



戴盟视触觉传感器产品说明书

(DM-Tac W)



说明书版本: v1.0
制定时间: 2025 年 4 月 17 日

目录

1 产品概述	1
1.1 产品简介	1
1.2 产品功能特点	1
1.2.1 感知模态丰富:	1
1.2.2 高分辨率	2
1.2.3 助力精准力控	2
1.2.4 多种型号可供选择	2
1.2.5 信号稳定	3
1.2.6 使用简易	3
1.3 产品规格参数	3
1.4 外形尺寸、模型与坐标规定	4
1.4.1 外形尺寸	4
1.4.2 坐标规定	6
1.5 软硬件要求	6
1.5.1 软件及系统环境要求	6
1.5.2 硬件要求	7
1.6 认证情况	7
1.7 免责声明	7
2 产品使用说明	8
2.1 包装清单	8
2.2 传感器安装说明	9
2.2.1 硬件连接	9
2.2.2 机械连接	9
2.2.3 电气连接	11
2.3 软件使用说明	11
2.3.1 系统安装	11
2.3.2 软件使用说明	11
2.4 SDK 使用说明	13
注意	15
3 安全注意事项	15
3.1 硬件使用注意事项	15
3.2 软件操作注意事项	16
3.3 安全预警	17
3.4 维护与保养	17
3.4.1 定期检查与清洁	17
3.4.2 温度与湿度控制	18
3.4.3 防止污染与灰尘	18
3.4.4 定期功能测试	18
3.4.5 避免物理损伤	18
3.4.6 感知层的更换	18
4 联系方式	19
5 测试参数	19

1 产品概述

1.1 产品简介

触觉感知是实现智能机器人的关键拼图，它的加入将推动机器人从简单任务的执行者转变为真正的智能助手，使其能够在复杂多变的环境中自主决策和操作。相较于传统触觉传感器，视触觉传感器集合多模态感知能力（包含切向力）和高分辨率两优势于一体，助力机器人的精细操作任务。戴盟 DM-Tac 视触觉传感器系列产品集高分辨率触觉感知、多模态触觉信号测量与智能算法于一体，在各类计算平台上为用户提供简单易得的高性能触觉感知。

DM-Tac W 适配于夹具等末端执行器，具有丰富的感知模态，为夹具等执行终端赋予类人触觉能力，助力复杂场景下的精准操控与自适应交互。

1.2 产品功能特点

1.2.1 感知模态丰富：

已集成接触三维形貌、形貌边缘、三维形变场等模态，支持拓展多轴力和力矩、接触状态、滑移检测、软硬程度等多种测量模态。

1. 三维形貌及形貌边缘

三维形貌指 DM-Tac W 视触觉传感器感知表面所感知到的三维几何外形（如图 1-1 所示）。DM-Tac W 视触觉传感器工作时，传感器的弹性感知表面与物体接触，感知表面因受到接触力而产生形变，传感器能感知到所接触物体在接触表面的三维形貌，其三维形貌图可通过可视化窗口显示；同时，在形貌图形的基础上进行边缘检测，接触形貌的形貌边缘即可被精确提取。

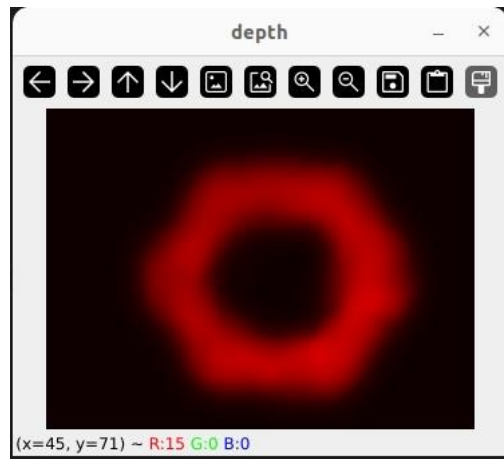


图 1-1 三维形貌图（可视化窗口）

2. 三维形变场

三维形变场指 DM-Tac 视触觉传感器在工作时感知表面上各感知点的三维位移矢量构成的矢量场。用户可获得感知表面的切向形变场和法向形变场,在可视化窗口中可显示三维形变场图（如图 1-2 所示）。

