wiringPi 用户手册

制作： Deruio 工作室

时间： 2014 年 8 月 24 日

版本： 0.0.1

硬件： Raspberry Pi Model B+

软件： Raspbian

若需最新版本，请及时到网站查阅最新版本。

版本号	修订时间	修订内容
0.0.1	2014.8.24	第一次发布

目录

1 wiringPi 简介

wiringPi 库是由 Gordon Henderson 所编写并维护的一个用 C 语言写成的类库。起初，主要是作为 BCM2835 芯片的 GPIO 库。而现在，已经非常丰富，除了 GPIO 库，还包括了 I2C 库、SPI 库、UART 库和软件 PWM 库等。

由于其与 Arduino 的“wiring”系统较为类似，故以此命名。它是采用 GNU LGPLv3 许可证的，可以在 C 或 C++上使用，而且在其他编程语言上也有对应的扩展。

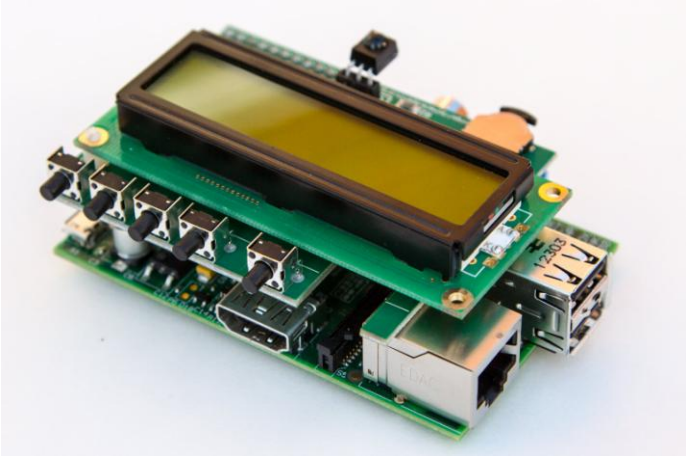
wiringPi 库包含了一个命令行工具 gpio，它可以用来设置 GPIO 管脚，可以用来读写 GPIO 管脚，甚至可以在 Shell 脚本中使用来达到控制 GPIO 管脚的目的。

1.1 DevLib 简介

DevLib 是 wiringPi 的一部分，它可以让您更方便的使用一些流行的外部设备。它支持的设备包括基于日立 HD44780U 芯片的 LCD 显示屏和通用 12864H 驱动芯片的 128x64 像素的显示屏。同时，也支持 DS1302 RTC 时钟芯片、基于 Maxdetect 芯片（如 RHT003）的 Gertboard 板和 PiFace 接口板等等。

1.2 PiFace 简介

wiringPi 对 PiFace 板子提供完全的支持，这里所讲的 PiFace 板子是 PiFace 控制和显示板，如下图：



通过使用 PiFace 板子，你可以不使用键盘和鼠标，仅通过遥控器即可控制树莓派。此外，PiFace 的官网还提供其他的树莓派外围设备，具体可以访问 http://www.piface.org.uk/。

1.3 Gertboard 简介

Gertboard 是由 Gert van Loo 所开发的一款树莓派的扩展板，它可以检测和输出模拟电压、驱动电机和检测按键等。

1.4 wiringPi 扩展

Gadgetoid 提供了 Ruby、Perl 和 Python 的扩展，地址：

https://github.com/WiringPi

Jeroen Kransen 提供了 Java 的扩展，地址：

https://github.com/jkransen/framboos

Dave Boulton 提供了 TCL 的扩展，地址：

https://github.com/davidb24v/WiringPi-Tcl

Pi4J 是另外一个使用 wiringPi 的 Java 扩展，地址：

https://github.com/Pi4J/pi4j/

1.5 wiringPi 的安装

1.5.1 使用 git 工具

如果您尚未安装 git 工具，在 Raspbian 系统中，可以执行如下的命令来安装 git 工具：

sudo apt-get install git-core

如果您安装时，发生了某些错误，可以尝试更新 apt 库，命令如下：

sudo apt-get update

或者可能需要对系统进行更新，命令如下：

sudo apt-get upgrade

安装 git 工具之后，就可以使用如下的命令来获取 wiringPi 了：

git clone git://git.drogon.net/wiringPi

如果您之前已经使用过 git 的 clone 操作了，那么可以直接下载 wiringPi，而不用再次 clone，命令如下：

git pull origin

上面的命令，将会为您获取到 wiringPi 的最新版本，接下来，就要编译和安装 wiringPi 了，命令如下：

cd wiringPi

./build

新的编译脚本将会编译和安装 wiringPi 到系统中，您不需要再进行其他设置。编译脚本使用到了 sudo 命令，所以，如果有必要，您可以在运行编译脚本前，进行检查。

