

# 使用MEMS加速度计和自适应参考(基准)准确捕捉车载DVR系统中的真实加速度数据

王一兵  
应用工程师  
ADI公司

in 分享至LinkedIn | 电子邮件

现代车载数字视频记录系统(DVR)或OBD均使用加速度计(重力传感器)测量车辆加速度。因此,在发生车辆紧急刹车或碰撞等预定义事件时,DVR可以对记录视频添加日期/时间/加速度等信息。将视频保存至硬盘或SD卡等系统存储器时,这些信息非常有用。例如,可以借助这些信息方便识别和回放目标事件视频。此外,仅保留这些有用视频并删除其他视频可显著节约系统存储空间。但是,由于地球引力偏置和车辆振动等对加速度计的共同影响,因此在车辆行驶时准确测量加速度是一个很大的挑战。本文介绍了一种简单有效的方法来解决此问题。

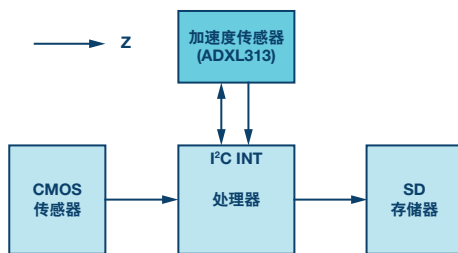


图1. 车载DVR系统框图

图1所示为一种车载DVR系统框图。来自CMOS传感器的视频经提取、处理并最终保存在SD卡或硬盘等独立存储器上。如蓝色高亮部分所示,加速度计(例如ADXL313)用于测量车辆加速度。

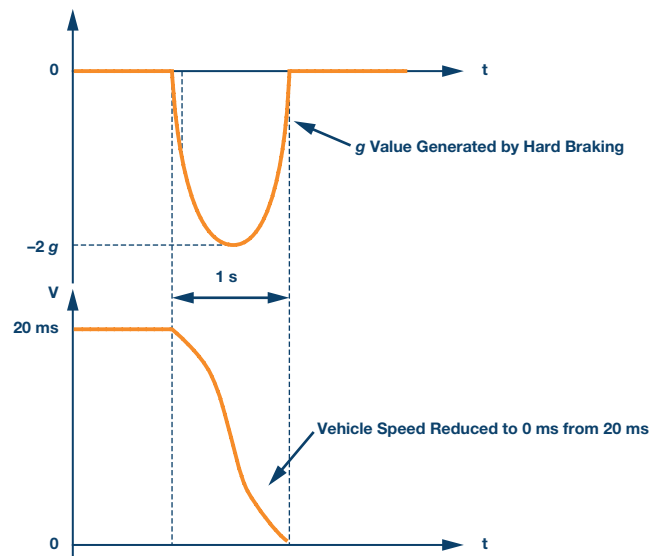


图2. 车辆急刹车时加速度及速度与时间的关系

图2说明了配备加速度计的DVR系统的工作原理。发生急刹车等预定义事件时,加速度会随着车辆的速度变化而大幅提升或降低。加速度计将检测并测量此加速度,MCU/处理器则可捕捉并处理此加速度数据。一旦加速度超过预定义的阈值(例如 $-1.5g$ ),DVR系统便会开始对记录视频添加日期/时间/加速度值等信息。

在实际情况下,地球引力偏置和车辆振动等引起的失真会使加速度计测得的加速度并不能准确反映实际的车辆加速度。很多情况会引入地球引力偏置。例如,当DVR安装在后视镜上时,由于乘客可手动调整镜面角度,因而镜面和地球引力的夹角是不确定的。另一个例子是车辆正在并非完全水平的道路上行驶。此外,车辆发动机和高低不平的路面状况造成的振动会随机影响加速度测量,从而产生误差。

表1. 地球引力偏置引入加速度测量误差

路面倾角与引起的引力偏移			
路面倾角 $\Theta(^{\circ})$	Z轴上的引力偏置 (g)	Z轴上的实际车辆g值 (g)	Z轴上由传感器测得的g值 (g)
0	0	1	1
1	0.017452406	1	1.017452406
2	0.034899497	1	1.034899497
3	0.052335956	1	1.052335956
4	0.069756474	1	1.069756474
5	0.087155743	1	1.087155743
6	0.104528463	1	1.104528463
7	0.121869343	1	1.121869343
8	0.139173101	1	1.139173101
9	0.156434465	1	1.156434465
10	0.173648178	1	1.173648178
11	0.190808995	1	1.190808995
12	0.207911691	1	1.207911691
13	0.224951054	1	1.224951054
14	0.241921896	1	1.241921896
15	0.258819045	1	1.258819045

表1表明，地球引力偏置可能引入的误差是非常显著的。第一列是相对于地平面的路面倾角；第二列是Z轴上由地球引力引入的传感器偏置；第四列是Z轴上由传感器测得的加速度。车辆的加速度为1 g时，在Z轴上测得的加速度随路面倾角增大而增大，如第四列所示。例如，倾角为15°时测得的加速度约为1.26 g，而Z轴上的实际加速度为1 g，因而测量误差约为26%。

