

一般的描述

TOFcam-660是一款成本优化的3D相机。它基于ESPROS专有的飞行时间技术，使用epc660 TOF旗舰芯片。摄像机控制照明和成像芯片获得距离和灰度图像。深度图像根据环境光、温度和场景的反射率进行补偿。通过使用ESPROS提供的用户界面之一，可以在直角坐标系中使用3D点云。由于高性能的成像芯片与独特的环境光抑制，该相机可以在充分的阳光条件下使用。

本文档允许TOFcam-660用户轻松地连接相机并开始使用计算机。它包含了设备的所有特性以及GUI和ROS应用程序的所有功能的描述。接口、协议和命令的完整描述允许将模块连接到集成系统。一个软件开发工具包(SDK)，包含所有c++源代码，库和驱动程序，包括订购ESPROS epc660评估工具包。

特性

- 320 x 240像素QVGA分辨率(76°800像素)
- 每秒可达20 TOF测量(每秒1.5 MIO距离和振幅值)
- 距离测量和物体识别从厘米到100米
- 四种不同的视野和操作范围可用
- 完全校准和补偿
- 耐阳光和环境光达100 kLux
- GigE和USB接口
- 各种用户界面:GUI, ROS, Python
 - 评估TOFcam-660的主要功能
 - 存储和召回相机配置
 - 容易收集距离数据和点云
 - 很多关于“飞行时间做得对”的解释

应用程序

- 从事各种科学领域的研究
- 物联网应用
- 基于epc660的TOF传感器的评价与开发
 - 车辆自动导航，舱内监控
 - 对象分类与保障
 - 人脸识别，手势控制(人机界面)



图1:tofcam - 660

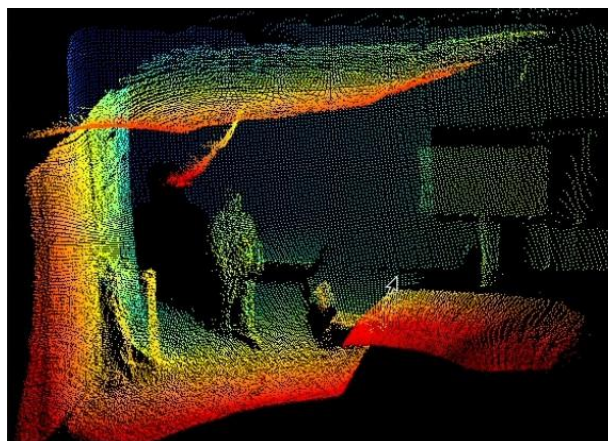


图3:点云

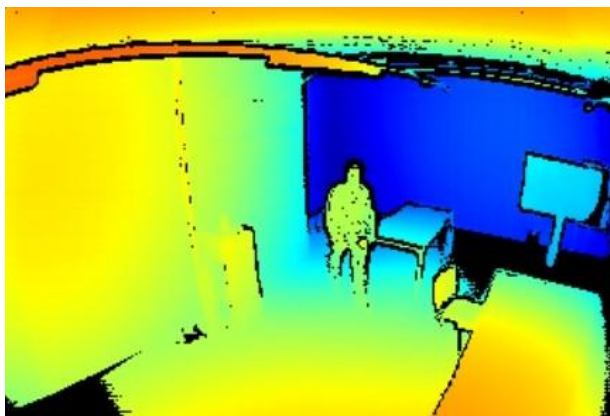


图2:彩色编码的TOF距离



图4:振幅为对数灰度











内容

1.	在开始之前	3.
1.1.	预防措施和安全.....	3.
1.2.	更新.....	3.
1.3.	重要的笔记.....	3.
2.	缩写	4
3.	快速指南	6
3.1.	连接摄像机模块.....	6
3.2.	相机的设置.....	6
4.	TOFcam-660飞行时间相机	7
4.1.	系统概述.....	7
4.2.	交付的范围.....	7
4.3.	订购信息.....	7
4.4.	技术数据.....	9
4.5.	机械数据.....	10
4.5.1.	机械特性.....	10
4.5.2.	机械尺寸.....	11
4.6.	相机连接器.....	11
4.6.1.	局域网连接.....	11
4.6.2.	电源和GPIO连接器.....	11
4.6.3.	IP重置按钮.....	12
4.7.	启动.....	12
4.8.	固件升级.....	13
5.	GUI	14
5.1.	GUI主窗口.....	14
5.1.1.	视图菜单.....	14
5.1.2.	游戏菜单.....	17
5.1.3.	生活形象窗口.....	17
5.1.4.	点云.....	18
5.1.5.	决定信息窗口.....	19
5.2.	网络设置.....	20.
5.3.	配置菜单.....	20.
6.	用ROS操作设备	21
6.1.	ROS摄像头驱动程序.....	21
6.1.1.	ROS是什么?.....	21
6.1.2.	构建ROS驱动程序.....	21
6.1.3.	使用启动文件运行ROS驱动程序.....	21
6.2.	ROS API.....	22
6.2.1.	启动节点.....	22
6.2.2.	发表的主题.....	22
6.2.3.	可动态重新配置的参数.....	23
7.	通信接口	24
7.1.	描述.....	24
7.2.	命令连接(TCP).....	24
8.	沟通	25
8.1.	命令.....	25
8.2.	反应.....	27
8.3.	工厂的命令.....	28
9.	测量数据连接(UDP)	30.
9.1.	包化(传输层).....	30.
9.2.	有效负载(应用层).....	31
9.3.	有效载荷头.....	31
9.4.	测量数据的数据类型和格式.....	32
9.5.	测量数据.....	32
10.	维护和处理	33
10.1.	维护.....	33
10.2.	处理.....	33
11.	齿顶高	34
11.1.	相关文档.....	34

11.2.	链接.....	34
11.3.	许可证.....	34
12.	重要的通知.....	35





1. 在开始之前

1.1. 预防措施和安全

	眼睛安全: 不要直视正在操作的摄像机。根据操作方式的不同,相机设备会发出高度集中的不可见红外光。它可能对人眼有害。这些设备的使用必须遵循IEC62471中给出的安全注意事项。
	摄像模块是一种电子设备。用防静电措施进行处理。
	“过压”:为避免设备损坏或人身危险,请使用与摄像机数据表对应的电源。
	走线:将摄像机固定在坚实的表面上或固定在坚实的支架上。电缆小心的地方。坠落的设备可能会损坏或伤害到人员。
	相机自带自己校准的TOFCOS。在没有遵守本手册的说明的情况下,请勿更改TOFCOS。
	小心相机的窗户表面。请勿使用任何溶剂、清洁剂或机械磨擦毛巾或高压水清洗相机。
	操作设备时应遵守当地EMC规范。
	这架照相机不是安全装置。它不得用于安全应用、爆炸性环境或放射性环境中,除非用户实施了所需的安全措施,例如通过冗余。然而,对应用程序的安全的唯一责任是由用户。
	有限保证-丧失保证 本相机只能由授权人员安装和使用。本数据表及相关文件中的所有说明均应遵守并完全遵守。另外,安装人员和用户必须遵守当地的法律法规。安装人员和用户对系统的安全使用和操作负全责。确保本产品按照所有适用的规范和标准使用,以确保整个应用程序的安全运行,是安装者和用户的唯一责任。买方、安装者或用户对设备的任何更改都可能导致设备损坏或不安全的运行条件。ESPROS光电股份有限公司不负任何责任或保证索赔的结果,这些操纵或不顾给定的操作说明。
	ESPROS Photonics AG是一家ISO 9001: 2015认证公司。
	本产品符合欧盟标准,不含有害物质。

1.2. 更新

ESPROS Photonics不断努力提供全面和正确的产品信息。因此,请定期查看ESPROS网站的数据表和文件更新版本:www.espros.com

	下载最新的TOFcam-660传单。
	下载最新的TOFcam-660安装操作手册。
	下载并使用最新软件包“TOFCAM660_SW_Package”,该软件包包含用于Windows、Mac或Linux计算机的图形用户界面(GUI)、机器人操作系统(ROS)应用程序和Python API框架。当前固件“TOFCOS”是GUI的一部分,它允许使用当前固件轻松升级相机。 如果有任何问题,请联系您的ESPROS销售办公室或发送电子邮件至 sales@espros.com 。
	下载并使用最新的软件开发工具包(SDK)“TOFCAM660_SDK”,包含固件、GUI、ROS和API的所有源代码。解包SDK是密码保护的。回到ESPROS检查您是否满足获取密码的要求。

1.3. 重要的笔记

关于初步版本的说明:

本手册正在编制中。重要的部分可能丢失了

文字中的彩色标记表示“正在考虑中”,并指尚未适用或验证的信息。

值和/或信息是估计或仅显示适用的原则。

2. 缩写

指示器	描述
3 d	三维
消	承认
ADC	模拟-数字转换器
API	应用程序接口
装箱	定义数量的像素的总和。分仓可以在电荷(模拟)中进行，也可以在数字域中进行
CMD	命令
CPU	中央处理单元
儿童权利公约	循环冗余校验(校验和)
cwTOF	连续波调制飞行时间
DCS	微分相关样品
DLL	延时锁环，可控延迟线
DRNU	距离响应不均匀性:同一距离的目标从像素到像素的距离误差
EMC	电磁兼容性
EMI	电磁干扰
防静电	静电放电
视场	的视野
帧/秒	帧率，每秒图像数
框架	一个图像
GigE	千兆以太网
接地	接地端，负电源电压
GPIO	通用输入/输出
GS	灰度
GUI	图形用户界面
HDR	高动态范围
ID	标识符
在	用于检测高电压或低电压的输入端子
知识产权	互联网协议地址
ISO	国际标准化组织
电平	联合电子器件工程委员会
局域网	局域网
领导	发光二极管，用来照亮景物或作指示物
LSB	最低有效位
LVTTTL	低压晶体管晶体管逻辑
最高有效位	最高有效位/字节
纳	不承认
NF	视野狭窄
出	输出端子可以设置为高或低电压
QVGA	四分之一视频图形阵列
RMS	均方根
RoHS	限制有害物质
ROI	像素场中感兴趣的区域
ROS	机器人操作系统
处方	接收终端，输入数据
SDK	软件开发工具包

指示器	描述
科幻小说	标准视场
西南	软件
TBD / TBD	被定义为尚未可用或无效的信息
TOF	飞行时间
TOFCOS	飞行时间相机操作系统
TTL	晶体管晶体管逻辑
TX	发送终端，数据输出
UART	通用异步收发机
USB	通用串行总线
UWF	超宽视野
VDD	积极的电源电压
WF	视野开阔

表1:本文中使用的缩写列表

3. 快速指南

3.1. 连接摄像机模块

首先，您需要为相机准备电源。因此，使用包括在交付范围内的6针连接器。如果您订购的电源和电源适配器电缆作为附件根据4.3章，那么您不需要提供一个单独的电源连接到这个6针连接器。

