1.0 [3], поддерживающего стандарт конструктива Grove. Grove-Gesture v1.0 представляет собой миниатюрную печатную плату (см. рис. 1), содержащую датчик PAJ7620U2, стабилизаторы питающих его напряжений, цепи формирования сигналов шины I²C, разъемы питания и подключения по I²C к внешним устройствам и разъем выхода прерываний INT.

Датчик PAJ7620U2 позволяет распознавать девять пользовательских жестов: перемещение вверх, вниз, влево, вправо, приближение (движение к датчику), удаление (движение от датчика), круговые движения по и против часовой стрелки, а также волнообразное движение. Предполагается, что пользователь делает перечисленные жесты ладонью или пальцем, находящимся на расстоянии нескольких сантиметров от датчика, хотя датчик воспринимает жесты

и от любого другого непрозрачного физического объекта сходных размеров. Ориентация самого датчика в пространстве при этом не критична, а распознавание жестов может осуществляться в нормальном (медленные жесты) и в игровом (быстрые жесты) режимах.

Модуль распознавания жестов на основе датчика PAJ7620U2 использует постоянное напряжение питания любой полярности в диапазоне от 7 до 15 В при токе потребления около 100 мА.

Устройство поддерживает два режима: распознавание любого из восьми пользовательских жестов и распознавание заданной последовательности жестов. Простое распознавание любого из восьми жестов определяет перемещение вверх (U), перемещение вниз (D), перемещение влево (L), перемещение вправо (R), приближение (движение к датчику) (F), удаление (движение от датчика) (B), круговое движение по часовой стрелке (C), круговое движение против часовой стрелки (A). Жесты U, D, L, R, C, A производятся в плоскости, параллельной лицевой стороне датчика, на расстоянии 5–15 см от неё. Распознавание заданной последовательности жестов (режим электронного замка) основано на определении комбинации перечисленных выше пользовательских жестов с длиной комбинации (отпирющего кода) от 2 до 11. Отпирющий код задаётся пользователем и постоянно хранится в энергонезависимой памяти устройства, ресурс которой составляет не менее 500 тысяч циклов перезаписи.

Устройство имеет девять (восемь жестов плюс электронный замок) цифровых выходов с высоким активным уровнем, соответствующим напряжению +3,3 В, максимальный ток нагрузки каждого выхода – не более 12 мА. К каждому из выходов подключён светодиод для индикации его состояния.

При распознавании любого из перечисленных жестов в любом режиме на цифровом выходе устройства, соответствующем распознанному жесту, генерируется импульс высокого уровня длительностью около 0,5 с, зажигая на этот интервал подключённый к выходу

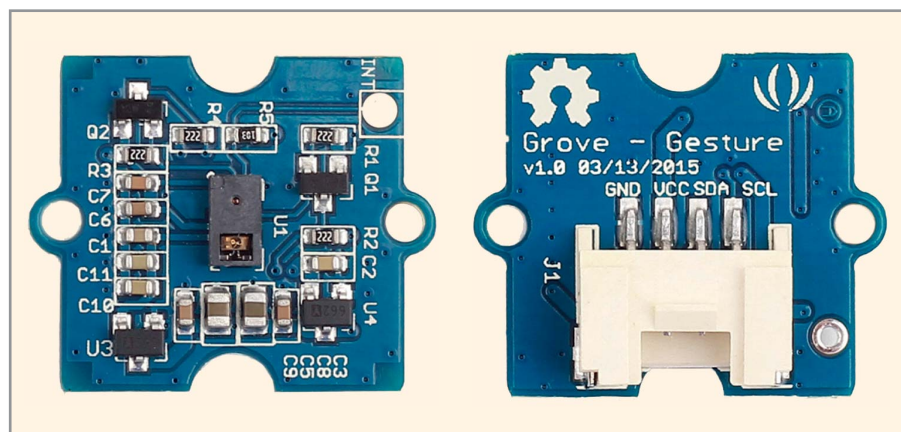


Рис. 1. Внешний вид модуля Grove-Gesture v1.0

светодиод. Одновременно устройство выдаёт символ, соответствующий распознанному жесту (буквы U, D, L и прочие) через свой последовательный интерфейс RS-232, а также индицирует этот символ на ЖКИ.

