

首頁 / 雙目 / 正文

## 雙目視覺測距原理，數學推導及三維重建資源

原創 @ [cyem1](#) ⌚ 2018-09-02 10:00

轉載自：<https://blog.csdn.net/piaoxuezhong/article/details/79016615>

### 先說一下單/雙目的測距原理區別：

單目測距原理：

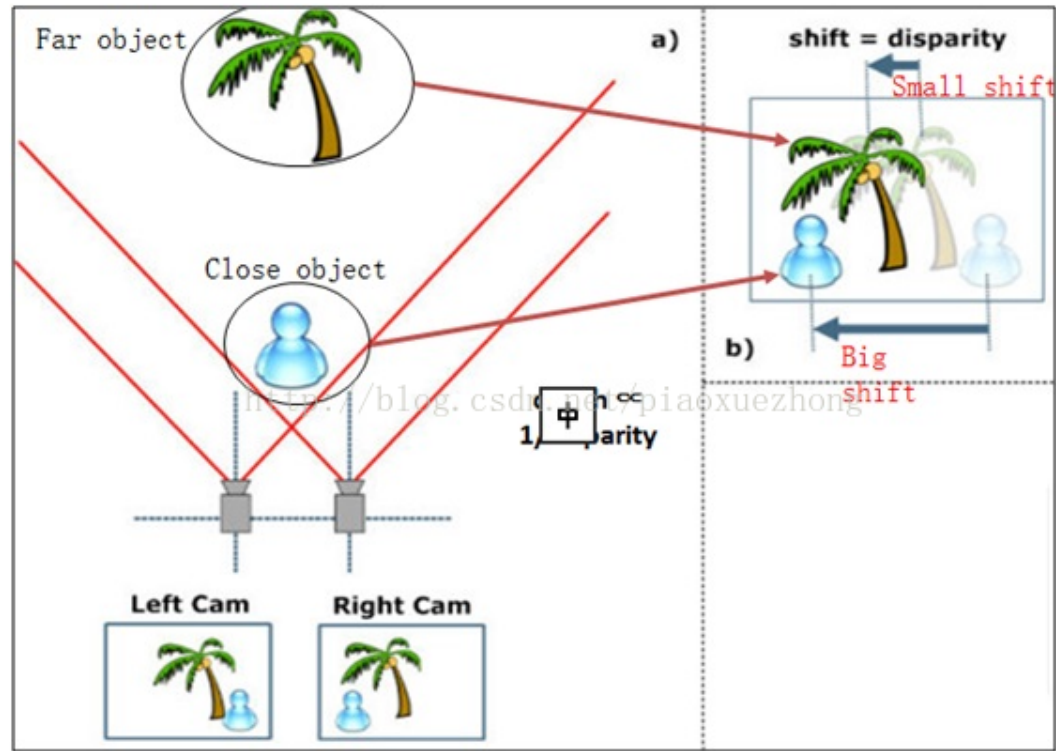
先通過圖像匹配進行目標識別（各種車型、行人、物體等），再通過目標在圖像中的大小去估算目標距離。這就要求在估算距離之前首先對目標進行準確識別，是汽車還是行人，是貨車、SUV還是小轎車。準確識別是準確估算距離的第一步。要做到這一點，就需要建立並不斷維護一個龐大的樣本特徵數據庫，保證這個數據庫包含待識別目標的全部特徵數據。比如在一些特殊地區，爲了專門檢測大型動物，必須先行建立大型動物的數據庫；而對於另外某些區域存在一些非常規車型，也要先將這些車型的特徵數據加入到數據庫中。如果缺乏待識別目標的特徵數據，就會導致系統無法對這些車型、物體、障礙物進行識別，從而也就無法準確估算這些目標的距離。

### 單/雙目方案的優點與難點

從上面的介紹，單目系統的優勢在於成本較低，對計算資源的要求不高，系統結構相對簡單；缺點是：（1）需要不斷更新和維護一個龐大的樣本數據庫，才能保證系統達到較高的識別率；（2）無法對非標準障礙物進行判斷；（3）距離並非真正意義上的測量，準確度較低。