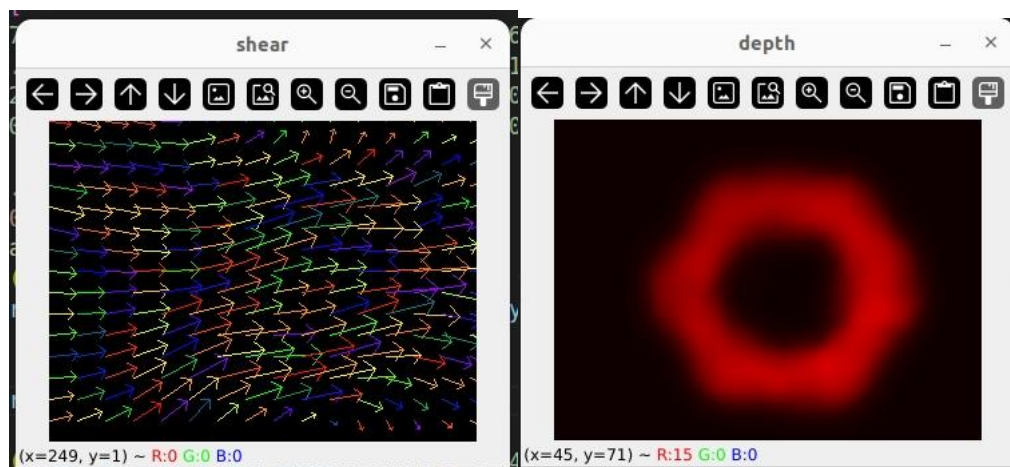


图 1-2 三维形变场（可视化窗口）

1.2.2 高分辨率

DM-Tac W 具有超高分辨率，每平方厘米拥有数万个感知单元。超高的分辨率使得传感器有较强的感知物体形状特有特征的能力，能捕捉到丰富的有效特征。

1.2.3 助力精准力控

DM-Tac W 视触觉传感器 120Hz 响应速度，力感即应。

1.2.4 多种型号可供选择

DM-Tac W 视触觉传感器有大、中、小三种型号的传感器可作选择，适配于不同大小的夹爪等产品。不同物体，不同材质，不同硬度，不同环境下均可获得丰富的触觉信息。

1.2.5 信号稳定

DM-Tac W 有较强的抗电磁干扰能力，不受温湿度变化影响，表现稳定。

1.2.6 使用简易

本产品使用方便简易，更换传感器本体或内部部件时，都不需要标定。

1.3 产品规格参数

表 1-1 DM-Tac W 产品规格参数表

产品型号	大	中	小
尺寸大小(mm) (高×宽×厚)	65.4×39.0×28.2	57.4×35.0×25.0	34.3×29.0×20.1
重量	83g	61g	52g
感知面积 (mm×mm)	24×18	20×15	16×12
采样频率	120Hz	120Hz	120Hz
工作功耗	0.71W	0.65W	0.58W
待机功耗	0.34W	0.27W	0.23W
相机分辨率	640×480	640×480	640×480
感知分辨率	320 × 240	320 × 240	320 × 240
通讯接口	USB2.0	USB2.0	USB2.0