В режиме электронного замка при распознавании комбинации жестов, совпадающей с отпирающим кодом, на цифровом выходе электронного замка генерируется импульс высокого уровня длительностью от 1 до 8 с (длительность задаётся пользователем), зажигая на этот интервал подключённый к выходу светодиода. Одновременно устройство через свой интерфейс RS-232 выдаёт строку символов, оповещающую об отпирании замка, индицирует её на ЖКИ и генерирует звуковой сигнал высокого тона. Если распознанная комбинация жестов не совпадает с отпирающим кодом, состояние цифрового выхода электронного замка остаётся в пассивном (низком) уровне. Одновременно устройство выдаёт строку символов, оповещающую о запертом состоянии замка, индицирует её на ЖКИ и генерирует звуковой сигнал низкого тона.

Задание отпирающего кода замка, а также других настроек модуля, осуществляется через интерфейс RS-232 с помощью подключённого к устройству внешнего терминала. Скорость обмена через RS-232 – 9600 бит/с. Вход в режим задания отпирающего кода (режим администратора) защищён паролем администратора, также хранящимся в энергонезависимой памяти устройства.

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ДАТЧИКА PAJ7620U2

Основные характеристики датчика PAJ7620U2 приведены в таблице 1, а его принципиальная схема показана на рисунке 2. Помимо распознавания жестов, датчик PAJ7620U2 также поддерживает обнаружение приближения и удаления физического объекта, например, ладони руки. Последняя функция может быть востребована, например, при встраивании этого датчика в мобильные устройства – смартфоны, планшеты и тому подобные, где требуется реакция системы на активность пользователя.

Внешне датчик представляет собой прямоугольник размерами 5,2 × 3,0 × 1,88 мм, на лицевой поверхности которого имеются окна для светодиода подсветки и оптической матрицы, схе-