雙目檢測原理：

通過對兩幅圖像視差的計算，直接對前方景物（圖像所拍攝到的範圍）進行距離測量，而無需判斷前方出現的是什麼類型的障礙物。所以對於任何類型的障礙物，都能根據距離信息的變化，進行必要的預警或制動。雙目攝像頭的原理與人眼相似。人眼能夠感知物體的遠近，是由於兩隻眼睛對同一個物體呈現的圖像存在差異，也稱“視差”。物體距離越遠，視差越小；反之，視差越大。視差的大小對應着物體與眼睛之間距離的遠近，這也是3D電影能夠使人有立體層次感知的原因。



上圖中的人和椰子樹，人在前，椰子樹在後，最下方是雙目相機中的成像。其中，右側相機成像中人在樹的左側，左側相機成像中人在樹的右側，這是因爲雙目的角度不一樣。再通過對比兩幅圖像就可以知道人眼觀察樹的時候視差小，而觀察人時視差大。因爲樹的距離遠，人的距離近。這就是雙目三角測距的原理。雙目系統對目標物體距離感知是一種絕對的測量，而非估算。

### 理想雙目相機成像模型

C

[cyem1](#)

#### 24小時熱門文章

- 今天有支股票脫單
- 程序員賺外快的好用網站
- 小蔥拌豆腐防結石
- 新概念英語三lesson45知識筆記
- 上古神器Gvim--從入門到精通
- 學了什麼？
- 李嘉欣嫁給許晉亨，原來截了她的胡
- 眼兒媚庚子秋分
- 《你只管紮根生長，剩下的交給時間》
- 《境緣無好醜，好醜在於心》

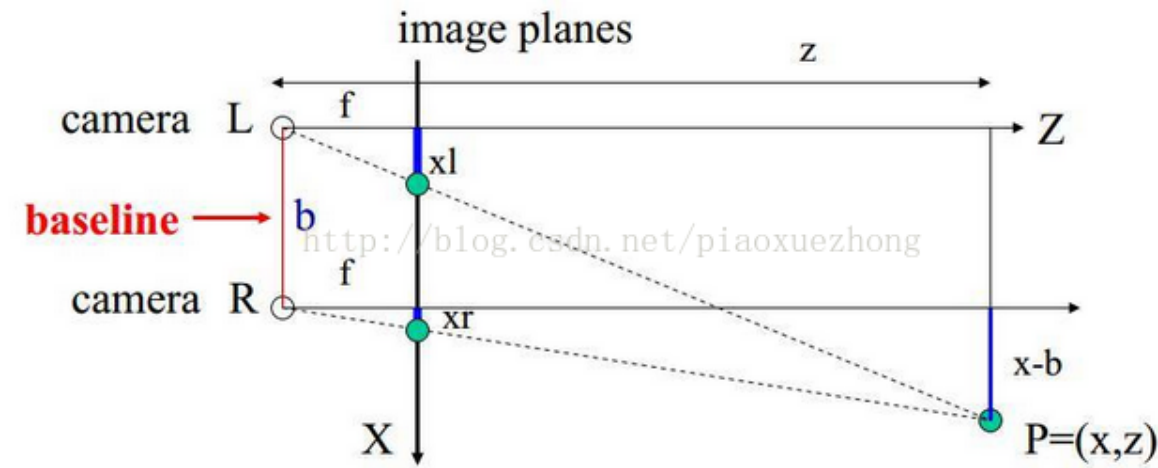
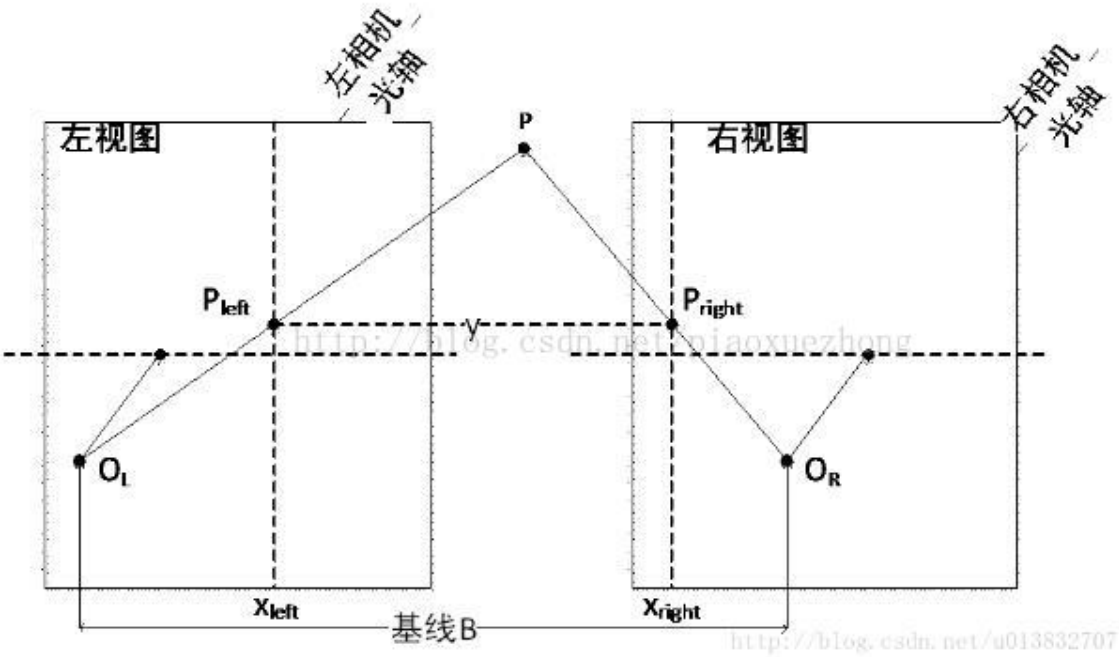


