

STM32Cube X-CUBE-MEMS1 扩展的 MotionGR 实时手势识别库入门

引言

MotionGR 是 [X-CUBE-MEMS1](#) 软件的中间件库组件，在 STM32 上运行。它提供了用户使用手机等设备所采用手势的实时信息。它可区分如下手势：拿起、查看、唤醒。

该库仅可用于 ST MEMS。

该算法以静态库格式提供，旨在用于基于 ARM® Cortex®-M3 或 ARM® Cortex®-M4 架构的 STM32 微控制器。

它以 [STM32Cube](#) 软件技术为基础而构建，便于在不同 STM32 微控制器之间移植。

该软件附带了 [NUCLEO-F401RE](#)、[NUCLEO-L476RG](#) 或 [NUCLEO-L152RE](#) 开发板上的 [X-NUCLEO-IKS01A2](#) 或 [X-NUCLEO-IKS01A3](#) 扩展板上运行的实现示例。

1 缩写和缩略语

表 1. 缩略语列表

缩略语	说明
API	应用编程接口
BSP	板级支持包
GUI	图形用户界面
HAL	硬件抽象层
IDE	集成开发环境

2 STM32Cube X-CUBE-MEMS1 软件扩展中的 MotionGR 中间件库

2.1 MotionGR 概述

MotionGR 库扩展了 [X-CUBE-MEMS1](#) 软件的功能。

该库从加速度计获取数据，提供用户使用设备所采用手势的信息。

该库专为 ST MEMS 而设计。在使用其他 MEMS 传感器时，不分析其功能和性能，并且可能与文档中的描述明显不同。

[X-NUCLEO-IKS01A2](#) 和 [X-NUCLEO-IKS01A3](#) 扩展板上提供了一个示例实现，安装在 [NUCLEO-F401RE](#)、[NUCLEO-L476RG](#) 或 [NUCLEO-L152RE](#) 开发板上。

2.2 MotionGR 库

在“Documentation”文件夹的 HTML 文件（使用 MotionGR_Package.chm 编译）中，提供了完整描述 MotionGR API 的功能和参数的技术信息。

2.2.1 MotionGR 库说明

MotionGR 手势识别库管理从加速度计获取的数据；它具有如下功能：

- 可区分如下活动：拿起、查看、唤醒
- 仅基于加速度计数据识别
- 需要加速度计数据采样频率为 50 Hz
- 资源需求：
 - Cortex-M3：9.8 kB 的代码和 4.4 kB 的数据存储器
 - Cortex-M4：9.5 kB 的代码和 4.4 kB 的数据存储器
- 可用于 Cortex-M3 和 Cortex-M4 架构

2.2.2 MotionGR API

MotionGR 库 API 为：

- `uint8_t MotionGR_GetLibVersion(char *version)`
 - 检索库版本
 - `*version` 是一个指针，指向 35 个字符的数组
 - 返回版本字符串中的字符数
- `void MotionGR_Initialize(void)`
 - 执行 MotionGR 库的初始化和内部机制设置
 - 使用该库之前，应启用 STM32 微控制器中的 CRC 模块（在 RCC 外设时钟使能寄存器中）。

