



加速度传感器 ADXL345 典型应用

编写人 CAC

版本号 Rev.1

本报告为 Analog Devices Inc. (ADI) 亚洲技术支持中心专用，ADI 可以随时修改本报告而不用通知任何使用本报告的人员。

如有任何问题请与 china.support@analog.com 联系。

Revise History

Date	Revision	Author
2013-3-10	Rev.0	CAC

此参考设计仅供参考使用，用于协助 ADI 客户进行设计与研发。ADI 有权在不事先通知的情况下，随时对所提供的参考设计进行更改。客户应对其参考或使用该参考设计自行负责。请在参考或使用此参考设计前仔细阅读 ADI 提供的所有相关资料。ADI 不对任何参考或使用该参考设计所产生的风险的承担责任。

目 录

1	简介.....	1
2	硬件设计.....	1
2.1	ADXL345: 三轴数字输出 iMEMS 加速度传感器.....	1
2.2	系统框图.....	2
3	单片机固件设计.....	3
4	PC 端软件设计.....	3
5	快速使用手册.....	3
5.1	软件安装.....	3
5.2	硬件连接.....	3
5.3	固件下载.....	3
5.4	软件启动及操作.....	5
5.4.1	Sampling Data Chart.....	6
5.4.2	Pedometer.....	7
5.4.3	Rotation.....	8
5.4.4	Shake.....	9
5.4.5	Tap.....	10
5.4.6	Fall Detection.....	11
5.4.7	Game Controller.....	12

1 简介

iMEMS 半导体技术把微型机械结构与电子电路集成在同一颗芯片上。iMEMS 加速度传感器就是利用这种技术,实现对单轴、双轴甚至三轴加速度进行测量并产生模拟或数字输出的传感器。iMEMS 加速度传感器可以用来测量加速度,或者检测倾斜、冲击、振动等运动状态,帮助实现工业、医疗、通信、消费电子和汽车等领域中的多种应用。根据不同的应用,加速度传感器的测量范围从几 g 到几十 g 不等。数字输出的加速度传感器还会集成多种中断模式。这些特性可以为用户提供更加方便灵活的解决方案。

本参考设计基于 ADI 公司的 ADXL345,实现了加速度传感器的一系列典型应用,包括:计步器,闪信,硬盘跌落保护,人体跌倒保护,倾角测量,旋转检测,晃动检测,单击、双击检测以及其他智能检测功能和游戏控制功能,等等。

本参考设计采用统一的硬件平台,针对不同应用通过软件算法来分别实现。本文档将对硬件设计和软件设计做简要介绍,如果需要任何更加详细的相关信息,请联系 ADI 亚洲技术支持中心,热线电话 400-6100-006,或发送电子邮件至 china.support@analog.com。

2 硬件设计

2.1 ADXL345: 三轴数字输出 iMEMS 加速度传感器

ADXL345 是 ADI 公司的一颗三轴数字输出 iMEMS 加速度传感器产品。

该产品的主要特性如下:

- ± 2 , ± 4 , ± 8 , ± 16 g 可变的测量范围
- 最高 13bit 分辨率,固定的 4mg/LSB 灵敏度
- 3mm*5mm*1mm 超小封装
- 23 至 140uA 超低工作功耗,休眠状态功耗低至 0.1uA
- 标准的 I2C 或 SPI 数字接口
- 32 级 FIFO 存储
- 内置多种运动状态检测功能和灵活的中断方式

本参考设计使用 ADXL345 作为传感器,但是所有应用都可以很容易的移植到 ADI 公司其他的加速度传感器产品,如需了解更多关于 ADI 公司加速度传感器方面的信息,请联系 ADI 亚洲技术支持中心,热线电话 400-6100-006,或发送电子邮件至 china.support@analog.com。

2.2 系统框图

本参考设计的硬件设计系统框图如图 1 所示。设计中使用 ADXL345 作为传感器，使用 ADuC7026 作为 MCU，电路板使用 PC 的 USB 端口进行供电，电路板与 PC 之间通过 UART 接口进行通信。电路板实物图如图 2 所示。