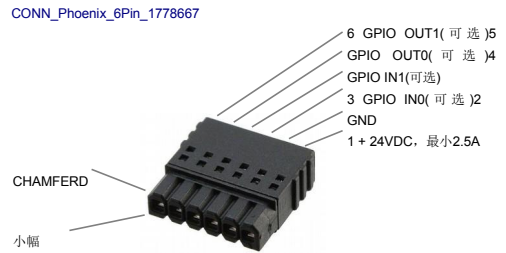


图5:6pin电源和GPIO连接器

您需要在计算机上安装图形用户界面。这可以从我们的下载页面的软件包“TOFCAM660_SW_Package”中获得。

需要考虑摄像头的IP地址为10.10.31.180，子网掩码为255.255.255.0。所以你需要在相同的网络范围内操作摄像头。如果你的电脑有一个RJ45局域网连接器，你可以直接连接相机与相应的网络设置的局域网适配器在你的电脑。你可以为你的电脑选择一个手动IP 10.10.31.190，例如，如果你使用RJ45到USB适配器，你需要相应地配置你的USB适配器的设置。你可以为你的USB适配器选择一个手动IP地址10.10.31.190，例如，禁用你的计算机防火墙或为相机应用程序添加一个例外。防火墙可能会阻止图像窗口中数据的可视化。

- 使用RJ45连接线连接你的相机和电脑。
- 使用准备好的电源将相机连接到适当的电压。
- 在您的计算机上启动GUI。与摄像机的连接将显示在GUI主窗口的左下角(连接到10.10.31.180 -用绿色字母)。这可能需要大约60秒。如果几分钟内没有连接，请断开并重新连接电源。如果这没有帮助，您需要检查您的网络适配器的网络设置，如前所述。

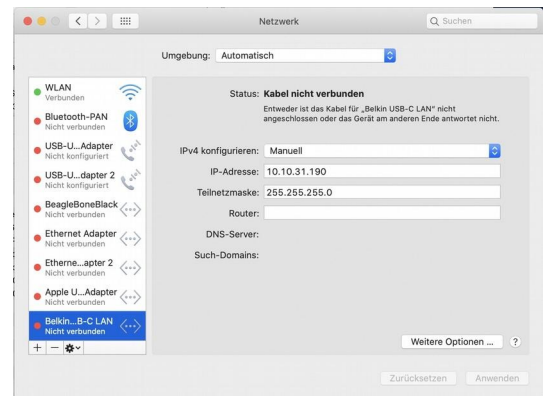


图6:USB-LAN适配器的IP配置

3.2. 相机的设置

- 选择图像类型“距离”
- 选择HDR模式“HDR temporal”，并设置整合时间：“low” = 1000µs / “medium” = 2000µs / “high” = 4000µs
根据场景中物体的距离和反射率，这些值需要降低。
- 对于目标检测设置“最小振幅”为10 LSB，为准确测量到100 LSB(这是很好的起点，微调可能)。
- 将“距离最小值”设置为100mm，将“距离最大值”设置为风景中有效的最大距离。
- 禁用所有Filter功能。
- 根据你视野中的最大距离，你应该选择一个合适的“调制频率”(明确)。对于长距离，需要低调制频率。
- 如果你选择的调制频率不是12mhz(例如24mhz)，摄像机就不会校准。在这种情况下，可能需要考虑相应的偏移量。
- 开始流媒体与“开始”按钮。
- 减少“集成时间3D低”到一个值，你得到没有ADC溢出(粉色)或饱和像素(紫色)。相应调整集成时间“中”和“高”。
- 玩过滤:启用“时间过滤”。
- 通过改变“距离最小值”值来优化风景中相关物体的色阶(视觉分度)。
- 将图像类型更改为您想要看到的风景的插图。

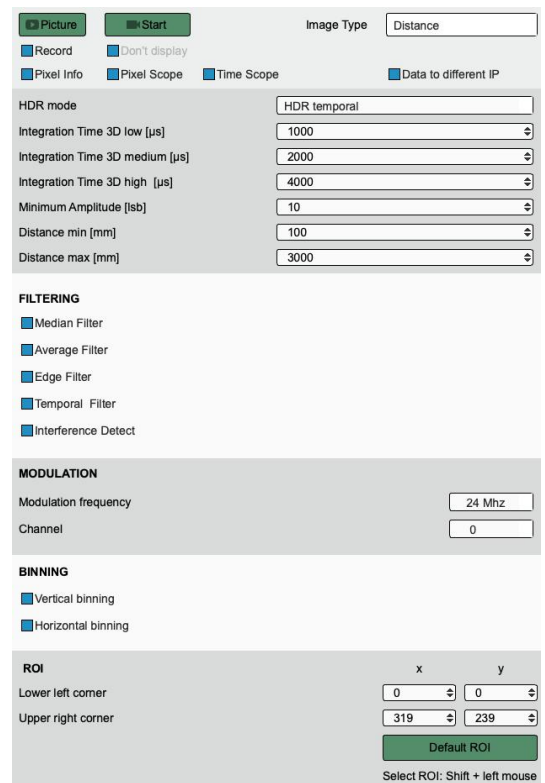


图7:摄像机设置的GUI窗口

4. TOFcam-660飞行时间相机

4.1. 系统概述

TOFcam-660是一款基于ESPROS epc660 cwTOF成像芯片的通用相机:

- 24VDC电源输入
- 兰RJ45连接器
- 通用I/O连接器
- NXP我。MX RT1062单片机
- 微控制器板通过TCMI超快串行接口与epc660芯片载波板通信。
- 根据相机的型号，四种不同的镜头中有一种将景物的反射光聚焦到成像芯片的像素场上。
- 近红外带通滤波器，AR涂层和杂散光抑制最佳光学性能
- 根据相机型号的不同，特定视场采用LED照明
- TOF相机操作系统(TOFCOS)，用于相机控制，距离计算和滤波
- 通过以太网通信
- 有用于进一步处理的应用程序编程接口(API)。它使用开源工具或创建自己的客户应用程序，为点云计算打开了世界。
- Linux可用的ROS设备驱动程序
- Windows, Mac和Linux GUI可用

4.2. 交付的范围

块	部件名称	图片
1	飞行时间TOFcam-660包括: <ul style="list-style-type: none"> - 铝住房 - 接收机光学 - cpl照明。 - CPU电子 - 接口 	
1	6针连接器插头，用于24V电源和GPIO <ul style="list-style-type: none"> - 插头与snap-fit夹具 - 连接指令 - 引脚分配 	
4	相机安装用自攻螺钉	
1	包含GUI, ROS, Python API和当前固件的软件包。可以在ESPROS下载页面上找到。	
1	文档 (在Espros下载页面上有更多有用的信息)	

表2:交付范围

4.3. 订购信息

图片	部分没有。	的名字	描述
	岁入654	tofcam - 660 nf	FoV 31 x 24° , 81米操作范围 50LSB对18%反射目标在充分阳光下
	岁入655	tofcam - 660 科幻	视场70 x 51° , 25米操作范围 50LSB对18%反射目标, 最高达78kLux
	岁入656	tofcam - 660 wf	视场108 x 77° , 11米操作范围 50LSB对18%反射目标在充分阳光下

	岁入595	tofcam - 660 uwf	视场125 x 93°，6m操作距离 50LSB对18%反射目标
	岁入638	24伏直流电连接器	包括在TOFcam-660基本单元。 将相机连接到相应的电源。
	岁入609	电源适配器电缆	TOFcam-660直接连接电源P100 282的电缆
	岁入282	24伏直流电源	输入100...240V DC 输出:24V, 2.5A
	岁入284	电源线2杆	CH /欧盟插头
	P300 189	电源线适配器 CH/EU - US	
	P300 780	接线线，2m, RJ45	
	P300 781	适配器RJ45到USB	GigE
	P300 473	连接线USB A到Micro USB	

表3:相机及配件订购信息

4.4. 技术数据

所有特性都是在典型工作温度TA = +25° C

参数	描述	条件	分钟。	典型的	Max。	单位	评论
VDD	主电源电压	涟漪 $1 < 50$ mVpp	—	24	—	直流	
国际国内直拨电话	电源电流		—	—	—	一个	
λ	操作波长		940			纳米	
RES _{图像}	图像分辨率		320 x 240			像素	QVGA
视场	的视野	NF版本	31日 × 24			°	请参阅第4.3章
		科幻小说版	70 x 51			°	
		WF版本	108 x 77			°	
		版本UWF	125 x 93			°	
D _R	黑暗测量范围	NF版本	0. 5		96	米	2%的准确度对90%的反射目标，黑暗
		科幻小说版	0. 3		38	米	
		WF版本	0. 2		18	米	
		版本UWF	0. 2		12	米	
D _米	在充分的阳光下测量范围	NF版本	0. 5		38	米	2%的精度对90%的反射目标，100kLux环境光
		科幻小说版	0. 2		10	米	
		WF版本	0. 2		5	米	
		版本UWF	0. 2		4	米	
Acc	精度，测量范围min. ... 2m			±4		厘米	100个样本的平均值
	精度，2m...最大测量范围。			±2		%	
f _{国防部}	调制频率选择		0. 75		24	兆赫	指无歧义范围
D _{Unambiguity}	含混标准范围 ²	@ f _{国防部} = 24 mhz		6.25		米	
		@ f _{国防部} = 12 mhz		12. 5		米	
		@ f _{国防部} = 6 mhz		25		米	
		@ f _{国防部} = 3兆赫		50		米	
		@ f _{国防部} = 1.5兆赫		One hundred.		米	
		@ f _{国防部} = 0.75兆赫		200		米	
f _{转变}	通道0		0				避免多摄像机运行环境中的干扰
	通道1		- f _{国防部} / 30			兆赫	
	通道2		- f _{国防部} / 34约。			兆赫	
	通道3		- f _{国防部} / 40			兆赫	
	4频道		- f _{国防部} / 48			兆赫	
	五频道		- f _{国防部} / 60			兆赫	
	六频道		- f _{国防部} / 80			兆赫	
	频道7		- f _{国防部} / 120			兆赫	
	8频道		- f _{国防部} / 240			兆赫	
	频道9		+ f _{国防部} / 240			兆赫	
	频道10		+ f _{国防部} / 120			兆赫	
	频道11		+ f _{国防部} / 80			兆赫	
	12个频道		+ f _{国防部} / 60			兆赫	
	13频道		+ f _{国防部} / 48			兆赫	
	频道14		+ f _{国防部} / 40			兆赫	
通道15		+ f _{国防部} / 34约。			兆赫		
16通道		+ f _{国防部} / 30			兆赫		
t _{INT}	积分时间可根据距离选择		1		4 000	μ年代	
	积分时间可选择灰度		1		100年 000年	μ年代	