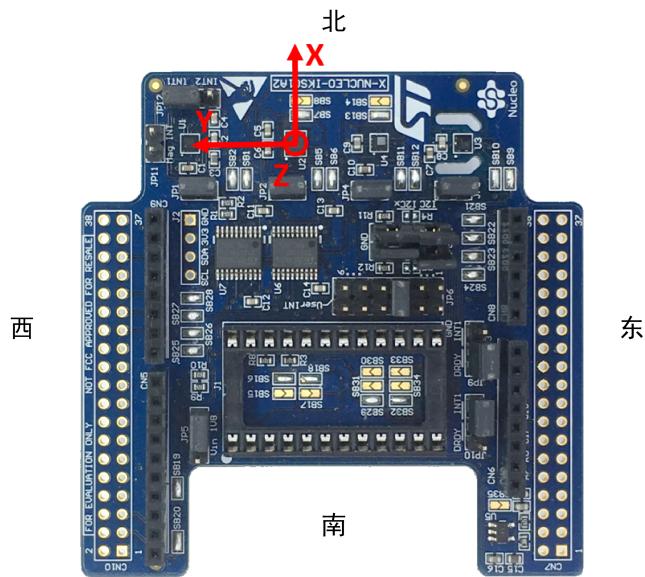
提示

此函数必须在使用加速度计校准库之前调用

- `void MotionGR_Update (MGR_input_t *data_in, MGR_output_t *data_out)`
 - 执行手势识别算法
 - `*data_in` 参数是指向输入数据结构的指针
 - 结构体类型 `MGR_input_t` 的参数为：
 - AccX 为 X 轴的加速度计传感器值，单位为 g
 - AccY 为 Y 轴的加速度计传感器值，单位为 g
 - AccZ 为 Z 轴的加速度计传感器值，单位为 g
 - `*Data_out` 参数为指向枚举型的指针，含有如下项：
 - MGR_NOGESTURE = 0
 - MGR_PICKUP = 1
 - MGR_GLANCE = 2
 - MGR_WAKEUP = 3

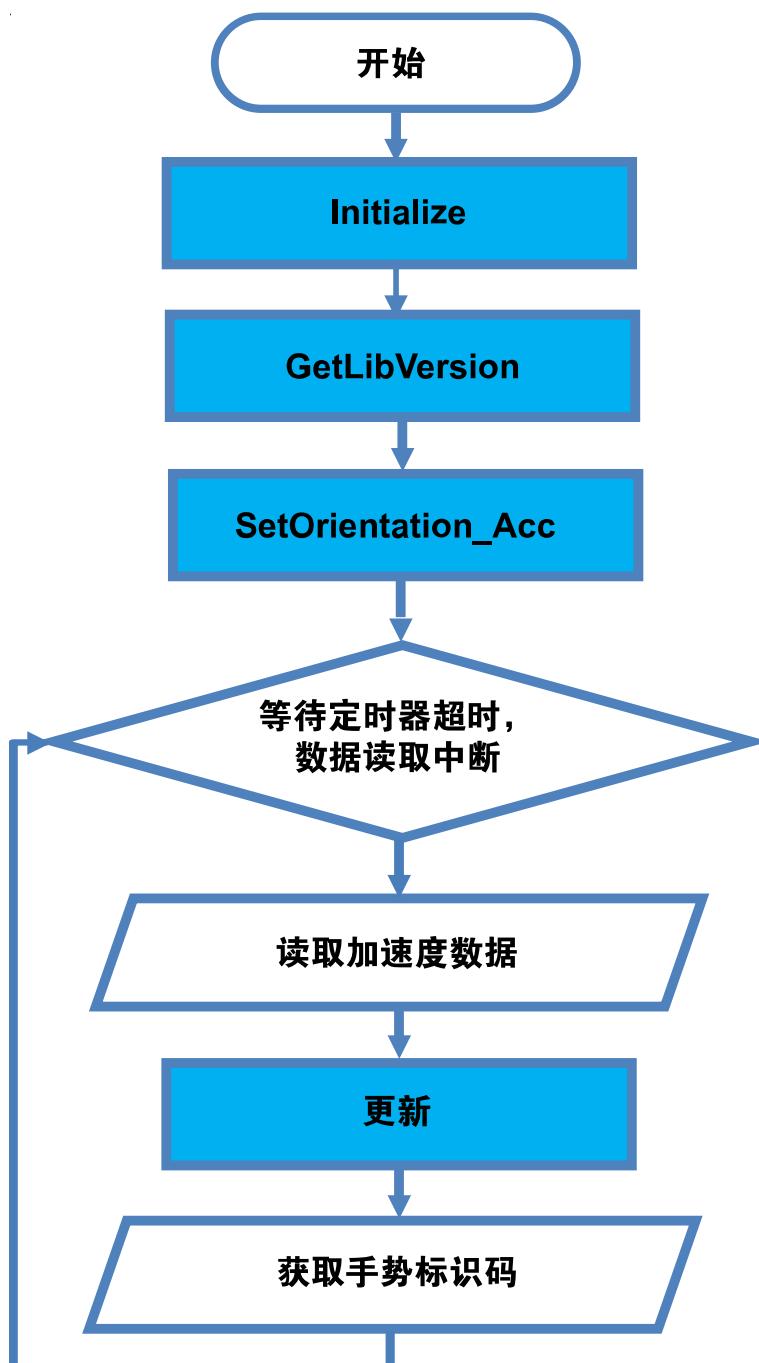
- void MotionGR_SetOrientation_Acc (const char *acc_orientation)
 - 此函数用于设置加速度计数据方向
 - 配置通常在 MotionGR_Initialize 函数调用后立即执行
 - *acc_orientation 参数是由三个字符组成的字符串的指针，指示加速度计数据输出使用的参考框架的每个正定向的方向，顺序为 x、y、z。有效值为：n（北）或 s（南），w（西）或 e（东），u（上）或 d（下）。
 - 如下图所示，X-NUCLEO-IKS01A2 加速度计传感器具有 NWU 方向（x-北，y-西，z-上），所以字符串是：“nwu”。