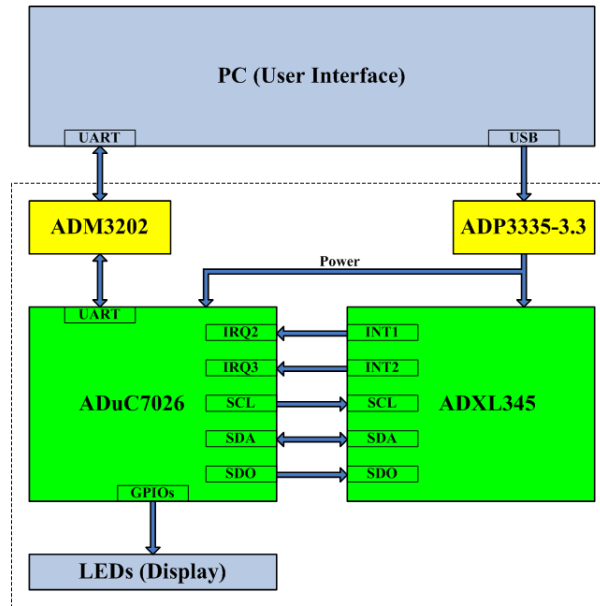


图 1 系统框图

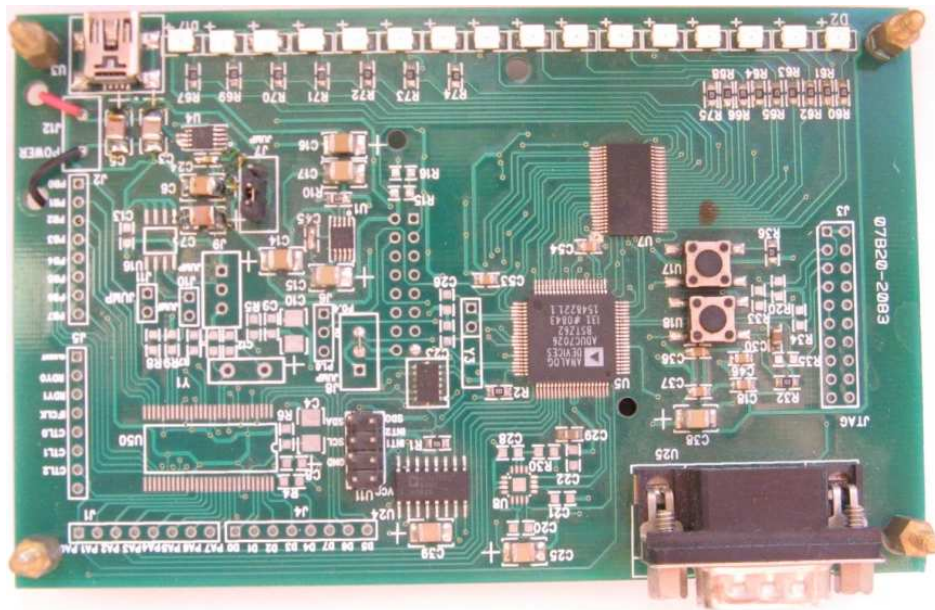


图 2 电路板实物图

3 单片机固件设计

本参考设计中采用 ADuC7026 作为 MCU，采用 keil UV4 作为开发工具。

ADuC7026 采集 ADXL345 输出的加速度数据，并通过相关算法以实现不同的功能，然后通过 UART 接口与 PC 端进行通信，将结果送至 PC 端进行显示。本参考设计中实现的功能包括：计步器，闪信，硬盘跌落保护，人体跌倒保护，倾角测量，旋转检测，晃动检测，单击、双击检测以及其他智能检测功能和游戏控制功能，等等。MCU 固件的具体设计参见源代码。

*如需获得单片机固件源代码，请联系 ADI 亚洲技术支持中心，热线电话 400-6100-006 或，发送电子邮件至 china.support@analog.com。

4 PC 端软件设计

本参考设计中只有少数的功能实现可用直接通过电路板上的 LED 进行结果显示，对于其他大多数的功能实现，都配有一个 PC 端的显示软件。软件在 PC 上运行，通过 UART 接口与电路板上的 ADuC7026 进行通信，获得结果并进行动态显示。各个软件的具体功能详见后续章节。软件的具体设计参见源代码。

*如需获得校准软件源代码，请联系 ADI 亚洲技术支持中心，热线电话 400-6100-006 或，发送电子邮件至 china.support@analog.com。

5 快速使用手册

5.1 软件安装

运行 MEMS Application.msi, 直接点击“下一步”直到安装完成。默认的安装路径为 C:\Program Files\Analog Devices, Inc\MEMS Applications。

5.2 硬件连接

- (1) 通过 USB 线把电路板与 PC 连接，为电路板供电。
- (2) 通过串口连接线把电路板与 PC 的 COM 口连接起来。由于目前多数 PC 已经不再使用 COM 口，建议使用一根普通的 USB 转串口线来实现连接。

