

我对比了TSAI方法和CamOdoCal的四元数求解方法，最后精度效果都差不多。当然由 $AX = ZB$ 方程还能直接求解出机器人和标定板系的关系，也就是 Z 。

上面举例都是以Eye-in-hand进行举例，Eye-to-hand理论都是一样的。

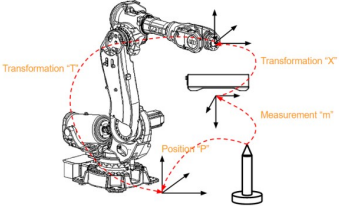
在Eye-in-hand标定过程中，标定板固定，机器人末端带动相机改变不同的位姿去拍标定板，获得不同的末端位姿参数和标定板位姿参数；在Eye-to-hand过程中，相机固定，标定板固定在机器人末端，变换不同的位姿在相机下面进行成像。获得不同的末端位姿参数和标定板位姿参数。位姿的变换尽可能的大，次数尽量多。

另外，在实际机器人工业应用现场，为了快速简单调试，点到点的标定方法还是比较常见的，尤其是相机固定的时候，利用mark点的图像坐标和世界坐标，直接求home矩阵或者外参数。opencv都有相应的函数，这里不再赘述。

2 3D相机手眼标定

由于3D相机中，可能没有图像只有点云，这样就不太方便检测标定板的位姿。可以通过标定球等进行标定。原理如下：

To improve the accuracy of alignment between the sensor origin and the target, and to reduce the time required to perform the calibration, you can automate the process by implementing your own calculation functions. The basic idea is the same as above, that is, building up equations by using geometric (point, line, plane, etc.) constraints. Then solve the equations to get the X. For example, by using a point constraint, you can obtain the following equations by measuring a static target:



$$P_1 = [T_1] \cdot [X] \cdot m_1;$$
$$P_2 = [T_2] \cdot [X] \cdot m_2;$$
$$\dots\dots$$
$$P_n = [T_n] \cdot [X] \cdot m_n$$

Where P_i is the position of the target in robot base coordinates. Since the target is static for all the measurements, the following is true: $P_1 = P_2 = \dots = P_n$. So we can build up a system of linear equations of $[T_i] \cdot [X] \cdot m_i = [T_j] \cdot [X] \cdot m_j$, which can be formulated as:

$$A \cdot X = b$$

Where A is the derivative matrix of X, and b is the residuals of the target measurements ($P_i - P_j$). Then X can be calculated by linear least equation algorithm.

实施过程中就是对同一个标志物进行多次3D成像，获取标志物中心的相机3D坐标和此时对应的机器人位姿，然后用最小二乘法进行求解。

在点云检测过程中，球的检测一般比较容易。所以在标定过程中，一般用标定球进行标定。

经过一些项目上的应用测试，此种3D手眼标定方法精度一般在0.5mm之内。

8 条评论 CSYForeverMemory 热评 博主，能发一下标准球的代码嘛

写评论

...手眼标定结果准确率如何提高？提高手眼标定精度 鱼香ROS的博客-CSDN... 9-7
而且精度还是非常精准的,但所说的只是末端的角度,对于我们实际使用来说,一定会在机械臂上安装夹爪和吸盘等,所以机械臂的末端标定要准确才行,这个...

物体位姿估计精度验证实验(涉及位姿估计,手眼标定,机械臂运动) 9-6
物体位姿估计精度验证实验(涉及位姿估计,手眼标定,机械臂运动) 1.位姿估计 简单介绍,采用双目结构光相机,利用拍摄的点云数据和CAD模型点云进行ICP...

02第二课 手眼标定之3D知识.rar 10-24
halcon软件开发包基础上做机器人的手眼标定,涉及许多专业知识,在这些讲义里详细讲解了标定的数学基础,原理等,以及实现手段,3D知识

干货 | 相机标定: 机器人手眼标定 小白学视觉 298
点击上方“小白学视觉”,选择加“星标”或“置顶”重磅干货,第一时间送达作者 | 张悦恩@知乎来源 | https://zhuanlan.zhihu.com/p/76578691编辑 | OpenCV...