参数	描述	条件	分钟。	典型的	Max。	单位	评论
$t_{\text{周期}}$	全TOF图像的测量周期时间			—		年代	@ $t_{\text{INT}} = 1'000\mu\text{s}$
$t_{\text{PWR_UP}}$	通电时间，直到接受命令				1.5	年代	
$t_{\text{WARM_UP}}$	预热时间，直到输出数据在公差范围内			—		年代	
$\Phi_{\text{艾尔}}$	环境光抑制			> 100		光照强度	间接目标
$T_{\text{一个}}$	环境温度范围		-20		60	° C	操作和储存
RH	相对湿度		15		90	%	不结露
W	重量			600		g	没有有线电视
防静电	静电放电评级		JEDEC HBM 1C级(1kV至< 2kV)				人体模型
EMC / EMI	EMC发射		EN 61000 - 6 - 3:2011 - 09年				
	眼睛安全		IEC 62471:2006				参见第1.1章。

表4:技术数据

注:

- 1 分钟, 马克斯。电压值包括噪声和纹波电压
- 2 摄像机采用连续波TOF相移测量技术。由于调制周期的环绕，非模糊距离外的高度反射物体会显得更近。

4.5. 机械数据

4.5.1. 机械特性

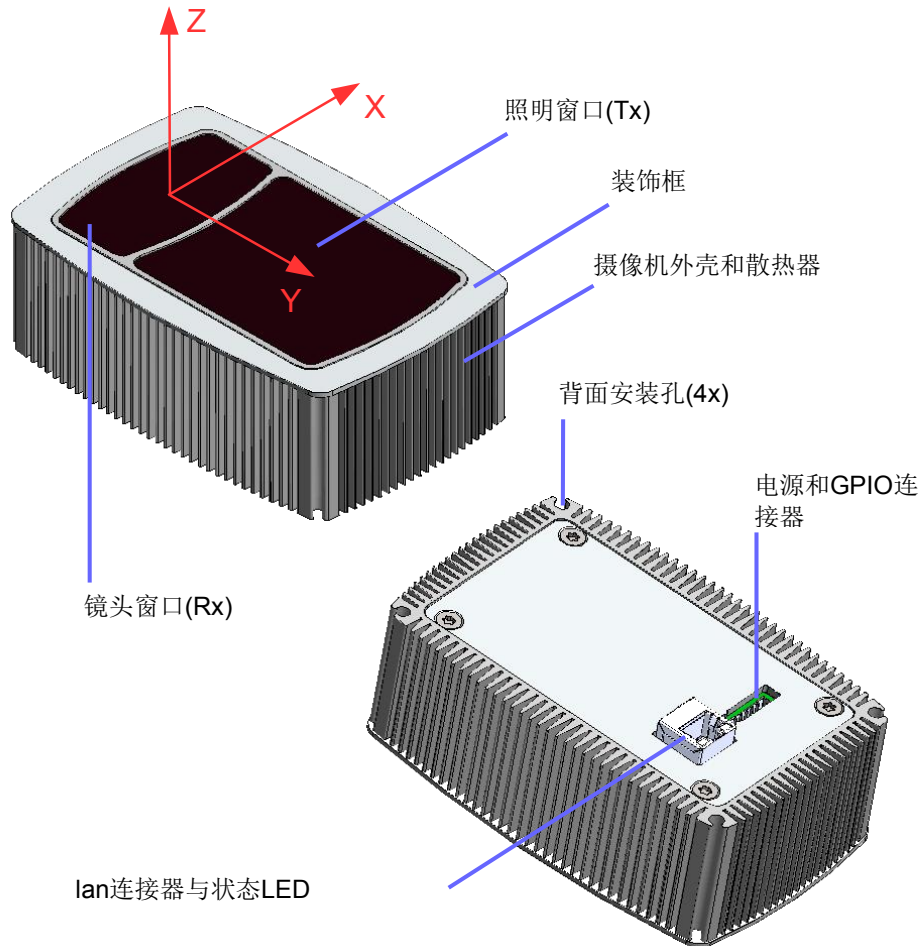


图8:机械特性

4.5.2. 机械尺寸

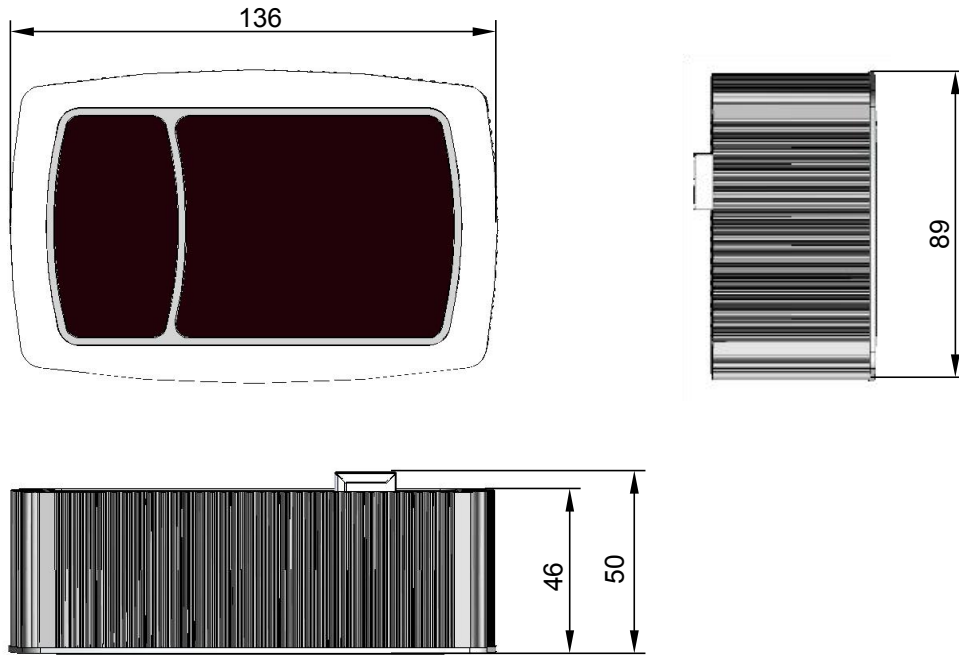


图9:摄像机尺寸

4.6. 相机连接器

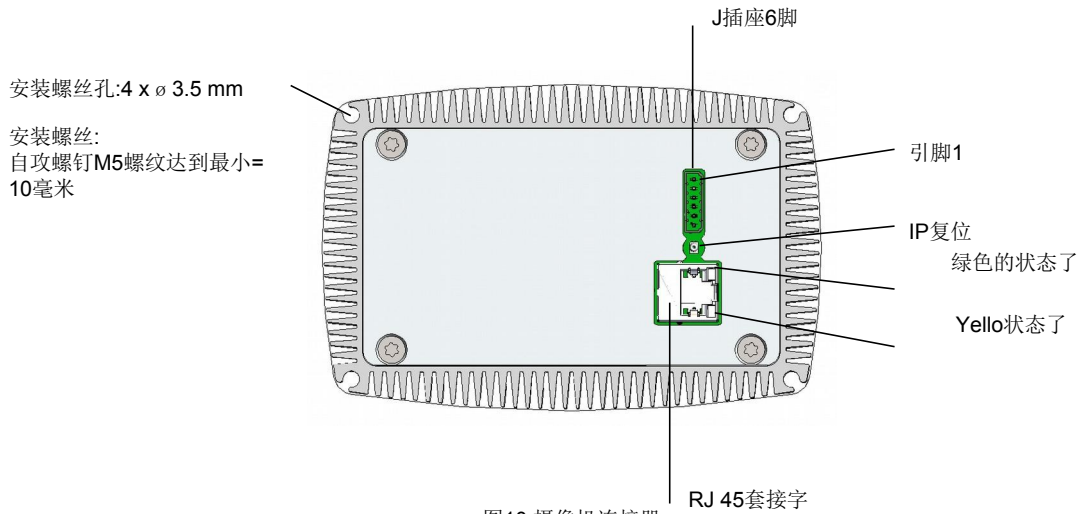


图10:摄像机连接器

4.6.1. 局域网连接

连接器类型: THD连接器RJ45, 8P8C 1000BASE-T 任

何RJ45 8P8C插头

附件: 局域网电缆和GigE到USB适配器可作为附件。请参阅第4.3章。

4.6.2. 电源和GPIO连接器

连接器类型: Term Block, R/A, 6 Pos STR 2.5mm

术语阻塞插头, 6 Pos STR 2.5mm

附件: 要匹配连接器插头, 请参见第4.3章。

不。	的名字	函数	评论
1	VDD	VDD: + 24 v	成像部分的稳定和无噪声电源。
2	接地	-供应终端	
3.	PIN3	在0	开漏输入，见图11
4	PIN4	在1	
5	平快	从0	数字输出，参见图12
6	UART_TX	出1	

表5:引脚表

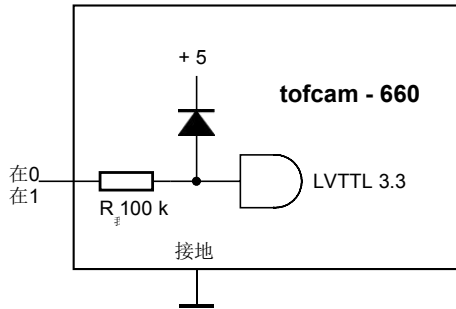


图11:输入引脚IN 1和IN 2

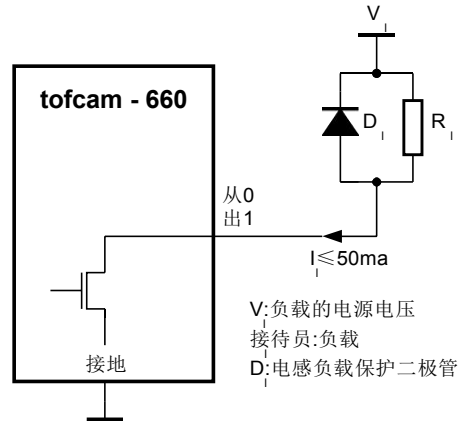


图12:输出引脚OUT1和OUT2



请务必使用正确的插头，并正确插入，以避免损坏设备连接器!