图 1. 传感器定向示例



2.2.3 API 流程图

图 2. MotionGR API 逻辑时序



2.2.4

演示代码

下面的演示代码从加速度计传感器读取数据，得到活动标识码。

```
[...]
#define VERSION_STR_LEN 35
[...]

/** Initialization */
char lib_version[VERSION_STR_LEN];
char acc_orientation[3];

/* Gesture recognition API initialization function */
MotionGR_Initialize();

/* Optional: Get version */
MotionGR_GetLibVersion(lib_version);

/* Set accelerometer orientation */
acc_orientation[0] ='n';
acc_orientation[1] ='w';
acc_orientation[2] ='u';
MotionGR_SetOrientation_Acc(acc_orientation);

[...]

/** Using Gesture Recognition algorithm */
Timer_OR_DataRate Interrupt_Handler()
{
MGR_input_t data_in;
MGR_output_t data_out;

/* Get acceleration X/Y/Z in g */
MEMS_Read_AccValue(&data_in.AccX, &data_in.AccY, &data_in.AccZ);

/* Gesture recognition algorithm update */
MotionGR_Update(&data_in, &data_out);
}
```

2.2.5

算法性能

手势识别算法只使用来自加速度计的数据，并以低频率（50 Hz）运行从而降低功耗。

它检测并提供下述用户手势的实时信息：

- 拿起：从桌子上拿起；
- 查看：大约旋转 30°，与旋转手机观看它的手势类似；
- 唤醒：测试板。

表 2. 运行时间 (μs) 算法

Cortex-M4 STM32F401RE @ 84 MHz						Cortex-M3 STM32L152RE @ 32 MHz											
SW4STM32 2.6.0 (GCC 7.2.1)			IAR EWARM 7.80.4			Keil μVision 5.24			SW4STM32 2.6.0 (GCC 7.2.1)			IAR EWARM 7.80.4			Keil μVision 5.24		
最 小 值	平 均 值	最 大 值	最 小 值	平 均 值	最 大 值	最 小 值	平 均 值	最 大 值	最 小 值	平 均 值	最 大 值	最 小 值	平 均 值	最 大 值	最 小 值	平 均 值	最 大 值
3	364	523	167	245	354	240	651	758	36	1215	1632	563	815	1173	495	687	935

2.3

应用示例

可以轻松地操作 MotionGR 中间件构建用户应用；Application 文件夹中提供了应用示例。

其设计目的是在 NUCLEO-F401RE、NUCLEO-L476RG 或 NUCLEO-L152RE 开发板（连接 X-NUCLEO-IKS01A2 或 X-NUCLEO-IKS01A3 扩展板）上运行。