1.5.2 离线安装

访问下面的链接：

https://git.drogon.net/?p=wiringPi;a=summary

将会打开如下的页面：

然后，你会下载到一个.tar.gz 的压缩包，名字可能为 wiringPi-df45388.tar.gz，由于不同的发行版本，后面的 df45388 字符串可能会不同。下载完成后，你可以执行下面的命令来安装 wiringPi：

tar xfz wiringPi-df45388.tar.gz

cd wiringPi-df45388

./build

请注意，实际的文件名可能会不同，因此需要做相对的改变。

1.5.3 测试 wiringPi 是否安装成功

打开命令终端，可以通过 gpio 命令来检查 wiringPi 是否安装成功，运行下面的命令：

gpio –v

gpio readall

运行第一条命令后，您可能得到如下的输出结果：

```
pi@raspberrypi:~/picode/wiringPi$ gpio -v
gpio version: 2.20
Copyright (c) 2012-2014 Gordon Henderson
This is free software with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
For details type: gpio -warranty

Raspberry Pi Details:
  Type: Model B+, Revision: 1.2, Memory: 512MB, Maker: Sony
```

运行第二条命令，你可以获取 wiringPi 与树莓派的 GPIO 接口之间的对应关系，如下图：

```
pi@raspberrypi:~/picode/wiringPi$ gpio readall
 +-----+-----+---------+------+---+--B Plus--+---+------+---------+-----+-----+
 | BCM | wPi |   Name  | Mode | V | Physical | V | Mode | Name    | wPi | BCM |
 +-----+-----+---------+------+---+----++----+---+------+---------+-----+-----+
 |     |     |    3.3v |      |   |  1 || 2  |   |      | 5v      |     |     |
 |   2 |   8 |   SDA.1 | ALT0 | 1 |  3 || 4  |   |      | 5V      |     |     |
 |   3 |   9 |   SCL.1 | ALT0 | 1 |  5 || 6  |   |      | 0v      |     |     |
 |   4 |   7 | GPIO. 7 |   IN | 0 |  7 || 8  | 1 | ALT0 | TxD     | 15  | 14  |
 |     |     |      0v |      |   |  9 || 10 | 1 | ALT0 | RxD     | 16  | 15  |
 |  17 |   0 | GPIO. 0 |   IN | 0 | 11 || 12 | 0 | IN   | GPIO. 1 | 1   | 18  |
 |  27 |   2 | GPIO. 2 |   IN | 0 | 13 || 14 |   |      | 0v      |     |     |
 |  22 |   3 | GPIO. 3 |   IN | 0 | 15 || 16 | 0 | IN   | GPIO. 4 | 4   | 23  |
 |     |     |    3.3v |      |   | 17 || 18 | 0 | IN   | GPIO. 5 | 5   | 24  |
 |  10 |  12 |    MOSI | ALT0 | 1 | 19 || 20 |   |      | 0v      |     |     |
 |   9 |  13 |    MISO | ALT0 | 0 | 21 || 22 | 0 | IN   | GPIO. 6 | 6   | 25  |
 |  11 |  14 |    SCLK | ALT0 | 0 | 23 || 24 | 1 | ALT0 | CE0     | 10  | 8   |
 |     |     |      0v |      |   | 25 || 26 | 1 | ALT0 | CE1     | 11  | 7   |
 |   0 |  30 |   SDA.0 | ALT0 | 0 | 27 || 28 | 0 | ALT0 | SCL.0   | 31  | 1   |
 |   5 |  21 | GPIO.21 |   IN | 0 | 29 || 30 |   |      | 0v      |     |     |
 |   6 |  22 | GPIO.22 |   IN | 0 | 31 || 32 | 0 | IN   | GPIO.26 | 26  | 12  |
 |  13 |  23 | GPIO.23 |   IN | 0 | 33 || 34 |   |      | 0v      |     |     |
 |  19 |  24 | GPIO.24 |   IN | 0 | 35 || 36 | 0 | IN   | GPIO.27 | 27  | 16  |
 |  26 |  25 | GPIO.25 |   IN | 0 | 37 || 38 | 0 | IN   | GPIO.28 | 28  | 20  |
 |     |     |      0v |      |   | 39 || 40 | 1 | IN   | GPIO.29 | 29  | 21  |
 +-----+-----+---------+------+---+----++----+---+------+---------+-----+-----+
 | BCM | wPi |   Name  | Mode | V | Physical | V | Mode | Name    | wPi | BCM |
 +-----+-----+---------+------+---+--B Plus--+---+------+---------+-----+-----+
```