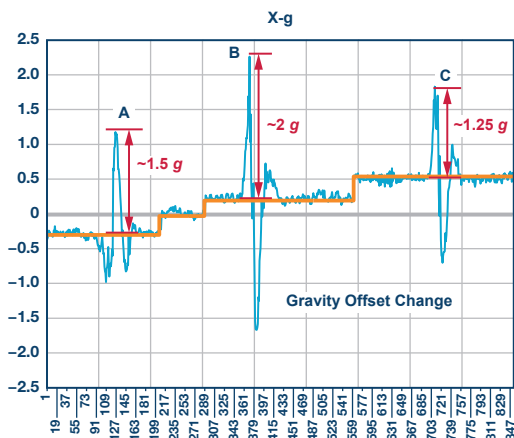


图3. 耦合了引力偏置和车辆振动的加速度输出数据

图3所示为加速度计测得的实际加速事件，此加速度输出耦合了引力偏置和车辆振动等。在此图中，蓝线代表加速度计测得的加速度，黄线代表由地球引力引入的引力偏置。如图所示，可观察到三个峰值点：A、B和C。A点测得的值约为1.25 g，B点测得的值约为2.25 g，C点测得的值约为1.75 g。将阈值预定义为1.5 g，B点和C点均超过阈值，而A点则低于阈值。但是，事实上此结果是错误的，因为加速度计上的引力偏置未得到补偿。如图中红色高亮部分所示，消除引力偏置影响后，A点的实际加速度约为1.5 g，B点约为2 g，C点约为1.25 g。此例中阈值预定义为1.5 g，A点和B点均超过阈值，而C点则低于阈值。此例清楚表明，引力偏置会在测得的加速度上引入误差，从而导致系统做出错误决定。在实际情况中，引力偏置和振动均无法预测，因而其引入的测量误差也无法预测。从无法预测失真的数据中提取实际加速度是一个相当大的挑战。

但是，使用自适应参考基准的方法可自适应地消除引力偏置和振动等引入的误差。它会实时监控加速度计的数据，并将任何随时间出现的较小和缓慢变化的数据视为由引力偏置和振动等引入的误差，如图3中的黄线高亮部分所示。真实的加速度随时间表现为较大和快速的变化，因而可被确认并通过消除引力偏置和振动等引入的误差从测得的数据中提取，如图3中高亮显示的脉冲A、B和C所示。下面的段落将介绍获得真实加速度数据的基本操作。

在每个测量周期，加速度计会测量并保存数据，并以此用作下一周期计算的参考值。在下一测量周期，将把测得的数据与前一周期的参考值进行相减计算，然后把结果数据与预定义阈值进行比较。如果结果数据超过预定义阈值，则将其视为较大和快速的加速度变化，并用系统软件进一步处理判断。如果结果数据未超过阈值，则将其视为由引力和振动引入的偏置和噪声，系统软件不做处理，只是将此次测得的数据作为下次测量计算的参考。测量周期需要微调以达到在不同环境下都能进行准确的加速度检测。上述过程可用下式表示：

$$ABS [gn - gn - 1] > gth$$

其中

$gn$  = 当前测量周期中测得的g数据  
 $gn - 1$  = 前一周期中测得的g参考值  
 $gth$  = 预定义的g阈值

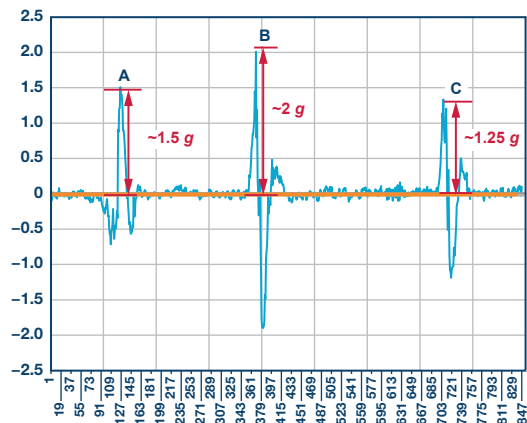


图4. 运用自适应参考基准后方法后获得的准确加速度

图4表示消除了引力和振动引入的误差后计算出的实际加速度。如图中所示，现在黄线接近于零，这意味着几乎消除了所有重力偏移和振动。A点、B点和C点能准确反映实际的加速度。

一般而言，上述自适应参考基准方法可以由软件来实现，但在实际情况中希望MCU或处理器单用软件完成此过程不太实际，因为视频应用为实时的，MCU或处理器的资源可能不足。ADI ADXL313W加速度计可作为一种解决方案，它具有AC工作模式和内置32深度FIFO，这对运用自适应参考基准获得准确的加速度数据很有帮助，即使后台MCU或处理器资源有限也无影响。AC工作模式可使ADXL313W保存测得的数据，将其用作下一周期计算的参考，而内置32 FIFO则可使ADXL313W保存最多32字的测量数据，这两者可大幅减轻后台MCU或处理器的负载。