应用实时识别所采用的手势。数据可通过 GUI 显示或储存在板中供离线分析。算法可识别：拿起、查看、唤醒。

单机模式

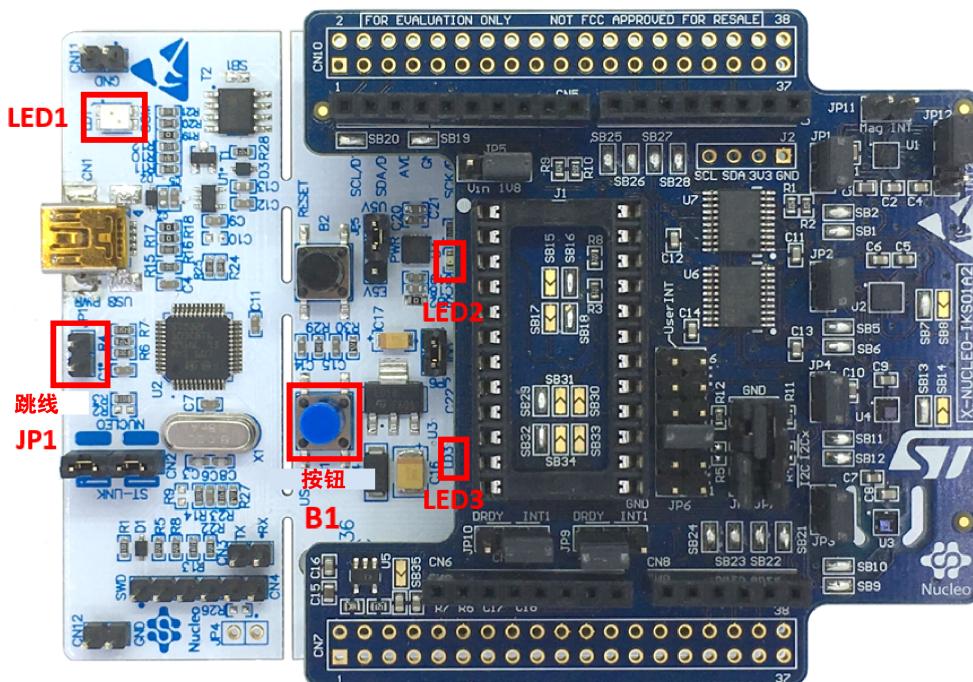
在单机模式，应用示例让用户能够检测执行的手势并将其保存在 MCU flash 存储器中。

可通过便携式电池组为 STM32 Nucleo 板供电，以实现更舒适、轻便的用户体验且无任何 PC 连接。

表 3. 供电方案

电源	JP1 设置	工作模式
USB PC 连接线	JP1 断开	PC GUI 驱动模式
电池组	JP1 闭合	单机模式

图 3. STM32 Nucleo: LED, 按钮, 跳线



上图显示了 NUCLEO-F401RE 板的用户按钮 B1 和三个 LED。电路板一旦上电，LED LD3 (PWR) 将点亮，由于缺失 USB 枚举，三色 LED LD1 (COM) 开始缓慢闪烁（请参考 www.st.com 上的 UM1724 了解更多信息）。

为板供电后，LED LD2 闪烁一次，表示应用程序已准备就绪。

在按下用户按钮 B1 时，系统开始从加速度计传感器采集数据并检测手势；在该采集模式下，LED LD2 快速闪烁，表明算法正在运行。在此阶段，检测到的设备手势被储存在 MCU 内部 flash 存储器中。为避免意外的电源故障导致过多数据损失，每隔五分钟自动保存一次数据。

第二次按下 B1 按钮会停止算法和数据存储，LED LD2 关闭。

再次按下按钮将再次启动算法和数据存储。

专用于数据存储的闪存扇区为 128 KB，可以存储超过 16,000 个数据集。

若需获取这些数据，必须将板连至运行 Unicloud-GUI 的 PC。在通过 GUI 检索保存的数据时，将清空专用于此目的 MCU 闪存扇区。

如果板通电后 LED LD2 点亮，此为警告消息，表明 flash 存储器已满。

提示

可选择擦除 MCU 存储器，方法是按住用户按钮至少 5 秒。LED LD2 关闭然后闪烁 3 次，指示 MCU 中储存的数据已被擦除。这一选项仅在开机或复位板后有效，这时 LED LD2 点亮，表明 flash 存储器已满。

当应用运行于单机模式，若 flash 存储器已满，则应用切换至 PC GUI 驱动模式，LED LD2 关闭。

必须擦除 flash 存储器，方法是通过 Unicleo-GUI 或用户按钮下载数据（见上面的注释）。

PC GUI 驱动模式

此模式需要使用 USB 连接线监控实时数据。板由 PC 通过 USB 连接供电。此工作模式允许用户使用 Unicleo-GUI 实时显示检测到的手势、加速度计数据、时间戳和其它传感器数据。