机器人手眼标定快速精度验证方法 laoli_的博客 2332
机器人手眼标定快速精度验证方法

机器人手眼标定Matlab程序 (高精度) 12-05
最近做科研用到手眼系统标定,在网上搜索方法无果,于是自己亲自编写手眼标定程序,经验证,具有较高精度。

手眼相机标定精度差一起和小鱼读几篇经典相机标定论文吧 生活不止眼前的苟且 1885
各位鱼粉大家好早上好~我是早上被冻在床上起不来的小鱼,在这个寒冷的冬日里,小鱼哆哆嗦嗦的写文章,大家谁有时间可以给小鱼送送温暖,小鱼给你送...

【从零开始进行高精度手眼标定 eye in hand (小白向) 1 原理推导】 qq_43649786的博客 768
最近由于组内的相关工作需求,需要进行机器人的高精度标定.原始的标定精度在6mm左右,虽然听起来是非常微小的偏差,但是由于研究方向手术机器...

关于手眼标定的误差计算 qq_45445740的博客 1802
通过样本标准差计算手眼标定误差。

3D手眼标定1 (原理) qq_58220938的博客 2540
说明: 3D视觉机器人是配备有3D视觉相机的机械臂,能够观测场景的3D信息,以3D点云的形式交给机械臂,可以用于物体抓取、无序分拣、装配、打磨...

机器人视觉手眼标定学习笔记 DayDayUp 1943
常用术语: 位姿: 位置与姿态,为了描述空间物体的位置与姿态,我们一般先在物体上设置一个坐标系(位姿)。工具坐标系: 我们通常采用设置于机器...

(二) 2D视觉机器人的手眼标定流程记录 qq_45445740的博客 5938
内容1.背景介绍1.1 问题1.2 思路2.操作流程 1.背景介绍 2D视觉机器人指的是机器人通过2D相机提供的视觉信息,完成某些实际的功能。下面以...

经典手眼标定算法matlab 09-28
经典手眼标定算法matlab代码,程序作者为 Christian Wengert。工具箱包含的主要算法有Tsai-Lenz算法、NAVY算法(Park)、INRIA算法(Horand)以...

一种高精度机器人手眼标定方法.pdf 02-27
一种高精度机器人手眼标定方法;任杰轩,张旭,刘少邵,王治,吴天一(北京理工大学机械与车辆学院数字化制造研究所,北京100081)

机器视觉手眼标定详解,有用 03-14
目录 1.相机固定不动,上往下看 引导 机器人 移动 2.相机固定不动,下往上看 3.相机固定在机器人上 相机固定在机器人上,离旋转中心较近 离旋转中心较...

面向焊缝跟踪的线激光检测技术研究(手眼标定) 01-14
从原理上介绍六轴机器人与CCD的手眼标定,包括推导过程、标定步骤、误差分析比较。学术论文。

三维机器视觉 多目相机标定 机器人手眼标定.pdf 07-04
三维视觉位姿变换原理,多目立体视觉原理,多目相机标定,机器人手眼标定。部分例题基于HALCON讲解。

(已修正精度1mm左右) Realsense d435深度相机+Aruco+棋盘格+OpenCV手眼标定全过程记录 热门推荐 Thinkin9的博客 1万+
最近帮别人做了个手眼标定,然后我标定了大概精度能达到1mm左右。所以原文中误差10mm可能是当时那个臂本身的坐标系有问题。然后用的代码改成...

3D相机机器人手眼标定(眼在手上)全过程 jywinner的博客 1万+
3D相机机器人手眼标定(眼在手上)全过程 简述 目前在机器人高层规划中,机器人越来越依赖于摄像头的反馈信息,比如自动打磨,焊接,喷涂的智能规划,或者...

双目相机标定精度测量: 匹配点对 (2D) 的距离 (3D) 与实际距离的差 TiffanyXY的博客 3852
使用边长为25mm的12°9'的标准棋盘格标定相机 #include<opencv2/opencv.hpp> #include<iostream> using namespace cv; using namespace std; //双目...



在使用双目视觉进行**手眼标定**时，可以使用Python中的OpenCV库和其他一些工具来实现。下面是一个基本的双目视觉**手眼标定**的Python代码示例：``py...

“相关推荐”对你有帮助？

-  非常没帮助
-  没帮助
-  一般
-  有帮助
-  非常有帮助



14号先生

关注



2



53



8



专栏目录