上图中的Physical列即代表树莓派物理上接口J8的管脚定义，wPi列即代表在wiringPi中所对应的数值，BCM 列即代表在 BCM2835 的 GPIO 寄存器中的偏移地址，即在BCM2835 C Library 中对应的 GPIO 的数值。

如果上述两条命令，您均能得到类似于上图中的输出结果，证明您的 wiringPi 已经安装成功了。

2 wiringPi 设置函数

有四个函数来对 wiringPi 进行初始化，它们是：

int wiringPiSetup(void);

int wiringPiSetupGpio(void);

int wiringPiSetupPhys(void);

int wiringPiSetupSys(void);

您的程序在开始需要调用上面的一个函数来进行初始化，否则，您的程序可能不能正常工作。

在 wiringPi 的 v1 版本中，如果无论何种原因，这些函数执行失败，将会返回一个错误代码。v2 版本中，一直会返回 0。再和许多 wiringPi 的用户进行讨论后，很多人并不在意检查返回值，如果这些设置函数返回失败，那么就应该停止程序的执行。

如果您想使用 v1 版本，您需要设置一个环境变量，其名为 WIRINGPI_CODES。它的值可以是任何值，只要这个环境变量存在即可。

2.1 wiringPiSetup 函数

该函数初始化 wiringPi，并假定程序将使用 wiringPi 的管脚定义图。具体管脚映射，可以通过 gpio readall 命令来查看。

该函数需要 root 权限。

2.2 wiringPiSetupGpio 函数

该函数与 wiringPiSetup 函数类似，区别在于假定程序使用的是 Broadcom 的 GPIO 管脚定义，而没有重新映射。

该函数需要 root 权限，需要注意 v1 和 v2 版本的树莓派是不同的。

2.3 wiringPiSetupPhys 函数

该函数与 wiringPiSetup 函数类似，区别在于允许程序使用物理管脚定义，仅支持 P1 接口。

该函数需要 root 权限。

2.4 wiringPiSetupSys 函数

该函数初始化 wiringPi，使用/sys/class/gpio 接口，而不是直接通过操作硬件来实现。该函数可以使用非 root 权限用户，在此种模式下的管脚号是 Broadcom 的 GPIO 管脚号，与 wiringPiSetupGpio 函数类似，需要注意 v1 和 v2 板子的不同。

在此种模式下，在运行程序前，您需要通过/sys/class/gpio 接口导出要使用的管脚。你可以在一个独立的 shell 脚本中来导出将要使用的管脚，或者使用系统的 system()函数来调用 gpio 命令。

3 wiringPi 核心函数

这些函数可以直接在树莓派上使用，也可以在外部 GPIO 模块上使用。并不是所有的模块都支持所有函数，如 PiFace 预配置了固定的输入和输出管脚，并且树莓派板上并没有硬件上的模拟管脚。

3.1 pinMode 函数

该函数的原型为：void pinMode(int pin, int mode);

使用该函数可以将某个管脚设置为 INPUT（输入）、OUTPUT（输出）、PWM_OUTPUT（脉冲输出）或者 GPIO_CLOCK（GPIO 时钟）。

需要注意的是仅有管脚 1（BCM_GPIO 18）支持 PWM_OUTPUT 模式，仅有管脚 7（BCM_GPIO 4）支持 CLOCK 输出模式。

在 Sys 模式下，这个函数没有影响。你可以通过调用 gpio 命令在 shell 脚本中来设置管脚的模式。

3.2 pullUpDnControl 函数

该函数的原型为：void pullUpDnControl(int pin, int pud);

使用该函数可以设置指定管脚使用上拉或者下拉电阻模式，通常当需要管脚作为输入引脚时，需要设定此项。不同于 Arduino，BCM2835 有内部上拉和下拉电阻，这两种模式。

参数 pud 可以为 PUD_OFF（无上拉或下拉电阻）、PUD_DOWN（内部下拉至地线）或者 PUD_UP（内部上拉至 3.3V）。在树莓派上，内部上拉和下拉电阻有接近 50KΩ。

