



小 MU 视觉传感器 III代 - 技术规格书

MU Vision Sensor III - Datasheet



杭州摩图科技有限公司

版本 V0.5

2019.04.18

目 录

免责声明和版权公告	4
1 概述	5
1.1 产品介绍.....	5
2 硬件与结构	5
2.1 产品外观.....	5
2.2 尺寸标注.....	5
2.3 硬件功能介绍.....	6
2.4 电气特性.....	7
3 功能描述	8
3.1 通讯模式.....	8
3.1.1 UART 模式.....	8
3.1.2 I2C 模式.....	8
3.2 视觉算法.....	9
3.2.1 图像识别的特性.....	9
3.2.2 图像坐标系与检测数据.....	9
3.2.3 算法列表.....	10
3.2.4 颜色检测, Vision-ID: 1.....	10
3.2.5 颜色识别, Vision-ID: 2.....	11
3.2.6 球体检测, Vision-ID: 3.....	12
3.2.7 人体检测, Vision-ID: 5.....	13
3.2.8 图形卡片识别, Vision-ID: 6.....	14
3.2.9 交通卡片识别, Vision-ID: 7.....	15
3.2.10 数字卡片识别, Vision-ID: 8.....	15
3.3 使用说明.....	17
3.3.1 使用步骤.....	17
3.3.2 设置地址.....	17
3.3.3 设置输出模式.....	17
3.3.4 版本校验.....	17
3.3.5 设置硬件参数.....	17
3.3.6 设置算法参数.....	17
3.3.7 UART 报文读取检测结果.....	17
3.3.8 寄存器方式读取检测结果.....	18
3.3.9 检测结果读取方案示例.....	19
4 MU Protocol 通讯协议	21
4.1 协议格式.....	21
4.2 应答码.....	21
4.3 指令码.....	21

4.3.1 写寄存器 0x01.....	21
4.3.2 读寄存器 0x02.....	22
4.3.3 数据报文 0x11.....	22
4.3.4 请求报文 0x12.....	22
5 寄存器.....	23
6 固件更新.....	27
6.1 下载 FLASH 工具.....	27
6.2 下载小 MU 视觉传感器固件.....	27
6.3 固件更新.....	27
7 产品升级计划.....	29
修订历史.....	30

免责声明和版权公告

•本手册中的信息仅适用于摩图科技公司所生产的小 MU 视觉传感器 MUVS-AB2 型号 V311 版本（下称产品）的出厂固件，固件的升级能够提升性能或者引入新功能，敬请留意摩图科技官网 <http://www.morpx.com> 以便获取最新版本，版本更新不另行通告。

•请仔细阅读和理解本手册中的信息，不正确的使用可能导致产品无法正常工作，检测效果变差，甚至产品损坏。

•未经摩图科技确认及授权，不可私自维修或改装产品上的电子元件，造成损坏的将不予以保修。

•本手册中所提及的技术方案、视觉算法、通讯协议均为摩图科技自主研发，具有知识产权，任何组织或个人不得拷贝、抄袭、剽窃摩图科技的技术成果，对于任何侵权行为，摩图科技将采取法律手段予以维权。

•MORPX 是杭州摩图科技有限公司的注册商标，MU 是小 MU 视觉传感器的注册商标。文本或图片中涉及到的所有商标（名称与图案）归属于其持有者，特此声明。

1 概述

1.1 产品介绍

小 MU 视觉传感器是一款用于图像识别的传感器，其内置的深度学习引擎可以识别多种目标物体，例如颜色检测，球体检测，人体检测，卡片识别等。检测结果可以通过 UART 或 I2C 进行输出，体积小，功耗低，所有算法本地处理，无须联网，可广泛应用于智能玩具、人工智能教具、创客等产品或领域。

2 硬件与结构

2.1 产品外观

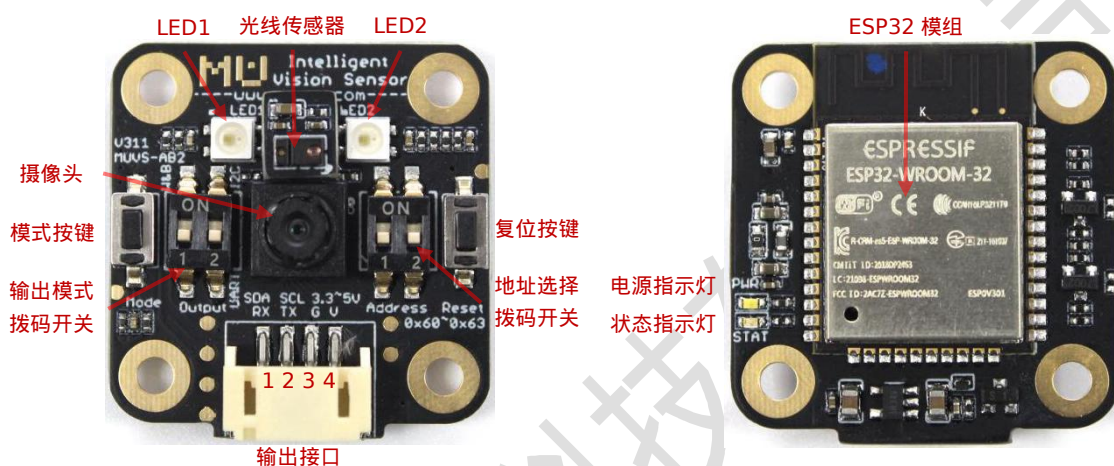


图 1. 正面视图

图 2. 反面视图

2.2 尺寸标注

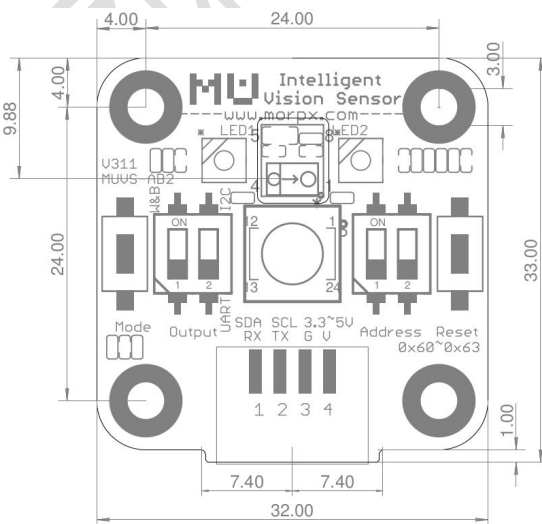


图 3. 正面尺寸标注视图

表 1. pcb 尺寸信息

项目	参数
长	33mm
宽	32mm
高	11.5mm
重量	6.8g

2.3 硬件功能介绍

(1) 处理器:

新一代小 MU 视觉传感器采用 ESP32 模组方案, 其具有 240Mhz 双核处理器, 具有更多的内存空间, 相比前代产品, 处理速度更快, 识别率更高, 可以集成更多的视觉算法。该模组集成有蓝牙和 WIFI 功能, 今后将提供无线数据传输功能。

(2) 摄像头模组

小 MU 视觉传感器采用一颗 VGA 分辨率 (640x480) 广角镜头

表 2. 镜头参数信息

分辨率	640x480
最大帧率	60fps
传感器尺寸	1/4"
视场角 FOV	84°
焦距 EFL	2.5mm
光圈 F	2.2
镜头直径	5.5mm

通过寄存器可以设置摄像头的若干参数, 包括: CAM_ZOOM 数码变焦, CAM_ROTATE 图像旋转, CAM_FPS 采样速率, CAM_AWB 白平衡, 详见寄存器 0x10:CAMERA_CONF1。

注 1: 传感器长时间使用后可能导致镜头表面留有指纹, 污渍, 可使用柔软的棉布顺时针轻轻擦拭清洁, 不可使用水或其他任何溶剂擦拭。

注 2: 如果摄像头发生脱落, 重新安装时, 请将摄像头背面四个角的丝印数字 1, 12, 13, 24 与 MU 主板上镜头母座的数字 1, 12, 13, 24 对应插入, 如果插反将导致传感器无法工作;

