

原

机器视觉学习笔记（6）——双目摄像机标定参数说明

2015年12月28日 11:43:07 moverzp 阅读数：14529 标签： 机器视觉 更多

版权声明：本文为博主原创文章，未经博主允许不得转载。 https://blog.csdn.net/xuelabizp/article/details/50417914

机器视觉学习笔记（6）——双目摄像机标定参数说明

标签： 机器视觉

阅读本文之前请先阅读以下两篇博文：

机器视觉学习笔记（4）——单目摄像机标定参数说明

机器视觉学习笔记（5）——基于OpenCV的单目摄像机标定

1.双目摄像机需要标定的参数

- 双目摄像机需要标定的参数有摄像机内参数矩阵，畸变系数矩阵，本征矩阵，基础矩阵，旋转矩阵以及平移矩阵
- 其中摄像机内参数矩阵和畸变系数矩阵可以通过单目标定的方法标定出来
- 双目摄像机标定和单目摄像机标定最主要的区别就是双目摄像机需要标定出左右摄像机坐标系之间的相对关系

2.旋转矩阵R和平移矩阵T说明

任意两个坐标系之间的相对位置关系都可以通过两个矩阵来描述：旋转矩阵R和平移矩阵T。我们此处用R和T来描述左右两个摄像机(camera)坐标系的机体为将左摄像机(camera)下的坐标转换到右摄像机(camera)下的坐标。

假设空间中有一点P，其在(world)坐标系下的坐标为 $P_W$ ，其在左右摄像机(camera)坐标系下的坐标可以表示为：

$$\begin{cases} P_l = R_l P_W + T_l \\ P_r = R_r P_W + T_r \end{cases}$$

其中 $P_l$ 和 $P_r$ 又有如下的关系：

$$P_r = R P_l + T$$

注：双目摄像机分析中往往以左摄像机(camera)为主坐标系，但是 $R$ 和 $T$ 却是左(camera)向右(camera)转换，所以 $T_x$ 为负数

综合（1）（2）两式，可以推得：

$$\begin{cases} R = R_r R_l^T \\ T = T_r - R T_l \end{cases}$$

单目标定中相机外参数就是此处的 $R_l$ ， $T_l$ ， $R_r$ 和 $T_r$ ，带入（3）式就可以求出R和T。

3.本征矩阵E说明

对级几何在双目问题中非常的重要，可以简化立体匹配等问题，而要应用对级几何去解决问题，比如求级线，需要知道本征矩阵或者基础矩阵，也会把本征矩阵和基础矩阵算出来。之所以说是算，因为这两个矩阵与R和T并不独立。

本征矩阵常用字母 $E$ 来表示，其物理意义是左右(picture)坐标系相互转换的矩阵，可以描述左右摄像机图像平面上对应点之间的关系。

假设空间中有一点P，其在(world)坐标系下的坐标为 $P_W$ ，其在左右摄像机(camera)坐标系下的坐标可以为 $P_l$ 和 $P_r$ ，右(camera)坐标系原点在左(camera)的坐标为 $T_r = [T_x, T_y, T_z]^T$ ，则有：

$$P_r = R(P_l - T_r)$$

则通过点 $T_r$ 的所有点的 $P_l$ 所组成的平面（即极面）可以用下式表示：

$$(P_l - T_r)^T (P_l \times T_r) = 0$$

将 $P_l \times T_r$ 写成矩阵相乘的形式：

$$P_l \times T_r = S P_l$$



关闭

其中 $S$ 为：

$$S = \begin{bmatrix} 0 & -T_x & T_y \\ T_z & 0 & -T_x \\ -T_y & T_x & 0 \end{bmatrix}$$

综合 (5) (6) 式可得：

$$P_r^T R S P_l = 0$$

乘积 $RS$ 即为本征矩阵 $E$ ，利用投影方程将 (8) 式简化：

$$P_{pr}^T E P_{pl} = 0$$

(9) 式描述了同一物理点在左右摄像机图像平面上投影在{picture}下的关系。

### 4.基础矩阵F说明

双目系统中，常常只对{pixel}坐标系下的坐标感兴趣，所以给本征矩阵 $E$  加上相机内参数矩阵 $M$  的相关信息，就可得到描述同一物理点在左右摄像机图像平面上投影在{pixel}下的关系。