注：本产品规格参数均为实验室测试值，不同个体间可能存在细小差异，具体参数以

实际测量为准。

1.4 外形尺寸、模型与坐标规定

1.4.1 外形尺寸

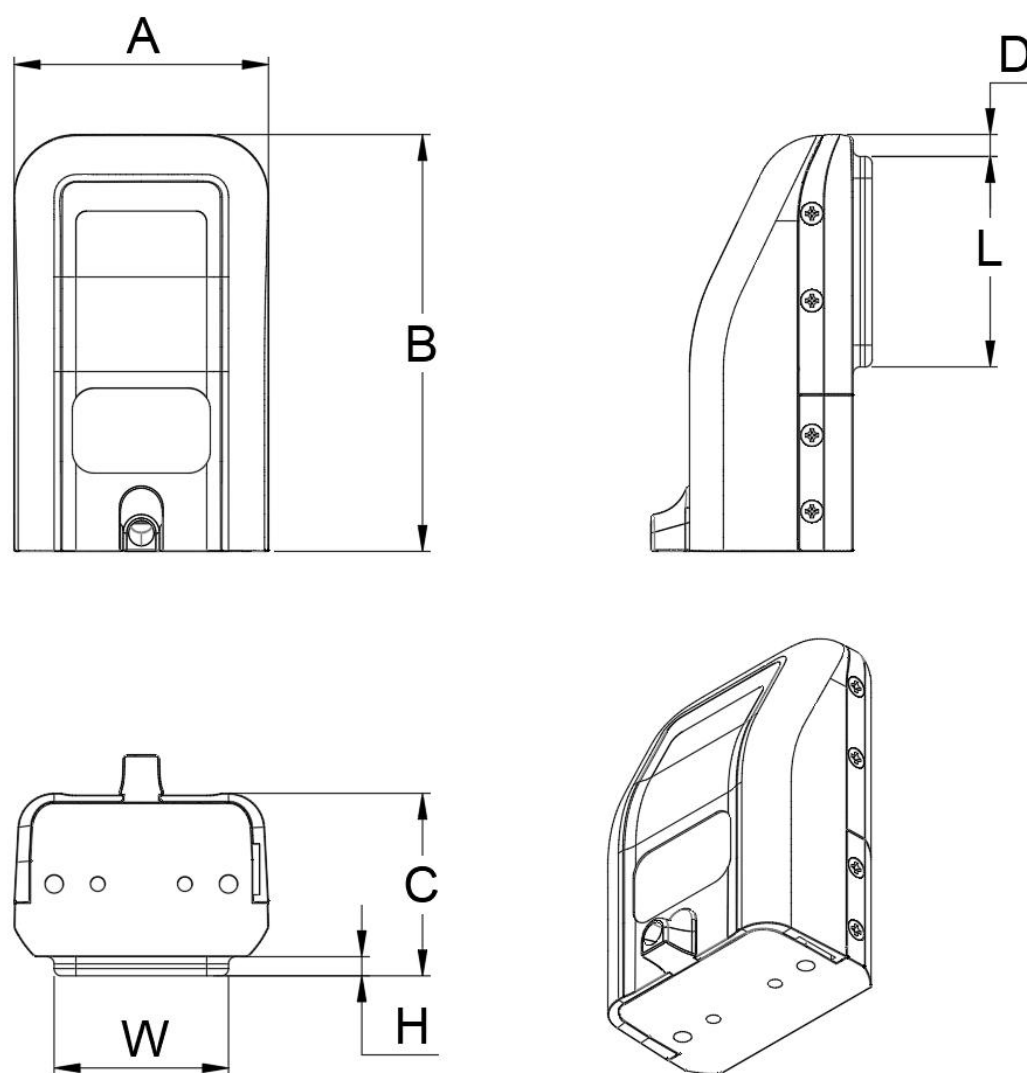


图 1-3 DM-Tac WL, DM Tac WM 外形尺寸示意图

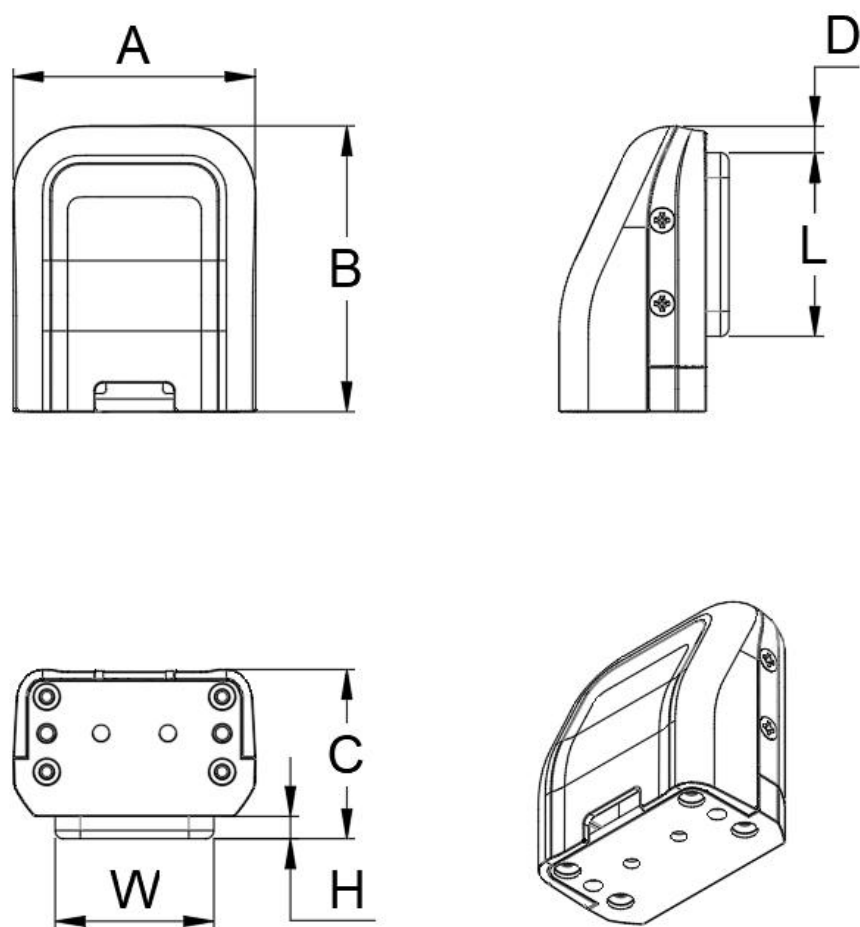


图 1-4 DM-Tac WS 外形尺寸示意图

表 1-2 DM-Tac W 外形尺寸

单位: mm

	A	B	C	D	L	W	H	图号
DM-Tac WL	39.00	65.35	28.15	4.25	36.00	29.00	2.65	图 1-3
DM-Tac WM	35.00	57.40	25.00	3.00	29.00	24.00	2.50	图 1-3
DM-Tac WS	28.95	34.30	20.10	3.20	22.00	19.00	2.50	图 1-4