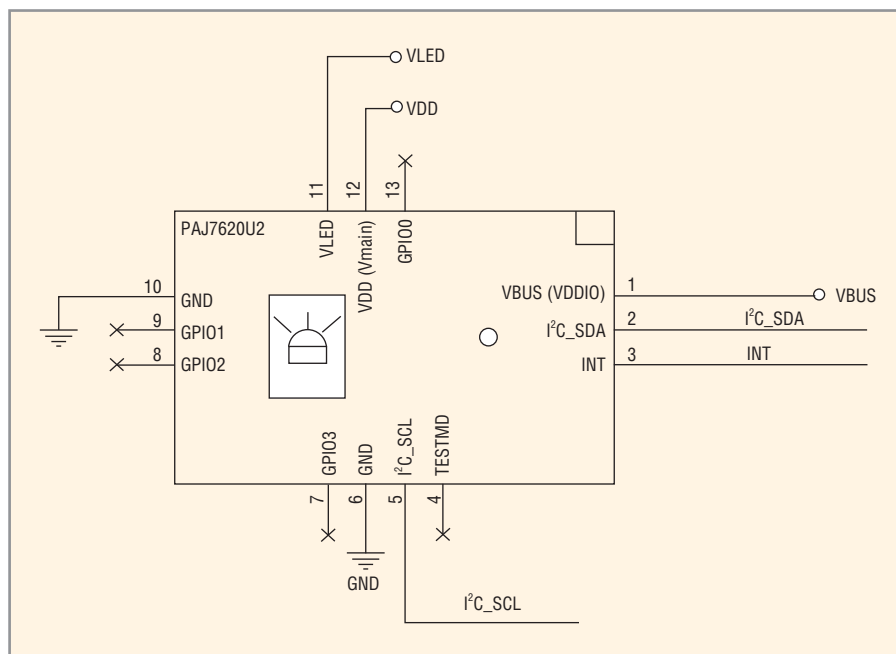


Рис. 2. Принципиальная схема датчика жестов PAJ7620U2

Таблица 1. Основные характеристики датчика PAJ7620U2

Параметр (обозначение)	Значение (диапазон)	Единица измерения
Напряжение питания внутренней логики датчика (VDD)	2,8–3,6	В
Напряжение питания встроенного светодиода подсветки (VLED)	3,0–4,2	В
Напряжение питания интерфейса ввода-вывода датчика (VBUS)	1,8–3,3	В
Типовой совокупный средний ток потребления в рабочем состоянии (с учётом пикового тока потребления встроенного светодиода подсветки 760 мА при периоде его мигания <500 мкс и скважности <5%)	2,8	мА
Типовой совокупный средний ток потребления в дежурном состоянии Standby 1 (с учётом пикового тока потребления встроенного светодиода подсветки 760 мА при периоде его мигания <500 мкс, скважности <5% и факторе реакции S1 Response Factor = 0,5)	2,3	мА
Типовой совокупный средний ток потребления в дежурном состоянии Standby 2 (с учётом пикового тока потребления встроенного светодиода подсветки 760 мА при периоде его мигания <500 мкс, скважности <5% и факторе реакции S2 Response Factor = 0,25)	1,5	мА
Типовой совокупный средний ток потребления при обнаружении приближения/удаления (PS) (с учётом пикового тока потребления встроенного светодиода подсветки 600 мА, времени его свечения за период 6,8 мкс и частоты его мигания 10 Гц)	0,2	мА
Типовой совокупный ток потребления в состоянии сна	15	мкА
Скорость обмена по интерфейсу I ² C	до 400	кбит/с
Количество распознаваемых жестов	9	
Обнаружение приближения/удаления (PS)	есть	
Угловая скорость распознаваемых жестов в нормальном режиме	60–600	°/с
Угловая скорость распознаваемых жестов в игровом режиме	60–1200	°/с
Частота обновления данных при обнаружении жеста в нормальном режиме	120	Гц
Частота обновления данных при обнаружении жеста в игровом режиме	240	Гц
Частота обновления данных при обнаружении приближения/удаления	10	Гц
Расстояние обнаружения жеста от физического объекта до центра датчика	5–15	см
Рабочий уровень освещённости окружающей среды	<100000	люкс
Ширина диаграммы направленности встроенного светодиода подсветки (по уровню 0,5)	60	°
Длина волны встроенного светодиода подсветки	940	нм
Рабочий температурный диапазон	–40...+85	°С
Линейные размеры датчика	5,2 × 3,0 × 1,88	мм
Собственный 7-разрядный адрес датчика – ведомого устройства на шине I ² C (Slave ID)	0x73	–

матично изображённые на рисунке 2. В правом верхнем углу лицевой стороны датчика имеется ключ правильной установки в виде квадратной выемки. Сведения о назначении и порядке использования линий датчика GPIO1-GPIO3 и TESTMD в документации производителя найти не удалось.

Встроенный в датчик светодиод подсветки получает питание по отдельной цепи (VLED) и предназначен для подсвечивания внешних объектов при совместной работе с оптической матрицей. Светодиод работает в режиме периодических вспышек с малой скважностью (типичные параметры

вспышек: период мигания 500 мкс, скважность 5%). Пиковый ток через светодиод может достигать сотен миллиампер, однако при этом совокупный средний ток потребления датчика не выходит за пределы значений, указанных в таблице 1.

Доступ внешнего устройства к регистровому интерфейсу RAJ7620U2 осуществляется по шине I²C. Датчик явля-

ется на шине ведомым (Slave), то есть внешнее принимающее устройство должно быть ведущим (Master). Регистровый интерфейс датчика RAJ7620U2 включает порядка двухсот управляющих, информационных и конфигурационных регистров, битовая структура и назначение большинства из которых документированы, к сожалению, очень поверхностно [2].

Регистровый массив организован в виде двух банков, переключение между которыми осуществляется путём записи в регистр по адресу 0xEF значения «0» для выбора банка 0, или значения «1» для выбора банка 1. Назначение и битовая структура нескольких наиболее актуальных для пользователя регистров из банков «0» и «1» приведены в таблицах 2 и 3.

Начальное включение датчика RAJ7620U2 производитель рекомендует осуществлять в следующем порядке. Сначала на него подаётся питающее напряжение интерфейса ввода-вывода и шины I²C – VBUS. Затем (или, в крайнем случае, одновременно) подаётся питающее напряжение внутренней логики датчика – VDD. Для VBUS и VDD можно использовать один и тот же источник. Конкретный момент выдачи напряжения питания встроенного светодиода подсветки VLED не критичен, однако для обнаружения жестов наличие этого напряжения обязательно. После установления VDD необходимо выждать не менее 700 мкс и затем приступить к программному пробуждению датчика. При начальном включении питания датчик находится в состоянии «сна» (Suspend), характеризующемся пониженным энергопотреблением. Чтобы обеспечить распознавание датчиком жестов или приближения/удаления, внешнему устройству необходимо «разбудить» его, переведя в рабочее состояние. Для этого внешнее устройство должно передать по шине I²C один байт – адрес ведомого RAJ7620U2 (Slave ID = 0x73). Указанная транзакция должна осуществляться в соответствии с общими требованиями протокола I²C: ведущее устройство начинает её, генерируя на шине условие START, затем передаёт байт, в старшей части которого содержится семиразрядный Slave ID, а младший разряд установлен как признак записи (W=1), после чего ведущий генерирует на шине условие STOP, завершая этим транзакцию. Передача по шине данных и адресов всегда начинается со старшего значащего разряда (СЗР).

