

## 加速度传感器的原理和应用\_手机翻转、失重检测、运动检测、位置识别

本文介绍可穿戴设备加速度传感器—**Lis3dh**的特性原理和应用场景。意法半导体研发的**Lis3dh**广泛应用于智能手环、智能计步鞋等智能穿戴产品中。

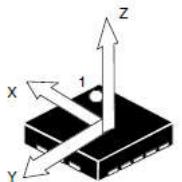
**Lis3dh**有两种工作方式，一种是其内置了多种算法来处理常见的应用场景（如静止检测、运动检测、屏幕翻转、失重、位置识别、单击和双击等等），用户只需简单配置算法对应的寄存器即可开始检测，一旦检测到目标事件，**Lis3dh**的外围引脚**INT1**会产生中断。另一种是支持用户通过**SPI/I2C**来读取底层加速度数据，并自行通过软件算法来做进一步复杂的处理，如计步等等。

本文以**Lis3dh**为讲解案例，但工作原理和应用场景对其他加速度传感器同样适用。更多嵌入式和物联网原创技术分享敬请关注[微信公众账号：嵌入式企鹅圈](#)。

### 一、加速度传感器工作原理

加速度传感器自然是对其自身器件的加速度进行检测。其自身的物理实现方式咱们就不去展开了，可以想象芯片内部有一个真空区域，感应器件即处于该区域，其通过惯性力作用引起电压变化，并通过内部的**ADC**给出量化数值。

**Lis3dh**是三轴加速度传感器，因此其能检测X、Y、Z的加速度数据，如下图：



在静止的状态下，传感器一定会在一个方向重力的作用，因此有一个轴的数据是1g（即9.8米/秒的二次）。在实际的应用中，我们并不使用跟9.8相关的计算方法，而是以1g作为标准加速度单位，或者使用1/1000g，即mg。既然是ADC转换，那么肯定会有量程和精度的概念。在量程方面，**Lis3dh**支持（+-）2g/4g/8g/16g四种。一般作为计步应用来说，2g是足够的，除去重力加速度1g，还能检测出1g的加速度。至于精度，那就跟其使用的寄存器位数有关了。**Lis3dh**使用高低两个8位（共16位）寄存器来存取一个轴的当前读数。由于有正反两个方向的加速度，所以16位数是有符号整型，实际数值是15位。以（+-）2g量程来算，精度为 $2g/2^{15} = 2000mg/32768 = 0.061mg$ 。

当以上图所示的静止状态，z轴正方向会检测出1g，X、Y轴为0。如果调转位置（如手机屏幕翻转），那总会有一个轴会检测出1g，其他轴为0，在实际的测值中，可能并不是0，而是有细微数值。

在运动过程中，x、y、z轴都会发生变化。计步运动也有其固有的数值规律，因为迈步过程也有抬脚和放脚的规律过程，如下图。“脚蹬离地是一步的开始，此时由于地面的反作用力，垂直方向加速度开始增大，当脚达到最高位置时，垂直方向加速度达到最大；然后脚向下运动，垂直加速度开始减小，直到脚着地，垂直加速度减到最小值。接着下一步迈步。前向加速度由脚与地面的摩擦力产生，双脚触地时增大，一脚离地时减小。”[此处引用韩文正等人发表的《基于加速度传感器**LIS3DH**的计步器设计》]。

### 公告

昵称：brave-sailor  
园龄：5年3个月  
粉丝：89  
关注：1  
+加关注

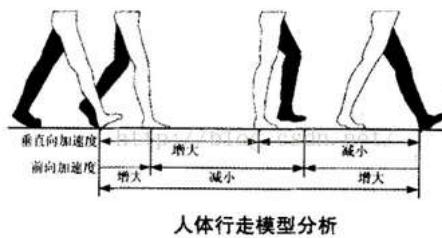
<		2018年11月			
日	一	二	三	四	五
28	29	30	31		
4	5	6	7		
11	12	13	14		
18	19	20	21		
25	26	27	28		
2	3	4	5		