该函数在 Sys 模式下无作用。如果你需要激活上拉或下拉电阻的话，在启动程序前，可以通过在脚本中调用 gpio 命令来实现。

3.3 digitalWrite 函数

该函数的原型为：void digitalWrite(int pin, int value);

使用该函数可以向指定的管脚写入 HIGH（高）或者 LOW（低），写入前，需要将管脚设置为输出模式。

wiringPi 将任何的非 0 值作为 HIGH（高）来对待，因此，0 是唯一能够代表 LOW（低）的数值。

3.4 pwmWrite 函数

该函数的原型为：void pwmWrite(int pin, int value);

使用该函数可以将值写入指定管脚的 PWM 寄存器中。树莓派板上仅有一个 PWM 管脚，即管脚 1（BCM_GPIO 18， 物理管脚号为 12）。可设置的值为 0~1024，其他 PWM 设备可能有不同的 PWM 范围。

当在 Sys 模式时，该函数不可用来控制树莓派的板上 PWM。

3.5 digitalRead 函数

该函数的原型为：void digitalRead(int pin);

使用该函数可以读取指定管脚的值，读取到的值为 HIGH（1）或者 LOW（0），该值取决于该管脚的逻辑电平的高低。

3.6 analogRead 函数

该函数的原型为： int analogRead(int pin);

该函数返回所指定的模拟输入管脚的值。你需要注册额外的模拟模块来启用该函数，比如 Gertboard，quick2Wire 模拟板等。

3.7 analogWrite 函数

该函数的原型为：void analogWrite(int pin, int value);

该函数将指定的值写入到指定的管脚。你需要注册额外的模拟模块来启用该函数，比如 Gertboard 等。

4 Raspberry Pi 专用函数

这些函数并不是 wiringPi 的核心函数集中的函数，但是，特定的适用于树莓派。一些外部硬件驱动模块可能也提供有一些与此相类似的函数。

4.1 digitalWriteByte 函数

该函数的原型为：void digitalWriteByte(int value);

该函数将一个 8 位的字节写入到前 8 个 GPIO 管脚中。这是一次性设置 8 个管脚的最快的方法，尽管将会花费两个写入操作到树莓派的 GPIO 硬件上。

4.2 pwmSetMode 函数

该函数的原型为： void pwmSetMode(int mode);

PWM 产生器可以运行在“balanced”（平衡）和“mark：space”（标记和空格）模式，后者是传统的工作模式。然而，树莓派的默认工作模式是“balanced”，你可以通过将 mode 参数设置为 PWM_MODE_BAL 或者 PWM_MODE_MS 来切换到不同的模式上。

4.3 pwmSetRange 函数

该函数的原型为： void pwmSetRange(unsigned int range);

该函数用来设置 PWM 发生器的范围寄存器，它的默认值是 1024.

4.4 pwmSetClock 函数

该函数的原型为：void pwmSetClock(int divisor);

该函数用来设置 PWM 时钟的分频值。

需要注意的是，PWM 控制函数在 Sys 模式下，是不可用的。要了解更多关于 PWM 系统的信息，请阅读 Broadcom ARM 外设手册。

4.5 piBoardRev 函数

该函数的原型为：int piBoardRev(void);

该函数返回树莓派的硬件版本，可能为 1 或者 2.当从版本 1 到版本 2 时，一些 BCM_GPIO 管脚号可能会有所改变，所以，如果你正在使用 BCM_GPIO 管脚号的话，你需要注意到这些。

4.6 wpiPinToGpio 函数

该函数的原型为：int wpiPinToGpio(int wPiPin);

该函数返回所指定的 wiringPi 管脚所对应的 BCM_GPIO 管脚号。需要考虑到不同的版本中的 wiringPi 管脚定义的差别。

4.7 physPinToGpio 函数

该函数的原型为：int physPinToGpio(int physPin);

该函数返回指定 P1 接口的物理管脚所对应的 BCM_GPIO 管脚号。

4.8 setPadDrive 函数

该函数的原型为：void setPadDrive(int group, int value);