5.3 固件下载

电路板上的 MCU 为 ADuC7026, 在演示不同功能的时候，需要通过固件下载软件 ARMWSD 把相应固件下载到 ADuC7026。ARMWSD 软件可从 ADI 公司网站 (www.analog.com) 下载。

ADuC7026 的 RESET 和 DOWNLOAD 分别由电路板上的 U17 和 U18 按钮来控制。具体的下载流程为：

- 运行 ARMWSD，设置串口号和波特率
- 指定所需的固件文件 `firmware.hex` 的路径，点击 “Start” 按钮
- 按下 U18，按下 U17，抬起 U17，抬起 U18
- 点击 ARMWSD 上的 “Reset” 按钮，或者按 U17，将 ADuC7026 复位至工作状态

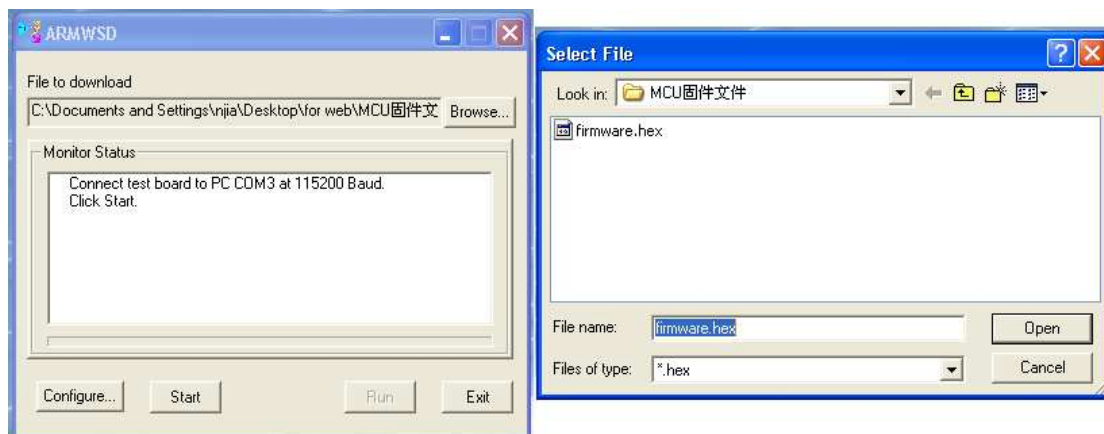


图3 固件下载

5.4 软件启动及操作

使用 USB 转串口线的时候，其映射出的 COM 口端口号应按照演示软件的需要进行设置，如果端口号不匹配，会导致演示软件不能正常工作。请在设备管理器中手动设置端口号（COM 端口右键->属性->端口设定->高级设定->COM 端口号），如图 4 所示。

在 PC 软件安装路径下(默认路径为 C:\Program Files\Analog Devices, Inc\MEMS Applications)有 7 个演示功能的应用程序，分别是 Sampling Data Chart, Pedometer, Rotation, Shake, Tap, Fall Detection, Game Controller，以下将分别介绍每个演示功能的具体使用方法。