### 搜索

### 随笔分类

- [转至]农民伯伯(27)
- air-for-android(9)
- android基础(43)
- android开源(29)
- android提高篇(1613)
- android图形处理
- android相关问题处理(6)
- C++(4)



## 二、理解加速度传感器的一个坐标系误区

意法半导体针对LIS3DH发布两个文档，官方规格书和应用设计指导。单独提出这点是为因为本人之前在使用LIS3DH时可能是太久没有运用过立体几何思维，导致在X,Y,Z坐标系上混淆概念，对位置识别迟迟没能理解，现在指出这个误区。

下图的X,Y,Z除了代表我们所认识的三维坐标系外，还有一个重要的认知，那就是X,Y,Z轴对应的寄存器分别按照芯片图示（以芯片的圆点来确定）的方向来测加速度值，而不管芯片的位置如何，即X,Y,Z轴对应的三个寄存器总是以这样工作的：Z轴寄存器测芯片垂直方向的数据、Y轴测芯片左右方的数据、X轴测芯片前后的数据（前后左右的定义可能不够形象，大家能理解就好）。例如，图示静止状态下，X轴寄存器测芯片前后方向的加速度；如果芯片如右边图示静止时，X轴寄存器测的是坐标系的Z轴方向加速度。



## 三、LIS3DH内置硬件算法工作原理

由于计步等场景是需要先读取底层X,Y,Z轴数据再进行处理的，所以我们这里不去探讨这个算法。这里主要阐述如何利用LIS3DH内置的硬件算法来检测常用的场景。

LIS3DH的内置硬件算法主要由2个参数和1个模式选择来确定。2个参数分别是阈值和持续时间。例如，在静止的时候我们要去检测芯片的运动（wakeup）时，我们可以设定一个运动对应的阈值，并且要求芯片检测数据在超过这个阈值时要持续一定的时间才可以认为芯片是运动的。内置算法基本都是基于阈值和持续时间来进行检测的。

LIS3DH一共有两套能够同时工作的硬件算法电路，一种是专门针对单击、双击这种场景，如鼠标应用，另一种是针对其他所有场景的，如静止运动检测、运动方向识别、位置识别等等。这里我们主要讲述后者，其有四种工作模式：

AOI	6D	Interrupt mode
0	0	OR combination of interrupt events
0	1	6 direction movement recognition
1	0	AND combination of interrupt events
1	1	6 direction position recognition

第一种：OR或电路，即X,Y,Z任一轴数据超过阈值即可完成检测。

第二种：AND与电路，即X,Y,Z所有轴的数据均超过阈值才能完成检测。当然，其也允许只检测任意两个轴或者一个轴，不检测的轴的阈值检测可以认为是永远为真。

以上两种电路的阈值比较图示如下，阈值比较是绝对值比较，没有方向之分。不管在正方向还是负方向，只要绝对值超过阈值，那么 $XH(YH, ZH)$ 为1，此时相应的 $XL(YL, ZL)$ 为0；否则 $XL(YL, ZL)$ 为1，相应的 $XH(YH, ZH)$ 为0。 $XH(YH, ZH)$ 、 $XL(YL, ZL)$ 可以认为是检测条件是否满足的pending指示位。

C++相关问题处理(2)

C语言(1)

Go语言基础篇(1)

Html(1)

IOS开发(695)

ios 开发相关问题解决方

ios综合问题(5)

javaweb基础(4)

java基础(12)

java提高篇(151)

js(1)

Linux(4)

mac(3)

object-c(557)

Redis(15)

Swift语言(656)

技术性常识(11)

开发工具相关(10)

设计技巧(1)

生活常识及常见疾病(6)

图标资源网站收集(2)