4.6.3. IP重置按钮

如果你没有连接到一个改变和未知的IP地址的TOFcam-660 IP复位按钮允许你重置IP到10.10.31.180工厂标准。因此在相机启动过程中按下按钮5秒。

4.7. 启动

摄像头出厂设置的IP地址为10.10.31.180，子网掩码为255.255.255.0。您需要根据该地址调整主机的网络设置。局域网需要1000MB/s的能力。确保您的防火墙没有阻止图像窗口中的数据可视化。在大多数情况下，您需要禁用防火墙或为摄像头应用程序设置一个例外。

- 连接您的相机直接与您的电脑使用RJ45插线或额外使用gige能力的RJ45到USB适配器。
- 使用准备好的电源将相机连接到适当的电压。
- 在您的计算机上启动GUI。

该设备通过一个持续发光的绿色LED来通知通电。网络通信启动时，黄色状态指示灯闪烁。这可能需要60秒。在左下角的GUI显示了网络连接状态。如果几分钟内没有连接，请断开并重新连接电源。如果这没有帮助，您需要检查您的网络适配器的网络设置，如前所述。

错误案例:

- 如果绿色状态LED不亮，说明摄像头没有连接合适的电源或没有连接网络适配器。
- 如果图形界面显示“从10.10.31.180断开连接”，说明网络设置不正确。
- 如果GUI显示摄像头为“连接到10.10.31.180”，但“启动”数据流没有打开图像窗口，则防火墙阻止应用程序或局域网没有gige能力。

4.8. 固件升级

通过以太网上传固件需要执行以下步骤:

1. 发送命令“JUMP_TO_BOOTLOADER”
2. 打开一个新的浏览器窗口
3. 在浏览器地址栏中输入TOFcam-660的当前IP地址
4. 删除当前的摄像头应用程序。您需要使用TOFcam-660密码确认删除
5. 通过浏览硬盘选择更新文件(通常是cameraApplication_XiP.bin)。
6. 通过“上传”按钮启动固件升级过程。
7. 2.启动TOFcam-660检查固件升级是否成功。



5. GUI

首先，在安装一个新软件版本之前，阅读下载包的README和CHANGELOG文件，以获得最新的产品信息。

5.1. GUI主窗口

启动“ESPROS_TOFCAM660_GUI”应用程序后，将出现GUI的控制窗口。如果摄像头与计算机物理连接，软件会自动连接到设备。连接在控制窗口页脚的状态指示灯线中，页脚显示当前使用的GUI版本、摄像头当前安装的固件以及epc660成像仪的晶片和芯片ID。左侧栏上的菜单选择允许用户进入GUI控件选项。

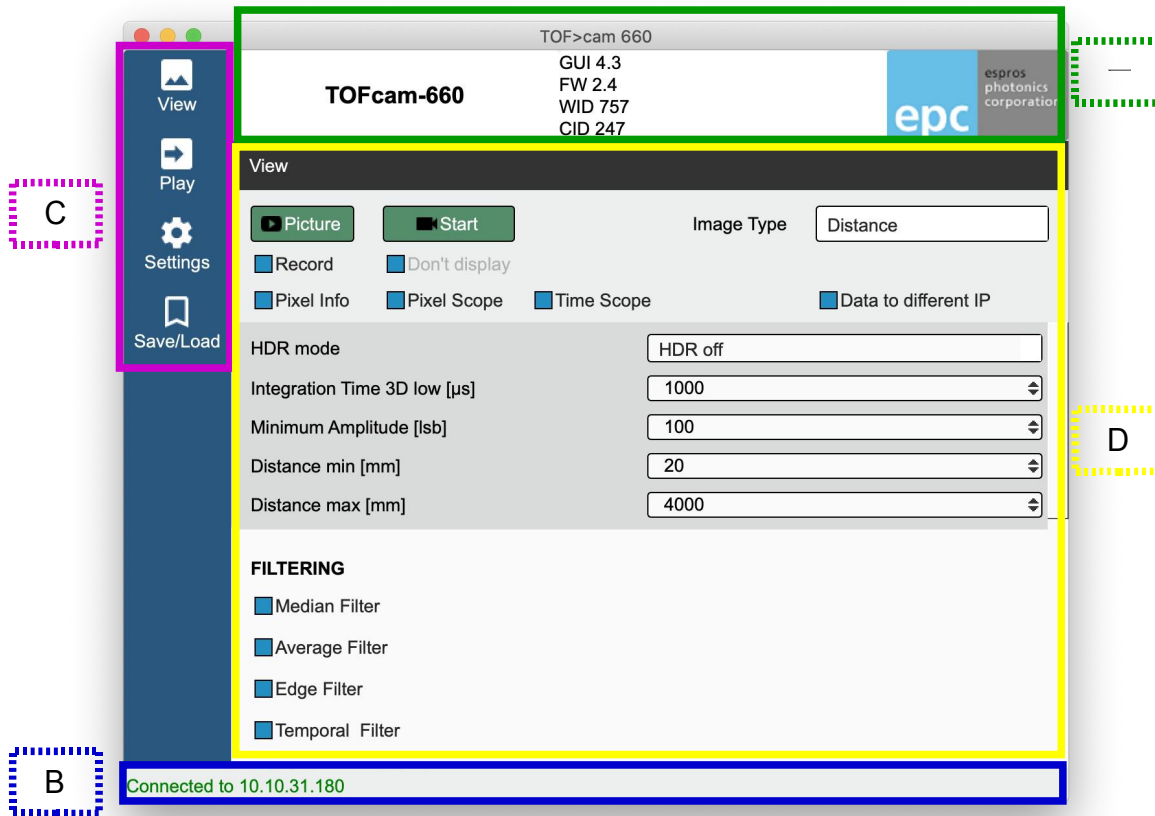


图13:GUI主屏幕的部分

- A) 摄像头类型、GUI版本、固件版本、所连接摄像头中epc660的芯片/晶片id
- B) 连接状态:
- C) 菜单选项卡

视图	章5.1.1
玩	5.1.2章
设置	5.2章
保存/加载	5.3章
- D) 控件用于选定菜单选项卡的

5.1.1. 视图菜单

View菜单允许控制摄像机和摄像机输出。距离，振幅和灰度图像，DCS(原始数据)或点云可以被捕获，流或记录。可以说明像素组或单个像素的详细信息。对于整个GUI，有一些有用的工具提示。这些工具提示通过将光标移动到相应的文本来弹出(参见图15)。

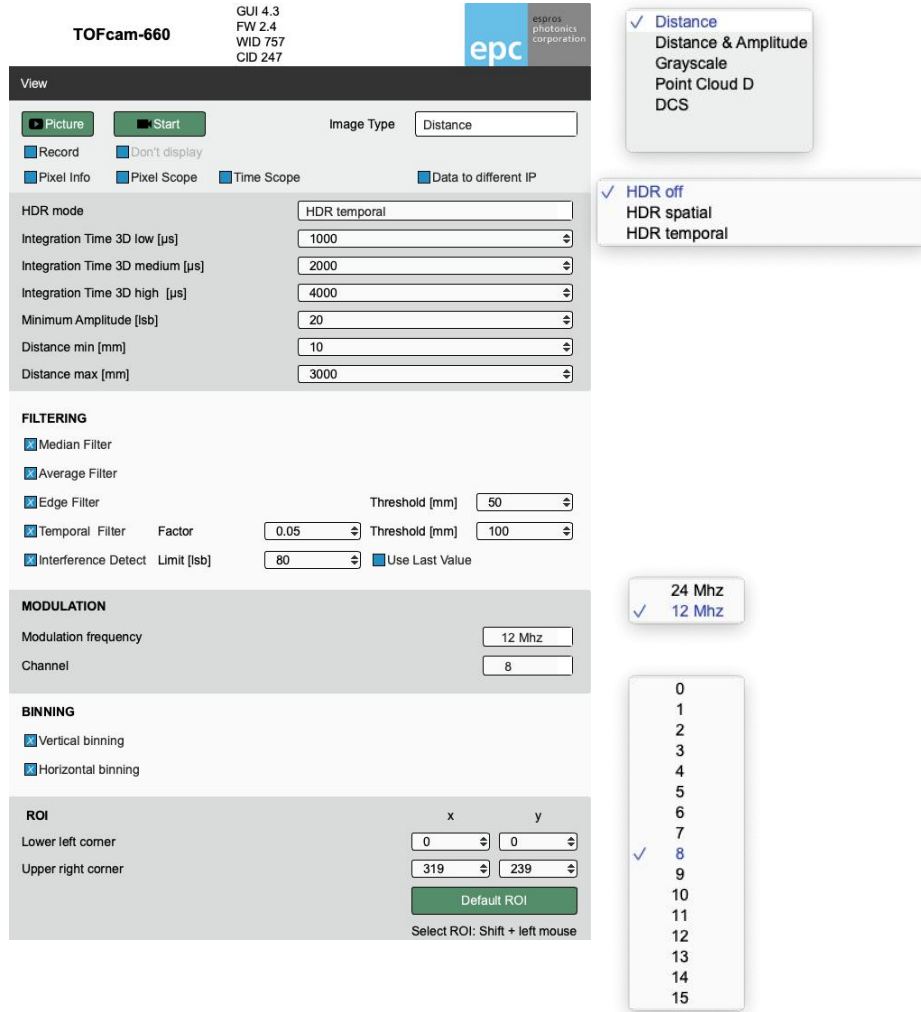


图14:摄像机控制

- “图片”和“开始”根据“图片类型”下拉菜单中的选择打开“图片”窗口。请参阅第5.1.3章阅读有关活动图像窗口的详细信息。“图片”按钮获得一个单独的帧，而“开始”按钮启动一个直播流。将其外观更改为“停止”，允许终止流。
- “记录”功能允许保存图片数据(每按“图片”按钮一张图片)或作为直播流(从“开始”到“停止”命令每个)。在性能较低的计算机上，启用“不显示”功能来使用所有资源来记录直播流可能会有所帮助。记录的数据包含了所选“图像类型”的所有值。
- “数据到不同的IP”允许流数据记录到另一个设备，而不是控制摄像机的设备。
- “信息”和“范围”复选框会打开带有专用信息的附加窗口。您将在第5.1.5章中找到关于这些函数的其他描述。
- “关闭HDR”让摄像机只运行一次集成时间。
- “HDR空间”用“集成时间3D低”值操作成象器的所有奇数行，用“集成时间3D介质”值操作所有偶数行。
- “HDR时态”允许使用最多3个不同的集成时间值(零值的集成时间被忽略)。在该模式下，每设定一段积分时间即可获得一幅完整的图像。在获得所有帧后，从不同帧中使用最可信值(逐像素)生成新的图像。由于多重图像采集，这种模式降低了帧率。
- 集成时间设置允许定义曝光时间以获得一个差分相关样本(DCS)。距离采集需要4个DCS。
- 可以设置最小振幅。这是提供距离的最小接收信号。我们应该使用低限度的目标识别，但高限度的精确距离测量。请调查TOF理论，以熟悉其物理背景。一个非常有用的讲座可能是“3D-TOF, 3D-TOF传感器的工作指南”一书由ESPROS Photonics公司(作者Beat De Coi等)。
- “距离最小值”将报告值低于此设置的所有像素截断。此外，颜色距离最小比例也被调整到此设置。
- “Distance max”将截断报告超过此设置值的所有像素。此外，颜色距离的最大比例被调整到这个设置。