在此工作模式，数据不储存在 MCU flash 存储器中。

2.4

Unicleo-GUI 应用程序

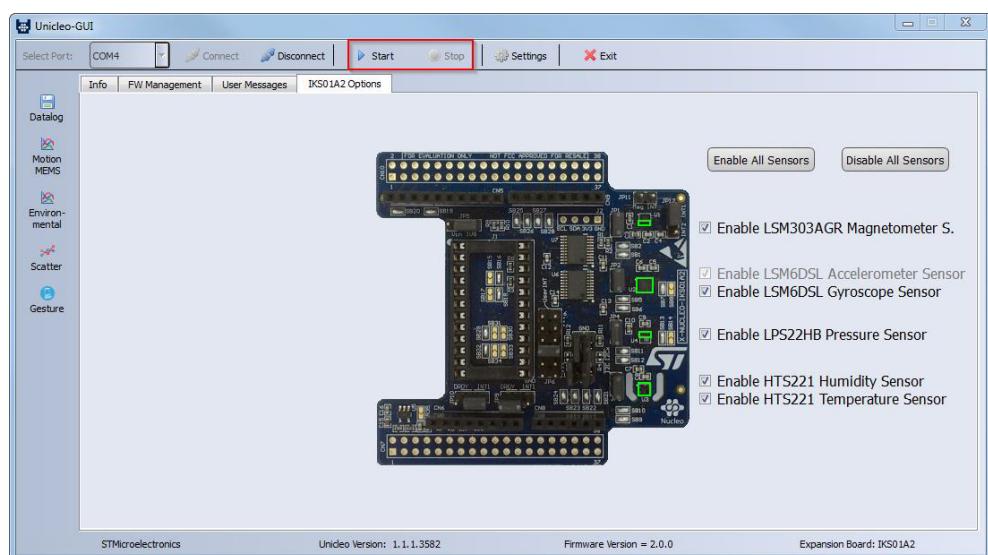
示例应用程序使用 Windows Unicleo-GUI 实用工具，可从 www.st.com 下载。