1.4.2 坐标规定

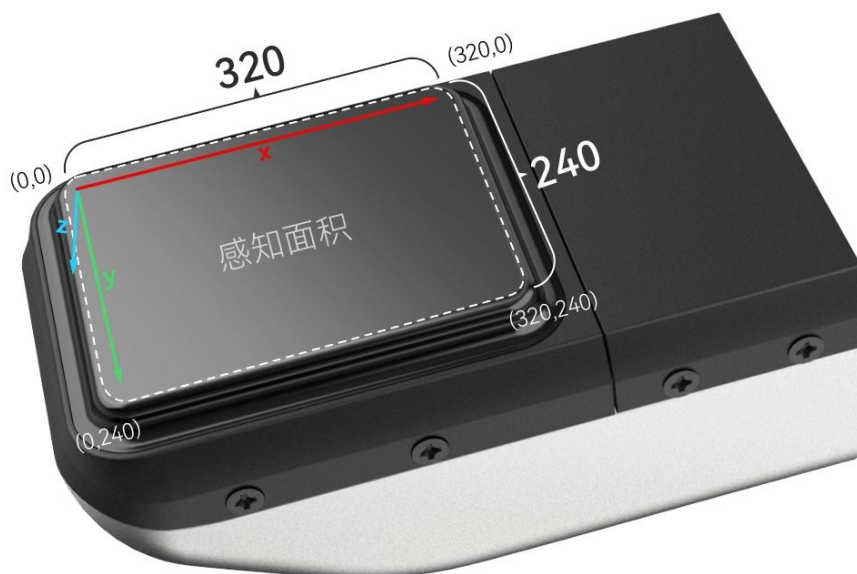


图 1-5 坐标规定示意图

1.5 软硬件要求

1.5.1 软件及系统环境要求

1. 操作系统:
 - Windows 10 或更高版本
 - Linux x86
2. Python 版本:
 - Python 3.8 到 3.10 (不包括 3.11 及以上)
3. 依赖库:
 - numpy 版本 == 1.24.4
 - opencv-python 版本 == 4.10.0.84
 - opencv-contrib-python 版本 == 4.10.0.84
 - scipy 版本 == 1.10.1
 - setuptools 版本 == 45.2.0

- cupy-cuda12x 版本 == 12.3.0 (需要具备 CUDA 12.x 支持)
- pyudev >= 0.24.3 (仅针对 Linux 系统)

1.5.2 硬件要求

1. 处理器:

- 支持 x86_64 架构的处理器 (推荐使用多核处理器以提高性能)

2. 内存:

- 最低要求: 8GB RAM

3. 存储:

- 至少需要 1GB 的可用磁盘空间, 用于安装软件及其依赖项

4. 显卡:

- 支持 CUDA 的 NVIDIA 显卡 (需要安装对应的 CUDA 驱动程序, 以支持 cupy 库, 默认 cuda12)

5. 其他:

- 需要网络连接以下载依赖库及更新
- 需要 USB2.0 接口连接传感器

1.6 认证情况

已通过 FCC、CE、ROHS 认证。

1.7 免责声明

使用风险: 用户在使用本产品时, 应确保严格遵守所有适用的使用说明和安全注意事项, 一旦使用, 即被视为同意并接受本免责声明全部内容。因下列情形导致的设备损毁、人身伤害或第三方损失, 本公司不承担任何法律责任:

- 违反产品设计用途或操作规范的不当使用行为;
- 擅自改装产品结构或使用非原厂配件;
- 未履行基本维护义务导致的设备故障;
- 不可抗力事件造成的意外损害。

保修条款：本产品的保修期和服务条款适用于正常使用情况下的设备故障，且须提供完整购买凭证。下列情形不属于保修范围：

- 产品序列号人为损毁或缺失；
- 经非授权第三方维修点拆解维修；
- 暴露于极端温湿度、腐蚀性环境等非设计工况；
- 因运输、存储不当造成的隐性损伤；
- 其他认为损坏。

产品性能：本公司致力于确保本产品的准确性和稳定性，产品的性能参数均为实验室测试环境下测得，不对在特殊应用中可能产生的任何功能、性能不达标情况承担责任。用户需自行评估本产品是否满足其应用需求。

知识产权：本产品的设计、技术和所有相关材料及权利均属本公司所有。禁止任何形式的逆向工程、技术解密及非授权商业用途。

责任限制：除非法律另有规定，本公司对任何间接损失、特殊损害或附带损害不承担责任，包括但不限于利润损失、数据丢失或商业中断。

关于免责声明的最终解释权，在法律允许范围内归戴盟（深圳）机器人科技有限公司所有。

2 产品使用说明

2.1 包装清单

表 2-1 DM-Tac W 包装清单

产品	数量	备注
视触觉传感器	1	在二指夹爪上安装本视触觉传感器时，为保证二指夹爪两指的对称性，用户须匹配一对视触觉传感器进行使用，或在使用单个视触觉传感器的同时，准备一个配套对侧夹持末端。为方便用户在夹爪等末端执行器上进行匹配，推荐用户选择戴盟配备的配套对侧夹持末端；用户也可以选择自行 3D 打印传感器模具进行匹配。
配套对侧夹持末端 (选配)	1	