- 颜色尺度显示了观察者中每个像素的距离。深红表示最短，深蓝表示最远。
- 各种强大的滤波器功能可与特定的阈值和滤波器因子。后面的算法显示在相应的工具提示中。
- 为了避免未知系统干扰传感器造成的干扰问题，可以启用“干扰检测”。被干扰的像素将被自动检测，并指示为“无效数据”。通过选择“use last value”函数，将为受影响的像素发送最后一个有效值，而不是将其标记为无效值。这个功能也可以用来抑制运动模糊。
- 调制频率定义了无模糊范围。请参阅第4.4章
- “调制通道”选择允许从主(默认)调制频率转移调制频率。在同一场景下(全部或部分)使用相同调制频率的多个摄像机会相互干扰，导致偶尔错误的距离信息。如果摄像机不分别使用相同的调制频率或通道，则可以消除这种情况。
- 垂直和水平分类允许将两个相邻的像素组合成一个值。由于信号电平较高，噪声降低，距离精度提高。分辨率将各降低两倍。
- 感兴趣区域(region of interest)允许减少活跃像素场。只获取选中ROI内的像素。“Default ROI”按钮将ROI重置为完整的成像仪大小320 x 240像素。

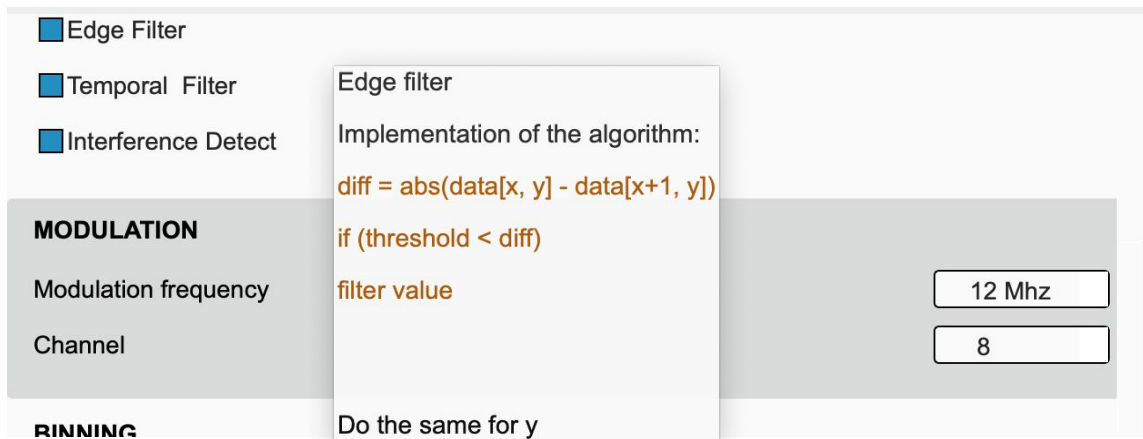


图15:工具提示示例

5.1.2. 游戏菜单

“播放”菜单允许重放录制的流媒体。这是可能的慢动作，原始速度或加速。可以搜索和选择单个帧，流数据可以转换为点云。在没有摄像机连接的情况下也可以使用GUI的这些功能。

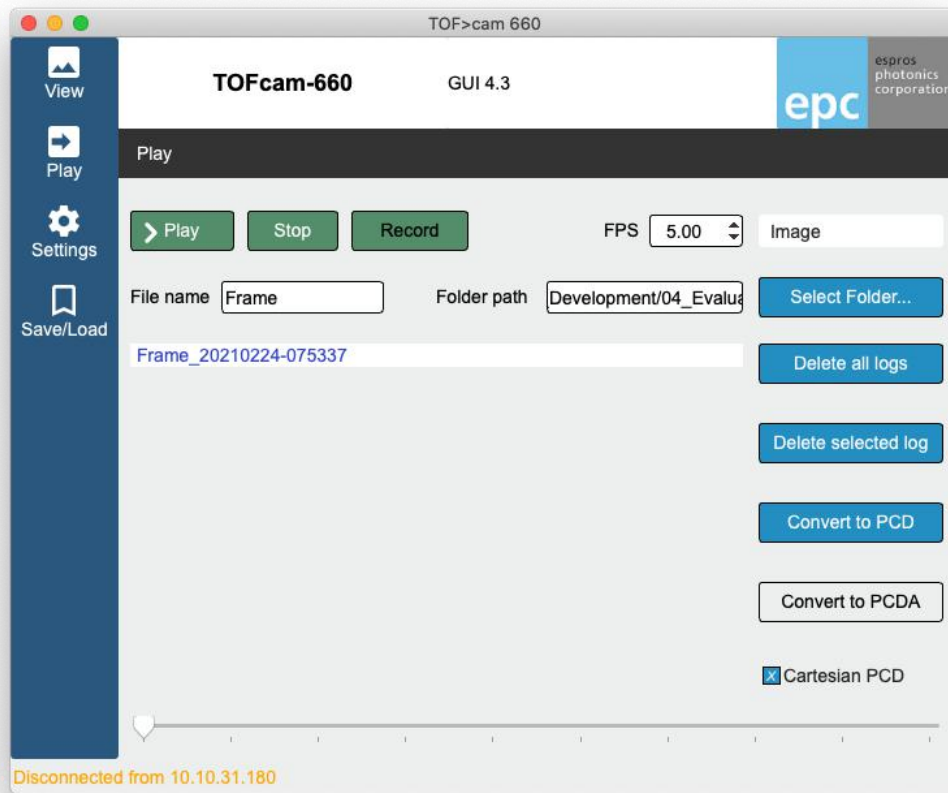


图16:玩家控制

- “播放”以设定的帧速率重播选定的流。在改变选择或按下“停止”按钮后，记录的原始帧率将被使用。按下“开始”按钮后，它的外观会变成“暂停”。选择“暂停”按钮将中断播放，并允许从同一点继续播放。
播放器只能通过在录制过程中设置的参数来回放录制的数据。这也包括“视图”菜单中的“图像类型”。
- “停止”终止重放，重置计时器为零，帧率为记录帧率。
- 根据“查看”菜单中设置的参数“记录”流图像，详见章节5.1.1。
- “FPS”设置了采集帧速率(或分别重放速度)。通过按下“Stop”按钮或更改列表中的日志来重置该值。
- “文件名”定义日志文件的文件名。一个“下划线”字符将此名称与当前日历日隔开，后面是一个“减号”分隔的时间戳。
- “文件夹路径”定义了日志文件的位置。这个路径可以在输入栏中直接改变，也可以使用“选择文件夹”功能。
- “删除所有日志”将删除所选文件夹下的所有日志。删除选中的日志只删除选中的日志。所有删除都需要用户确认。
- “转换到PCD”允许将记录的二进制文件转换为点云文件，这是兼容点云应用程序，如“云比较”或“云比较Viewer”。转换后的三维点云具有距离颜色编码或幅度颜色编码(“转换为PCDA”)。
- 底部的滑杆允许手动前后绕线。

5.1.3. 生活形象窗口

“图像”窗口弹出后，流媒体，重放或录音已经开始从“查看”或“播放”菜单。这个窗口包含了根据选择的“图像类型”的图像。记录的流只包含在记录过程中选择的数据(距离、振幅、灰度或DCS原始数据)。

有几个控制图像可以调整到用户需要:镜面和旋转功能，以调整图像根据摄像机安装位置和视角方向，感兴趣的区域和所有信息和范围功能专用信息，如5.1.5章所述。



图17:实时图像控件

- “水平镜”将图像水平翻转。
- “垂直镜”垂直翻转图像。
- “rotate 90°”将图像旋转90°。
- 振幅可以显示为颜色编码值(默认)或灰度。
- scope函数允许显示关于单个像素或多个像素的选定信息。关于这些信息的描述可以在第5.1.5章中找到。像素选择可以删除与鼠标右键或通过做一个新的选择。
- “ROI”通过使用鼠标左键选择感兴趣的区域。“Default ROI”重置ROI。
- “全屏”使实时图像窗口适合于屏幕。要离开全屏模式，按“Esc”。

5.1.4. 点云

“点云”窗口弹出后流，重放或录音已经开始从“查看”或“播放”菜单与图像类型“点云”。点云可根据摄像机安装位置和观看方向进行调整，具有镜面和旋转功能。使用控制按钮默认，正面，侧面和顶视图将点云变成一个明确的方向。