将 (9) 式结合 $P_{pix} = M P_p$  可得：

$$P_{pix}^T (M_r^{-1})^T E M_l^{-1} P_{pixl} = 0$$

由此可将基础矩阵 $F$  定义为：

$$F = (M_r^{-1})^T E M_l^{-1}$$

最终得到同一物理点在左右摄像机图像平面上投影在{pixel}下的关系：

$$P_{pixr}^T F P_{pixl} = 0$$

### 5.总结

- 单目摄像机需要标定的参数双目都需要标定
- 双目摄像机比单目摄像机多标定的参数 ( $R$  和  $T$ ) 主要是描述两个摄像机相对位置关系的参数，这些参数在立体校正和对极几何中用处很大
- 本征矩阵 $E$  描述的是同一点投影在{picture}坐标系下的关系，单位为mm
- 基础矩阵 $F$  描述的是同一点投影在{pixel}坐标系下的关系，单位为pix



想对作者说点什么



我终于有喵喵啦： 你好，文中提到的camera/world能理解，但是picture/pixel的区别是图像物理坐标系和图像像素坐标系的区别么？ (11个月前 #3楼) 查看



qq\_38338086： 您好，我是刚学习机器视觉的小白，不知道是否方便分享下双目标点的源码，不胜感激 (11个月前 #2楼)



BugMe2017： 请问可以转载吗，总结的太好了。 (1年前 #1楼) 查看回复(1)

#### 机器视觉学习笔记（7）——基于OpenCV的双目摄像机标定

阅读数 7233

机器视觉学习笔记（7）——基于OpenCV的双目摄像机标定标签：机器视觉本文CameraCalibrator类... 博文 来自： moverzp的博客

#### 视觉笔记 - 双目摄像头标定

阅读数 225

双目标定工具使用参考： kalib

博文 来自： luoshi006的博客

#### 20170216.双目摄像机标定参数说明

阅读数 1257

http://blog.csdn.net/xuelabizp/article/details/50417914

博文 来自： u014488388...



#### 机器视觉检测

#### 一种基于双目主动视觉的线性自标定算法

08-25

从理论上推导出了绝对二次曲面包含了摄像机全部内参数和无穷远平面信息，并根据双目视觉之间的平移关系，扩展了无穷远平面信息对绝对二...

下载

Python怎么学

转型AI人工智能指南

人工智能薪资趋势

IT 巨头的敏捷之路

转型人工智能  
准备好了吗？

关闭

## 双目摄像头标定参数

阅读数 6196

双目摄像头定标不仅要得出每个摄像头的内部参数，还需要通过标定来测量两个摄像头之间的相对位置... 博文 来自: [SYL0303的博客](#)

## 双目相机标定以及立体测距原理及OpenCV实现

阅读数 2

单目相机标定的目标是获取相机的内参和外参，内参  $(1/dx, 1/dy, Cx, Cy, f)$  表征了相机的内部结构参数... 博文 来自: [牧野的博客](#)

## OpenCV双目视距之相机标定原理（1）

阅读数 691

一：什么是标定摄像机的标定即确定摄像机的内外部参数的过程。摄像机内部参数是由摄像机内部几何... 博文 来自: [AllYoung\\_362...](#)

## 照相机中图像坐标和三维空间点的对应关系—理解双目视觉原理的基础

阅读数 2

转自: <http://wiki.opencv.org.cn/index.php/Cv照相机定标和三维重建><http://blog.csdn.net/lixianju...> 博文 来自: [yuxiang3986...](#)

## 机器视觉（相机、镜头、光源）详细解析

阅读数 9900

1.1.1视觉系统原理描述 机器视觉就是用机器代替人眼来做测量和判断。机器视觉系统是指通过机器... 博文 来自: [wang4959520...](#)

## 计算机视觉基础（二）——使用标定出的R和T进行摄像机坐标系定位

阅读数 2107

我们知道，世界坐标系中的一个摄像机，可以使用OpenCV等工具直接标定出其旋转矩阵R和平移向量T... 博文 来自: [雁回晴空的博...](#)



cszn6666

91篇文章

[关注](#) 排名:千里之外



苏源流

175篇文章

[关注](#) 排名:千里之外



J10527

16篇文章

[关注](#) 排名:千里之外



CALch

13篇文章

[关注](#) 排名:千里之外

## Halcon入摄像机标定初始参数解释

阅读数 581

1、摄像机外参：决定摄像机坐标与世界坐标系之间相对位置关系。其中Pw为世界坐标，Pc是摄像机坐... 博文 来自: [mawefei的博客](#)

## 机器视觉课内实验：一种摄像机标定算法的编程实现（张正友）

阅读数 223

机器视觉课内实验：一种摄像机标定算法的编程实现工具箱toolbox\_calib: <http://www.vision.caltec...> 博文 来自: [The\\_Best\\_Hac...](#)