#### 最新文章

- 雙目立體匹配流程詳解
- 使用opencv做雙目測距（相機標定+立體匹配+測距）
- 雙目相機標定以及立體測距原理及OpenCV實現
- 計算機視覺新手入門：大佬推薦我這樣學習
- OpenCV單目攝像頭標定

最新評論文章

SSRS 2017實現匿名訪問  
Android .apk逆向工程（安裝篇）：Windows下Apktool安裝、下載以及使用



根據三角形相似定律：

$$\frac{z}{f} = \frac{y}{y_l} = \frac{y}{y_r} = \frac{x}{x_l} = \frac{x-b}{x_r} \quad (1)$$

由式（1），解方程得：

$$x = \frac{x_l * b}{x_l - x_r}, z = \frac{b * f}{x_l - x_r}, y = \frac{b * y}{x_l - x_r} \quad (2)$$

$$z = b * f / d, x = z * x_l / d, y = z * y / f \quad (3)$$

根據上述推導，要求得空間點P離相機的距離（深度）z，必須知道：

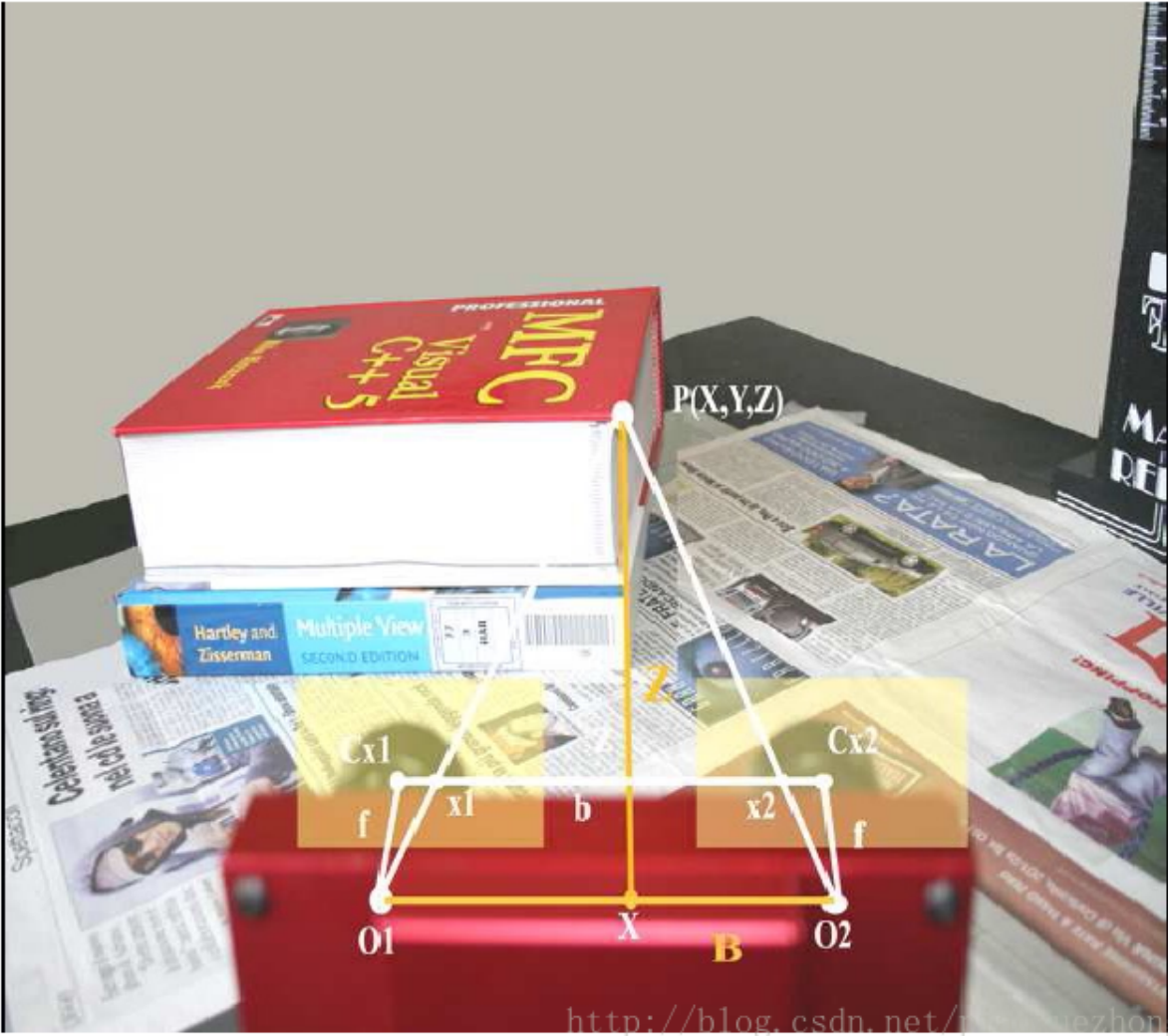
1、相機焦距f，左右相機基線b（可以通過先驗信息或者相機標定得到）。

2、視差：

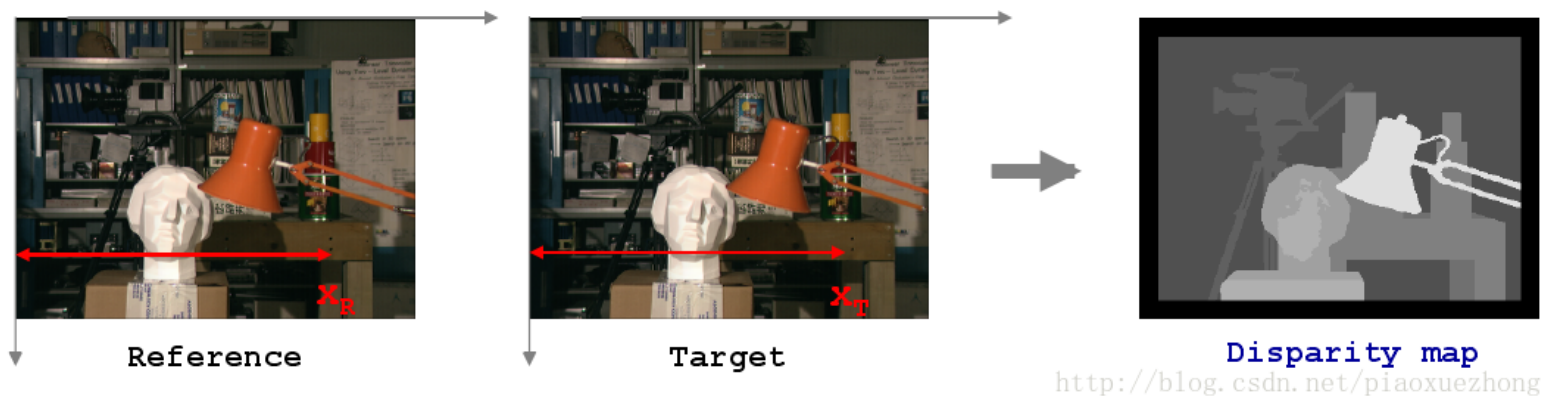
$$d = x_l - x_r$$

，即左相機像素點(x\_l, y\_l)和右相機中對應點(x\_r, y\_r)的關係，這是雙目視覺的核心問題。