U 盘	1	<p>U 盘中包含 DM-Tac W 视触觉传感器所需的所有文档内容，包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> DM-Tac W-产品说明-20250417 DM-Tac W-SDK-20250417 DM-Tac W-外壳数模-20250417
-----	---	--

2.2 传感器安装说明

2.2.1 硬件连接

DM-Tac W 系列传感器通过 USB 接口与计算机连接。注意：传感器工作时约需 4.5MB/s 的 USB 传输带宽。由于带宽限制，一条 USB2.0 总线只能连接一个触觉传感器，不支持通过 USB-Hub 同时连接多个触觉传感器。

2.2.2 机械连接

1.使用配套的连接件连接传感器和机械手

连接件预留销钉孔位 2 个，螺丝孔位 2 个，可与机械手的运动部件连接。由于机械手一端预留的机械接口目前没有通用的标准，可能与连接件开孔位置不匹配，安装时可以通过 3D 打印或机加工制作对应的转接部件。

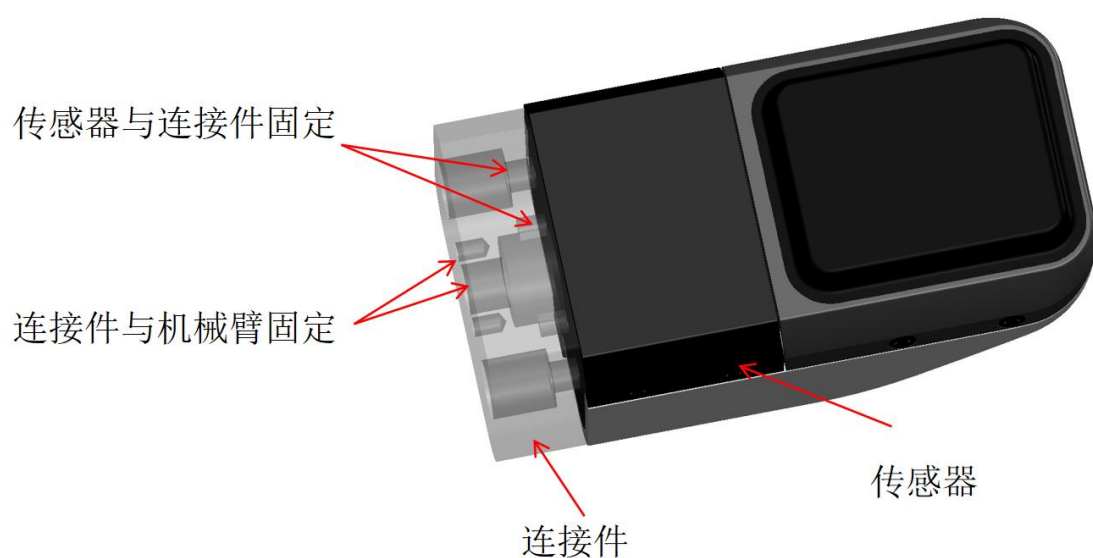


图 2-1 DM-Tac W 连接件安装位置

2.个性化连接件

如果希望在安装触觉传感器时，使用数量尽可能少的连接部件，或提升机械手结构的紧凑性。则也可以选择自行设计和加工与触觉传感器连接接口兼容的个性化连接件，配套的尺寸参数如图纸所示，可供设计参考。