(3) 光线传感器

MU 采用一颗高度集成的光线传感器用于辅助摄像头调节, 具有光线强度检测, 红外接近检测, 红外滑动手势检测等。

注 1: 该传感器的部分功能将在今后开放给用户使用;

注 2: 如果该部件脱落, 请按照图片中所示方向插入 MU 主板的 4x2pin 底座上。

(4) 电源与接口电平转换

兼容 3.3V 和 5V 主控平台。

(5) 信号输出接口

用于与主控设备的信号传输使用, 采用 PH2.0-4P 接口, UART 模式和 I2C 模式引脚定义见下表:

表 3. 信号输出接口定义

管脚	UART 模式	I2C 模式
1	RX	SDA
2	TX	SCL
3	GND	GND
4	VDD	VDD

(6) 输出模式选择拨码开关

采用 2 位拨码开关来选择信号输出类型, 定义见下表:

表 4. 输出模式拨码开关定义

拨码 1	Wifi 开关	拨码 2	信号输出类型
0	禁止使用 Wifi 功能*	0	UART 通讯方式
1	允许使用 Wifi 功能*	1	I2C 通讯方式

注 1: *所示功能, 当前版本尚不具备

注 2: 向上拨动为 1, 向下拨动为 0

(7) 地址选择拨码开关

采用 2 位拨码开关来设定小 MU 设备地址，定义见下表：

表 5. 地址选择拨码开关定义

拨码 1	拨码 2	设备地址
0	0	0x60
0	1	0x61
1	0	0x62
1	1	0x63

注 1：UART 模式下可使用 0x00 作为广播地址

注 2：向上拨动为 1，向下拨动为 0

(8) 复位按键

短按重启传感器。

(9) 模式按键

工作模式：预留功能

烧录模式：按住 Mode 键后短按 Reset 键，便可进入烧录模式，用于固件更新

(10) LED1, LED2 可编程指示灯

传感器工作状态指示灯，在图像识别过程中，可通过寄存器进行自定义配置。

(11) 电源指示灯

上电时，如果电源正常，则常亮白色，否则熄灭

(12) WIFI 状态指示灯（预留功能）

2.4 电气特性

表 6. 电气特性参数

项目	单位	最小值	典型值	最大值
输入电压	V	3.3	5	5.5
供电电流 ⁽¹⁾	mA	500	-	-
工作电流(UART 模式) ⁽²⁾	mA	60	80	90
工作电流(I2C 模式) ⁽²⁾	mA	60	85	100
UART 波特率	bps	9600	115200	921600
I2C 工作频率	Kbps	-	100	400
工作温度	°C	-20	25	70
Wifi 输入频率	MHz	2412	-	2484

注 1：在使用 Wifi 时，天线初始化时需要一个至少 500mA 的电流，初始化之后会降低为正常功耗水平；

注 2：此工作电流在未开启 Wifi 下测得，其与 LED 亮度，摄像头采样频率，算法开启状态等因素相关。

3 功能描述

3.1 通讯模式

小 MU 视觉传感器支持 UART 和 I2C 通讯模式，主控与传感器之间通过寄存器来实现功能设置或数据交互。

3.1.1 UART 模式

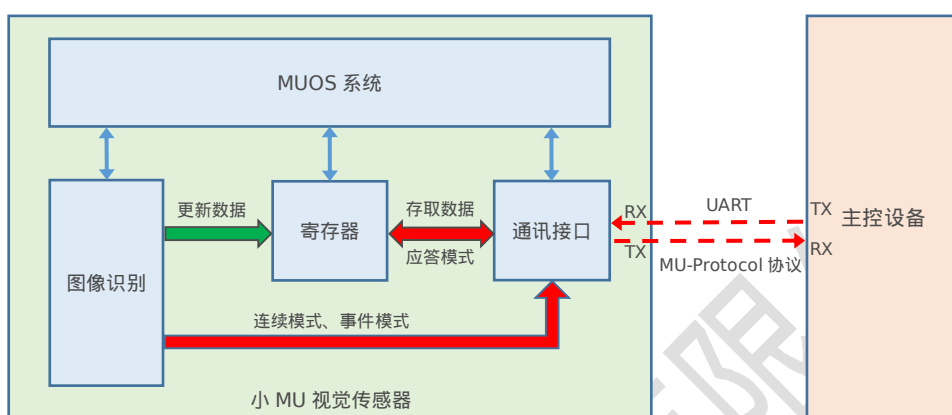


图 4. UART 模式工作原理框图

采用标准通用异步收发传输器协议 UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)。采用 8 位数据位，1 位停止位，无校验位，默认波特率为 9600，波特率可以通过寄存器 0x09 UART 修改，只需配置一次，重启后生效。

该模式需要按照 MU-Protocol 协议来读取寄存器，设置寄存器，收发报文等。算法检测结果可以通过 3 种方式输出：应答模式，连续模式，事件模式。

(1) 应答模式：当 MU 接收到主控设备发来的“请求报文 0x12”后，将当前最新的数据报文返回给主控设备；

(2) 连续模式：当 MU 每处理完一帧图像后，立即将数据报文发送给主控设备；

(3) 事件模式：当 MU 检测到目标物体后，立即将数据报文发送给主控设备，如果没有检测到物体则不发送报文。

3.1.2 I2C 模式

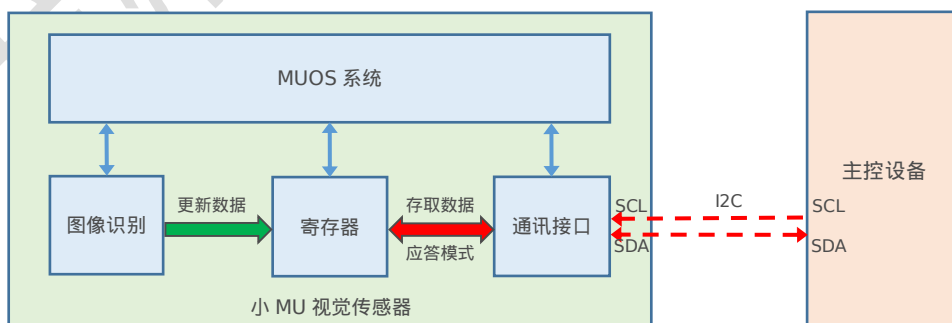


图 5. I2C 模式工作原理框图

该模式采用标准 I2C 协议读取或设置寄存器，检测结果通过读取寄存器的方式来获取，因此只具有应答模式。

每次只可读取或写入一个字节，不支持多字节连续读取或写入。

3.2 视觉算法

小 MU 视觉传感器集成有多种计算机视觉算法，内置摩图科技自主研发的嵌入式深度学习引擎，可以支持物体的检测和分类。MU 支持同时开启多种算法，但算法开启越多，速度将会变慢。每种算法可以单独设置其输出模式，部分算法支持性能 Level，参数输入，多物体检测，详见各算法介绍。

3.2.1 图像识别的特性

图像识别是对光源、色彩、背景、物体移动速度等因素十分敏感的技术，使用环境的差异会对图像检测结果产生不同的影响，为了获取较好的识别结果：

- (1) 避免在过暗、过亮、强逆光的环境下使用，比如昏暗的房间，具有强烈光亮差别的窗边等；
- (2) 避免让灯光或强烈阳光直射目标物体，避免造成物体反光；
- (3) 避免在彩色灯光或可变换的灯光下使用，稳定均匀的白色是最好的光源；
- (4) 避免正对光源使用；
- (5) 颜色敏感型算法不要在有近似颜色的背景下使用，比如绿色网球不要在绿色地毯上使用；
- (6) 避免在有类似目标物体的环境下使用，避免误报，比如球体检测旁边有一个橙子；