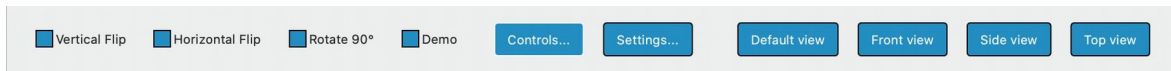


图18:点云窗口

使用键盘和鼠标可以进一步控制点云图。激活“设置”允许对点云可视化进行额外的微调。

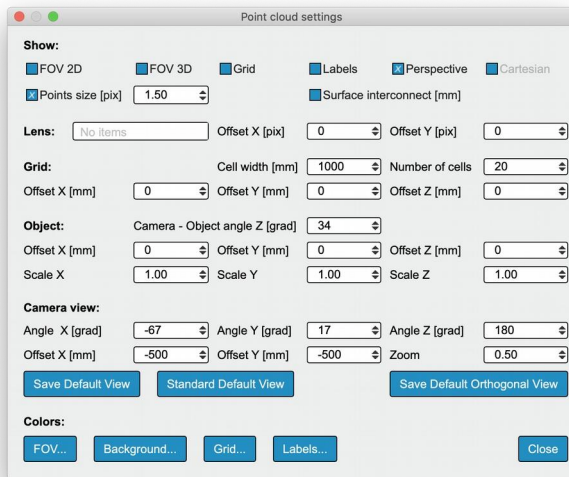


图19:点云设置

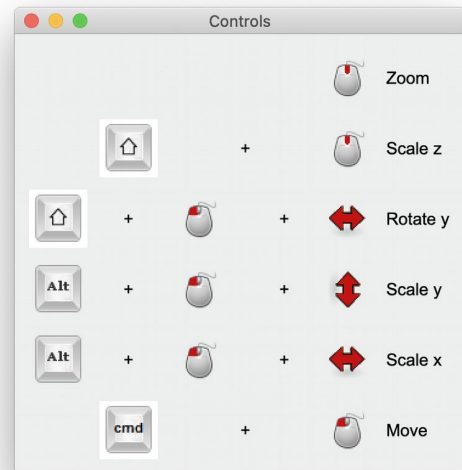


图20:点云控制

5.1.5. 决定信息窗口

像素数据显示一个选定像素的距离值和置信水平。最小值，最大值和平均值从过去的100个测量以及标准偏差显示。此外，当前帧速率和芯片温度(时域滤波)被指示。

像素范围显示所选行或所选像素区域的当前值，其中每列分别表示，每列的所有像素均为平均值。

时间范围用于绘制单个像素的时间距离和/或振幅值或像素场中选定区域的平均值。

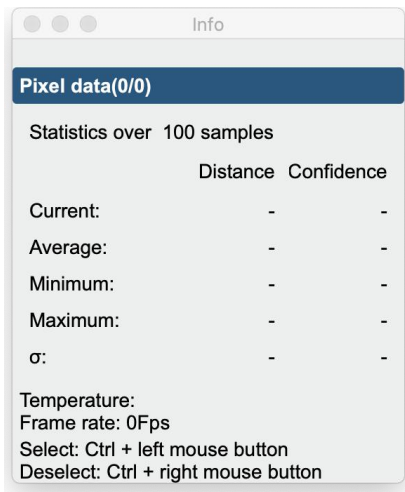


图21:像素数据

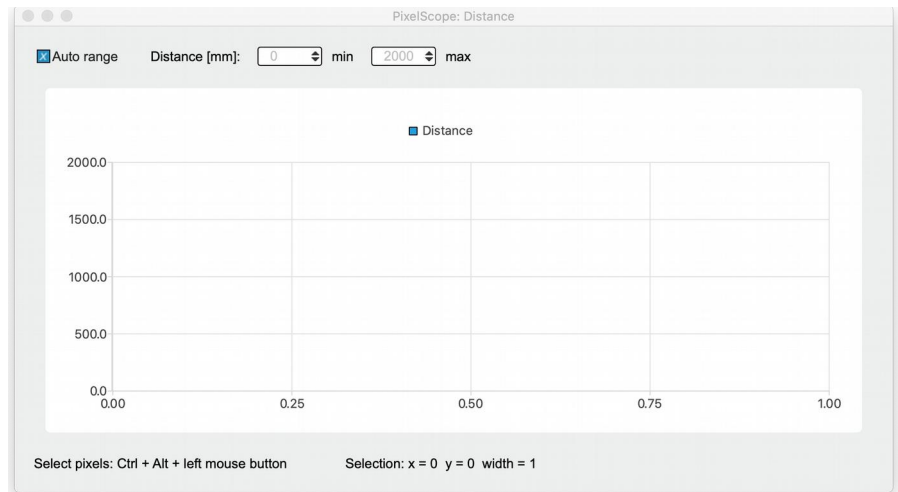


图22:像素范围

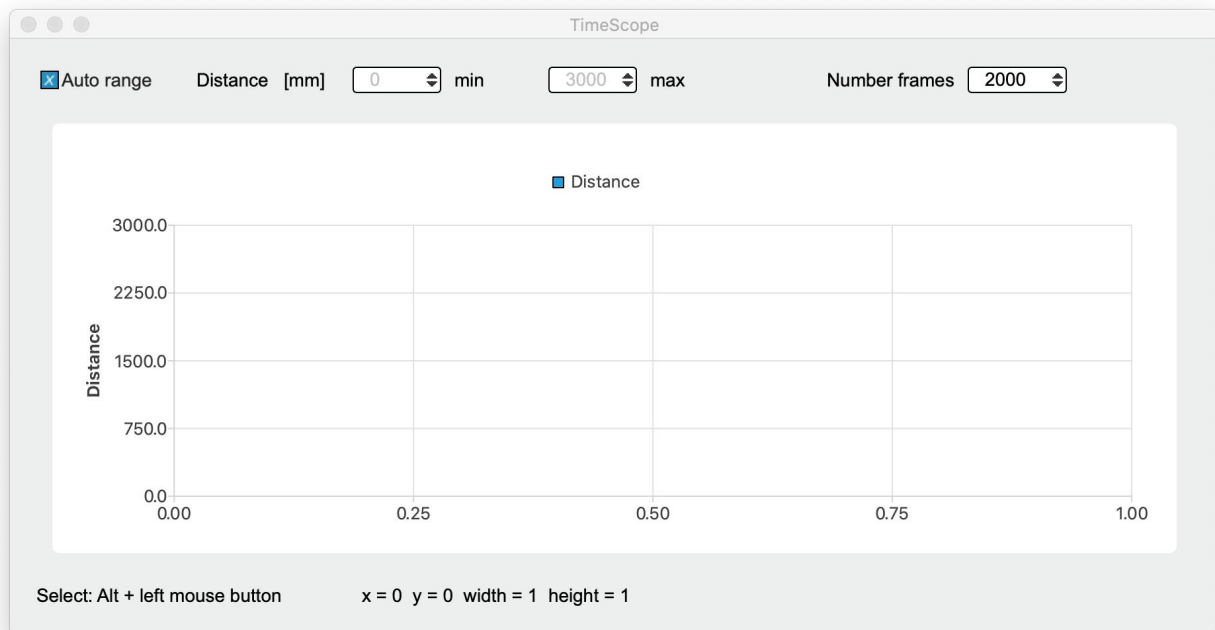


图23:时间范围

5.2. 网络设置

可以修改摄像机的IP地址、子网掩码和网关。“应用IP”永久存储当前连接的TOFcam-660的当前网络设置。也可以为设备设置MAC地址。如果网络设置被意外更改，则有可能将这些值重置为出厂设置。请参考第4.6.3章如何做到这一点。



图24:网络设置

5.3. 配置菜单

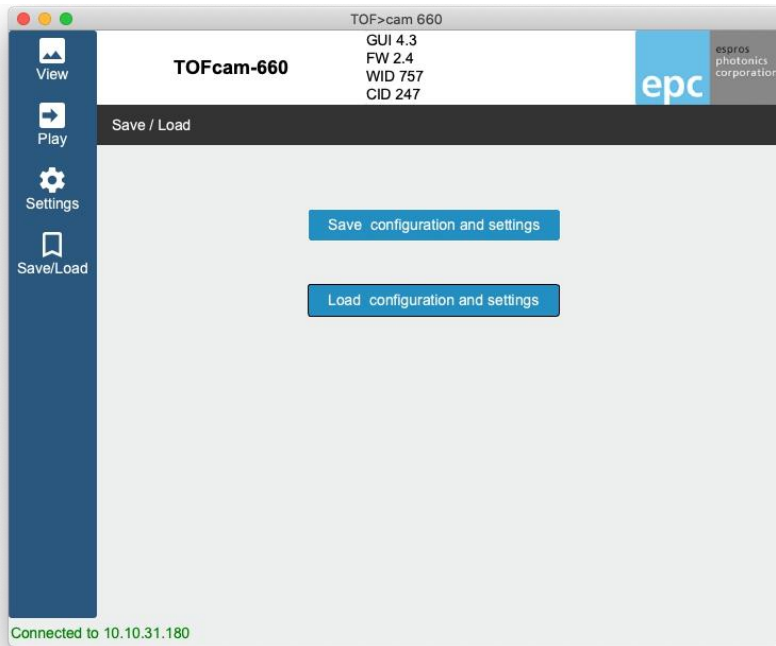


图25:加载和安全摄像头配置

“保存配置和设置”从当前的相机应用程序到一个文件。
“加载配置和设置”从存储在PC上的文件到相机应用程序。“升级固件”允许根据4.8章节升级固件

6. 用ROS操作设备

6.1. ROS摄像头驱动程序

6.1.1. ROS是什么？

机器人操作系统(ROS)是一组软件库和工具，可以帮助您构建机器人应用程序。从驱动程序到最先进的算法，再加上强大的开发工具，ROS拥有机器人项目所需的一切。它都是开源的(source: ROS.org)。更多详细信息，请参见ROS.org和ROS Wiki传感器。

6.1.2. 构建ROS驱动程序

系统要求:Linux操作系统。

从网站www.espros.com下载，02_Cameras_and_Modules部分下载“TOFCAM660_SW_Package”。其中包含“TOFCAM660_ROS_driver”文件。

解压zip文件，例如~/projects/目录

```
> cd ~ /项目/ cam660_driver
```

从命令构建一个项目:

```
> catkin_make
```

切换到主目录，打开bash文件:

```
> cd ~
```

```
> 中用户. bashrc
```

在bash文件的末尾插入以下行:

```
源~ /项目/ cam660_driver /猛击/ setup.bash
```

保存文件并退出编辑器。

注销并重新登录linux或执行命令:

```
> 源~ /项目/ cam660_driver /猛击/ setup.bash
```

6.1.3. 使用启动文件运行ROS驱动程序

使用以下命令在终端模式下启动带有GUI的ROS:

```
roslaunch espros_tof_cam660 camera.launch
```

ROS工具随着不同的节点窗口打开，可以使用了。

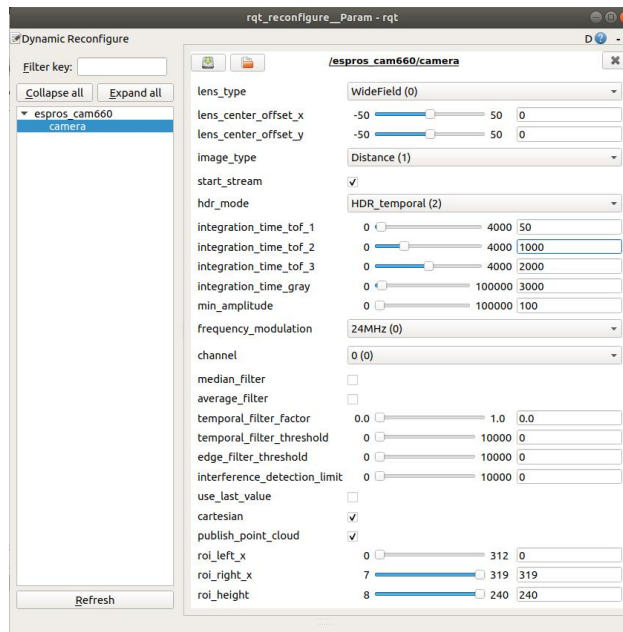


图26: “动态重新配置”节点窗口的示例

通过将菜单中的参数“start_stream”从false改为true来启动摄像机操作。

6.2. ROS API

这是ESPROS TOFcam-660的官方驾驶。注释遵循ROS.org的规则。

6.2.1. 启动节点

如果你在终端模式下只使用api，而不使用GUI：
 在Terminal1中使用以下命令启动ROS操作系统：
 在Terminal2中使用命令启动TOFcam-660：

```
roscore
roslaunch espros_cam660 cam660_node
```

6.2.2. 发表的主题

主题名称	ROS公司文件	ROS消息类型	函数
相机/ distance_image_raw	sensor_msgs	图像	根据选择的图像类型参数发送灰度或振幅图像
相机/ amplitude_image_raw	sensor_msgs	图像	发送包含距离的图像类型参数的距离图像
相机/ dcs_image_raw	sensor_msgs	图像	发送4张DCS图像
相机/分	sensor_msgs	PointCloud2	发送点云图像的图像类型参数，包括距离