重點來看一下視差（disparity），視差是同一個空間點在兩個相機成像中對應的x座標的差值，它可以通過編碼成灰度圖來反映出距離的遠近，離鏡頭越近的灰度越亮；



### 極線約束

對於左圖中的一個像素點，如何確定該點在右圖中的位置？需要在整個圖像中地毯式搜索嗎？當然不用，此時需要用到極線約束。

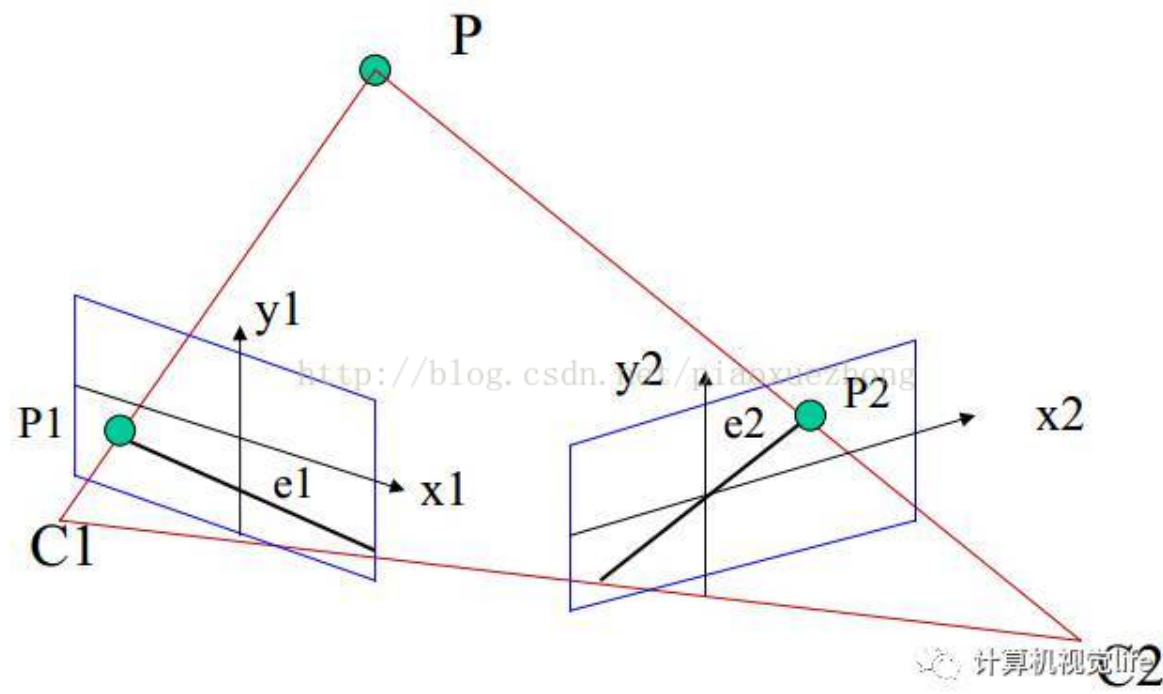
如上圖所示。O1、O2是兩個相機，P是空間中的一個點，P和兩個相機中心點O1、O2形成了三維空間中的一個平面PO1O2，稱為極平面（Epipolar plane）。極平面和兩幅圖像相交於兩條直線，這兩條直線稱為極線(Epipolar line)。