该函数设置指定管脚组的驱动强度。树莓派上共有 3 组管脚组 ,驱动强度的范围为 0~7. 不用使用该函数，除非你知道为什么要设置驱动强度。

5 I2C 库

wiringPi 包含了一个 I2C 库，来让您能够更轻松的使用树莓派的板上 I2C 接口。在使用 I2C 接口之前，您可能需要使用 gpio 命令来加载 I2C 驱动到内核中：

gpio load i2c

如果你需要的波特率不是 100Kbps，那么您可以使用如下命令设置波特率为 1000Kbps：

gpio load i2c 1000

使用 I2C 库，需要包含 wiringPiI2C.h 文件。并且编译时，同样需要使用-lwiringPi 来连接到 wiringPi 库。

您仍然可以使用标准的系统命令来检测 I2C 设备，如 i2cdetect 命令，需要注意的是，在 v1 版本的树莓派上是 0，v2 版本上是 1，如下：

i2cdetect –y 0 #Rev 1

i2cdetect –y 1 #Rev 2

当然，您也可以使用 gpio 命令来调用 i2cdetect 命令，从而检测 I2C 设备，这样就不用在乎您的树莓派版本了，如下：

gpio i2cdetect

5.1 wiringPiI2CSetup 函数

该函数的原型为：int wiringPiI2CSetup(int devId);

该函数使用指定设备标示号来初始化 I2C 系统。参数 devId 是 I2C 设备的地址，可以通过 i2cdetect 命令可以查到该地址。该函数会获取树莓派的版本并依据此打开/dev 目录下对应的设备。

返回值是标准的 Linux 文件句柄，如果有错误，则返回-1。

比如，流行的 MCP23017 GPIO 扩展器的设备 ID 是 0x20，所以，你需要将这个数值传递给 wiringPiI2CSetup()。

5.2 wiringPiI2CRead 函数

该函数的原型为：int wiringPiI2CRead(int fd)；

简单的设备读操作。一些设备可以直接读取，而不需要发送任何寄存器地址。

5.3 wiringPiI2CWrite 函数

该函数的原型为：int wiringPiI2CWrite(int fd, int data)；

简单的设备写操作。一些设备可以接受数据，而不需要发送任何内部寄存器地址。

5.4 wiringPiI2CWriteReg8 和 wiringPiI2CWriteReg16 函数

该函数的原型为：

int wiringPiI2CWriteReg8(int fd, int reg, int data);

int wiringPiI2CWriteReg16(int fd, int reg, int data);

使用这两个函数，可以写一个 8 位或 16 位数值到指定的设备寄存器。

5.5 wiringPiI2CReadReg8 和 wiringPiI2CReadReg16 函数

该函数的原型为：

int wiringPiI2CReadReg8(int fd, int reg);

int wiringPiI2CReadReg16(int fd, int reg);

使用这两个函数，可以从指定的设备寄存器读取一个 8 位或 16 位的数值。

6 SPI 库

wiringPi 库包含一个更易使用的 SPI 库，来帮助您使用树莓派上的板上 SPI 接口。

在使用 SPI 接口前，你需要使用 gpio 命令来加载 SPI 驱动到内核中：

gpio load spi

如果您需要的缓冲区大于 4KB,需要在命令行进行指定缓冲区的大小,单位是 KB:

gpio load spi 100

上述命令将会分配 100KB 的缓冲区.(您可能很少需要改变这项设置,默认值对于绝大多数应用程序来说已经足够了).

为了使用 SPI 库,你也需要在你的程序中添加如下语句:

#include <wiringPiSPI.h>

程序在编译连接时，仍然需要添加-lwiringPi 选项。

6.1 int wiringPiSPISetup 函数

该函数的原型为：int wiringPiSPISetup(int channel, int speed);

使用该函数可以初始化一个 SPI 通道，树莓派有两个 SPI 通道（0 和 1）。speed 参数是一个整数值，其范围为 500000~32000000，代表 SPI 时钟速度，单位是 Hz。

返回值是一个标准的 Linux 设备文件描述符，若返回值为-1，则失败。若失败，可以使用标准 errno 全局变量来查看失败原因。

6.2 wiringPiSPIDataRW 函数

该函数的原型为：int wiringPiSPIDataRW(int channel, unsigned char* data, int len)；

该函数执行一个同时读写操作，通过选定的 SPI 总线。缓冲区中的数据，将会被 SPI 总线的返回数据所覆盖。若需要简单的读写操作，可以使用标准的系统函数：read()和 write()。

7 串口库

wiringPi 包含了一个简单的串口处理库。使用它可以操作板上的串口或者 USB 串口设备，这两者并无特殊的差别。只需要在初始化函数中指定设备名称即可。

为了能够正常使用串口库，您的程序必须包含下面的文件：

#include <wiringSerial.h>

7.1 serialOpen 函数

该函数的原型为：int serialOpen(char* device, int baud);