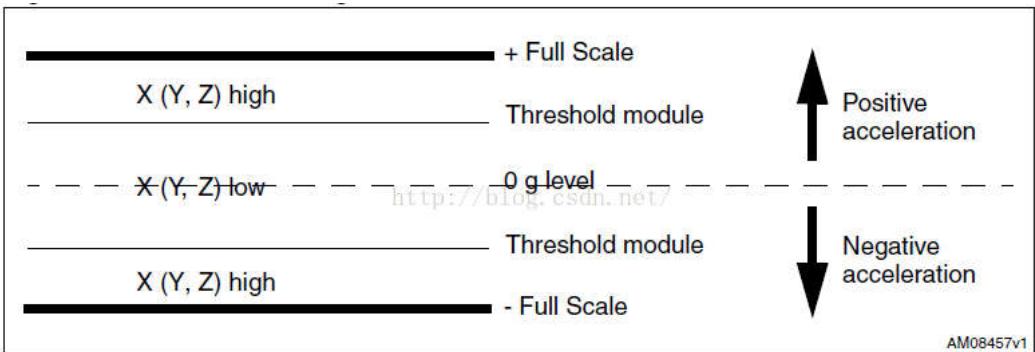
物联网(16)

学习网站或博客(18)

要删除的

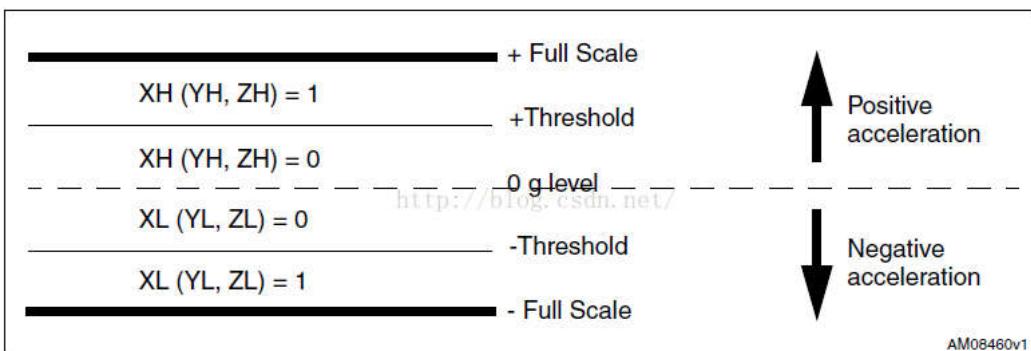
硬件相关常识(11)

转载至罗升阳老师andrea



第三种和第四种是一个物体六个方向的检测，`movement`检测芯片的运动方向变化，即从一种方向变化到另一种方向；而`position`检测芯片稳定为一种确定的方向（如稳定为平放朝上、平放朝下、竖立前后左右）等等。

其阈值比较电路如下，该阈值比较使用正负数真实数据比较。正方向超过阈值，则 $XH(YH, ZH)=1$ ，否则为0；负方向超过阈值， $XL(YL, ZL)=1$ ，否则为0。 $XH(YH, ZH)$ 、 $XL(YL, ZL)$ 代表了六个方向。由于静止稳定状态时，只有一个方向有重力加速度，因此可以据此知道当时芯片的位置姿势。



#### 四、加速度传感器应用

如果能够理解第三部分的工作原理，那么也能够很好理解以下的应用。

##### 1. 静止时进行运动检测

使用OR电路工作方式，设置一个较小的运动阈值，只检测X,Y轴数据是否超过该阈值（Z轴这时有1g，咱不管这个轴了）即可。只要X,Y任一轴数据超过阈值一定时间即认为设备处于wakeup状态了。

##### 2. 失重检测

失重时Z轴的加速度和重力加速度抵消，在短时间内会为0，而且X,Y轴没有变化，因此在短时间内三者都为0。这里使用AND电路工作方式，设置一个较小的运动阈值，当三个方向的数据都小于阈值一定时间时即认为是失重。