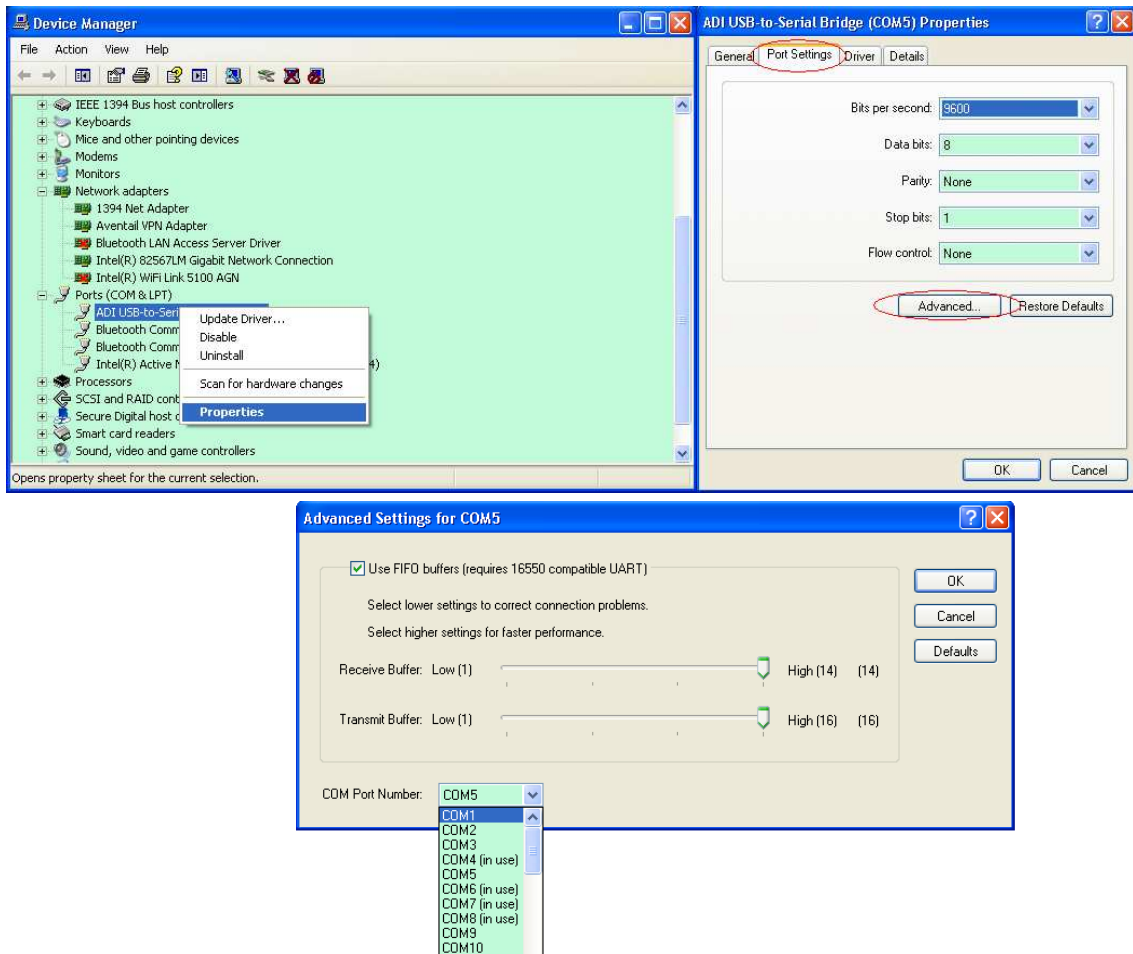


图 4 更改 COM 端口号

5.4.1 Sampling Data Chart

该功能可以获得 ADXL345 输出的三轴加速度采样结果，并以图形方式显示出来。

- 1) 将 Sampling Data Chart 文件夹下的 TestToolFirmware.hex 下载到 ADuC7026
- 2) 将 USB 转串口线映射出的 COM 口配置为 COM3
- 3) 运行 Sampling Data Chart 文件夹下的 ADXL345Test.exe
- 4) 点击“start”按钮开始采样，点击“stop”按钮停止采样