Step 1. 确保已安装必要的驱动，并且 STM32 Nucleo 板以及适当的扩展板已连接 PC。

Step 2. 启动 Unicleo-GUI 应用程序，打开主应用程序窗口。

如果 STM32 Nucleo 板及所支持的固件连接到 PC，则会自动对其进行检测并打开相应的 COM 端口。

图 4. Unicleo 主窗口



Step 3. 使用垂直工具栏上的相应按钮开始和停止数据流。

来自所连接传感器的数据可以在“用户消息”选项卡中查看。

图 5. 用户消息选项卡

Select Port:	COM4	Connect	Disconnect	Start	Stop	Settings	Exit						
Datalog	Motion MEMS	Environmental	Scatter	Gesture	User Messages IKS01A2 Options								
Time Stamp	Press. Temp. Hum.	Accelerometer			Gyroscope			Magnetometer			Gesture		
	[HPa] [°C] [%]	[mg] [mg] [mg]	[mg] [mg] [mg]	[mg] [mg] [mg]	[mdeg/s] [mdeg/s] [mdeg/s]	[mdeg/s] [mdeg/s] [mdeg/s]	[mdeg/s] [mdeg/s] [mdeg/s]	[mG] [mG] [mG]					
15:03:08-22.071	999.891	24.10 14.101	6 -11 1	1018 1	560 0	-2030 0	350 1	-225 1	-624 1	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.091	999.891	24.10 14.101	7 -11 1	1017 1	560 0	-2030 0	350 1	-225 1	-628 1	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.111	999.891	24.10 14.101	7 -11 1	1018 1	560 0	-2100 0	280 1	-27 1	-613 1	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.131	999.891	24.10 14.101	7 -11 1	1018 1	560 0	-2030 0	350 1	-22 1	-619 0	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.151	999.851	24.10 14.101	7 -11 1	1017 1	560 0	-2030 0	350 1	-23 1	-619 0	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.171	999.851	24.10 14.101	6 -10 1	1019 1	560 0	-2100 0	350 1	-36 1	-626 1	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.191	999.861	24.10 14.101	8 -10 1	1018 1	560 0	-2030 0	350 1	-23 1	-627 1	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.211	999.861	24.10 14.101	7 -10 1	1018 1	560 0	-2030 0	350 1	-34 1	-626 1	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.231	999.881	24.10 14.101	6 -10 1	1018 1	560 0	-2100 0	350 1	-22 1	-618 0	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.251	999.881	24.10 14.101	7 -10 1	1017 1	560 0	-2030 0	350 1	-30 1	-622 1	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.271	999.881.001	24.10 14.101	6 -10 1	1019 1	560 0	-2030 0	350 1	-33 1	-621 0	1 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.291	1000.001	24.10 14.101	7 -11 1	1018 1	560 0	-2030 0	350 1	-28 1	-621 0	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.311	999.841	24.10 14.101	6 -10 1	1018 1	560 0	-2030 0	350 1	-28 1	-628 0	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.331	999.841	24.10 14.101	7 -11 1	1018 1	560 0	-2030 0	280 1	-24 1	-621 0	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.351	999.881	24.10 14.101	7 -10 1	1018 1	560 0	-2030 0	350 1	-25 1	-623 1	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.361	999.881	24.10 14.101	6 -10 1	1018 1	560 0	-2100 0	280 1	-30 1	-616 0	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.381	999.911	24.10 14.101	6 -10 1	1018 1	630 1	-2030 0	350 1	-31 1	-628 1	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.401	999.911	24.10 14.101	6 -11 1	1019 1	630 1	-2170 0	350 1	-24 1	-622 0	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.421	999.911	24.10 14.101	10 -9 1	1012 1	630 1	-1890 1	350 1	-33 1	-625 1	0 0 0	No Gesture		
15:03:08-22.441	999.991	24.10 14.101	6 -13 1	1026 1	560 1	-2030 0	210 1	-30 1	-229 1	-616 0	0 0 0	No Gesture	
15:03:08-22.461	999.991	24.10 14.101	6 -14 1	1027 1	560 1	-1920 1	350 1	-30 1	-229 1	-616 0	0 0 0	No Gesture	
15:03:08-22.481	1000.011	24.10 14.101	6 -15 1	1019 1	560 1	-1820 1	280 1	-30 1	-229 1	-613 0	0 0 0	No Gesture	
15:03:08-22.501	1000.011	24.10 14.101	6 -15 1	1015 1	560 1	-1960 1	350 1	-28 1	-229 1	-610 0	0 0 0	No Gesture	
15:03:08-22.521	999.891	24.10 14.101	8 -10 1	1019 1	560 1	-1890 1	350 1	-24 1	-228 1	-624 0	0 0 0	No Gesture	
15:03:08-22.541	999.891	24.10 14.101	7 -13 1	1016 1	560 1	-1960 1	280 1	-24 1	-223 1	-613 0	0 0 0	No Gesture	
15:03:08-22.561	999.891	24.10 14.101	12 -11 1	1014 1	420 1	-2380 1	350 1	-30 1	-235 1	-618 0	0 0 0	No Gesture	
15:03:08-22.581	999.901	24.10 14.101	3 -14 1	1028 1	560 1	-2380 1	210 1	-24 1	-226 1	-618 0	0 0 0	No Gesture	
15:03:08-22.591	1000.011	24.10 14.101	4 -0 1	1021 1	630 1	-1960 1	420 1	-28 1	-231 1	-616 0	0 0 0	No Gesture	
15:03:08-22.611	1000.011	24.10 14.101	2 -15 1	1015 1	630 1	-1400 1	350 1	-31 1	-226 1	-613 0	0 0 0	No Gesture	
15:03:08-22.631	999.951	24.10 14.101	8 -15 1	1022 1	560 1	-1330 1	350 1	-31 1	-229 1	-631 0	0 0 0	No Gesture	

Step 4. 点击垂直工具栏中的手势图标打开特定应用程序窗口。

图 6. 手势识别窗口

The screenshot shows a Windows application window titled "Gesture Recognition". On the left, a table lists a series of recorded gestures:

Time	Gesture	Description
15:13:45.38	00	No Gesture
15:14:00.82	03	Wake Up
15:14:00.83	00	No Gesture
15:14:02.70	01	Pick Up
15:14:02.72	00	No Gesture

On the right, a large text box displays "Current Gesture: Pick Up". Below this, there is an illustration of a hand holding a smartphone with a red dashed arrow pointing upwards from the bottom of the phone towards the hand.