该函数会初始化并打开串口设备，同时设置通讯的波特率。默认将端口设置为“raw”模式（字符未经过转换），并且读超时为 10 秒。返回值是一个文件描述符，如果失败的话，返回值为-1，这种情况下，将会依据不同的失败原因来设置 errno 变量。

7.2 serialClose 函数

该函数的原型为：void serialClose(int fd);

使用指定的文件描述符关闭设备。

7.3 serialPutchar 函数

该函数的原型为：void serialPutchar(int fd, unsigned char c);

将单个字节写入指定设备的文件描述符。

7.4 serialPuts 函数

该函数的原型为：void serialPuts(int fd, char* s);

该函数将一个以 0 结尾的字符串写入指定设备的文件描述符。

7.5 serialPrintf 函数

该函数的原型为：void serialPrintf(int fd, char* message, ...);

与系统的 printf 函数类似，区别在于将内容写入到了串口设备。

7.6 serialDataAvail 函数

该函数的原型为：int serialDataAvail(int fd);

返回等待读取的字符数，如果发生错误，则返回-1，此种情况下，errno 将会被设置为错误发生原因。

7.7 serialGetchar 函数

该函数的原型为：int serialGetchar(int fd);

返回串口设备的下一个待读取字符。如果没有数据，该函数将会等待 10 秒，10 秒后若仍无数据则会返回-1.

7.8 serialFlush 函数

该函数的原型为：void serialFlush(int fd);

抛弃所有已接收的数据或者等待写入指定设备完成。

7.9 高级串口控制

wiringSerial 库的目的是提供简单的控制，对于大多数应用程序来说，已足够。然而，如果您需要更高级的控制，比如校验位等，那么你需要使用旧方法来设置。

例如，需要设置数据位为 7 位、偶校验，那么需要在程序中如下设置：

```
#include <termios.h>
```

在函数中，添加下面的代码：

```
struct termios options;
tcgetattr(fd, &options);
options.c_cflag &= ~CSIZE;
options.c_cflag |= CS7;
options.c_cflag |= PARENB;
tcsetattr(fd, &options);
```

上面代码中的变量 fd，即是 serialOpen()函数的返回值。

如果需要更多关于 tcgetattr 的信息，可以使用 man tcgetattr 命令。

8 软件 PWM 库

wiringPi 中包含了一个软件驱动的 PWM 处理库，可以在任意的树莓派 GPIO 上输出 PWM 信号。

但是，也有一些限制。为了维护较低的 CPU 使用率，最小的脉冲宽度是 100 微秒，结合默认的建议值为 100，那么最小的 PWM 频率是 100Hz。如果需要更高的频率，可以使用更低的数值。如果看脉冲宽度的驱动代码，你会发现低于 100 微秒，wiringPi 是在软件

循环中实现的，这就意味着 CPU 使用率将会动态增加，从而使得控制其他管脚成为不可能。

需要注意的是，当其他程序运行在更高的实时的优先级，Linux 可能会影响产生信号的精度。

尽管有这些限制，控制 LED 或电机还是可以的。

使用前，需要包含相应的文件：

#include <wiringPi.h>

#include <softPwm.h>

当编译程序时，必须加上 pthread 库，如下：

gcc –o myprog myprog.c –lwiringPi –lpthread

必须使用 wiringPiSetup()、wiringPiSetupGpio()或者 wiringPiSetupPhys()函数来初始化 wiringPi。wiringPiSetupSys()是不够快的，因此，必须使用 sudo 命令来运行程序。

一些外部扩展模块有可能足够快的处理软件 PWM，在 MCP23S17 GPIO 扩展器上已经测试通过了。

8.1 softPwmCreate 函数

该函数的原型为：int softPwmCreate(int pin, int initialValue, int pwmRange);

该函数将会创建一个软件控制的 PWM 管脚。可以使用任何一个 GPIO 管脚，pwmRange 参数可以为 0（关）~100（全开）。

返回值为 0，代表成功，其他值，代表失败。

8.2 softPwmWrite 函数

该函数的原型为：void softPwmWrite(int pin, int value);

该函数将会更新指定管脚的 PWM 值。value 参数的范围将会被检查，如果指定的管脚之前没有通过 softPwmCreate 初始化，将会被忽略。

9 时间函数

尽管 Linux 系统提供了很多系统函数来实现定时和休眠，但是，有时使用起来会感觉到非常容易混淆，特别对于 Linux 新手来说。因此，为了方便使用，特意从 Arduino 平台移植了代码。