Чтобы отследить успешное окончание пробуждения, ведущий производит циклическое чтение регистра датчика с адресом 0x00. Транзакция отдельного (не блочного) чтения в соответствии с протоколом I²C имеет следующий вид: ведущий генерирует условие START, затем, как и в предыдущем случае, передаёт Slave ID и W=1, дожидается

Таблица 2. Регистровая карта нескольких регистров банка «0»

Адрес*	Функция регистра	Доступ**	Значение по умолчанию
0x03	Команда «усыпления» датчика и шины I ² C – запись 0x01, чтобы войти в состояние сна	W	0x01
0x41	Маска флагов прерывания от обнаружения восьми жестов	R/W	0xFF
0x42	Маска флагов прерывания от обнаружения девятого жеста («волнообразное движение») и приближения/удаления	R/W	0xFF
0x43	Флаги прерывания от обнаружения восьми жестов	R	–
0x44	Флаги прерывания от обнаружения девятого жеста («волнообразное движение») и обнаружения приближения/удаления	R	–
0x45	Индикатор состояния датчика при обнаружении жеста (актуально только при обнаружении жеста): – 0: рабочее состояние; – 1: состояние Standby 1; – 2: состояние Standby 2	R	–
0x69	Верхний порог гистерезиса обнаружения приближения/удаления (актуально только при обнаружении приближения/удаления)	R/W	0xC8
0x6A	Нижний порог гистерезиса обнаружения приближения/удаления (актуально только при обнаружении приближения/удаления)	R/W	0x40
0x6B	Состояние приближения/удаления: – есть приближение/удаление – 1 (8-разрядные данные приближения/удаления больше или равны верхнему порогу гистерезиса обнаружения приближения/удаления); – нет приближения/удаления – 0 (8-разрядные данные приближения/удаления меньше или равны нижнему порогу гистерезиса обнаружения приближения/удаления). – (актуально только при обнаружении приближения/удаления)	R	–
0x6C	Необработанные («сырые») 8-разрядные данные приближения/удаления (актуально только при обнаружении приближения/удаления)	R	–
0xB0	Яркость объекта (максимальное значение 255)	R	–
0xB1	Размер объекта (максимальное значение 900)	R	–
0xB2			

Примечания:

* Регистры, для которых в таблицах указаны два адреса, являются составными, то есть имеют не 8, а 16 разрядов.

При этом младшей половине такого регистра соответствует меньший адрес в паре адресов.

** Программный доступ к регистрам: R/W – доступен для чтения и записи; R – доступен только для чтения;

W – доступен только для записи.

Таблица 3. Регистровая карта нескольких регистров банка «1»

Адрес*	Функция регистра	Доступ**	Значение по умолчанию
0x44	Задание усиления для обнаружения приближения/удаления (актуально только при обнаружении приближения/удаления)	R/W	0xA0
0x67	Значение величины IDLE S1 step для задания фактора реакции S1 Response Factor	R/W	0x68
0x68			0x01
0x69	Значение величины IDLE S2 step для задания фактора реакции S2 Response Factor	R/W	0xD0
0x6A			0x02
0x6B	Значение величины OPtoS1 step для задания времени OPtoS1 time перехода от рабочего состояния в состояние Standby 1	R/W	0xB0
0x6C			0x04
0x6D	Значение величины OPtoS2 step для задания времени OPtoS2 time перехода от рабочего состояния в состояние Standby 2	R/W	0x60
0x6E			0x09
0x72	Включение/отключение датчика RAJ7620U2: – запись 1 – включение RAJ7620U2; – запись 0 – отключение RAJ7620U2	R/W	0x00

Примечания:

* Регистры, для которых в таблицах указаны два адреса, являются составными, т. е. имеют не 8, а 16 разрядов.

При этом младшей половине такого регистра соответствует меньший адрес в паре адресов.

** Программный доступ к регистрам: R/W – доступен для чтения и записи, R – доступен только для чтения,

W – доступен только для записи.

от ведомого подтверждения, передаёт адрес регистра (в данном случае – 0x00) и вновь получает от ведомого подтверждение, после чего ведущий генерирует условие STOP, условие START и снова передаёт Slave ID, но младший разряд в байте уже сброшен как признак чтения (R=0). Далее он получает от ведомого подтверждение, затем получает от ведомого байт данных (содержимое адресованного регистра), выдаёт на шину состояние «неподтверждения» и генерирует условие STOP. Когда очередное чтение по адресу 0x00 возвратит значение 0x20, датчик можно считать пробудившимся.