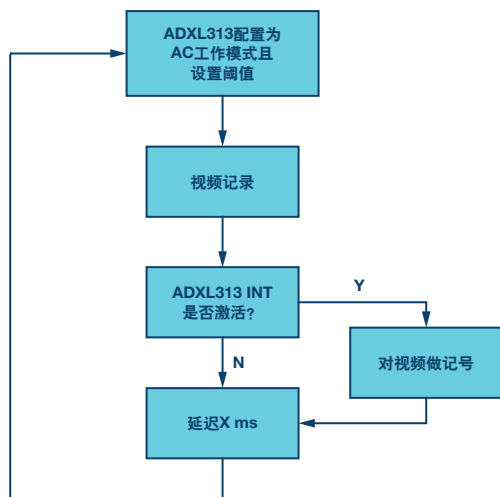


图5. 利用ADXL313W的AC工作模式准确计算加速度的流程图

图5是ADXL313W AC工作模式的流程图。激活AC工作模式后，ADXL313W会自动将之前测得的数据作为参考基准用作下一周期的计算并与预定义阈值进行比较。如果其超过阈值，则会激活中断信号，通知MCU或处理器进行处理。在此流程图中，延迟X ms设为两个测量周期之间的间隔时间，可根据具体应用进行微调，以适应不同的应用场景。

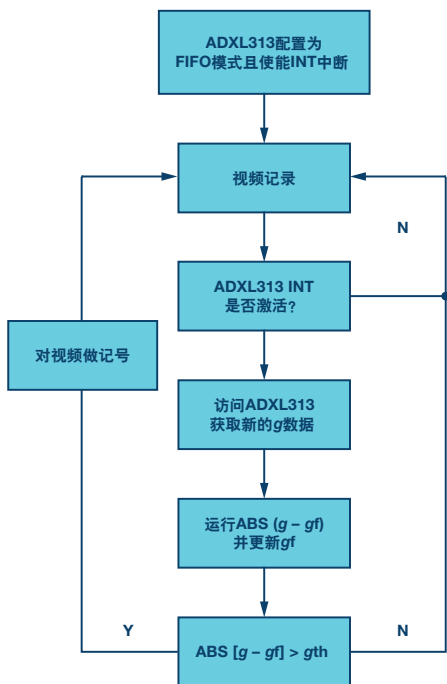


图6. 利用ADXL313W FIFO准确计算加速度的流程图

图6是ADXL313W 32 FIFO模式工作的流程图。启用32 FIFO模式工作时，ADXL313W最多可将32字的数据自动保存在FIFO中，如果FIFO已满，则会激活中断信号，通知相应的MCU或处理器进行处理判断，处理器一次可以获得32此测量数据，从而节省了处理器的功耗和负荷。

## 结论

为了以有限的存储容量记录目标视频并方便视频获取，现代车载DVR或OBD设备需要准确检测并测量加速度。测量误差主要由地球引力偏置和车辆振动等引入，这些误差是不可预测的，这对系统设计人员是一个挑战。可通过软件运用自适应参考基准的方法来消除此误差，但在实际情况中，这可能又不太实际，因为DVR或OBD系统的资源非常有限。ADI ADXL313W加速度计具有AC工作模式和内置32深度FIFO，这不仅可以直接运用自适应参考基准方法，而且还可以大幅减轻后台MCU或处理器的负荷。ADXL313W还具有其它很多特性，例如通过车规认证、高分辨率、低噪声和低功耗，因而能够大幅提升DVR系统的性能。

## 作者简介

Ben Wang [[ben.wang@analog.com](mailto:ben.wang@analog.com)] 于2009年加入ADI公司，在中国深圳担任现场应用工程师。加入ADI公司前，他曾在National Semiconductor工作过六年。他毕业于湖南大学。

## 在线支持社区

访问ADI在线支持社区，与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

[ezchina.analog.com](http://ezchina.analog.com)



**全球总部**

One Technology Way  
P.O. Box 9106, Norwood, MA  
02062-9106 U.S.A.  
Tel: (1 781) 329 4700  
Fax: (1 781) 461 3113

**大中华区总部**

上海市浦东新区张江高科技园区  
祖冲之路 2290 号展想广场 5 楼  
邮编: 201203  
电话: (86 21) 2320 8000  
传真: (86 21) 2320 8222

**深圳分公司**

深圳市福田中心区  
益田路与福华三路交汇处  
深圳国际商会中心  
4205-4210 室  
邮编: 518048  
电话: (86 755) 8202 3200  
传真: (86 755) 8202 3222

**北京分公司**

北京市海淀区  
上地东路 5-2 号  
京蒙高科大厦 5 层  
邮编: 100085  
电话: (86 10) 5987 1000  
传真: (86 10) 6298 3574

**武汉分公司**

湖北省武汉市东湖高新区  
珞瑜路 889 号光谷国际广场  
写字楼 B 座 2403-2405 室  
邮编: 430073  
电话: (86 27) 8715 9968  
传真: (86 27) 8715 9931

©2016 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Ahead of What's Possible is a trademark of Analog Devices. TA13866sc-0-4/16

[analog.com/cn](http://analog.com/cn)