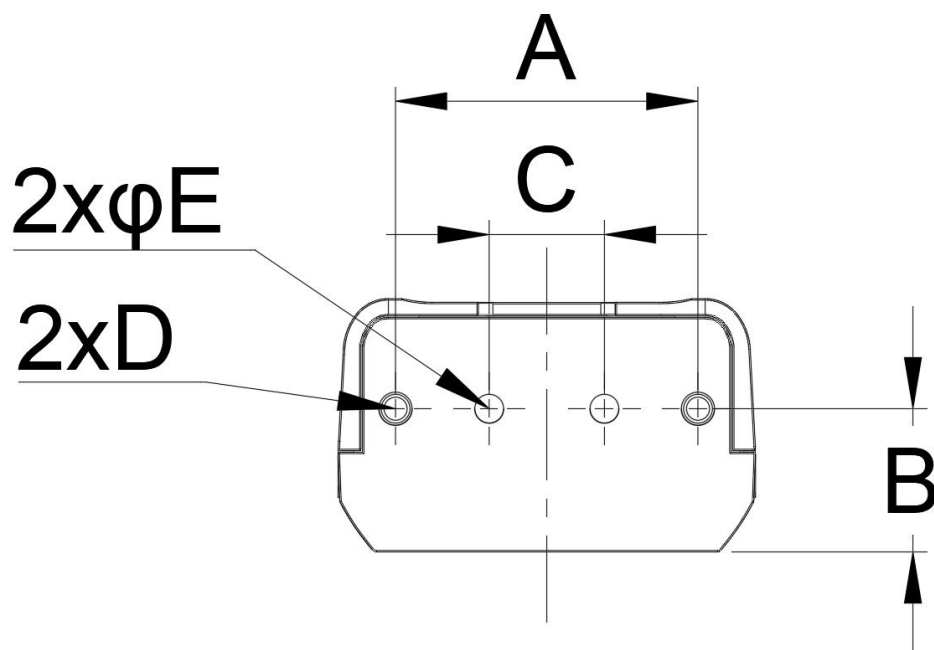


图 2-2 DM-Tac W

表 2-2 连接接口尺寸

	A	B	C	D	φE
DM-Tac WL	24	11.3	8	M3x5	φ2 _{▽3}
DM-Tac WM	24	10	12	M3x5	φ2 _{▽3}
DM-Tac WS	21	9.85	8	M2x3	φ2 _{▽1}

在设计个性化连接件时应注意以下几点：

- ① 个性化连接件的结构（螺丝孔、销钉孔）应与所提供的参数保持一致，以确保个性化连接件能够与传感器准确配合；

② 强烈建议使用铝、不锈钢等金属材料加工个性化连接件，以确保传感器和机械手之间的连接具有足够的刚度。因为在使用传感器时，连接件的悬臂部分需要承受较大的力和弯矩。使用树脂或塑料材料 3D 打印制作的连接件可能会在使用中出现明显的弯曲变形。

2.2.3 电气连接

DM-Tac WS 传感器的电路板设置在外部，通过 FPC 连接，受 FPC 特性影响，DM-Tac WS 传感器在使用时应注意以下问题：

1. 避免 FPC 的过度弯曲、折叠和拉扯，最小弯折半径应 $\geq 1\text{cm}$ ，并避免突然的锐角弯曲；
2. FPC 吊重应 $\leq 20\text{g}$ ，建议将 FPC 与运动部件固定；
3. FPC 应远离发热源，以免影响信号传输。

2.3 软件使用说明

2.3.1 系统安装

1. 在计算机上安装 Ubuntu/Windows 系统。
2. 安装完成后，打开终端，使用以下命令安装所需依赖：

```
pip install .
```

提示：如果下载速度过慢，可以考虑使用国内源进行安装。

2.3.2 软件使用说明

1. 请进入本地目录，并打开 main.py 文件以更改相机的序列号。如果您使用的是 Linux 系统，请将 `dev_serial_id` 设置为您的相机识别号。例如：`dev_serial_id = "相机识别号"`。注意：相机识别号是十位数的数字编号，每个传感器都对应唯一的相机识别号，相机识别号位于相机的 USB 传输线上所贴的黄色标签贴上，如图 2-3 所示。如果您使用的是 Windows 系统，`dev_serial_id` 应设置为相机 ID，此时相机序列号可以为 0 或其他整数。请用户确认传感器的相机 ID，以确保正确配置。



图 2-3 相机识别号

2. 接着使用以下命令运行主程序：

```
python main.py
```

3. 如果程序启动成功，将会输出数据帧率，例如：

```
Raw Measurement FPS is: 121.25
```

一般情况下，此帧率应在 120Hz 左右，具体取决于计算机性能。随后会弹出 4 个图像界面，分别显示：

原始图像

整体形变图 (Deformation)

法向形变图 (Depth)

切向形变图 (Shear)

在程序运行时，按 q 键退出程序，按 r 键重置设备。注意：传感器启动时，默认重置设备；当长时间使用传感器，发现传感器在无接触情况下未归零，则需要对传感器进行重置，重置时应保证传感器表面无接触，不可在接触传感器接触表面情况下进行重

置。

另外，此代码段还会输出 Output FPS。Raw Measurement FPS 是指从传感器读取到的整体形变信息，Output FPS 是指利用 cuda 进行传感器信息解算后输出的法向、切向形变信息，如果不调用 `getDepth()` 和 `getShear()` 则不会占用 GPU。

在此程序中，为降低 GPU 占用率，可以通过设置更长的等待时间，以降低数据解算的速率，以下为脚本中默认延迟 3ms。

```
Python
k=cv2.waitKey(3)
```

2.4 SDK 使用说明

本节详细介绍了本软件中的关键函数。每个函数的功能、使用方法和返回值均已列出，以帮助用户充分理解和有效利用这些功能。

2.4.1 Sensor()

- **功能：**实例化传感器。如果您使用的是 Linux 系统，请将 `dev_serial_id` 设置为您的相机识别号（见 2.3.2）；而如果您使用的是 Windows 系统，则应将 `dev_serial_id` 设置为相机 ID，此时相机序列号可以为 0 或其他整数。需要注意的是，`KEEP_FPS_Print` 默认为 `False`，若将其设置为 `True`，程序将在每隔两秒打印一次 Raw Measurement FPS (定义见 2.3.2)。
- **使用方法：**

```
Python
sensor = Sensor(dev_serial_id, , KEEP_FPS_Print=False)
```