После этого необходимо выдерживать паузу длительностью не менее 400 мкс и загрузить в датчик настройки инициализации для распознавания жестов. Указанные настройки представляют собой двумерный массив из нескольких десятков элементов, каждый из которых состоит из двух байтов: адреса регистра и его содержимого. В спецификациях на датчик [2] приведены несколько возможных инициализационных массивов: для распознавания жестов, распознавания

приближения/удаления, для других функций.

Каждый двухбайтовый элемент массива инициализации может быть загружен в датчик с помощью транзакции отдельной записи. Эта транзакция, в соответствии с протоколом I²C, имеет следующий вид. Ведущий генерирует условие START, затем передаёт Slave ID и W=1, дожидается от ведомого подтверждения, передаёт адрес требуемого регистра и вновь получает от ведомого подтверждение. Затем ведущий передаёт ведомому байт данных (содержимое адресованного регистра), получает от него подтверждение и генерирует условие STOP. «Затягивание» синхросигнала на шине датчик PAJ7620U2, как ведомое устройство, не поддерживает. Более подробное описание обмена по шине I²C между PAJ7620U2 и ведущим устройством можно найти в Datasheet [2].

Чтобы перевести датчик PAJ7620U2 в состояние сна, необходимо сначала отключить его путём записи значения 0x00 в регистр с адресом 0x72 из банка «1», а затем подать команду сна датчика и шины I²C путём записи значения 0x01 в регистр с адресом 0x03 из банка «0».

Чтобы вывести датчик PAJ7620U2 из состояния сна, необходимо сначала передать по шине I²C адрес ведомого PAJ7620U2 Slave ID, как было сказано ранее, а потом включить датчик путём записи значения 0x01 в регистр с адресом 0x72 из банка «1».

Помимо рабочего состояния, характеризующегося максимальным энергопотреблением и поддержкой всех функций, и состояния сна с минимальным энергопотреблением и полным отсутствием функций, датчик PAJ7620U2 может находиться в двух промежуточных, так называемых дежурных, состояниях: Standby 1 и Standby 2. Они характеризуются меньшим, чем у рабочего состояния, энергопотреблением, но и меньшей скоростью обнаружения жестов. Степень уменьшения скорости обнаружения может быть установлена пользователем путём задания величин факторов реакции: S1 Response Factor и S2 Response Factor соответственно. Эти безразмерные величины отражают скважность мигания светодиода подсветки.

По замыслу производителя, датчик основную часть времени может находиться в одном из экономичных состо-

**Микроволновая
Электроника**

Тел./Факс: +7 (495) 308-95-59
<http://www.mw-systems.ru>



**Измерительный приемник
MWR-135U**



**Векторный генератор сигналов
MWT-160U**



**Измерительный приемник
MWT-135UW**

Реклама

Полоса анализа реального времени 260 МГц
Фазовый шум -139 дБн/Гц (отстр. 10кГц от 1 ГГц)
Скорость сканирования 300 ГГц/сек
Диапазон рабочих частот 500 Гц – 13.5 ГГц
Чувствительность -166 дБм/Гц
Динамический диапазон 153 дБ
Интерфейс вывода данных 10 Гбит/с Ethernet (SFP+)
ЦОС на основе Kintex-7 с доступом пользователя

Выходная мощность до 2 Вт
Ширина полосы модулирующих частот (внутренний цифровой baseband-генератор) 560 МГц
Фазовый шум -139 дБн/Гц (отстр. 10кГц от 1 ГГц)
Диапазон рабочих частот 8 кГц - 16 ГГц
Встроенные цифровые виды модуляции M-PSK, M-QAM, OOK, M-ASK, M-FSK, MSK, GMSK, произвольный
Интерфейс ввода данных и управления 10 Гбит/с Ethernet (SFP+), 1 Гбит/с Ethernet (SFP) - опции
Скорость передачи более 3 Гбит/с по радиоканалу

Полоса разрешения (RWB) 0.1 Гц
Полоса демодуляции и записи 260 МГц
Фазовый шум -139 дБн/Гц (отстр. 10кГц от 1 ГГц)
Скорость сканирования 300 ГГц/сек
Диапазон рабочих частот 500 Гц -13.5 ГГц
Чувствительность - 166 дБм/Гц
Динамический диапазон 153 дБ
Интерфейс вывода данных 10 Гбит/с Ethernet (SFP+)
17" графический сенсорный дисплей

Контрольно-измерительное оборудование «Микроволновая Электроника»