需要注意的是，尽管你没有使用任何的输入或输出函数，你仍然需要调用 wiringPi 中的设置函数来进行初始化操作。如果你的程序中不需要 root 权限，你可以仅仅使用 wiringPiSetupSys 函数，不要忘记加上#include <wiringPi.h>。

9.1 millis 函数

该函数的原型为：unsigned int millis(void);

该函数返回从调用 wiringPiSetup 函数后的毫秒数。返回值是一个无符号 32 位整数。在 49 天后，将会溢出。

9.2 micros 函数

该函数的原型为：unsigned int micros(void);

该函数返回从调用 wiringPiSetup 函数后的微秒数。返回值是一个无符号 32 位整数，在接近 71 分钟后，将会溢出。

9.3 delay 函数

该函数的原型为：void delay(unsigned int howLong);

该函数将会中断程序执行至少 howLong 毫秒。因为 Linux 是多任务的原因，中断时间可能会更长。需要注意的是，最长的延迟值是一个无符号 32 位整数，其大约为 49 天。

9.4 delayMicroseconds 函数

该函数的原型为：void delayMicroseconds(unsigned int howLong);

该函数将会中断程序执行至少 howLong 微秒。因为 Linux 是一个多任务的系统，因此中断时间可能会更长。需要注意的是，最长的延迟值是一个无符号 32 位整数，其大约为 71 分钟。

延迟低于 100 微秒，将会使用硬件循环来实现；超过 100 微秒，将会使用系统的 nanosleep()函数来实现。

10 优先级/时间/线程

wiringPi 提供一些函数来允许程序管理优先级和从程序内部启动新线程。线程将会和主程序一同运行，可以用作不同的用途。要了解更多关于线程的知识，可以搜索“Posix Threads”关键字。

10.1 piHiPri 函数

该函数的原型为：int piHiPri(int priority);

该函数会将程序（或多线程程序中的线程）移动到一个更高的优先级，并且会开启实时调度功能。

priority 参数可以为 0~99，0 为默认值，99 为最大值。更改优先级并不会让程序运行更快，但是当其他程序正在运行时，会给其一个更大的时间片。优先级参数可以与其他线程同时工作，因此，可以将一个程序设置为优先级 1，其他的设置为优先级 2，这与设置一个优先级为 10 和另一个优先级为 90 是同样的效果（只要没有其他程序有更高的优先级）。

该函数返回 0 代表执行成功，返回-1 代表执行失败。如果返回错误，程序可以通过查看全局变量 errno 来得到失败原因。

需要注意的是，只有作为 root 权限运行的程序才能改变其优先级。如果是非 root 权限，则没有任何改变。

10.2 waitForInterrupt 函数

该函数的原型为：int waitForInterrupt(int pin, int timeout);

当调用该函数后，程序会一直在指定的管脚等待中断事件的发生。timeout 参数的单位是毫秒，其值为-1，代表永远等待。

如果有错误发生，函数将会返回-1. 如果超时，将会返回 0， 如果等待中断事件成功，将会返回 1.

在调用 waitForInterrupt 函数前，首先必须初始化 GPIO 管脚。可以通过在脚本或使用 system()函数来调用 gpio 命令来实现。

例如，在 GPIO 管脚 0 上等待一个下降沿中断，可以使用如下的命令来设置硬件参数：

gpio edge 0 falling

当然，上述命令需要在运行程序前执行。

10.3 wiringPiISR 函数

该函数的原型为：int wiringPiISR(int pin, int edgeType, void (*function)(void));

该函数会在指定管脚注册一个中断事件的函数，当指定管脚发生中断事件时，会自动调用该函数。edgeType 参数可以为 INT_EDGE_FALLING（下降沿）、INT_EDGE_RISING（上升沿）、INT_EDGE_BOTH（上升沿或者下降沿）或者 INT_EDGE_SETUP。如果是 INT_EDGE_SETUP，将不会初始化该管脚，因为它假定已经在别处设置过该管脚（比如使用 gpio 命令），但是，如果指定另外的类型，指定管脚将会被导出并初始化。完成此操作使用的是 gpio 命令，所以，必须保证 gpio 命令是可用的。