表6:ESPROS ROS主题

6.2.3. 可动态重新配置的参数

有关动态可重新配置参数的详细信息，请参阅附件中的“dynamic_reconfigure包”或http://wiki.ros.org/dynamic_reconfigure。

参数	函数	数据格式	默认的	参考
~ lens_type	设置镜头视野0:宽视野 1: StandardField 2: NarrowField	int	0	N/A
~ lens_center_offset_x	设置镜头中心相对于传感器中心的偏移量 范围:-50...50像素	int	0	N/A
~ lens_center_offset_y		int	0	N/A
~ image_type		int	1	N/A
~ start_stream	使图像流	保龄球	真正的	N/A
~ hdr_mode	HDR模式0:关闭 HDR 1: hdr空间 2: hdr显	int	0	N/A
~ integration_time_tof_1	以微秒为单位设置距离测量的积分时间。取值范围:1...4'000µs	int	50	N/A
~ integration_time_tof_2		int	400	
~ integration_time_tof_3		int	1000	
~ integration_time_gray	以微秒为单位设置灰度测量的积分时间。取值范围:0...50'000µs	int	3000	N/A
~ min_amplitude	设置振幅限制。范围0...2'047 LSB	int	One hundred.	
~ frequency_modulation	设置相机调频。范围:24...0.75 MHz	int	0	N/A
~通道	设置相机调频偏移。	int	0	N/A
~ median_filter	为距离滤波启用空间中值滤波	保龄球	假	N/A
~ average_filter	为距离过滤启用空间平均过滤器	保龄球	假	N/A
~ temporal_filter_factor	设置时域滤波器(卡尔曼)的因子k。范围:0.0...1. 0	双	0	N/A
~ temporal_filter_threshold	设置时间滤波器(卡尔曼)的阈值。范围:0...10000毫米	int	0	N/A
~ edge_filter_threshold	空间边缘滤波阈值。范围:0...10000毫米	int	0	N/A
~ temporal_edge_filter_threshold_low	时间边缘滤波低阈值。范围:0...10000毫米	int	0	N/A
~ temporal_edge_filter_threshold_high	时间边缘滤波高阈值。范围:0...10000毫米	int	0	N/A
~ interference_detection_limit	干扰检测阈值。范围0...10000毫米	int	0	N/A
~ use_last_value	使能干扰检测最后一个值	保龄球	假	N/A
~笛卡儿	允许点云笛卡尔变换(false =球形)	保龄球	真正的	N/A
~ publish_point_cloud	激活pointCloud2Publisher节点发送信息(摄像机/点)	保龄球	真正的	表6
~ roi_left_x	设置感兴趣区域的左侧x位置。范围0...312	int	0	N/A
~ roi_right_x	设置感兴趣区域的右x位置。范围7...319	int	319	N/A
~ roi_height	设置感兴趣区域的高度。范围8...240	int	240	N/A

表7:ROS参数表

7. 通信接口

7.1. 描述

TOFcam-660已连接PC机。TOFcam-660作为TCP服务器:为命令和测量数据打开一个TCP连接和一个UDP连接，如图28所示。使用了一个简单的命令/回答结构:PC发送一个命令给摄像头，摄像头通过命令连接回答一个确认或错误代码。一旦请求的数据准备好，它就通过测量连接发送。以下端口用于通信:

- TCP命令连接:50660
- TCP跟踪信息:50661
- UDP测量数据连接:45454

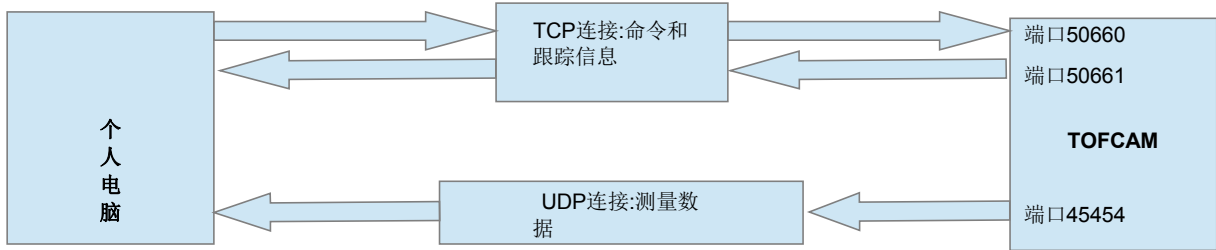


图27:TOFcam-660主机接口

7.2. 命令连接(TCP)

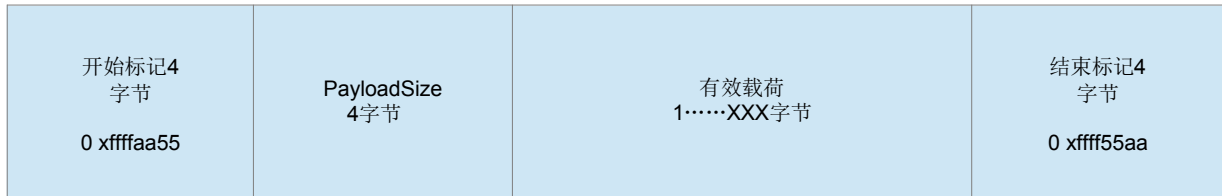


图28:命令/应答包组成

命令包和应答包由图28和所示的字段组成。通过标记字节和大小，可以实现对数据包边界的可靠检测。

有效载荷本身由以下字段组成:

命令 2字节	参数/数据大小取决于命令，请参见8.1章	用户数据: 0…1024字节
-----------	----------------------	-------------------

图29:命令有效负载字段

回答 1个字节	参数/数据大小取决于答案，见8.2章	用户数据: 0…1024字节
------------	--------------------	-------------------

图30:回答有效负载字段

用户数据:在测量数据(UDP)中返回的元数据。可用于识别数据。

8. 沟通

8.1. 命令

命令	ID	参数	描述										
SET_ROI	0 (0x00)	X0: 2Bytes Y0: 2Bytes X1: 2Bytes Y1: 2Bytes 例子: <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>X0</th> <th>Y0</th> <th>X1</th> <th>日元</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 x00</td> <td>0 x00</td> <td>0 x00</td> <td>0 x00</td> <td>0 xef</td> </tr> </tbody> </table> x = 0, y0 = 0, x1 = 319, y1 = 239	ID	X0	Y0	X1	日元	0 x00	0 x00	0 x00	0 x00	0 xef	设置传感器的ROI默认值: x0, Y0 = 0 x1 = 319 y2 = 239
ID	X0	Y0	X1	日元									
0 x00	0 x00	0 x00	0 x00	0 xef									
SET_INT_TIMES	1 (0x01)	IntegrationTime3DLow: 2Bytes (< 4000) IntegrationTime3DMid: 2Bytes (< 4000) IntegrationTime3DHigh: 2Bytes (< 4000) IntegrationTimeGrayscale: 2Bytes (< 50000) 例子: <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>低集成时间3D图像</th> <th>中集成时间3D图像</th> <th>高集成时间3D图像</th> <th>积分时间灰度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 x01</td> <td>0 x00</td> <td>0 x64</td> <td>0 x03</td> <td>0 x50</td> </tr> </tbody> </table> 低集成时间3D: 100us中集成时间3D: 1000us高集成时间3D: 2000us 集成时间灰度:50000us	ID	低集成时间3D图像	中集成时间3D图像	高集成时间3D图像	积分时间灰度	0 x01	0 x00	0 x64	0 x03	0 x50	一次性设置所有积分时间。单位是μs。要关闭集成时间，请将其值设置为0。
ID	低集成时间3D图像	中集成时间3D图像	高集成时间3D图像	积分时间灰度									
0 x01	0 x00	0 x64	0 x03	0 x50									
GET_DISTANCE_AMPLITUDE	2 (0x02)	流(真/假):1字节 <table border="1"> <tr> <td>7位未使用</td> <td>1位流</td> </tr> </table>	7位未使用	1位流	得到距离和振幅为流或单次测量								
7位未使用	1位流												
GET_DISTANCE	3 (0x03)	流(真/假):1字节 <table border="1"> <tr> <td>7位未使用</td> <td>1位流</td> </tr> </table>	7位未使用	1位流	获得距离仅为流或单一的测量								
7位未使用	1位流												
GET_GRAYSCALE	5 (0x05)	流(真/假):1字节 <table border="1"> <tr> <td>7位未使用</td> <td>1位流</td> </tr> </table>	7位未使用	1位流	获得灰度作为流或单一测量								
7位未使用	1位流												
GET_DCS	7 (0x07)	流(真/假):1字节 <table border="1"> <tr> <td>7位未使用</td> <td>1位流</td> </tr> </table>	7位未使用	1位流	将DCS数据作为流或单个测量								
7位未使用	1位流												
STOP_STREAM	6 (0x06)	-	停止播放										
SYSTEM_RESET	45 (0x2d)	-	重置CPU										
SET_MIN_AMPLITUDE	21 (0连接)	MinAmplitude:无符号16位 例子: <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>minAmplitude</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 x01</td> <td>0 x01</td> </tr> </tbody> </table> 最小3d振幅= 400LSB	ID	minAmplitude	0 x01	0 x01	设置最小振幅[LSB]; 像素设置为的限制 “低振幅”						
ID	minAmplitude												
0 x01	0 x01												

表8:实现的命令

命令	ID	参数	描述								
SET_FILTER	22周 (0)	TemporalFilter factor: 2Bytes, unsigned 16Bit TemporalFilter threshold: 2Bytes, unsigned 16Bit MedianFilter enabled: 1Byte unsigned averagfilter enabled: 1Bytes unsigned EdgeDetection threshold: 2Bytes, unsigned 16Bit InterferenceDetection useLastValue: 1Byte unsigned InterferenceDetection limit: 2Bytes, unsigned 16Bit	立即设置所有过滤器设置。 禁用TemporalFilter:将factor设置为0 禁用EdgeDetection:设置阈值为0 Disable interferenceDetection:将limit设置为零								
SET_MODULATION	23日 (0 x17)	频率:1字节信道:1 字节保留:1字节 例子: <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>频率</th> <th>通道</th> <th>保留</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 x17</td> <td>0 x00</td> <td>0 x00</td> <td>0 x00</td> </tr> </tbody> </table> 调制频率= 12MHz, 信道= 0	ID	频率	通道	保留	0 x17	0 x00	0 x00	0 x00	频率:0:12 mhz 1: 24 mhz 频道:0...15
ID	频率	通道	保留								
0 x17	0 x00	0 x00	0 x00								
SET_BINNING	24 (0 x18)	装箱配置:1字节 例子: <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ID 0</th> <th>装箱配置0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x18</td> <td>x00</td> </tr> </tbody> </table> 模式:没有装箱	ID 0	装箱配置0	x18	x00	0:没有 1:垂直 2:水平 3:水平+垂直				
ID 0	装箱配置0										
x18	x00										
SET_HDR	25 (0 x19)	HDR配置:1字节 响应类型:承认 例子: <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ID 0</th> <th>HDR配置0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x19</td> <td>x00</td> </tr> </tbody> </table> 模式:没有HDR	ID 0	HDR配置0	x19	x00	0:了 1:空间HDR 2:颞HDR				
ID 0	HDR配置0										
x19	x00										
READ_CHIP_INFOR - 美信	36 (0 x24)	-									
READ_FIRMWARE_RELE 日月光半导体	37 (0 25)	-									

表9:实现的命令

8.2. 反应

响应(1个字节)	价值	有效载荷	描述
ANSWER_ACK	0	-	命令执行成功。
ANSWER_NACK			没有成功地接收到命令
ANSWER_ERROR	1	错误数(2Bytes, 无符号16Bit)	命令无法执行。错误号包含原因。
ANSWER_FIRMWARE_ 释放	2	固件版本,4个字节, 无符号16位大调, 无符号16位小调	
ANSWER_CHIP_INFOR ——美信	3.	Wafer ID, 2Bytes, unsigned 16Bit 芯片ID, 2Bytes, unsigned 16Bit	
DATA_DISTANCE_AMPL ITUDE		4个字节每像素	请参阅9.5章测量数据
DATA_DISTANCE		2字节每像素	请参阅9.5章测量数据
DATA_GRAYSCALE		2字节每像素	请参阅9.5章测量数据
DATA_DCS		每像素2Bytes x 4DCS	请参阅9.5章测量数据

表10:实现的摄像头答案

8.3. 工厂的命令

命令(1个字节)	价值	有效载荷	描述																										
SET_OFFSET	20 (0x14英寸)	抵消:签署了16位	设置偏移量[mm]																										
SET_COMPENSATION	28 (0x1c)	DrnuCompensation enabled: 1Byte unsigned 温度补偿enabled: 1Byte unsigned 保留字节:启用1Byte无符号 grayscalecompensation, 1Byte无符号																											
SET_DLL_STEP	29 (0x1d)	DLL步骤:1字节																											
校准	30 (0x1e)	ValidateOnly: 1Byte unsigned OffsetOnly: 1Byte unsigned CalibrationIndex: 1Byte	校准DRNU 12 mhz																										
CALIBRATE_PRODUCTI 上	31日(0x1f)	-	校准:DRNU 12 mhz 不同的信道偏移 PRNU,DSNU灰度																										
调试	33 (0x21)	命令:1字节 数据:取决于命令																											
CALIBRATE_GRAYSCALE	34(0x22)	-																											
SET_DATA_IP_ADDRES 年代	38 (0x26)	4Bytes IP地址(IPv4)	这个设置是不稳定的																										
SET_CAMERA_IP_ADD 靓	40 (0x28)	0 ~ 3字节:IP地址。4 ~ 7字节:子网掩码。8 ~ 11字节:网关	这个设置是不稳定的																										
例子:																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th colspan="4">IP地址</th> <th colspan="4">子网掩码</th> <th colspan="4">网关</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x28</td> <td>0x0a</td> <td>0x0a</td> <td>0x1f</td> <td>0xb4</td> <td>0xff</td> <td>0xff</td> <td>0xff</td> <td>0x00</td> <td>0x00</td> <td>0x00</td> <td>0x00</td> <td>0x00</td> </tr> </tbody> </table>				ID	IP地址				子网掩码				网关				0x28	0x0a	0x0a	0x1f	0xb4	0xff	0xff	0xff	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
ID	IP地址				子网掩码				网关																				
0x28	0x0a	0x0a	0x1f	0xb4	0xff	0xff	0xff	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00																	
IP地址:10.10.31.180, 掩码:255.255.255.0, 网关:0.0.0.0																													
SET_CAMERA_MAC_AD 衣服	41 (0x29)	byte 0:5: MAC地址	这个设置是不稳定的																										
例子:																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th colspan="6">MAC地址</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x29</td> <td>0x02</td> <td>0x0c</td> <td>0x0d</td> <td>0x0a</td> <td>0x0f</td> <td>0x0b</td> </tr> </tbody> </table>				ID	MAC地址						0x29	0x02	0x0c	0x0d	0x0a	0x0f	0x0b												
ID	MAC地址																												
0x29	0x02	0x0c	0x0d	0x0a	0x0f	0x0b																							
MAC地址= 2-12-13-10-15-11																													
SET_GRAYSCALE_ILLU 消除	39 (0x27)	开/关,1字节无符号	0:了 1:在																										

表11 (ff):已实现的工厂命令

命令(1个字节)	价值	有效载荷	描述						
WRITE_REGISTER	42 (0x2a)	命令:0 x2a参数: 寄存器地址:1Byte unsigned 寄存器值:1Byte unsigned	将给定的值写入特定的寄存器地址。”						
		例子: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>寄存器地址</th> <th>寄存器值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 x2a</td> <td>0 xa0</td> <td>0 x01</td> </tr> </tbody> </table> 用SW快门触发一张图片:0xA0 = 0x01	ID	寄存器地址	寄存器值	0 x2a	0 xa0	0 x01	
ID	寄存器地址	寄存器值							
0 x2a	0 xa0	0 x01							
READ_REGISTER	43 (0x2b)	命令:0 x2b参数: 寄存器地址:1Byte无符号 响应ID: 0x06: 1Byte unsigned返回值: 寄存器值:1Byte无符号	将给定的值写入特定的寄存器地址。”						
		例子: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>寄存器地址</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 x43</td> <td>0 x90</td> </tr> </tbody> </table> 读取寄存器0x90 = 0x01 响应: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>寄存器值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 x06</td> <td>0 xc4</td> </tr> </tbody> </table>	ID	寄存器地址	0 x43	0 x90	ID	寄存器值	0 x06
ID	寄存器地址								
0 x43	0 x90								
ID	寄存器值								
0 x06	0 xc4								
JUMP_TO_BOOTLOADER	111 (0x6f)		从摄像机应用程序跳转到引导加载程序。这允许固件升级，然后根据第4.8章						

表11 (ff):已实现的工厂命令

9. 测量数据连接(UDP)

9.1. 包化(传输层)

一个测量(例如距离)的数据被划分(分组)为传输一个完整测量所需的许多UDP数据包。每个包包含它所属测量值的信息以及它所属测量值的位置。接收应用程序必须将有效负载连接到单个数据包中，以重新组装原始图像。

示例:该表显示了一个度量值，包含了总共30个字节，分为4个包:



图31:打包测量数据的示例

报文0:8字节，偏移量0

报文1:8Bytes，偏移量8

数据包2:8字节，偏移量16

包3:6Bytes(剩余字节数)，偏移量24

实际上，包要大得多:20字节的报头和1400字节的有效负载。

每个UDP包被划分为字段，如图31所示。表12解释了单个字段

元素	描述
DataNumber	16位无符号，计数器识别测量。在进行65535次测量后会重置为零吗
TotalSize	32位无符号，以字节为单位的整个测量数据的总大小
PayloadSize	16Bit无符号，当前数据包的有效载荷大小(字节数)
NumPacket	32Bit无符号，属于该度量的数据包总数
PacketNumber	32Bit无符号，实际数据包数的测量
抵消	32Bit无符号，偏移量(字节数)，此数据包的有效负载必须复制到接收缓冲区中
有效载荷	上述数据包的有效载荷

表12:UDP报文字段

9.2. 有效负载(应用层)

成功测量后，所有图像数据都写入有效载荷。有效载荷包含一个带有元数据的头。这个元数据包含在图像捕获期间传感器的实际设置。

有效负载的结构如图32所示。



图32:有效载荷结构为了传

输，有效载荷被切成数据包，如9.1章所述。

9.3. 有效载荷头

Header由不同的字段组成，如图33所示。表13解释了单个字段。

版本	数据类型	宽度	高度	RoiX0	RoiY0	RoiX1	RoiY1	Int时间低	Int时间中	Int时间高	坦佩,涂改	抵消	用户数据
1个字节	2字节	2字节	2字节	2字节	2字节	2字节	2字节	2字节	2字节	2字节	2字节	2字节	0...1千字节

图33:有效载荷头

元素	字节	指数	描述
版本	1	0	头结构的版本，从01开始。
数据类型	2	1	测量数据类型见表14。
宽度	2	3	以像素为单位的图像宽度
高度	2	5	图像的高度(像素)
RoiX0	2	7	感兴趣区域的左上角像素
RoiY0	2	9	感兴趣区域的左上角像素
RoiX1	2	11	感兴趣区域的右下角像素
RoiY1	2	13	感兴趣区域的右下角像素
Int时间0	2	15	集成时间0 -低集成时间3D
Int时间1	2	17	集成时间1 -中期集成时间3D
Int时间2	2	19	集成时间3 -高集成时间3D
温度	2签署	21	温度[0.01° C]
DataOffset	2	23	测量数据开始处的包开始处的偏移量(标头长度加上用户数据)
用户数据	1024年0...	25	与命令一起传输的数据的副本。

表13:有效负载报头字段

9.4. 测量数据的数据类型和格式

价值	描述	数据			
0	DATA_DISTANCE_AMPLITUDE	每个像素的4个字节:			
		4位保留	12位振幅	保留2位	14位 距离0-16m(1毫米/位)
1	DATA_DISTANCE	2字节每像素:			
		2点信心		14点距离(1毫米/位)	
3.	DATA_GRAYSCALE	2字节每像素			
		5位未使用		11位灰度	
4	DATA_DCS	每像素2Bytes x 4DCS			
		4位未使用		12位DCS	

表14:实际测量数据类型

9.5. 测量数据

每个像素按表15进行编码。在无法确定像素的距离或振幅的情况下，会插入错误码。接收申请必须在进一步处理之前检查这些错误代码。

代码	情况	用于数据类型
0...64000	有效值	距离:距离单位:mm (12 / 24MHz)
0...2894	有效值	TOF振幅/灰度振幅:LSB中的值
64001	低振幅	距离
64002	ADC-Overflow	距离/振幅/ DCS
64003	饱和	距离/振幅/灰度/ DCS
64004	坏像素	所有图片
64007	干扰	距离/振幅
64008	边缘过滤	距离/振幅

表15:像素编码

10. 维护和处理

10.1. 维护

设备不需要任何维护。每次设备投入使用时，建议进行一次功能性检查:

- 根据实际运行情况，检查传感器安装位置和检测区域。还要检查是否有危险情况。
- 经常用柔软的毛巾擦窗户，就像擦太阳镜一样。请勿使用任何溶剂清洗。这个装置可以被摧毁!

10.2. 处理

应根据当地法规和法律，使用最新的电子元器件回收技术进行处理。相机和部件的设计和制造符合RoHS法律规定。在电子元件中可能发现微量的危险物质，但没有有害的数量。