- **返回值：**此函数无返回值。

2.4.2 reset()

- **功能：**重置硬件设备，清除当前状态并将设备恢复至初始状态。在执行重置操作时，请确保传感器表面处于无接触状态。
- **使用方法：**

```
Python
sensor.reset()
```

- **返回值：**此函数无返回值。

2.4.3 getRawImage()

- **功能：** 获取硬件设备捕获的原始图像数据，适用于图像处理或视觉分析应用。请注意，此图像通常不具备实际应用价值，且不同传感器之间可能存在差异，不能直接用作神经网络输入进行端到端模型训练。建议使用经过处理的二维或三维形变信息作为测量数据。然而，原始图像可用于用户判断和调试传感器状态，以识别磨损、灭灯等故障，因此提供此功能。

- **使用方法：**

```
Python  
image = sensor.getRawImage()
```

- **返回值：** 返回一个形状为 (240, 320) 的数组，数据类型为 uint8。

2.4.4 getDeformation2D()

- **功能：** 从原始图像中提取传感器的二维整体形变数据，用于分析表面变形情况。

- **使用方法：**

```
Python  
deformation = sensor.getDeformation2D()
```

- **返回值：** 返回一个形状为 (240, 320, 2) 的数组，数据类型为 float32，表示每个像素的变形信息，单位为毫米（mm）。

2.4.5 getDepth()

- **功能：** 获取传感器检测到的法向形变数据。法向形变是指垂直于接触表面的弹性形变。（此函数会调用 cuda 进行计算）

- **使用方法：**

```
Python  
depth = sensor.getDepth()
```

- **返回值：** 返回一个形状为 (240, 320) 的数组，数据类型为 float32，表示每个像素的法向形变信息，单位为毫米（mm）。

2.4.6 getShear()

- **功能：** 获取传感器检测到的切向形变数据。切向形变是指在平行于接触表面的方向上的形变。（此函数会调用 cuda 进行计算）
- **使用方法：**

```
Python  
shear = sensor.getShear()
```

- **返回值：** 返回一个形状为 (240, 320, 2) 的数组，数据类型为 float32，表示每个像素的切向形变信息，单位为毫米（mm）。

2.4.7 put_arrows_on_image(image, arrows, scale = 1.0)

- **功能：** 用于二维形变场的可视化，scale 参数调节箭头大小
- **使用方法：**

```
Python  
cv2.imshow('deformation', put_arrows_on_image(black_img,  
deformation*20))  
cv2.imshow('shear', put_arrows_on_image(black_img, shear*20))
```

返回值： 返回一个形状为 (240, 320, 3) 的数组，数据类型为 uint8。正常情况下会显示一个带箭头的图片。

注意

在调用以上函数之前，请确保硬件设备已正确连接并初始化。如果在调用过程中遇到任何异常或错误，请检查硬件连接和驱动程序的正常工作状态。为确保最佳性能和兼容性，建议使用固定版本的依赖库，无需频繁更新。

3 安全注意事项

3.1 硬件使用注意事项

1. DM-Tac WS 传感器的电路板设置在外部的，通过 FPC 连接，受 FPC 特性影响，DM-Tac WS 传感器在使用时应注意以下问题：

避免 FPC 的过度弯曲、折叠和拉扯，最小弯折半径应 $\geq 1\text{cm}$ ，并避免突然的锐角弯曲。

FPC 吊重应 $\leq 20\text{g}$ ，建议将 FPC 与运动部件固定。

FPC 应远离发热源，以免影响信号传输。

2. 力的施加范围

在操作传感器时，请务必确保施加在感知表面的力始终处于本手册所规定的安全范围内，避免超出规定值导致设备损坏。传感器的承载力范围：**合力不超过 20.0N，不小于 0.2N**（小于 0.2N 传感器无法感知）。

2. 力的施加面积

在操作传感器时，请在本手册所规定的感知面积内施加力，若施加力的范围超出所规定的感知面积，可能会导致数据缺失、失真等情况，无法保证获得准确有效的感知信息。

3. 避免尖锐物体损伤表面

硅胶表面较软，容易被尖锐物体划伤或切割。使用时尽量避免与硬物摩擦或碰撞，以保护表面的完整性。

4. 高温环境下的使用风险

请避免将传感器暴露于超过 **50°C** 的高温环境中。过高的温度可能导致传感器性能下降、材料老化，甚至出现故障。使用前请确保传感器在规定的工作温度范围内进行操作。