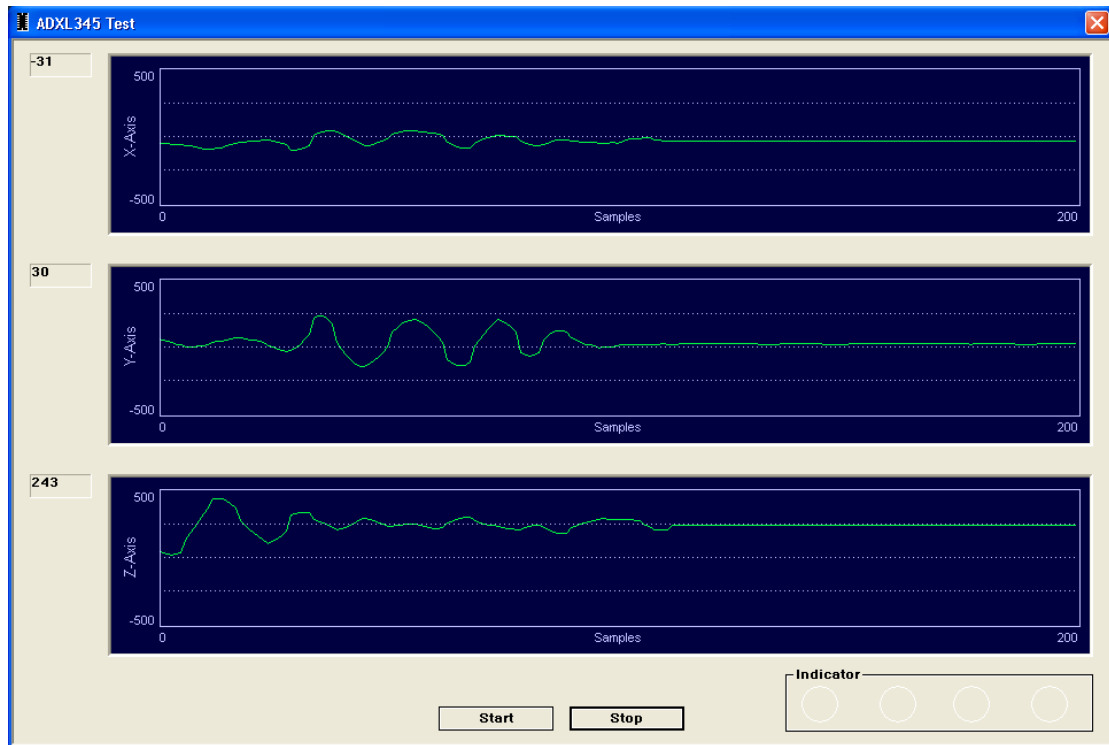


图 5 Sampling Data Chart

5.4.2 Pedometer

该功能实现一个计步器功能，能够实现记录使用者走路或跑步的步数，如果输入了正确的身高和体重信息，还能够计算出使用者行进的距离，速度和所消耗的能量。

- 1) 将 Pedometer 文件夹下的 Pedometer.hex 下载到 ADuC7026
- 2) 将 USB 转串口线映射出的 COM 口配置为 COM3
- 3) 运行 Pedometer 文件夹下的 Pedometer.exe
- 4) 点击“Open Port”按钮打开端口，点击“Check COM”按钮开始运行，点击“Close Port”按钮停止运行并关闭端口

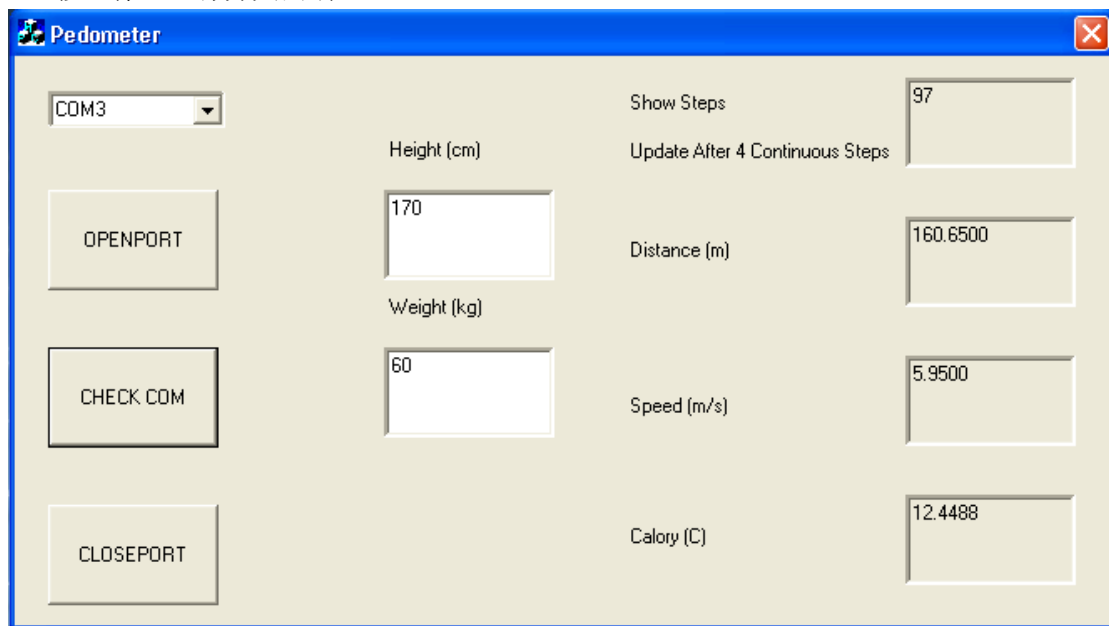


图 6 Pedometer

5.4.3 Rotation

该功能实现的是识别物体在垂直平面内的旋转方向。

- 1) 将 Rotation 文件夹下的 Rotation.hex 下载到 ADuC7026
- 2) 将 USB 转串口线映射出的 COM 口配置为 COM3
- 3) 运行 Rotation 文件夹下的 Rotation.exe
- 4) 点击“Open Port”按钮打开端口，点击“Check COM”按钮开始运行，点击“Close Port”按钮停止运行并关闭端口