这里的管脚号可以使用的模式有：wiringPi 模式、BCM_GPIO 模式、物理或 Sys 模式。

这个函数在所有的 GPIO 模式均可正常工作，并且不需要 root 权限。

注册函数在中断触发时，将会被调用。在调用注册函数前，中断事件将会从分配器中清除，所以，即使有后续的触发发生，在处理完之前，也不会错过此次触发。（当然，如果在正在处理触发时，有不止一个的中断发生，已经发生的中断将会被忽略）。

这个函数将会运行在一个高的优先级（如果程序使用 sudo 或者 root 用户），并且与主程序同时执行。它可以访问全局变量、打开文件句柄等等。

查看 isr.c 代码，从而了解如何使用该函数。

10.4 piThreadCreate 函数

该函数的原型为：int piThreadCreate(name);

该函数将会创建一个线程，该线程是程序中的一个使用 PI_THREAD 声明的函数。该函数与主程序可同时运行。当主程序在执行其他任务时，可能需要等待一个中断来运行该函数。被创建的线程可以用来监听一个事件、或者使用全局变量来返回主程序的一个动作、或者其

他线程。

线程函数需要采用如下的声明方式：

```
PI_THREAD (myThread)
{
    // 在此处添加线程代码，可与主程序一同运行，也可能是一个无限循环
}
```

可以采用如下的方式来在主程序中启动：

```
x = piThreadCreate(myThread);
if(x != 0)
    printf(“it didn’ t start”);
```

创建线程的方法与 Linux 的 Posix 线程的创建机制并无不同。

10.5 piLock 和 piUnlock 函数

该函数的原型为：

```
void piLock(int keyNum);
void piUnlock(int keyNum);
```

这两个函数可以使您从主程序中同步变量到程序内的线程中。 keyNum 参数可以为 0~3，它代表一个键而已。当其他进程试图锁定同样的键时，它将会被停滞，直到第一个进程解锁同样的键。

你需要使用这些函数来保证当主程序和线程进行数据交换时，能够得到有效的数据，否则，可能当线程在执行数据被复制和改变数据时，数据未复制完整或者无效。

查看 wfi.c 代码，来了解如何使用。

11 转换库

wiringPi 包含了一个简单的转换库，使用该库可以从移位寄存器（如 74x595）移出或移入 8 位数据。

为了使用该库，需要包含如下头文件：

#include <wiringPi.h>

#include <wiringShift.h>

11.1 shiftIn 函数

该函数的原型为：uint8_t shiftIn(uint8_t dPin, uint8_t cPin, uint8_t order);

该函数将 dPin 上的接收的 8 位数据进行转换，时钟信号将通过 cPin 管脚输出。order 参数可以为 LSBFIRST 或者 MSBFIRST。在 cPin 变高后，数据会重新采样。（cPin 为高，采样数据；cPin 为低，重复 8 位数据）。读取到的 8 位数据将会被作为返回值。

11.2 shiftOut 函数

该函数的原型为：void shiftOut(uint8_t dPin, uint8_t cPin, uint8_t order, uint8_t val);

该函数将 8 位数值 val 通过 dPin 管脚发送出去，时钟信号将通过 cPin 管脚输出。order 参数可以为 LSBFIRST 或者 MSBFIRST。数据在上升或下降沿时被输出。

12 软件音频库

wiringPi 包含了一个软件驱动的声音处理库，可以在任意的树莓派的 GPIO 上输出音调

或方波信号。

当然也有一些限制。为了维护一个低的 CPU 使用率，最小脉冲宽度为 100 微秒，即是最大频率是 1/0.0002=5000Hz。

为了使用软件音频库，需要添加相应的头文件：

#include <wiringPi.h>

#include <softTone.h>

编译时，需要加入-lpthread 选项，如下：

gcc –o myprog myprog.c –lwiringPi –lpthread

必须使用 wiringPiSetup()、wiringPiSetupGpio()或者 wiringPiSetupPhys()函数中的一个来初始化。wiringPiSetupSys()函数不够快，因此你必须使用 sudo 命令来运行程序。

12.1 softToneCreate 函数

该函数的原型为：int softToneCreate(int pin);

该函数穿件一个软件控制的音频管脚。可以使用任何一个 GPIO 管脚，管脚号需在 wiringPiSetup 函数中初始化。

返回值为 0，代表成功。返回其他值，代表失败。

12.2 softToneWrite 函数

该函数的原型为：void softToneWrite(int pin, int freq);

该函数将为更新指定管脚的音频频率值。音频将会一直被播放，直到将其频率设置为 0.