##### 3. 位置姿势识别

例如手机翻转等应用场景就是利用这个特性。这里在第三部分讲解工作原理时已经讲得很清楚了。

有了以上理解，以后在使用LIS3DH时直接找寄存器填数值就可以完成功能啦。

分类： android提高篇



brave-sailor  
关注 - 1  
粉丝 - 89

+加关注

« 上一篇：物联网网络编程、Web编程综述  
» 下一篇：物联网MQTT协议分析和开源Mosquitto部署验证

posted @ 2016-06-04 23:13 brave-sailor 阅读(1402) 评论(0) 编辑 收藏

1 0

随笔档案

2018年11月 (6)  
2018年10月 (18)  
2018年9月 (44)  
2018年8月 (52)  
2018年7月 (39)  
2018年6月 (32)  
2018年5月 (10)  
2018年4月 (24)  
2018年3月 (39)  
2018年2月 (11)  
2018年1月 (10)  
2017年12月 (4)  
2017年11月 (19)  
2017年10月 (8)  
2017年9月 (32)  
2017年8月 (53)  
2017年7月 (49)  
2017年6月 (65)  
2017年5月 (34)  
2017年4月 (146)  
2017年3月 (47)  
2017年2月 (94)  
2017年1月 (6)  
2016年12月 (135)  
2016年11月 (36)  
2016年10月 (58)

刷新评论 刷新页面 返回顶部

注册用户登录后才能发表评论，请 [登录](#) 或 [注册](#)，访问网站首页。

【推荐】超50万VC++源码：大型组态工控、电力仿真**CAD**与**GIS**源码库！

【活动】申请成为华为云云享专家 尊享9大权益

【工具】SpreadJS纯前端表格控件，可嵌入应用开发的在线**Excel**

【腾讯云】拼团福利，AMD云服务器8元/月



#### 相关博文：

- [算法][三轴、六轴、九轴传感器算法分析](#) 1、分享一个三轴加速计**matlab**动态可视化脚本
- ST公司三轴加速度计**LIS3DH**应用
- 四足机器人姿态控制（通过**IMU**）
- **LSB**含义
- **iOS**--开发实用传感器

#### 最新新闻：

- 越来越像微信的**WhatsApp**，能成功变现吗？
  - 这25个开源机器学习项目，一般人我不告诉Ta
  - **Google**更新首页涂鸦庆祝感恩节的到来
  - 详解阿里健康**2019**财年半年报：九成收入来自医药电商
  - 谷歌计划在**Chrome**中添加标签滚动功能 以帮助那些标签超载的用户
- » [更多新闻...](#)

#### 历史上的今天：

2014-06-04 android圆角View实现及不同版本之间的兼容

2016年9月 (84)

2016年8月 (34)

2016年7月 (6)

2016年6月 (72)

2016年5月 (42)

2016年4月 (44)

2016年3月 (33)

2016年2月 (8)

2016年1月 (80)

2015年12月 (75)

2015年11月 (185)

2015年10月 (71)

2015年9月 (275)

2015年8月 (39)

2015年7月 (37)

2015年6月 (53)

2015年5月 (82)

2015年4月 (26)

2015年3月 (56)

2015年2月 (6)

2015年1月 (20)

2014年12月 (134)

2014年11月 (49)

2014年10月 (29)

2014年9月 (14)

2014年8月 (11)

2014年7月 (15)

2014年6月 (22)

2014年5月 (42)

2014年4月 (93)

2014年3月 (57)

2014年2月 (32)

2014年1月 (12)

2013年12月 (25)

2013年11月 (36)

2013年10月 (21)

2013年9月 (16)

2013年8月 (53)

## 文章分类

C语言

网站

## 最新评论

1. Re:java中volatile关键字并不能做到线程安全  
那可见性指的是什么？

2. Re:Android判断GPS是否开启  
帮用户打开GPS

@魏喂嗯，这种方式不能直接  
开界面，让用户去打开，  
打开。...

3. Re:java中volatile关键字并不能做到线程安全  
□

4. Re:导入一个Android  
一个Library Module

@keyboard、的苟且好

5. Re:导入一个Android  
一个Library Module

"my-library"这个命名是  
编译不通过

--ke

Copyright ©2018 brave-sailor