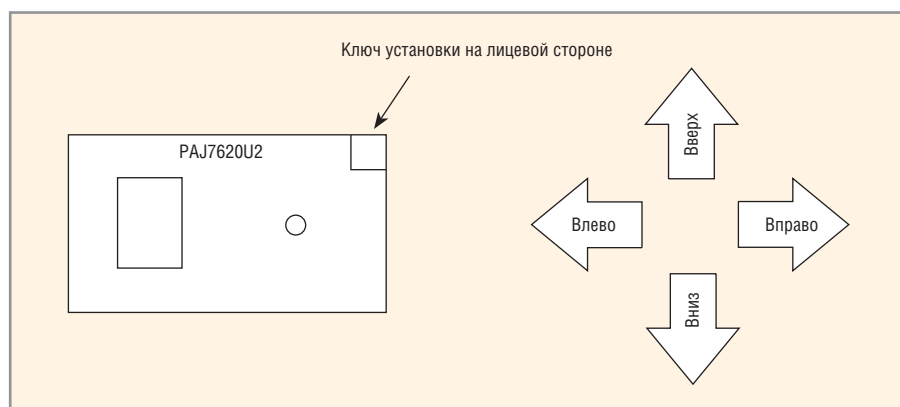


Рис. 3. Правильное расположение датчика PAJ7620U2 по отношению к пользователю

аний Standby 1 или Standby 2, ожидая поступления жестов, а обнаружив (с невысокой скоростью) первый поступивший жест, немедленно будет переведён в рабочее состояние и дальнейшие жесты определит уже с максимально возможной скоростью.

Для корректного обнаружения жестов, в соответствии с технической документацией производителя, датчик PAJ7620U2 должен быть размещён в конечном устройстве с правильной ориентацией по отношению к пользователю, как показано на рисунке 3. Ориентация датчика по отношению к сторонам света и полу не критична.

Если датчик в конечном устройстве ориентирован по отношению к пользователю иначе, чем показано на рисунке 3, то маски флагов прерывания и флаги прерывания от обнаружения жестов необходимо программно переотобразить.

Линии I²C_SCL, I²C_SDA шины I²C, а также выход прерываний INT производитель рекомендует в схеме конечного приложения «подтянуть» к напряжению VBUS с помощью резисторов сопротивлением 2,2 кОм.

Чтобы отслеживать обнаружение жестов, а также их идентифицировать, внешнее ведущее устройство использует соответствующие регистры PAJ7620U2. Флаги прерывания от обнаружения жестов содержатся в доступных только для чтения регистрах с адресами 0x43, 0x44 банка «0». Каждому флагу соответствует один разряд регистра. В регистре с адресом 0x43 все восемь разрядов значащие. Там содержатся флаги восьми жестов (в порядке убывания номера разряда): круговое движение против часовой стрелки, круговое движение по часовой стрелке, удаление (движение от датчика), приближение (движение к датчику), перемещение влево, вправо, вниз и вверх. В реги-

стре с адресом 0x44 флагом обнаружения волнообразного движения является младший разряд 0 (МЗР). При обнаружении датчиком какого-то жеста его логика генерирует прерывание и автоматически устанавливает соответствующий флаг в соответствующем регистре логического уровня. Сброс прерывания с автоматическим сбросом соответствующего флага и автоматической путём программного чтения регистра, содержащего установившийся флаг.

Все вышеперечисленные флаги прерываний могут быть замаскированы с помощью пары доступных для записи и чтения регистров с адресами 0x41, 0x42 банка «0». Их битовая структура повторяет битовую структуру регистров флагов с адресами 0x43, 0x44. Если какой-то разряд в регистре маски флагов установлен, может быть сгенерировано прерывание от обнаружения соответствующего жеста, а если сброшен – не может.

Чтение доступного только для чтения регистра с адресом 0x45 банка «0» возвращает текущее состояние датчика.

Составной доступный для чтения и записи регистр с адресами 0x67, 0x68 банка «1» содержит значение величины IDLE S1 step для задания фактора реакции S1 Response Factor согласно следующим формулам:

- для нормального режима: $S1 \text{ Response Factor} = 8,333 / (0,0323 \times \text{IDLE S1 step} + 3,55)$;
- для игрового режима: $S1 \text{ Response Factor} = 4,167 / (0,0323 \times \text{IDLE S1 step} + 3,55)$.