Current Gesture:

Pick Up

Download Off-line Data

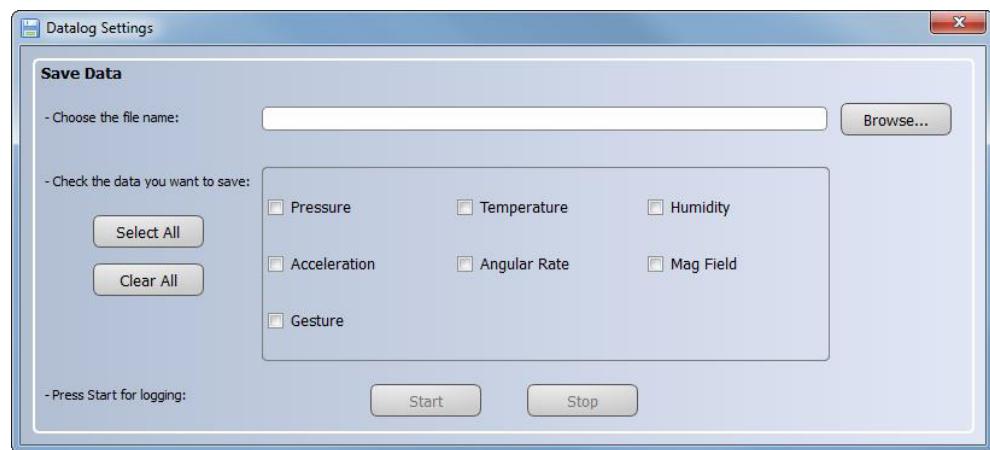
Save Off-line Data To File

若板已经工作于单机模式时，用户想获取储存的数据，则可按下下载离线数据按钮，将储存的活动数据上传至应用。此操作会自动删除从微控制器获取的数据。

按下将离线数据储存至文件按钮可将上传的数据储存至.tsv 文件中。

Step 5. 点击垂直工具栏中的 Datalog 图标，打开数据记录配置窗口：
您可以选择要保存在文件中的传感器和活动数据。可以通过点击相应的按钮来启动或停止保存。

图 7. 数据记录窗口



3 参考

以下所有资源均可在 www.st.com 上免费获得。

1. UM1859: STM32Cube 的 X-CUBE-MEMS1 运动 MEMS 和环境传感器扩展软件使用入门
2. UM1724: STM32 Nucleo-64 板
3. UM2128: STM32Cube 的 Unic平le-GUI 运动 MEMS 和环境传感器扩展软件使用入门

版本历史

表 4. 文档版本历史

日期	版本	变更
2017 年 6 月 6 日	1	初始版本。
2018 年 1 月 26 日	2	增加了对 NUCLEO-L152RE 开发板和表 2. 运行时间 (μs) 算法的引用。
2018 年 3 月 20 日	3	更新了简介和第 2.1 节 MotionGR 概述。
2019 年 2 月 21 日	4	更新了图 1. 传感器定向示例、表 2. 运行时间 (μs) 算法和图 3. STM32 Nucleo: LED, 按钮, 跳线。 增加了 X-NUCLEO-IKS01A3 扩展板兼容性信息。

目录

1	缩写和缩略语	2
2	STM32Cube X-CUBE-MEMS1 软件扩展中的 MotionGR 中间件库	3
2.1	MotionGR 概述	3
2.2	MotionGR 库	3
2.2.1	MotionGR 库说明	3
2.2.2	MotionGR API	3
2.2.3	API 流程图	4
2.2.4	演示代码	6
2.2.5	算法性能	6
2.3	应用示例	6
2.4	Unicleo-GUI 应用程序	8
3	参考	11
	版本历史	12



表一览

表 1.	缩略语列表	2
表 2.	运行时间 (μs) 算法	6
表 3.	供电方案	7
表 4.	文档版本历史	12



图一览

图 1.	传感器定向示例	4
图 2.	MotionGR API 逻辑时序	5
图 3.	STM32 Nucleo: LED, 按钮, 跳线	7
图 4.	Unicleo 主窗口	8
图 5.	用户消息选项卡	9
图 6.	手势识别窗口	9
图 7.	数据记录窗口	10

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对 ST 产品和/或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2019 STMicroelectronics - 保留所有权利