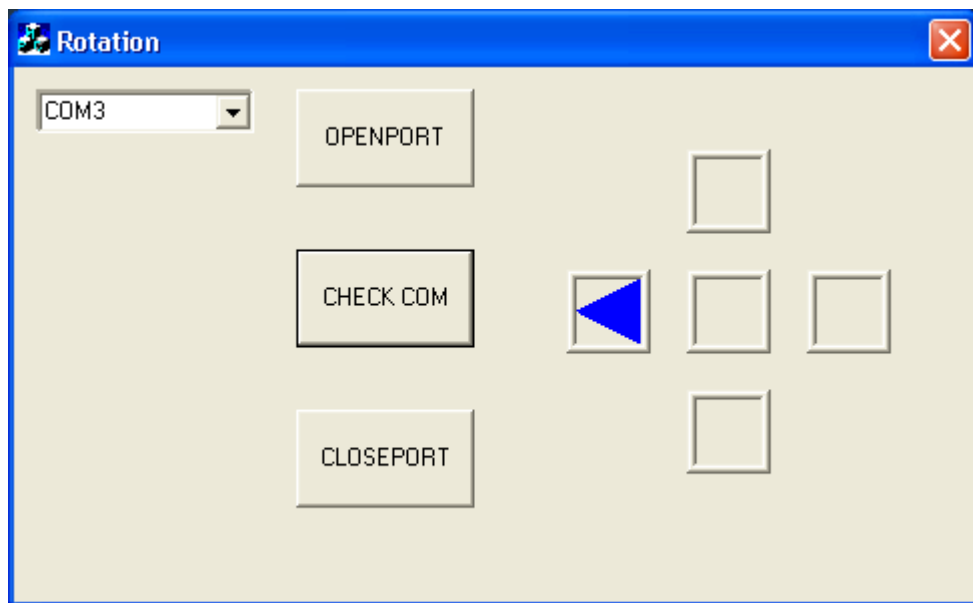


图 7 Rotation

5.4.4 Shake

该功能实现的是识别物体在垂直平面内的向左或向右的晃动。

- 1) 将 Shake 文件夹下的 Shake.hex 下载到 ADuC7026
- 2) 将 USB 转串口线映射出的 COM 口配置为 COM3
- 3) 运行 Shake 文件夹下的 Shake.exe
- 4) 点击“Open Port”按钮打开端口，点击“Check COM”按钮开始运行，点击“Close Port”按钮停止运行并关闭端口

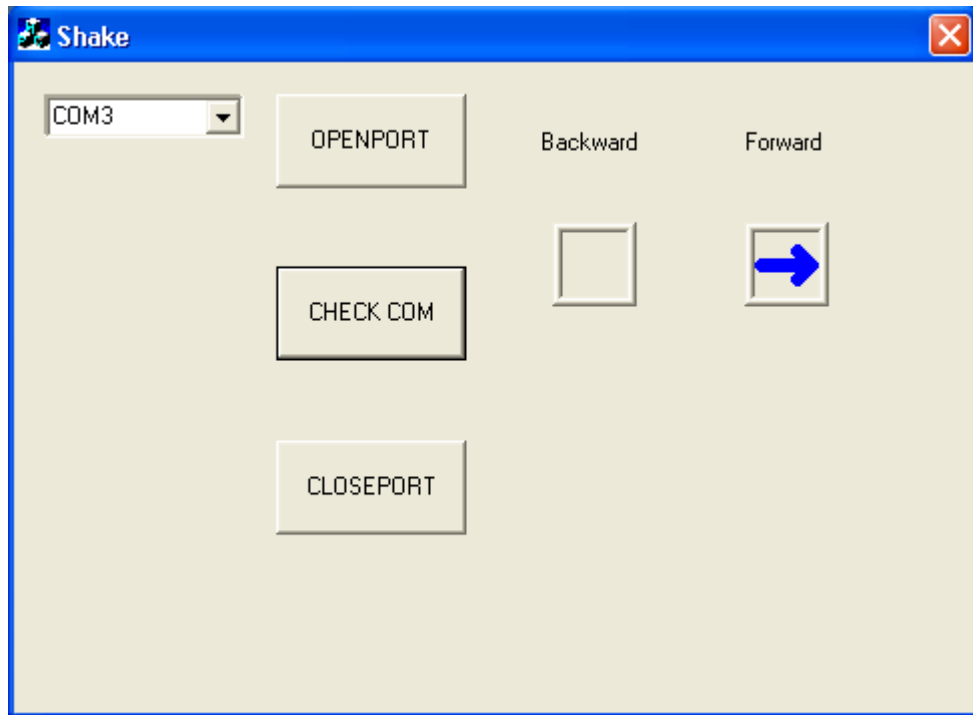


图 8 Shake

5.4.5 Tap

该功能实现一个识别单击或双击的功能，类似于鼠标的点击操作。

- 1) 将 Tap 文件夹下的 Tap.hex 下载到 ADuC7026
- 2) 将 USB 转串口线映射出的 COM 口配置为 COM3
- 3) 运行 Tap 文件夹下的 Tap.exe
- 4) 点击“Open Port”按钮打开端口，点击“Check COM”按钮开始运行，点击“Close Port”按钮停止运行并关闭端口