Составной доступный для чтения и записи регистр с адресами 0x69, 0x6A банка «1» содержит значение величины IDLE S2 step для задания фактора реакции S2 Response Factor согласно следующим формулам:

- для нормального режима: $S2 \text{ Response Factor} = 8,333 / (0,0645 \times \text{IDLE S2 step} + 3,55)$;
- для игрового режима: $S2 \text{ Response Factor} = 4,167 / (0,0645 \times \text{IDLE S2 step} + 3,55)$.

Составной доступный для чтения и записи регистр с адресами 0x6B, 0x6C банка «1» содержит значение величины OPtoS1 step для задания времени OPtoS1 time перехода от рабочего состояния в состояние Standby 1 согласно следующим формулам:

- для нормального режима: $OPtoS1 \text{ time} = OPtoS1 \text{ step} / 120$;
- для игрового режима: $OPtoS1 \text{ time} = OPtoS1 \text{ step} / 240$.

Составной доступный для чтения и записи регистр с адресами 0x6D, 0x6E банка «1» содержит значение величины OPtoS2 step для задания времени OPtoS2 time перехода от рабочего состояния в состояние Standby 2 согласно следующим формулам:

- для нормального режима: $OPtoS2 \text{ time} = OPtoS2 \text{ step} / (60 \times S1 \text{ Response Factor})$;
- для игрового режима: $OPtoS2 \text{ time} = OPtoS2 \text{ step} / (120 \times S1 \text{ Response Factor})$.

Необходимо заметить, что во время перехода из рабочего состояния в состояния Standby 1 и Standby 2 обнаружение жестов датчиком не производится.

При обнаружении датчиком PAJ7620U2 приближения/удаления (PS) внешнего объекта типичная частота мигания светодиода подсветки составляет 10 Гц, а типичное время его свечения за период – 8 мкс.

Обнаружение датчиком приближения/удаления обслуживается следующими регистрами. Запись в разряд 6 доступного для чтения и записи регистра с адресом 0x44 банка «1» позволяет задать текущее усиление при обнаружении приближения/удаления:

- 0 – коэффициент усиления, равный 1;
- 1 – коэффициент усиления, равный 2.

Флаг прерывания от обнаружения приближения/удаления содержится в разряде 1 доступного только для чтения регистра с адресом 0x44 банка «0». Это прерывание может быть замаскировано с помощью доступного для чтения и записи регистра с адресом 0x42 банка «0», имеющего такую же битовую структуру. Если разряд 1 в регистре маски флагов установлен, может быть сгенерировано прерывание от обнаружения приближения/удаления, а если сброшен – не может.

Механизм обнаружения датчиком приближения/удаления иллюстрируется сигнальной диаграммой, изображённой на рисунке 4. Как можно видеть из рисунка, необработанные («сырые») 8-разрядные данные приближения/удаления, содержащиеся в доступном только для чтения регистре с адресом 0x6C банка «0», сравниваются логикой датчика со значениями верхнего и нижнего порогов гистерезиса обнаружения приближения/удаления, задаваемыми пользователем в доступных для чтения и записи регистрах с адресами 0x69, 0x6A соответственно банка «0». По итогам сравнения разряд 0 (бит PS Approach) доступного только для чтения регистра с адресом 0x6B банка «0» принимает значение, указанное в таблице 2. Изменение состояния бита PS Approach означает детектирование приближения или удаления внешнего объекта. Такое детектирование вызывает автоматическую установку флага прерывания от обнаружения приближения/удаления. Одновременно выход INT датчика переходит в низкий (активный) логический уровень.

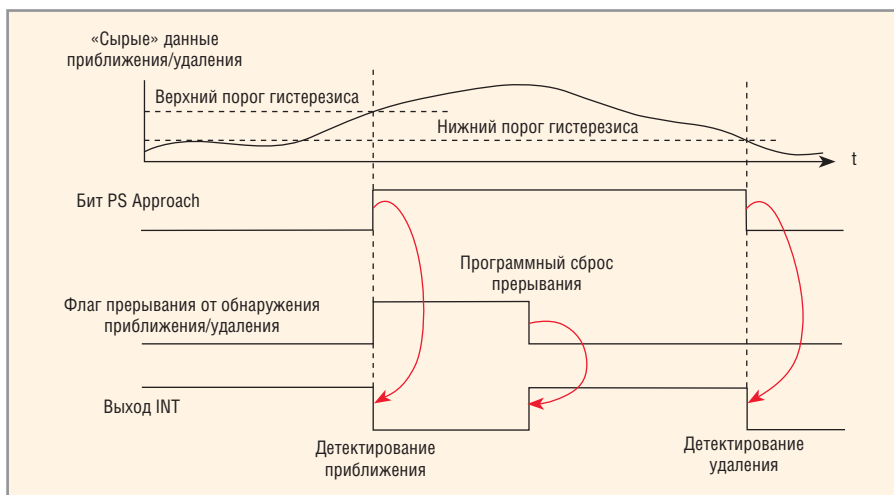


Рис. 4. Механизм обнаружения датчиком PAJ7620U2 приближения/удаления внешнего объекта

Чем именно было вызвано данное прерывание – приближением или удалением – можно однозначно определить по состоянию бита PS Approach.