3.2.2 图像坐标系与检测数据

小 MU 视觉传感器采用图像坐标系，左上角为坐标原点 (0, 0)，图像长宽比例为 4: 3，图像检测结果量化到了 0 ~ 100 的区间内，如下图所示：

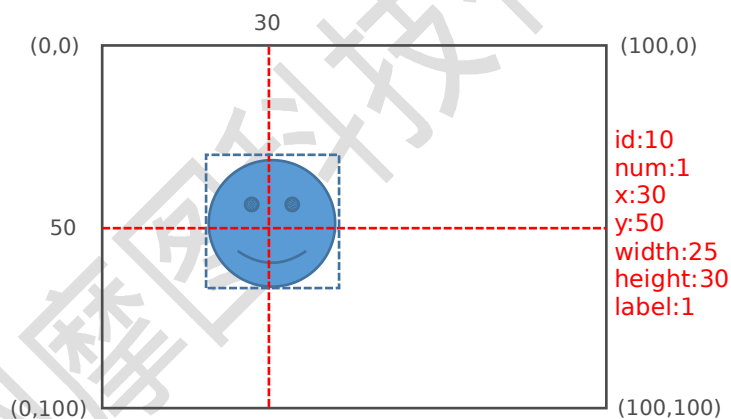


图 6. 图像坐标示意图

检测数据：

- (1) id：算法类型编号
- (2) num：目标物体数量
- (2) x：水平中心坐标
- (3) y：垂直中心坐标
- (4) width：物体边缘宽度
- (5) height：物体边缘高度
- (6) label：分类标签编号，部分算法适用，详见各算法介绍

3.2.3 算法列表

表 7. 算法列表

算法 ID	算法类型	识别对象	返回结果					特殊要求
			data1	data2	data3	data4	data5	
1	颜色检测	指定的颜色	x	y	width	height	label	良好的白色光源
2	颜色识别	指定区域颜色	R	G	B	/	label	良好的白色光源
3	球体检测	橙色乒乓球 绿色网球	x	y	width	height	label	背景不宜过于复杂, 尽量排除与目标球体近似的物体
4	预留	/	/	/	/	/	/	/
5	人体检测	人体上半身	x	y	width	height	/	需要包含头部特征, 正对摄像头效果最好
6	图形类卡片识别	对号, 叉号, 圆形, 方形, 三角形 5 种卡片	x	y	width	height	label	卡片与镜头尽量垂直, 卡片旋转<30°, 倾斜角度<30°
7	交通标志类卡片识别	前进, 左转, 右转, 掉头, 停止 5 种卡片	x	y	width	height	label	卡片与镜头尽量垂直, 卡片旋转<30°, 倾斜角度<30°
8	数字类卡片识别	0~9 数字卡片	x	y	width	height	label	卡片与镜头尽量垂直, 卡片旋转<30°, 倾斜角度<30°

3.2.4 颜色检测, Vision-ID: 1

简介:

该算法用于检测图像中是否存在指定颜色的色块, 用户需要先设定好要检测的颜色分类标签以及最小尺寸, 小于该设定尺寸的色块将被忽略, 可以减少背景中的误报。如果检测到目标颜色, 则返回该色块的坐标区域和尺寸大小。

目标物体:

表 8. 颜色检测分类表

分类标签	目标物体	图案	分类标签	目标物体	图案
1	黑色 (深灰色)		2	白色 (浅灰色)	
3	红色		4	黄色 (橙色)	
5	绿色		6	青色 (蓝绿色)	
7	蓝色		8	紫色	
0	未知	N/A			

算法特殊性:

- (1) 颜色检测对光源较为敏感, 良好的白色稳定光源最为适宜;
- (2) 白平衡会对颜色检测产生明显的影响, 建议使用自动锁定白平衡模式, 将摄像头面对白纸进行测光, 然后再识别颜色;
- (3) 适用于检测单一颜色的物体, 混合颜色将会影响检测结果;
- (4) 由于光源照射造成颜色明暗分布不均匀或是产生阴影, 可能会对检测结果有一定影响;
- (5) 环境背景中不宜出现与目标颜色类似的物体;
- (6) 所设定的最小检测区域越大, 则可以更好的排除背景中杂色的干扰;
- (7) 目标物体越大, 可以识别的距离越远, 反之越近;
- (8) 由于 LED 灯光会对颜色检测产生影响, 故该算法会关闭 LED 的 Auto 模式, 即 LED 颜色不会随是否检测到物体而变化, 但可以将 LED 在手动模式下设为白光用于补光灯使用;
- (9) 可以开启高速采样模式。

输入参数选项：

表 9. 颜色检测输入参数列表

输入参数	含义	范围	默认值
0x25 Param1	无效	/	/
0x26 Param2	无效	/	/
0x27 Param3	识别区域宽度	0 ~ 100%	10
0x28 Param4	识别区域高度	0 ~ 100%	10
0x29 Param5	分类标签	0 ~ 8	3 (红色)

返回结果： 目标区域的颜色 R, G, B 的平均值 (0 ~ 255) 及分类标签。

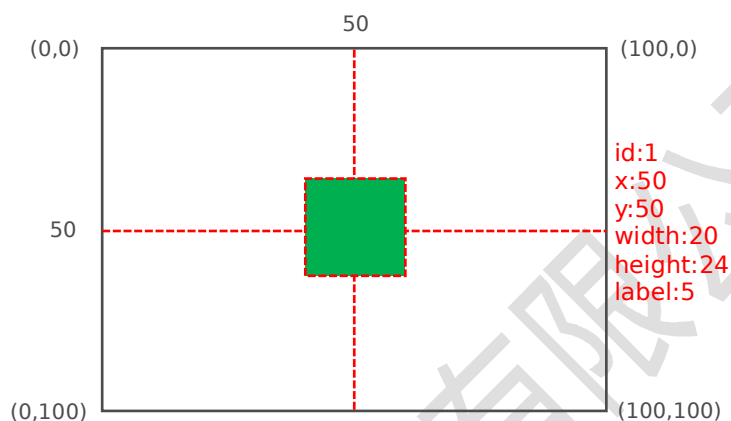


图 7. 颜色检测返回结果示意图

3.2.5 颜色识别, Vision-ID: 2

简介：

该算法用于检测图像中指定区域的颜色，用户需要先设定好要检测区域的中心坐标和范围大小，返回该区域颜色 R, G, B 的平均值以及颜色分类标签（如下所示）。

目标物体：

表 10. 颜色识别分类表

分类标签	目标物体	图案	分类标签	目标物体	图案
1	黑色 (深灰色)		2	白色 (浅灰色)	
3	红色		4	黄色 (橙色)	
5	绿色		6	青色 (蓝绿色)	
7	蓝色		8	紫色	
0	未知	N/A			

算法特殊性：

- (10) 该算法用于识别指定区域的颜色；
- (11) 颜色检测对光源较为敏感，良好的白色稳定光源最为适宜；
- (12) 建议使用自动锁定白平衡模式，将摄像头面对白纸进行测光，然后再识别颜色；
- (13) 适用于单一颜色物体，混合颜色物体可能无法准确的识别颜色；
- (14) 所检测的目标区域越大，需要更多的计算时间；
- (15) 目标物体越大，可以识别的距离越远，反之越近；
- (16) 光线不足时，可以将 LED 设为手动模式，并使用较强的白光进行小范围内的补光。

输入参数选项：

表 11. 颜色识别参数列表

输入参数	含义	范围	默认值
0x25 Param1	识别区域中心 X 坐标	0 ~ 100%	50
0x26 Param2	识别区域中心 Y 坐标	0 ~ 100%	50
0x27 Param3	识别区域宽度	0 ~ 100%	5
0x28 Param4	识别区域高度	0 ~ 100%	5
0x29 Param5	无	/	/

返回结果：目标区域的颜色 R, G, B 的平均值 (0 ~ 255) 及分类标签。

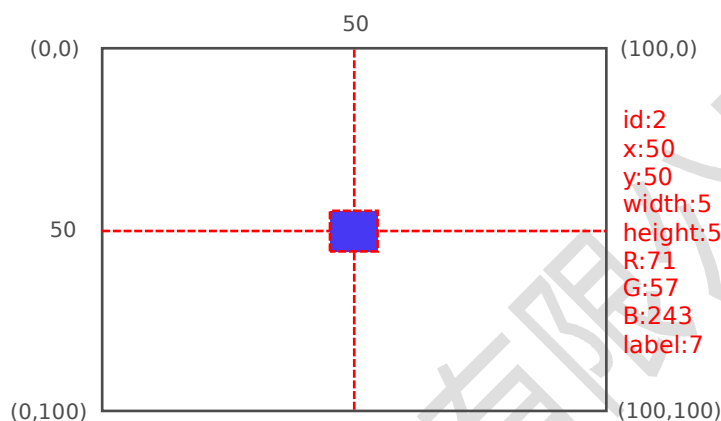


图 8. 颜色识别返回结果示意图

3.2.6 球体检测，Vision-ID: 3

简介：

该算法用于检测图像中是否存在指定的球体：橙色乒乓球或绿色网球，检测到则返回球体的坐标区域，尺寸大小和分类标签。

目标物体：

表 12. 球体检测分类表

分类标签	目标物体	图案	分类标签	目标物体	图案
1	橙色乒乓球		2	绿色网球	

算法特殊性：

- (1) 尽量呈现完整的球体边缘特征，当球体被遮挡后，会影响检测效果；
- (2) 尽量不要在与球体颜色（橙黄色，绿色）近似的背景中使用；
- (3) 球体周围不要出现类似球体且颜色相近的其他物体，如黄色的橙子，圆形图案等；
- (4) 乒乓球由于体积较小，有效检测范围会比网球近，可以通过 CAM_ZOOM 参数来改变视野范围；
- (5) 如果球体移动速度过快，会造成拖影现象，可以采用高速采样 CAM_FPS 改善该问题；
- (6) 最好在白色灯光环境中使用，特殊环境可以改变白平衡参数来调整；
- (7) 不要有强烈的侧光照到球体上而造成明显的明暗区域，造成球体成像失真；
- (8) 当图像中存在多个球体时，返回检测结果最好的那一个。

返回结果：球体的中心坐标，球体外边框大小，分类标签。

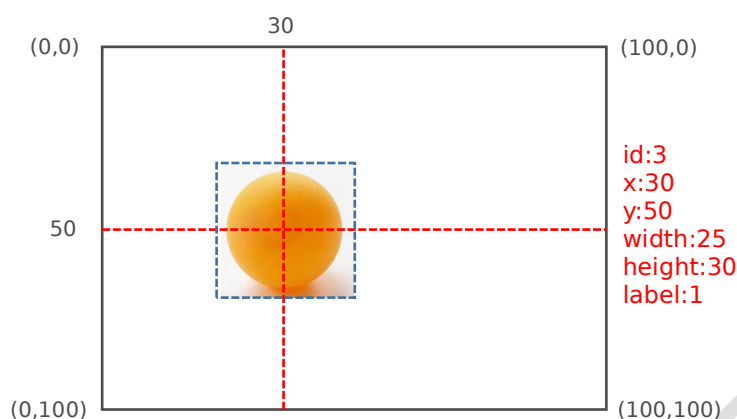


图 9. 球体检测返回结果示意图

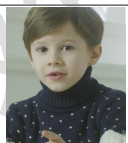
3.2.7 人体检测，Vision-ID: 5

简介：

该算法用于检测图像中是否存在人体，人体特征指由头部和上半身所围成的区域，检测到则返回人体的坐标区域和大小。

目标物体：

表 13. 人体检测目标物体

分类标签	目标物体	图案
无	人体	

算法特殊性：

- (1) 人体特征指由头部和上半身所围成的区域；
- (2) 人体检测不区分性别和年龄，但会受到高矮胖瘦的影响，身材小则检测距离较近；
- (3) 人体正对摄像头的检测效果最好，如果倾斜角度过大可能影响检测效果；
- (4) 当穿着衣物和背景近似时会影响检测效果；
- (5) 当图像中存在多个人体时，返回检测结果最好的那一个。

返回结果：人体的中心坐标和所围成的大小，无分类标签。

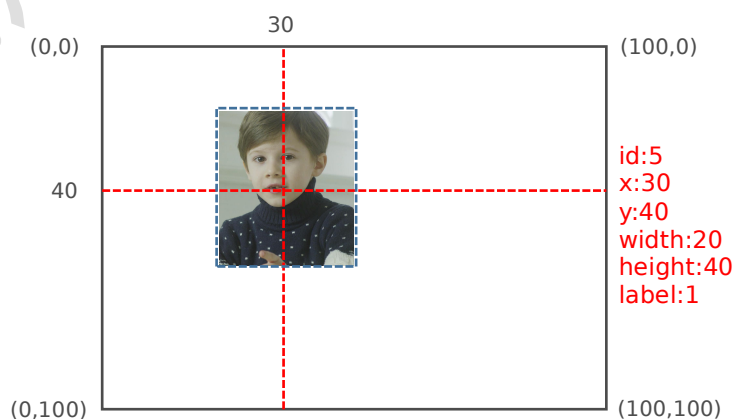


图 10. 人体检测返回结果示意图

3.2.8 图形卡片识别, Vision-ID: 6

简介:

该算法用于检测图像中是否存在指定的图形卡片, 检测到则返回卡片的坐标区域, 尺寸大小和分类标签。

目标物体:

表 14. 图形卡片分类表

分类标签	目标物体	图案	分类标签	目标物体	图案
1	对号图案		2	叉号图案	
3	圆形图案		4	方形图案	
5	三角形图案		0	无效	

算法特殊性:

- (1) 当前版本仅支持上述表格中的图案;
- (2) 卡片右上角的缺口及文字用于标记卡片正方向;
- (3) 卡片中的矩形框是用于定位的, 背景中应避免出现类似物体;
- (4) 卡片垂直正对摄像头的检测效果最好, 旋转角度 $<30^\circ$, 倾斜角度 $<30^\circ$;
- (5) 应避免强光直接照射到卡片上造成反光现象;
- (6) 当图像中存在多个卡片时, 返回检测结果最好的那一个;
- (7) 在准确率要求比较高, 或是存在多组卡片混合使用的场合, 请使用 Level 中的性能优先模式, 该模式会大幅降低不同类型卡片之间的误报问题, 但检测速度会随之降低, 反之可使用速度优先或均衡性能模式。

返回结果: 卡片中心坐标, 卡片外框大小, 分类标签

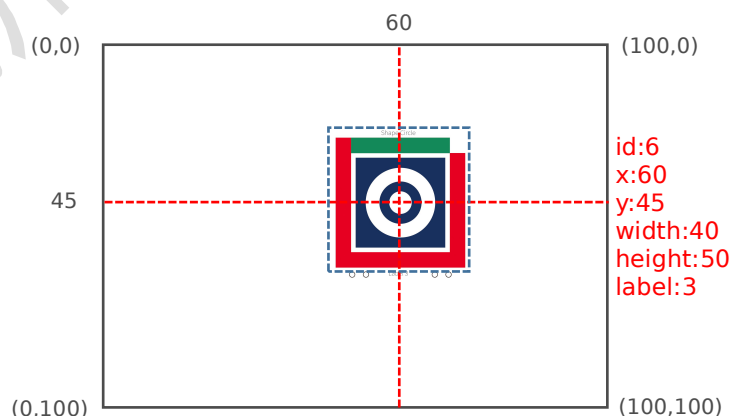


图 11. 卡片识别返回结果示意图

3.2.9 交通卡片识别, Vision-ID: 7

简介:

该算法用于检测图像中是否存在指定的交通卡片, 检测到则返回卡片的坐标区域, 尺寸大小和分类标签。

目标物体:

表 15. 交通卡片分类表

分类标签	目标物体	图案	分类标签	目标物体	图案
1	前进		2	左转	
3	右转		4	掉头	
5	停止		0	无效	

算法特殊性:

同图形卡片。

返回结果:

同图形卡片。

3.2.10 数字卡片识别, Vision-ID: 8

简介:

该算法用于检测图像中是否存在指定的数字卡片, 检测到则返回卡片的坐标区域, 尺寸大小和分类标签。

目标物体:

表 16. 数字卡片分类表

分类标签	目标物体	图案	分类标签	目标物体	图案
1	数字 1		2	数字 2	
3	数字 3		4	数字 4	

5	数字 5		6	数字 6	
7	数字 7		8	数字 8	
9	数字 9		0	数字 0	

算法特殊性:

同图形卡片。

返回结果:

同图形卡片。

杭州摩图科技有限公司

3.3 使用说明

3.3.1 使用步骤

- (1) 设置 Address 地址;
- (2) 设置 Output 模式;
- (3) 版本校验;
- (4) 配置硬件参数;
- (5) 配置算法参数;
- (6) 读取检测结果。

3.3.2 设置地址

通过拨码开关来设定 MU 的设备地址，详见 2.3(7)

3.3.3 设置输出模式

通过拨码开关来设定通讯方式

注：需要在设定完 Address 和 Output 之后再上电，已经上电的则需要按 reset 重启

3.3.4 版本校验

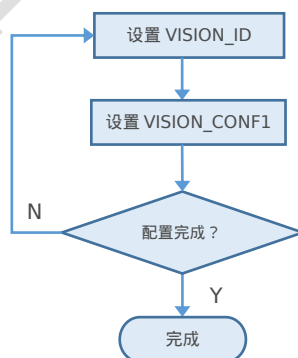
查询 PROTOCOL_VER 和 FIRMWARE_VER 寄存器来判断固件是否与手册一致，不一致则可能导致寄存器功能不同或算法版本区别。

3.3.5 设置硬件参数

根据实际应用场景和需求寄存器相应的寄存器参数，主要涉及 CAMERA_CONF1，LED1，LED2 寄存器。

3.3.6 设置算法参数

每个算法 VISION_ID 都具有相应的寄存器，在设置算法参数前需要先设置 VISION_ID

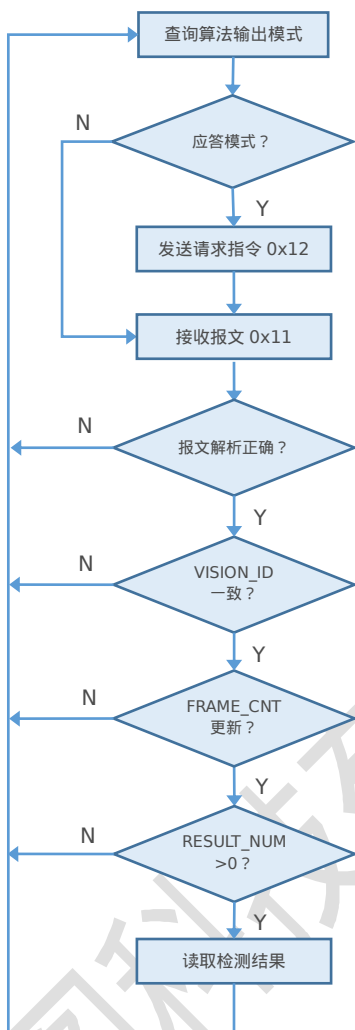


3.3.7 UART 报文读取检测结果

应答模式：读取报文前需要先发送“请求报文 0x12”，然后等待接收“数据报文 0x11”

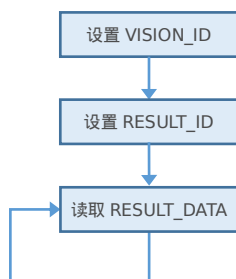
连续模式：接收“数据报文 0x11”

事件模式：接收“数据报文 0x11”



3.3.8 寄存器方式读取检测结果

适用于 UART 或 I2C 直接操作寄存器的方式，根据实际应用需求的不同，读取流程有不同的优化方案，一个必要的简单流程如下所示：



在实际使用时，可以根据其他寄存器来提高读取效率和可靠性，这类寄存器包括：

(1) REG_LOCK:

寄存器读取写安全锁，用于保护寄存器在读取期间不被更新，避免出现检测结果在两帧图像的情况；

(2) FRAME_CNT:

帧号，用于判断所读取的数据是否已更新，尤其是当新读取的数据与上一帧相同时；

(3) VISION_STATUS:

算法启用状态，用于快速查询已经开启的算法；

(4) VISION_DET:

算法检测状态，用于快速查询各算法是否检测到了目标物体，相应的算法位会置 1；

(5) RESULT_NUM:

检测结果数量，用于查询有多少的检测结果可以读取。

(6) READ_STATUS:

寄存器读取状态，用于查询 RESULT_DATA1~5 的读取状态，有新的结果时该位置 1，读取后清 0，可以避免数据重复读取，或判断结果是否已更新。

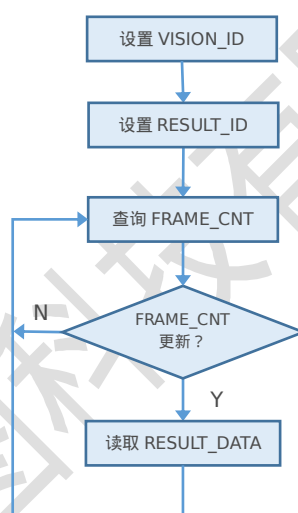
注 1：寄存器的详细含义见各寄存器说明；

注 2：RESULT_ID 默认参数为 1，当算法不支持多物体检测时，设置完 VISION_ID 后直接读取 RESULT_DATA 即可；

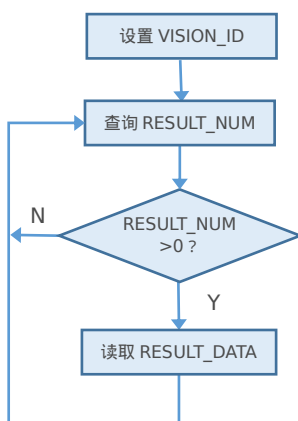
注 3：对于快速实时性应用，直接读取 RESULT_DATA 会更高效。

3.3.9 检测结果读取方案示例

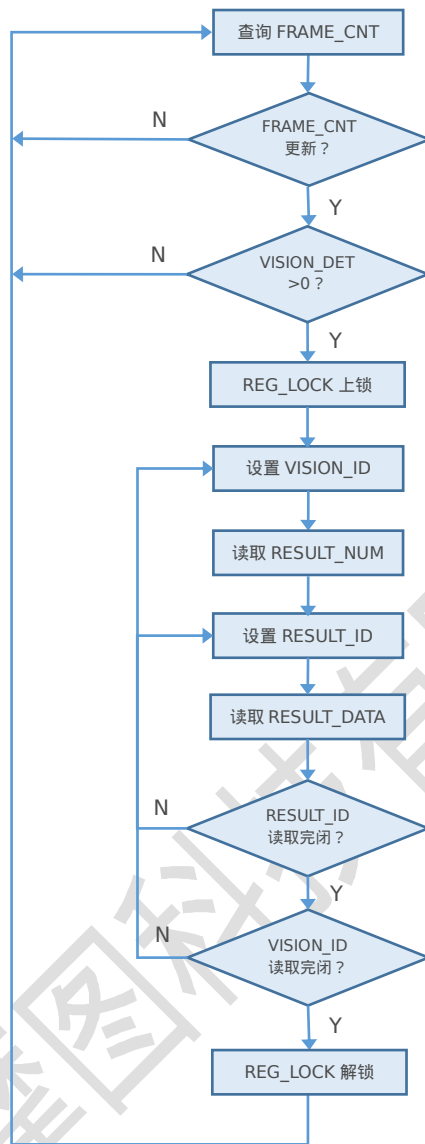
(1) 快速读取方案



(2) 只读取检测到物体时的数据 (RESULT_ID 默认为 1)



(3) 读取全部算法与结果:



4 MU Protocol 通讯协议

UART 模式下的数据通信协议。

4.1 协议格式

START	LEN	ADDR	CMD	DATA	CHK	END
START	: 起始码, 始终为 0xFF					
LEN	: 长度, 从起始码到结束码所有的字节数					
ADDR	: 设备地址, 范围 0x60~0x63, 特别的: 0x00 为广播地址, 所有设备都会接收					
CMD	: 指令码/应答码					
DATA	: 数据, 详见各指令码介绍					
CHK	: 校验码, 从 START 至 DATA 所有字节累加求和 例: FF 08 60 01 20 03 8B ED 其中 8B 为校验码, $0xFF+0x08+0x60+0x01+0x20+0x03 = 0x8B$					
END	: 结束码, 始终为 0xED					

4.2 应答码

错误类型	起始码	长度	设备地址	应答码	数据	校验码	结束码
应答正确	0xFF	LEN	ADDR	0xE0	指令码 寄存器地址	CHK	0xED
应答错误				0xE1			
未知错误				0xE2			
超时错误				0xE3			
校验错误				0xE4			
长度错误				0xE5			
指令错误				0xE6			
地址错误				0xE7			
参数错误				0xE8			
写入错误				0xE9			

4.3 指令码

指令类型	起始码	长度	设备地址	指令码	数据	校验码	结束码			
写寄存器	0xFF	LEN	ADDR	0x01	REG	VAL	CHK	0xED		
读寄存器				0x02	REG					
数据报文				0x11	FRAME	VISION			NUM	RESULTS
请求报文				0x12	VISION_ID					

4.3.1 写寄存器 0x01

描述: 向指定寄存器 REG 写入数据 DATA (1Byte)

起始码	长度	设备地址	指令	数据	校验码	结束码	
0xFF	LEN	ADDR	0x01	REG	DATA	CHK	0xED

REG: 寄存器地址

DATA: 寄存器参数

写入成功:

起始码	长度	设备地址	指令	数据	校验码	结束码	
0xFF	LEN	ADDR	0xE0	0x01	REG	CHK	0xED

写入失败:

起始码	长度	设备地址	指令	校验码	结束码
0xFF	LEN	ADDR	应答码	CHK	0xED

4.3.2 读寄存器 0x02

描述：读取指定寄存器 REG 的数据

起始码	长度	设备地址	指令	数据	校验码	结束码
0xFF	LEN	ADDR	0x02	REG	CHK	0xED

REG：寄存器地址

读取成功：

起始码	长度	设备地址	指令	数据		校验码	结束码
0xFF	LEN	ADDR	0xE0	0x02	DATA	CHK	0xED

DATA：所读取的数据

读取失败：

起始码	长度	设备地址	指令	校验码	结束码
0xFF	LEN	ADDR	应答码	CHK	0xED

4.3.3 数据报文 0x11

描述：传感器的图像检测结果报文，无应答报文。

起始码	长度	设备地址	指令	数据				校验码	结束码
0xFF	LEN	ADDR	0x11	FRAME	VISION_ID	NUM	RESULTS	CHK	0xED

FRAME：帧号，1 ~ 100 循环累计，MU 每处理一帧数据，该位自动增 1

VISION_ID：算法类型编号

NUM：检测结果 RESULT 的数量

RESULT：检测结果数据，每条检测结果包含 5 个字节，不同算法所代表的含义不同，如下所示：

算法	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5
颜色检测	Center_X	Center_Y	Width	Height	Label
颜色识别	R	G	B	/	Label
球体检测	Center_X	Center_Y	Width	Height	Label
人体检测	Center_X	Center_Y	Width	Height	/
卡片识别	Center_X	Center_Y	Width	Height	Label

4.3.4 请求报文 0x12

描述：当 MU 接收到该报文后会立即返回当前检测结果。

起始码	长度	设备地址	指令	数据	校验码	结束码
0xFF	LEN	ADDR	0x12	VISION_ID	CHK	0xED

VISION_ID：算法类型编号

请求成功：返回 0x11 数据报文

请求失败：

起始码	长度	设备地址	指令	校验码	结束码
0xFF	LEN	ADDR	错误码	CHK	0xED

5 寄存器

Address	Register	Default	R/W	Bit	Symbol	Description
0x01	PROTOCOL_VER 协议版本号	0x03	R	[7:0]	PROTOCOL_VER	协议版本号
0x02	FIRMWARE_VER 固件版本号	N/A	R	[7:0]	FIRMWARE_VER	固件版本号, 与固件版本相关
0x03	RESTART 重启	0x00	W	[0]	RESTART	传感器重启传 0: 正常工作 1: 系统重启
0x04	SENSOR_CONF1 传感器设置 1	0x00	R/W	[0:1]	RESERVED	/
				[2]	DEFAULT	传感器恢复默认配置 0: 当前配置 1: 恢复所有寄存器默认配置
				[7:3]	RESERVED	/
0x05	LOCK 寄存器锁	0x00	R/W	[0]	REG_LOCK	寄存器读写安全锁, 置 1 后传感器将不会更新检测结果, 直到解除安全锁, 可以用于确保检测数据是来自同一次的检测结果 0: 关闭 1: 开启
0x06	LED1 LED1 设置	0x28	R/W	[0]	LED1_MODE	LED1 工作模式 0: 自动模式 1: 手动模式
			R/W	[3:1]	LED1_DETECT_COLOR	自动模式: 检测到物体后 LED1 的颜色 手动模式: 手动设置 LED1 的颜色 000: 关闭 001: 红色 010: 绿色 011: 黄色 100: 蓝色 101: 紫色 110: 青色 111: 白色
			R/W	[4]	LED1_HOLD	每处理一帧图像后, LED1 灯光是否保持 0: 关闭灯光 1: 保持灯光
			R/W	[7:5]	LED1_UNDETECT_COLOR	自动模式: 当未检测到物体时 LED1 的颜色 手动模式: 无效 000: 关闭 001: 红色 010: 绿色 011: 黄色 100: 蓝色 101: 紫色 110: 青色 111: 白色
0x07	LED2 LED2 设置	0x28	R/W	[0]	LED2_MODE	LED2 工作模式 0: 自动模式 1: 手动模式
			R/W	[3:1]	LED2_DETECT_COLOR 2	自动模式: 检测到物体后 LED2 的颜色 手动模式: 手动设置 LED2 的颜色 000: 关闭 001: 红色 010: 绿色 011: 黄色 100: 蓝色 101: 紫色 110: 青色 111: 白色
			R/W	[4]	LED2_HOLD	每处理一帧图像后, LED2 灯光是否保持

						0: 关闭灯光 1: 保持灯光
			R/W	[7:5]	LED2_UNDETECT_COLOR	自动模式: 当未检测到物体时 LED2 的颜色 手动模式: 无效 000: 关闭 001: 红色 010: 绿色 011: 黄色 100: 蓝色 101: 紫色 110: 青色 111: 白色
0x08	LED_LEVEL	0x11	R/W	[3:0]	LED1_LEVEL	LED1 的发光强度 范围: 0 ~ 15
				[7:4]	LED2_LEVEL	LED2 的发光强度 范围: 0 ~ 15
0x09	UART 串口设置	0x00	R/W	[2:0]	BAUDRATE	设置串口波特率, 修改后会自动保存。串口其他参数, 数据位: 8, 停止位: 1, 校验位: 无 000: 9600 001: 19200 010: 38400 011: 57600 100: 115200 101: 230400 110: 460800 111: 921600
				[7:3]	RESERVED	/
0x0A~ 0x0F	RESERVED 预留	0x00	/			
0x10	CAMERA_CONF1 摄像头设置 1	0x10	R/W	[2:0]	CAM_ZOOM	数码变焦, 数字越大, 则视野越远, 但视角会变窄, 反之视角越大, 视野越近 000: 默认配置/自动调节 001: ZOOM1 010: ZOOM2 011: ZOOM3 100: ZOOM4 101: ZOOM5
				[3]	CAM_ROTATE	旋转图像 0: 默认方向 1: 图像旋转 180 度
				[4]	CAM_FPS	摄像头采样速率 0: 标准采样, 性能与功耗较为均衡 1: 高速采样, 处理速度更快, 减少图像拖影问题, 但会增加功耗, 适用于运动速度较快的场景
				[6:5]	CAM_AWB	白平衡模式 00: 自动白平衡, 适用于常规环境 01: 自动锁定白平衡, 通过采集若干帧图像进行测光, 然后锁定白平衡参数, 适用于颜色敏感的算法, 或是有大面积颜色背景的应用情况。 测光时需要在白色灯光环境下进行, 将摄像头面对一张白纸进行测光。 10: 白光/阴天, 对于采用白色灯光的室内, 或是阴天的室外, 可以使用此模式 11: 黄光/晴天, 对于采用黄色灯光的室内, 或是晴天的室外, 可以使用此模式
				[7]	RESERVED	/

0x11~ 0x1E	RESERVED 预留	0x00	/			
0x1F	FRAME_CNT 帧号	0x01	R	[0:7]	FRAME_CNT	帧号，每处理完一帧图像，帧号会增加 1，累计到 100 后置 1 重新计数 范围：1~100
0x20	VISION_ID 算法类型编号	0x00	R/W	[7:0]	VISION_ID	算法类型编号 范围：1~16
0x21	VISION_CONF1 算法设置 1	0x20	R/W	[0]	STATUS	算法使能状态 0: 关闭算法 1: 开启算法
				[1]	DEFAULT_VISION	算法默认设置 0: 当前设置 1: 恢复默认设置
				[3:2]	OUTPUT_MODE	检测结果输出模式 00: 应答模式，接收到请求报文指令后，或 bit[7] 置 1 后，返回检测结果报文 01: 连续模式，持续输出检测结果报文 10: 事件模式，当检测到物体后，输出检测结果报文
				[5:4]	LEVEL	算法性能，不同算法具有不同的 LEVEL 定义，详见算法介绍 00: 默认参数 01: 速度优先 10: 均衡性能 11: 准确率优先
				[6]	RESERVED	
[7]	OUTPUT_EN	报文输出控制，在 UART 连续模式和事件模式下，置 1 后会持续报文输出，在 UART 应答模式下，置 1 后会返回一条报文，然后自动清 0 该位 0: 关闭报文输出 1: 开启报文输出				
0x22~ 0x24	RESERVED 预留	0x00	/			
0x25	PARAM_VALUE1 算法参数字节 1	0x00	R/W	[7:0]	PARAM_VALUE1	算法配置参数，各算法具有不同的参数定义，详见算法介绍
0x26	PARAM_VALUE2 算法参数字节 2	0x00	R/W	[7:0]	PARAM_VALUE2	
0x27	PARAM_VALUE3 算法参数字节 3	0x00	R/W	[7:0]	PARAM_VALUE3	
0x28	PARAM_VALUE4 算法参数字节 4	0x00	R/W	[7:0]	PARAM_VALUE4	
0x29	PARAM_VALUE5 算法参数字节 5	0x00	R/W	[7:0]	PARAM_VALUE5	
0x2A	VISION_STATUS1 算法使能状态 1	0x00	R	[0]	VISION1	算法 1 使能状态，当开启算法 1 后，该位自动置 1 0: 未开启 1: 已开启 下同
				[1]	VISION2	算法 2 使能状态
				[2]	VISION3	算法 3 使能状态
				[3]	VISION4	算法 4 使能状态
				[4]	VISION5	算法 5 使能状态
				[5]	VISION6	算法 6 使能状态
				[6]	VISION7	算法 7 使能状态
[7]	VISION8	算法 8 使能状态				
0x2B	VISION_STATUS2 算法使能状态 2	0x00	R	[0]	VISION9	算法 9 使能状态
				[1]	VISION10	算法 10 使能状态
				[2]	VISION11	算法 11 使能状态
				[3]	VISION12	算法 12 使能状态

				[4]	VISION13	算法 13 使能状态
				[5]	VISION14	算法 14 使能状态
				[6]	VISION15	算法 15 使能状态
				[7]	VISION16	算法 16 使能状态
0x2C~0x2F	RESERVED 预留	0x00	/			
0x30	VISION_DET1 算法检测结果 1	0x00	R	[0]	VISION1	算法 1 检测结果, 当检测到物体后置 1, 否则置 0, 可以快速的判断哪个算法检测到了物体 0: 未检测到物体 1: 检测到物体 下同
				[1]	VISION2	算法 2 检测结果
				[2]	VISION3	算法 3 检测结果: 球体检测
				[3]	VISION4	算法 4 检测结果
				[4]	VISION5	算法 5 检测结果: 人体检测
				[5]	VISION6	算法 6 检测结果
				[6]	VISION7	算法 7 检测结果: 交通卡片识别
				[7]	VISION8	算法 8 检测结果
0x31	VISION_DET2 算法检测结果 2	0x00	R	[0]	VISION9	算法 9 检测结果
				[1]	VISION10	算法 10 检测结果
				[2]	VISION11	算法 11 检测结果
				[3]	VISION12	算法 12 检测结果
				[4]	VISION13	算法 13 检测结果
				[5]	VISION14	算法 14 检测结果
				[6]	VISION15	算法 15 检测结果
				[7]	VISION16	算法 16 检测结果
0x32~0x33	RESERVED 预留	0x00	/			
0x34	RESULT_NUM 检测结果数量	0x00	R	[7:0]	RESULT_NUM 检测结果的数量	检测结果的数量 范围 0 ~ 10
0x35	RESULT_ID 检测结果编号	0x01	R/W	[7:0]	RESULT_ID 检测结果的编号	检测结果的编号 范围 1 ~ 10
0x36	READ_STATUS1 读取状态 1	0x00	R/W	[0]	DATA1	检测结果 1 读取状态, 用于判断当前检测结果是否已读取, 避免重复读取或判断结果是否更新 0: 已读取 1: 未读取 下同
				[1]	DATA2	检测结果 2 读取状态
				[2]	DATA3	检测结果 3 读取状态
				[3]	DATA4	检测结果 4 读取状态
				[4]	DATA5	检测结果 5 读取状态
[7:5]	预留	/				
0x37~0x3F	RESERVED 预留	0x00	/			
0x40	RESULT_DATA1 检测结果 1	0x00	R	[7:0]	RESULT_DATA1	检测结果, 各算法具有不同的参数定义, 详见算法介绍
0x41	RESULT_DATA2 检测结果 2	0x00	R	[7:0]	RESULT_DATA2	
0x42	RESULT_DATA3 检测结果 3	0x00	R	[7:0]	RESULT_DATA3	
0x43	RESULT_DATA4 检测结果 4	0x00	R	[7:0]	RESULT_DATA4	
0x44	RESULT_DATA5 检测结果 5	0x00	R	[7:0]	RESULT_DATA5	
其他	RESERVED 预留	0x00	/			

6 固件更新

6.1 下载 Flash 工具

固件更新采用 espressif 官方提供的 Flash 下载工具，下载地址如下，版本如有更新，请到 espressif 官网查询，不另行通知，下载后解压并完成安装。

下载地址：

https://www.espressif.com/sites/default/files/tools/flash_download_tools_v3.6.5.zip

6.2 下载小 MU 视觉传感器固件

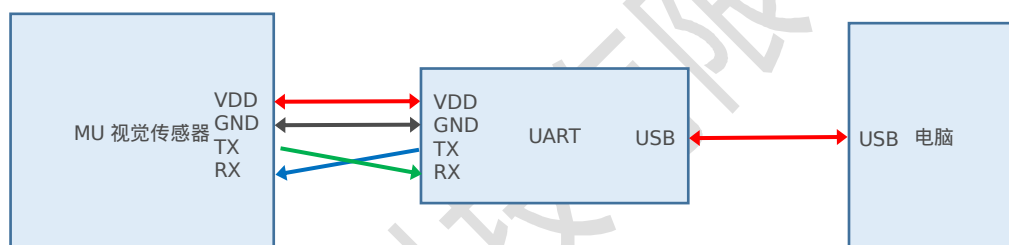
请关注摩图官网，或联系售后技术支持获得最新版固件：

<http://www.morpx.com/>

6.3 固件更新

(1) 连线

需要自行准备一个 USB-UART 通讯模块，按照串口形式接线，TX 接 RX，RX 接 TX，如下：

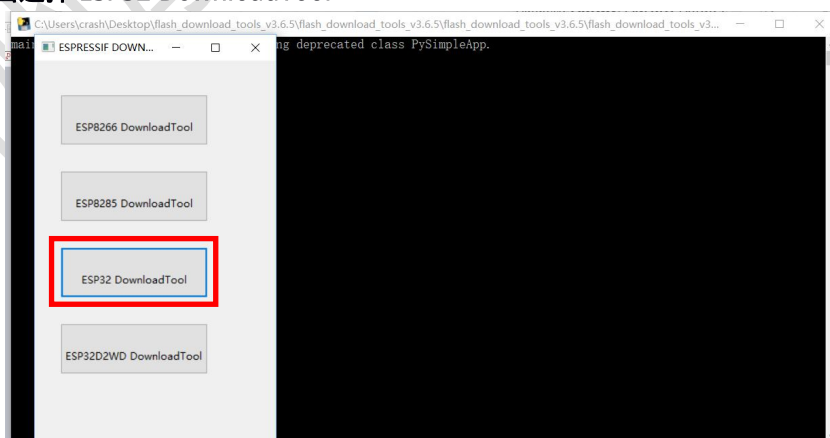


(2) 进入烧录模式

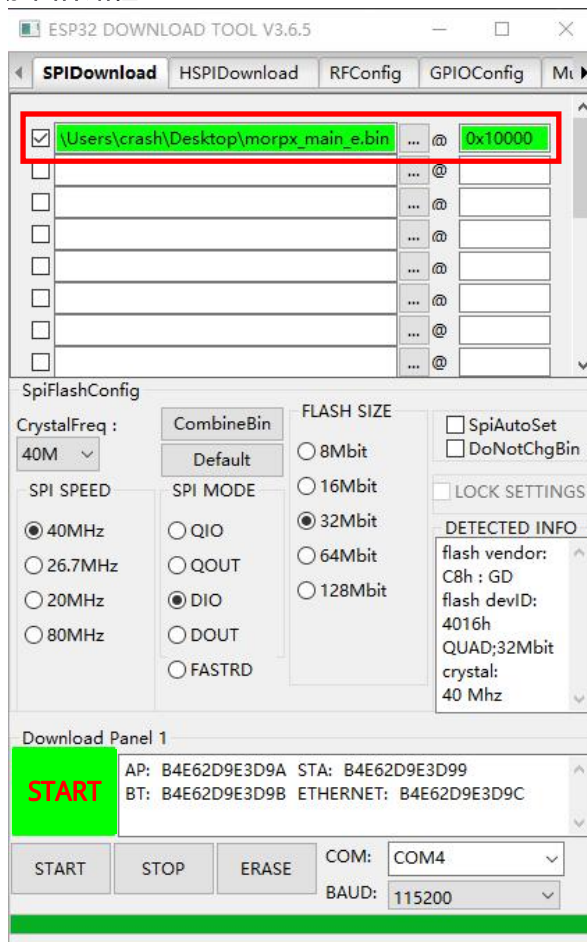
按住小 MU 视觉传感器的 Mode 键，再短按 Reset 键，松开 Mode 键，即可进入烧录模式。

(3) 双击打开程序 flash_download_tools_vx.x.x.exe

(4) 点击选择 ESP32 DownloadTool



(5) 设置参数并添加固件路径



SPI SPEED: 40MHz

SPI MODE: DIO

FLASH SIZE: 32Mbit

BAUD: 115200

注：对于高性能的串口模块，可以选择更高的波特率，比如 921600，可以更快的完成烧录

COM：连接模块的对应 COM 端口，可以通过 Windows 设备管理器查看串口模块所连接的 COM 端口。

(6) 添加文件路径

点击红色方框内“...”按钮，选择所要更新的固件文件路径，并在前面方框内勾选√；

(7) 输入地址

在@符号后面输入地址：**0x10000**，

这点尤为重要，不要输入错误地址，也不要尝试其他地址，否则可能导致传感器内置固件损坏，如有发生，请联系摩图科技售后客服进行解决

电话：(0571) 8195 8588

邮箱：support@morpx.com

(8) 更新固件

点击左下角“START”按钮开始下载并等待完成，当窗口最下方的绿色进度条至最右端并显示“FINISH 完成”字样，则下载完成。

(9) 重启小 MU

7 产品升级计划

感谢您购买及使用小 MU 视觉传感器，作为一款全新的产品一经推出便获得了非常不错的反响和好评，大家对视觉识别有了全新的认识，同时也征集了不少的用户建议和意见。鉴于广大用户及市场的迫切需求，我们率先推出了一个稳定的版本给广大用户去体验和使用，虽然此时小 MU 的部分功能尚未完全开放给用户，但小 MU 是一款支持固件更新的硬件产品，我们将会持续的推出新的功能，完善算法性能，丰富算法种类，固件更新请关注摩图科技官方网站：<http://www.morpx.com>。

杭州摩图科技有限公司

修订历史

日期	版本	发布说明
2018.10.24	V0.1	起草
2018.11.19	V0.2	<ol style="list-style-type: none"> 1.寄存器 0x00 协议版本号更新为 0x02; 2.寄存器 0x04 删除 Restart 位和 Lock 位; 3.增加 0x03 Restart 寄存器; 4.增加 0x05 Lock 寄存器; 5.寄存器 0x09 UART 默认波特率改为 9600; 6.描述文字的修改。
2018.11.28	V0.3	<ol style="list-style-type: none"> 1.寄存器 0x00 协议版本号地址变更为 0x01, 值更新为 0x03; 2.寄存器 0x01 固件版本号地址变更为 0x02, 值更新为 0x03; 3.增加 0x08 LED_LEVEL 寄存器; 4.增加 Vision_ID 0x02 颜色识别算法; 5.Vision_ID 0x03 球体检测算法增加 Label 输出; 6.镜头参数更新; 7.添加固件更新章节。
2018.12.29	V0.4	<ol style="list-style-type: none"> 1.增加 Vision_ID 0x02 颜色识别算法; 2.增加 Vision_ID 0x06 图形卡片识别算法; 3.增加 Vision_ID 0x08 数字卡片识别算法; 4.更新了 Vision_ID 0x07 交通卡片图案; 5.寄存器 0x02 FIRMWARE_VER 固件版本号更新为 0x04; 6.寄存器 0x08 LED_LEVEL 默认参数修改为 0x11; 7.寄存器 0x10 CAMERA_CONF1 默认参数修改为 0x10, 高速采样模式; 8.寄存器 0x21 VISION_CONF1 默认参数修改为 0x20; 9.数据报文中增加颜色检测和颜色识别内容; 10.其他描述性文字的更新。
2019.04.22	V0.5	<ol style="list-style-type: none"> 1.硬件更新, 采用全新的光线传感器替代原光敏电阻, 镜头参数更新; 2.更新了形状卡片和数字卡片图案; 3.文字描述及配图更新。
/	/	/