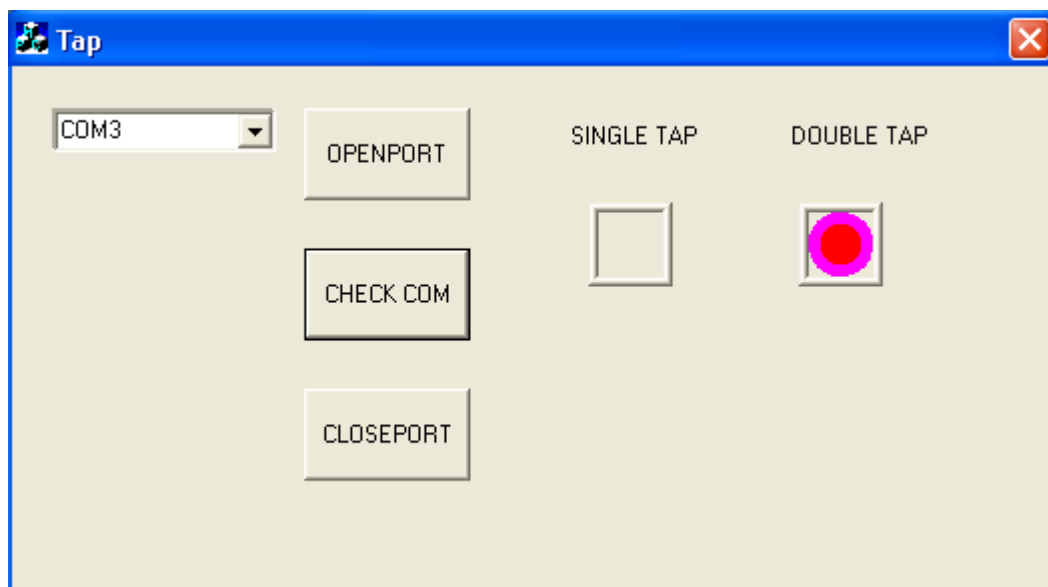


图 9 Tap

5.4.6 Fall Detection

该功能实现一个识别人体跌倒的功能。当人体发生跌倒的情况时，会经历失重、撞击到地面等过程，该功能能够对跌倒的整个过程进行检测。

- 1) 将 Fall Detection 文件夹下的 FallDetection.hex 下载到 ADuC7026
- 2) 将 USB 转串口线映射出的 COM 口配置为 COM3
- 3) 打开一个串口助手（超级终端），配置为 COM3，波特率 115200
- 4) 使电路板从竖直状态倒下并撞击到桌面，将在串口助手中依次看到 F0~F5 的输出码，而且电路板上的 LED 将有相应的显示，如图 10 所示