5. 防止电气过载

若传感器在使用过程中发生异常发热或冒烟，请立即断开电源并停止使用，检查是否存在电气过载或故障。

6. 请勿使用有机溶剂和液体进行感知表面的清理

请勿让酒精或其他有机溶剂接触传感器，硅胶对酒精、丙酮、油漆等化学溶剂较为敏感，接触可能造成表面损伤，导致传感器发生故障。

7. 防止剧烈的物理冲击

由于传感器内含精密电子元件，请避免将传感器暴露于剧烈的振动或摔落的环境中。若发生摔落或强烈冲击，可能会导致传感器出现功能失常或损坏。

3.2 软件操作注意事项

1. 如果计算机上连接了多个相机，传感器的相机 ID 可能需要用户自行检查和设置。

在 Linux 系统，用户需要输入相机识别号，注意：相机识别号是十位数的数字编号，每个传感器都对应唯一的相机识别号，相机识别号位于相机的 USB 传输线上所贴的黄色标签贴上，如图 2-3 所示。

如果无法获取到图像，请确认所使用的传感器 ID 是否正确。程序启动时会自动搜寻可用设备，并显示相机识别号。

在 Windows 系统，需要用户输入传感器相机 ID，通常是 0 或者其他整数。用户可通过设备管理器查找传感器相机 ID。

2. 重置注意事项

不可在接触传感器接触表面情况下进行重置。

3. Cupy 安装问题

在安装 Cupy 时，可能会遇到与 CUDA 版本不匹配的问题。请根据您的系统中安装的 CUDA 版本选择合适的 Cupy 版本：

如果您使用的是 CUDA 12，请安装 `cupy-cuda12x`。

如果您使用的是 CUDA 11，请安装 `cupy-cuda11x`。

如果使用 pip 安装时出现错误，建议尝试使用 conda 来安装 Cupy: `conda install anaconda::cupy`，以避免依赖问题。

通过以上方法，您可以解决常见的相机和 Cupy 安装相关问题，以确保软件的正常运行。

3.3 安全预警

1. 防止儿童误用

本传感器包含细小零件，存在误吞的风险。请将传感器存放在儿童无法接触到的地方，以防止儿童误吞或误用。若误吞零件，请立即就医。

3.4 维护与保养

3.4.1 定期检查与清洁

1. 为确保传感器的长期稳定性与可靠性，请定期检查传感器的外观与工作状态。每隔一段时间检查接线、连接端口及外壳是否有损坏或松动现象。
2. 清洁时，使用微湿的软布或海绵擦拭传感器表面。避免使用粗糙的清洁工具，以防刮伤传感器表面。
3. 在清洁时，避免直接使用酒精、丙酮等有机溶剂，这些可能对硅胶或塑料部件造成损害。推荐使用中性清洁剂。

3.4.2 温度与湿度控制

1. 存放传感器时，请保持环境温度在 **0°C 至 50°C** 之间，湿度应控制在相对湿度 **30% 至 90%** 范围内。避免极端的温湿度环境，这些都可能对传感器的精度和使用寿命产生负面影响。
2. 避免将传感器暴露在阳光直射下。

3.4.3 防止污染与灰尘

1. 长期存放传感器时，请确保其存放在干净、干燥的环境中。避免尘土或异物进入传感器的接触端口或敏感区域。
2. 如果传感器长期不使用，建议将其放入包装盒中或使用防尘罩，减少外界灰尘对设备的影响。

3.4.4 定期功能测试

1. 在每次使用前，建议对传感器进行简短的功能测试，确保其正常工作。测试时，可以通过模拟实际操作来检测传感器的响应和数据输出。
2. 如发现任何异常（如响应迟缓、数据不准确等），请立即进行故障排查。

3.4.5 避免物理损伤

1. 在搬运、存放或使用过程中，请避免对传感器施加过大的外力或撞击。剧烈的冲击可能导致传感器功能失常。
2. 使用时，请确保安装牢固，避免任何不当的压力集中在传感器的感知表面。

3.4.6 感知层的更换

1. 传感器的感知层接触表面由硅胶材质制成，经过长时间使用后，可能会出现磨损或老化现象，影响其性能。为确保传感器的正常工作，建议定期检查硅胶层的状况，并在发现裂纹、变硬或其他损坏时及时更换。
2. 更换感知层时，不需要标定。将固定传感器上层的螺丝拧开，即可将感知层取下进行更换。**注意：更换感知层时，不能使用过长的螺钉，以免造成传感器内部元件的损坏，DM-Tac W 自带的标准螺钉尺寸为 M1.6*2.5。**
3. 更换时，确保传感器内部没有污染物或灰尘，操作过程中避免对传感器其他部分造成损坏。

4 联系方式

邮箱: info@dmrobot.com

电话: 0755-83087156

5 测试参数

整机满载量程	20N (1cm ² 接触面积)
最大过载	40N (1 小时内, 恢复后性能无明显差异)
灵敏度	<1%FS 或 0.02mm 下压深度
非线性	<2%FS
零漂	<1%FS
输出时漂	<2%FS
非线性	<3%FS