## 双目视觉的标定

阅读数 2296

本文章转至知乎上一位大牛（陈明猷）的回答，感觉说的很在理，就转到这里和大家分享！！有不妥... 博文 来自: [hairuiJY](#)

## 双目定位

阅读数 4803

双目测距的模型双目立体成像的实现是基于视差的原理，其模型如图所示，该模型是基于一套无畸变、... 博文 来自: [pudongdong...](#)

## 双目定标和双目校正

阅读数 3878

觉得不错，留作记录，原文：<http://blog.csdn.net/chenyusiyuan/article/details/5961769三、双目...> 博文 来自: [jaccen的专栏](#)

## 相机标定——双目标定的MFC简单实现

11-29

在MFC界面的基础上，通过视频观察到合适的图像去拍摄双目图像，首先得到双目相机的棋盘格图像，先进行单个相机的标定，再进行双目标定...

[下载](#)

## 视觉标定

阅读数 1815

机器视觉的基本任务之一是从摄像机获取图像信息并计算三维空间中物体的几何信息，以此重建和识别... 博文 来自: [XGForever的...](#)

## 相机标定（具体过程详解）张正友、单应矩阵、B、R、T

阅读数 898

首先先声明一点，本文介绍的方法并非很多文章中介绍的方法只是应用，直接调用matlab或者opencv... 博文 来自: [三眼二郎](#)

## 【立体视觉】双目立体标定与立体校正

阅读数 8918

参考：机器视觉学习笔记（6）——双目摄像机标定参数说明机器视觉学习笔记（8）——基于OpenC... 博文 来自: [把岁月化成歌...](#)

## 单应性矩阵的理解及求解3

阅读数 1829

[http://www.sohu.com/a/223594989\\_100007727](http://www.sohu.com/a/223594989_100007727)前面文章《从零开始学习「张氏相机标定法」》（一... 博文 来自: [lyhbkz的博客](#)

## 机器视觉学习笔记（4）——单目摄像机标定参数说明

阅读数 2

机器视觉学习笔记（4）——单目摄像机标定参数说明标签：机器视觉1.针孔摄像机模型在介绍摄像机... 博文 来自: [moverzp的博客](#)

## 笔记总结-相机标定（Camera calibration）原理、步骤

阅读数 2397

这已经是我第三次找资料看关于相机标定的原理和步骤，以及如何用几何模型，我想十分有必要留... 博文 来自: [qq\\_37791134...](#)

[Python怎么学](#)

[转型AI人工智能指南](#)

[人工智能薪资趋势](#)

[IT巨头的敏捷之路](#)



关闭

**机器视觉学习笔记: 一个双目测距的简单实例** 阅读数 444  
1.实例目标学习OpenCV也一月有余了，遂想进行一个双目测距的简单实验，先解决从无到有，再解决... 博文 来自: [cszn6666的博客](#)

**【计算机视觉】摄像机标定 matlab toolbox\_calib工具箱（单目标定和双目标定）** 阅读数 3487  
1整体介绍相机标定为Matlab工具箱http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib\_doc/相机标定为... 博文 来自: [开源节流](#)

**双目视觉与虚拟现实之间** 阅读数 2260  
双目视觉是机器视觉的一个重要方向，双目视觉技术的最初目的是模拟人的双眼看周围的三维世界。该... 博文 来自: [J10527的博客](#)

**基于OPENCV的双目标定** 阅读数 138  
马上就要毕业了，进入和视觉完全不同的领域工作。之前发了单目的教程，现在把双目的也发一发吧。... 博文 来自: [CALch的博客](#)

**使用MATLAB工具箱TOOLBOX\_calib标定摄像头过程（双目标定）** 阅读数 201  
前言： 本文章主要讲解使用matlab对双目摄像头进行标定，转载请标明作者和来源，谢谢。一、工具： ... 博文 来自: [xuaoxubiao的...](#)

**内参、外参、畸变参数三种参数与相机的标定方法与相机坐标系的理解** 阅读数 1523  
https://blog.csdn.net/yangdashi888/article/details/513563851、相机参数是三种不同的参数。相... 博文 来自: [tap880507的...](#)

**labview 标定相机参数** 阅读数 3391  
今天到第五个工具了，开始标定相机参数了，但是labview工具箱对相机参数的标定只能得到相机的焦... 博文 来自: [聪聪那年的博客](#)

**opencv 计算旋转矩阵R，平移矩阵T** 阅读数 1  
问题：已知摄像机内参K，以及两张不同角度的图片，求解摄像机的RT矩阵？步骤： 1.从两张图... 博文 来自: [咱是文明人的...](#)

**相机标定获得内参矩阵及其他参数** 阅读数 6051  
csdn博客推荐: http://blog.csdn.net/chenyusiyuan/article/details/5963256理论方面和单目标定op... 博文 来自: [qq\\_26499769...](#)

**【OpenCV】单目相机标定 / 双目相机标定** 阅读数 3443  
单目相机标定//subpixel.cpp:定义控制台应用程序的入口点。///\*#include"stdafx.h"#include#includ... 博文 来自: [Taily老段的专栏](#)

**机器视觉之多坐标系标定与统一** 阅读数 7069  
随着机器视觉应用的日益广泛，大幅面多相机视觉系统的需求越来越多，主要应用方向为大幅面高精度... 博文 来自: [zzzkiti的专栏](#)


**【计算机视觉】opencv双目视觉标定、匹配和测量（附代码）** 阅读数 3687  
转http://blog.csdn.net/bcj296050240/article/details/52778741opencv双目视觉标定、匹配和测量... 博文 来自: [开源节流](#)

**浅谈双目立体视觉** 阅读数 7191  
首先，顾名思义，双目立体视觉就是利用两个摄像机拍摄同一场景，根据这样的信息来重构出立体场景... 博文 来自: [机器视觉之家](#)

**关于摄像头标定中缩放参数s(scale)的解释** 阅读数 882  
大家可能有段时间听过一句广告语：前置2000万柔光自拍，照亮你的美！分隔符\*\*\*\*\* 博文 来自: [yuandm819的...](#)

**（一）图像坐标：我想和世界坐标谈谈(A)【计算机视觉学习笔记--双目视觉几何框...** 阅读数 3  
大家先不要吐槽这个韩寒体的题目。希望这样的题目会让大家以一个轻松的心态阅读玉米的《计算机视... 博文 来自: [玉米的专栏](#)

**摄像机标定终极总结版01** 阅读数 2735  
上传技术博客真的挺费时间的，不过为了广大的同胞们能节省更多的时间，自己通过学习书籍《学习op... 博文 来自: [小勺挖泰山的...](#)



**成为商业数据分析师，抢占互联网红利！**  
零基础3个月入门，提升职场数据分析技能，高薪晋升！

**MATLAB摄像机标定程序** 07-30 下载  
MATLAB摄像机标定程序，对于做三维摄像机标定的人很有用，希望大家分享！

**【CG】摄像机标定原理与实现** 阅读数 510  
OpenCVCvOpenCV中如何检测棋盘格OpenCvcvCalibrateCamera2函数 博文 来自: [鹅城视觉驿站](#)



## Spark2学习1之基本环境搭建（win）问题

阅读数 3万+

更多代码请见：<https://github.com/xubo245/SparkLearning> 版本：Spark-2.0.01解释 从【2】中下... 博文 来自：[Keep Learning](#)

## ThreadLocal的设计理念与作用

阅读数 3万+

Java中的ThreadLocal类允许我们创建只能被同一个线程读写的变量。因此，如果一段代码含有一个Thr... 博文 来自：[u011860731...](#)

## jquery/js实现一个网页同时调用多个倒计时(最新的)

阅读数 25万+

jquery/js实现一个网页同时调用多个倒计时(最新的) 最近需要网页添加多个倒计时. 查阅网络,基本上都... 博文 来自：[websites](#)

## bsgs算法

阅读数 1万+

bsgs算法 bsgs算法，又称大小步算法（某大神称拔山盖世算法）。主要用来解决  $A^x=B(\text{mod } C)$ (C... 博文 来自：[clover\\_hxy的...](#)

## CS231n 卷积神经网络与计算机视觉 6 数据预处理 权重初始化 规则化 损失函数 等常...

阅读数 1万+

1 数据处理 首先注明我们要处理的数据是矩阵X，其shape为[N x D] (N =number of data, D =dimen... 博文 来自：[bea\\_tree的博客](#)

## 基于Linux的智能家居的设计(5)

阅读数 1万+

4 软件设计 软件设计部分主要包括uboot移植、内核编译、系统移植、设备驱动编程、应用程序编程... 博文 来自：[求是07的专栏](#)

## 强连通分量及缩点tarjan算法解析

阅读数 38万+

强连通分量：简言之 就是找环（每条边只走一次，两两可达） 孤立的一个点也是一个连通分量 使用t... 博文 来自：[九野的博客](#)

## centos 查看命令源码

阅读数 3万+

# yum install yum-utils 设置源: [base-src] name=CentOS-5.4 - Base src - baseurl=http://vault.ce... 博文 来自：[linux/unix](#)

## Cocos2d-x 2.2.3 使用NDK配置编译环境

阅读数 1万+

Cocos2d-x 2.2.3 使用NDK配置编译环境2014年6月11日 Cocos2d-x 3.0以下的开发环境的配置恐怕折... 博文 来自：[巫山老妖](#)

## 关于SpringBoot bean无法注入的问题（与文件包位置有关）

阅读数 11万+

问题场景描述整个项目通过Maven构建，大致结构如下： 核心Spring框架一个module spring-boot-b... 博文 来自：[开发随笔](#)

## SpringBoot入门系列：第六篇 mybatis

阅读数 1万+

这一篇，代码折腾的时间较长，完成之后都是一些小细节，主要有三： 1、引入的依赖错误； 2、启动... 博文 来自：[lxhj的专栏](#)

## DirectX修复工具增强版

阅读数 184万+

最新更新：2018-12-20 DirectX修复工具最新版：DirectX Repair V3.8 增强版 NEW! 版本号：V3.8.0... 博文 来自：[VBcom的专栏](#)

机器学习 机器学习课程 机器学习教程 深度学习视频教程 深度学习学习

bootstrap4学习笔记 机器视觉 框架源代码# c++ fwrite函数参数说明 bootstrap 学习笔记 c++链表学习笔记 人工智能学  
习笔记 python学习笔记



moverzp

关注

原创	粉丝	喜欢	评论
56	444	152	171

等级：[博客 5](#) 访问：27万+

积分：2877 排名：1万+

勋章：



关闭

Python怎么学

转型AI人工智能指南

人工智能薪资趋势

IT 巨头的敏捷之路





### 最新文章

Kaggle练习赛Titanic手札

基于Python查看SVD压缩图片的效果

K均值聚类算法(K-Means)

基于物品的协同过滤算法：理论说明，代码实现及应用

爬取了豆瓣11W+网页，获取了5W+有效书籍信息

### 个人分类

小白学算法	19篇
牛刀小试	3篇
实用编程技术	2篇
Python	16篇
MFC	1篇

[展开](#)

### 归档

2016年10月	1篇
2016年8月	1篇
2016年7月	2篇
2016年5月	1篇
2016年4月	4篇

[展开](#)

### 最新评论

K均值聚类算法(K-Means)

xuelabizp: [reply]qq\_36940717[/reply] 这位老哥有点暴躁啊，当时确实是我疏忽，不过图...

K均值聚类算法(K-Means)

xuelabizp: [reply]zhangquanwei386[/reply] 这里: <https://github....>

机器视觉学习笔记（8）——基于Op...

qq\_33567908: 亲爱的博主你好，看了你的有关摄像机标定的相关内容，我很感兴趣，是否可以学习你的代码，有关摄像机标定...

机器视觉学习笔记（9）——一个双目...

u014731484: [reply]qq\_43028950[/reply] 请问你现在实现这个例子的代码了吗

机器视觉学习笔记（9）——一个双目...

u014731484: 楼主，能否问一下这一步“整理交点在(pixel)下坐标和视差到pixMat”和worldMat=...

### 热门文章

K均值聚类算法(K-Means)	Python怎么学	转型人工智能指南	人工智能薪资趋势	IT 巨头的敏捷之路
------------------	-----------	----------	----------	------------

5

7

<

>

转型人工智能  
准备好了吗？

关闭

机器视觉学习笔记（4）——单目摄像机标定参数说明  
阅读数 21460

基于物品的协同过滤算法：理论说明，代码实现及应用  
阅读数 16627

机器视觉学习笔记（5）——基于OpenCV的单目摄像机标定  
阅读数 15419

机器视觉学习笔记（6）——双目摄像机标定参数说明  
阅读数 14482

- 5
- 7
- 
- 
- 
- 
- 

机器视觉模块





微信客服



QQ客服

 QQ客服

 kefu@csdn.net

 客服论坛

 400-660-0108

工作时间 8:30-22:00

关于我们 招聘 广告服务 网站地图

 百度提供站内搜索 京ICP证19004658号

©1999-2019 北京创新乐知网络技术有限公司

网络110报警服务 经营性网站备案信息

北京互联网违法和不良信息举报中心

中国互联网举报中心

转型人工智能  
准备好了吗？

关闭