Прерывание от обнаружения приближения/удаления сбрасывается путём программного чтения регистра с адресом 0x44 банка «0». При сбросе этого прерывания происходит автоматическая установка выхода INT.

Окончание – в следующем номере.

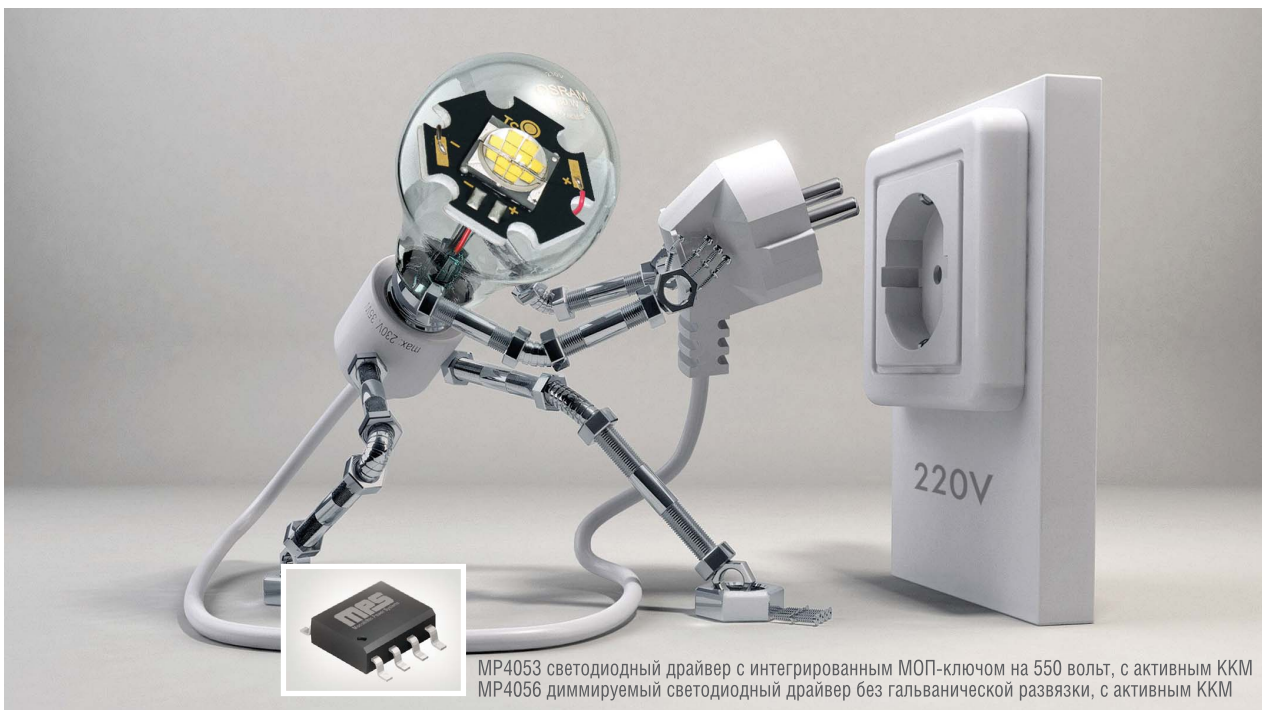
ЛИТЕРАТУРА

1. www.pixart.com.tw/sensor.asp.
2. www.seeedstudio.com/wiki/File:PAJ7620U2_Datasheet_V0.8_20140611.pdf.
3. www.seeedstudio.com/wiki/Grove_-_Gesture_v1.0.
4. www.terraelectronica.ru/catalog_info.php?CODE=1210657.
5. www.olimex.com/Products/Modules/Interface/MOD-RS232/open-source-hardware.



MPS
Monolithic Power Systems

МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ДРАЙВЕРОВ



MP4053 светодиодный драйвер с интегрированным МОП-ключом на 550 вольт, с активным ККМ
MP4056 диммируемый светодиодный драйвер без гальванической развязки, с активным ККМ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ MPS

ProCHIP
POWERED BY ProSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама