

MoveSense™ Depth-VPU™ 双目视觉评估套件

数据手册（中文版）

2017-01-14 rev 1.00

目录

简介.....	1
系统的结构和组成.....	1
原理介绍.....	2
输出数据.....	3
应用场景.....	3
规格信息.....	4
工作参数.....	4
光学参数.....	4
电气参数.....	4
结构参数.....	5
相机标定参数.....	5
数据通讯接口说明.....	5
开发工具及支持.....	5
视差空间到欧式空间转换.....	5
视差图输出格式说明.....	6
机械尺寸.....	6
修订版本.....	6

简介

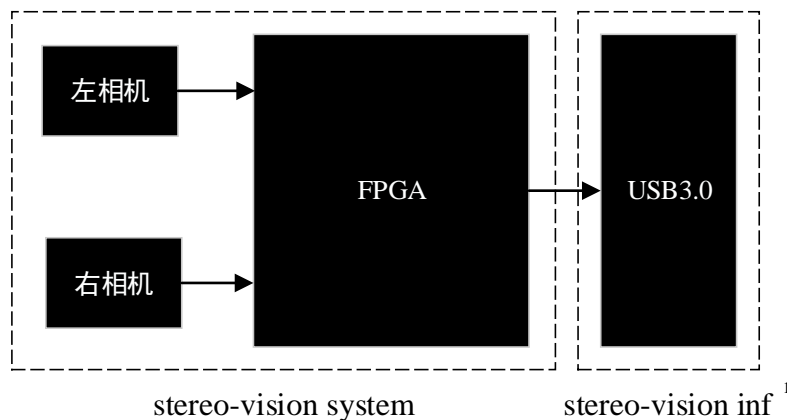
MoveSense™ Depth-VPU™ 双目视觉评估套件是人加智能为移动机器人打造的轻便版双目视觉深度感知评估套件，集成了人加第二代双目深度计算引擎（Depth-VPU™），为机器人提供三维环境感知的能力。Kits 是客户评估人加深度感知解决方案的一个通道，其上集成了常见的标准视频传输接口，客户可以很方便的进行对接测试测试。

Depth-VPU™ 的最大特点在于其克服了传统双目匹配算法对于复杂运算系统（如台式机 CPU、GPU）的依赖，在单片低成本 FPGA 上实现了从图像输入端到视差图输出的所有过程，无需依赖于任何外部存储设备。因此，Depth-VPU™ 具备低成本、低功耗、体积小、重量轻等优势，使得其在无人机、机器人以及 AR 方面拥有极大的应用价值及潜力。

评估套件选用了全局曝光的 CMOS 传感器用于双目成像，规避了一些卷帘式曝光传感器运动造成的模糊问题，使得其在快速移动的场景以及对快速移动物体的成像及深度计算方面具备极大地优势。

此外，产品具备定制化和可裁剪的特性，双目的基线以及焦距均可根据具体应用场景进行适配。对外接口可根据系统设计灵活设计，可用常规的并串行接口传输数据，也可以虚拟成一个相机通过 mipi 或是 DVP 接口传输进系统，当然也可以通过 USB 接口作为通用 UVC 设备与应用系统对接。

系统的结构和组成



系统由两部分组成，一部分为 CMOS 成像芯片以及 FPGA 运算芯片组成的双目视觉系统，另外一部分为对外提供的接口系统，目前测试样机对外提供的为 USB3.0 接口，便于与 PC、嵌入式处理器进行互联用于快速测

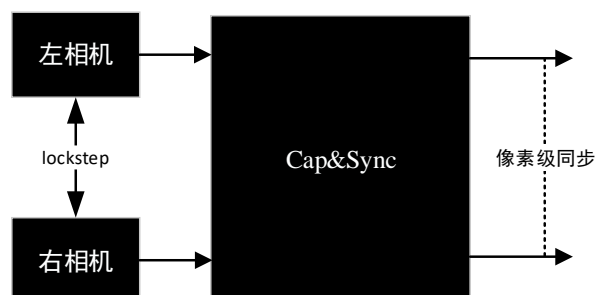
试。接口系统可根据应用系统设计进行灵活定制，目前可支持自定义的并行或 LVDS 接口或是相机接口 mipi 与 dvp 等接口。

评估套件将图像传感器以及运算端高度集成，提供双目立体视觉系统的整体解决方案。

原理介绍

双目视觉系统主要包括三个主要处理步骤。每个处理步骤的结果作为下一个步骤的输入，Depth-VPU™ 将这三个步骤采用流水线并行处理设计架构，达到最低的运算延时。下面将三个步骤一一介绍。

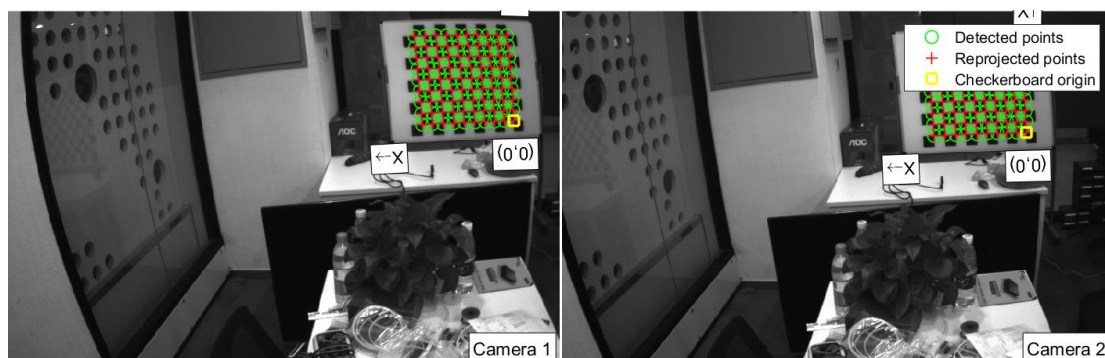
步骤一. 双目数据的同步获取

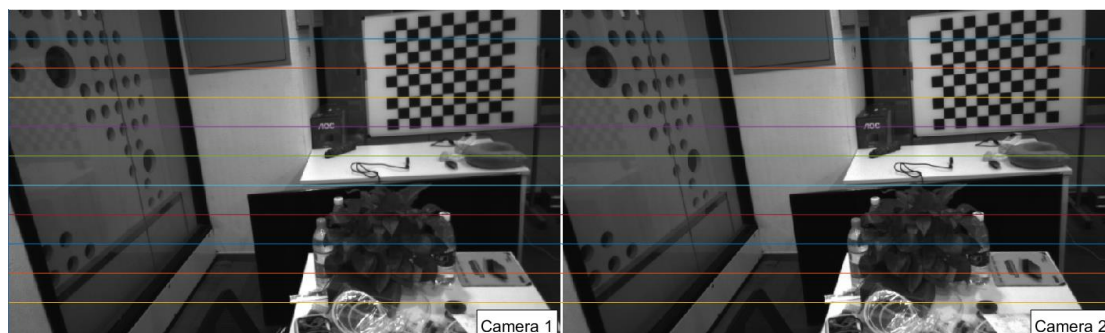


对于双目系统而言，两个相机曝光时间的同步性是双目系统的一个非常重要的指标。Depth-VPU™ 采用同步技术使得两个传感器的曝光起始时间的差别控制在微秒级别，同时使用 FPGA 内部的存储资源为两个相机的数据做了缓存同步。

步骤二. 畸变校正及立体校正

通常双目系统中两个图像传感器位置安装会有偏差，不会出现两个传感平面在同一水平线上或平面对齐的情况，因此，需要对成像平面进行相应的操作使两个相机的内参相同且满足极线约束，此过程就叫做立体校正。此外，相机成像过程中会有畸变产生，需要做相应的畸变校正工作。因此在进行第三步处理之前需要做畸变校正和立体校正这两个工作。首先，通过双目标定的方法获取相机的内参、外参以及畸变参数，最终产生原图到目标图的坐标映射表，通过插值的方法获取目标图。Depth-VPU™ 采用纯电路的方式实现此步骤，使得校正产生的延时最小化。





步骤三. 立体匹配

立体匹配是双目视觉中最核心的一个单元，根据极线约束通过寻找左右图的对应点计算产生视差图。



输出数据

Depth-VPUTM 可输出校正前后双目相机的图像以及实时计算的视差图像，支持原始数据以及视差数据的同步接收。

应用场景

Depth-VPU™ 首先可以定位于一套具备实时深度计算能力的双目系统级解决方案，因此可以广泛应用于无人机、移动机器人、自动驾驶等领域。

规格信息

工作参数

- ◆ 输出格式：左图、右图、深度图
- ◆ 帧频及分辨率：30fps@320*240
- ◆ 基线：6cm
- ◆ 测量距离：1 m-7 m
- ◆ 精度：1m -0.69%； 3m - 2%； 5m - 3.5%； 7m - 4.8%
- ◆ 驱动类型（USB）：UVC

光学参数

- ◆ 快门类型：全局曝光
- ◆ 视场角：水平 56~58 度，垂直 43~45 度，对角线 70~73 度
- ◆ 畸变：<1.5%
- ◆ 极线偏差（矫正后）：<0.2 pixel
- ◆ 焦距：1.73m
- ◆ 像素尺寸：3 μ m×3 μ m

电气参数

- ◆ USB3.0/USB2.0 接口供电
- ◆ 内部电源种类：5V、3.3V、2.8V、1.8V、1.2V、1V
- ◆ FPGA：XC7A50T-1CPG236I
- ◆ Quad-SPI Flash（For FPGA）：32Mbit
- ◆ SPI Flash（For USB3.0）：4Mbit
- ◆ 支持 USB3.0/LVDS/DVP 接口

- ◆ 最大功耗：约 800mW @ 60fps & 320×240

结构参数

- ◆ 电路板尺寸：45mm×24mm
- ◆ 质量：电路板（5.5±0.2g） 整体：18±0.5g
- ◆ 支撑结构图（待更新）

相机标定参数

MoveSense™ One 出厂前已完成双目的标定的工作，提供用户需要的必要参数，包含相机的焦距、原点以及基线。标定参数以矩阵形式展现：

$$\begin{bmatrix} f & 0 & cu & -f * b \\ 0 & f & cv & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

f 为相机的焦距， (cu, cv) 为相机的原点， b 为相机的基线，四个参数存于相机中可从相机中使用 SDK 读出。

数据通讯接口说明

评估套件采用了 USB 接口作为主要通信接口，使用标准的 UVC 驱动即能使用本设备，配合人加提供的 SDK 具备即插即用的特性。

开发工具及支持

针对 MoveSense™ One 双目深度相机，人加为用户提供了 Windows 和 Linux 版本的 SDK。相关的 SDK 均托管在 GitHub 上：

Linux SDK : <https://github.com/HumanPlus-Company/Depth-VPU-Kits-Linux>

Windows SDK: <https://github.com/HumanPlus-Company/Depth-VPU-Kits-Windows>

视差空间到欧式空间转换

从视差空间到相机坐标系下的三维点云转换需要四个参数：基线 b ，焦距 f ，相机坐标系原点在图像坐标系下的坐标 $(cu\ cv)$ ，这四个参数可从相机中通过 SDK 的接口读取。

视差图输出格式说明

视差图中像素点 (u,v) 处的值 d 代表的意义： d 是一个 8bits 二进制数，其中高 5 位为其视差整数值，低 3 位为其亚像素值。计算三维坐标时，可把 d 直接除以 8，取其商。

下面为计算公式，计算相机坐标系下三维点 $(x\ y\ z)$ ，单位是毫米(mm)：

$$d_{\text{real}} = d/8.0$$

$$z = f * b/d_{\text{real}}$$

$$x = (u - cu) * z/f$$

$$y = (v - cv) * z/f$$

机械尺寸

修订版本