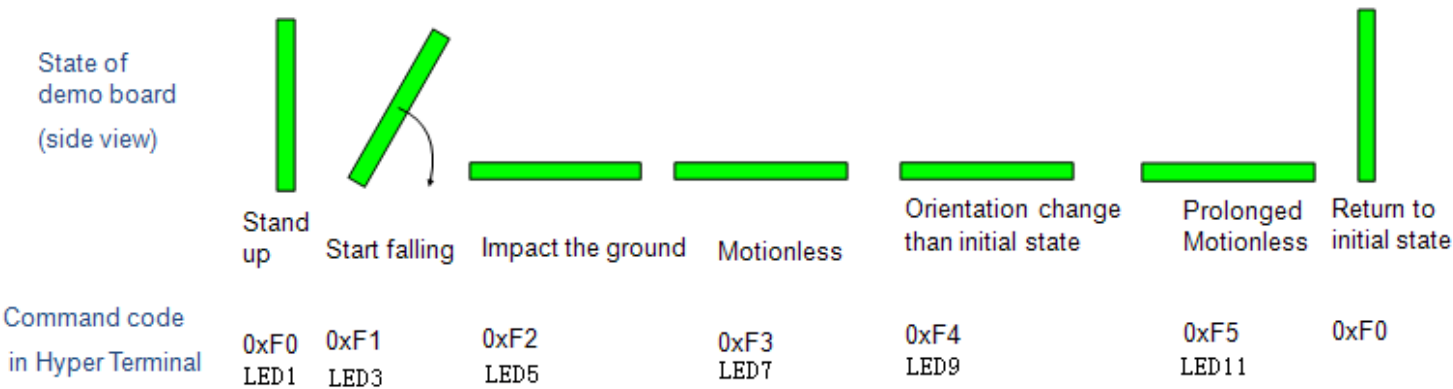


图 10 Fall Detection

5.4.7 Game Controller

该功能实现一个游戏控制器功能。MEMS 加速度传感器可以实现多种游戏控制功能，这里仅举一个实例，通过对电路板的倾斜方式，控制软件中的小木块移动到指定位置。

- 1) 将 Game Controller 文件夹下的 DemoFirmware.hex 下载到 ADuC7026
- 2) 将 USB 转串口线映射出的 COM 口配置为 COM1
- 3) 运行 Game Controller 文件夹下的 MotionBlock.exe
- 4) 点击“start”按钮开始运行，点击“stop”按钮停止运行

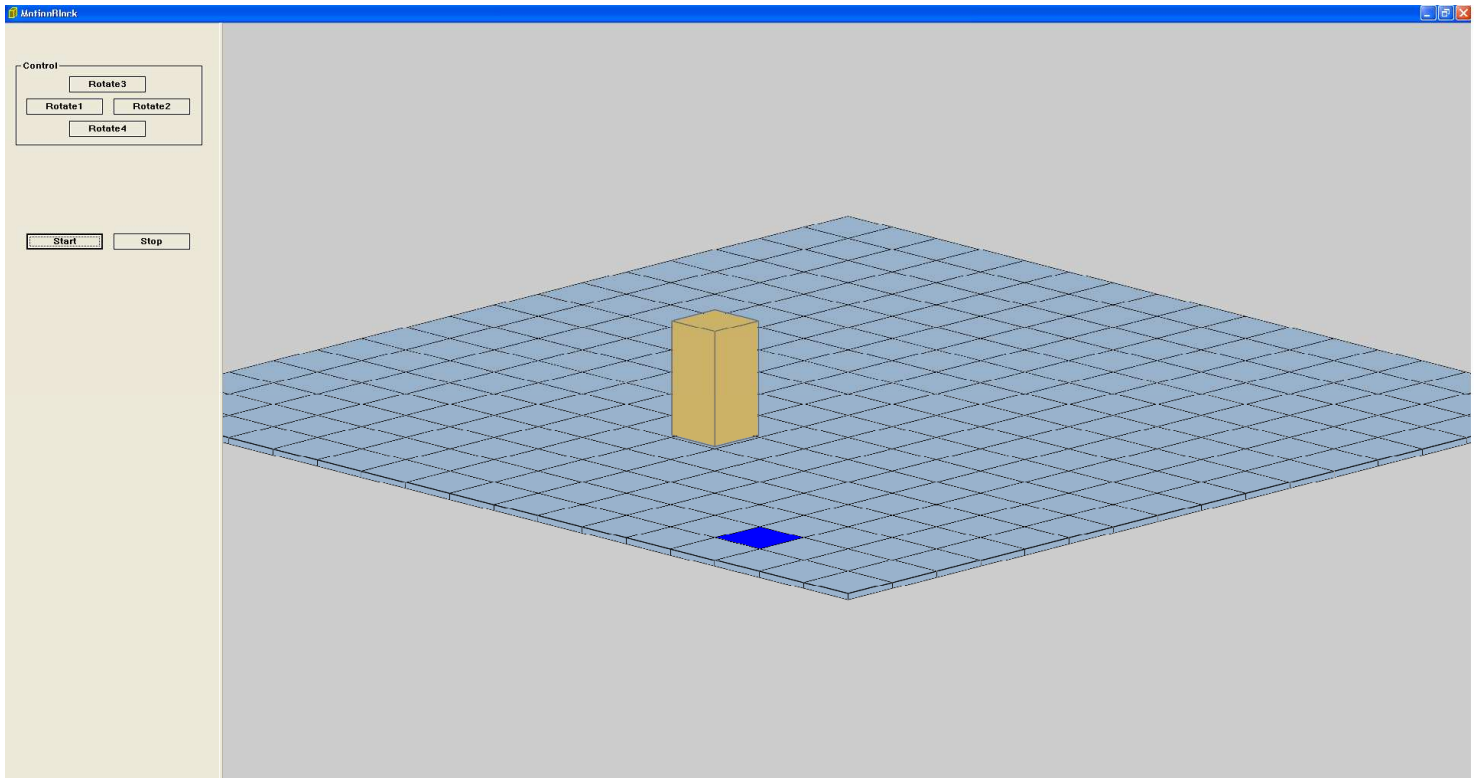


图 11 Game Controller