P在相機O1中的成像點是P1，在相機O2中的成像點是P2，但是P的位置是未知的。我們的目標是：對於左圖的P1點，尋找它在右圖中的對應點P2，這樣就能確定P點的空間位置。

極線約束（Epipolar Constraint）是指當空間點在兩幅圖像上分別成像時，已知左圖投影點p1，那麼對應右圖投影點p2一定在相對於p1的極線上，這樣可以極大的縮小匹配範圍。即P2一定在對應極線上，所以只需要沿着極線搜索便可以找到P1的對應點P2。

### 非理性情況：

上面是兩相機共面且光軸平行，參數相同的理想情況，當相機O1、O2不是在同一直線上怎麼辦呢？事實上，這種情況非常常見，因為有些場景下兩個相機需要獨立固定，很難保證光心完全水平，即使固定在同一個基板上也會由於裝配的原因導致光心不完全水平，如下圖所示：兩個相機的極線不平行，並且不共面。



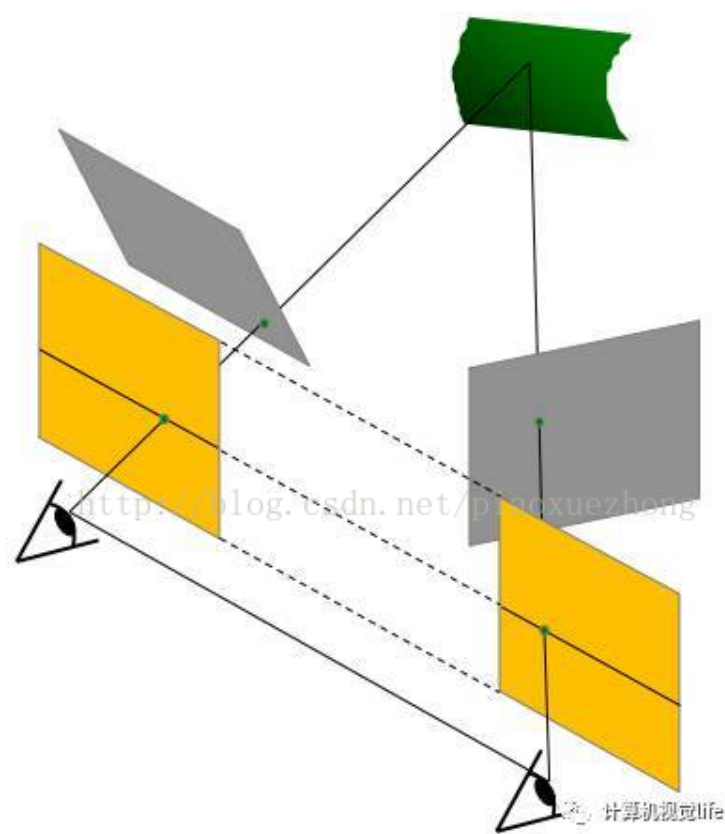
這種情況下拍攝的兩張左右圖片，如下圖所示。左圖中三個十字標誌的點，右圖中對應的極線是右圖中的三條白色直線，也就是對應的搜索區域。我們看到這三條直線並不是水平的，如果進行逐點搜索效率非常低。



左图中三个点（十字标志）在右图中对应的极线是右图中的三条白色直线

## 圖像矯正技術

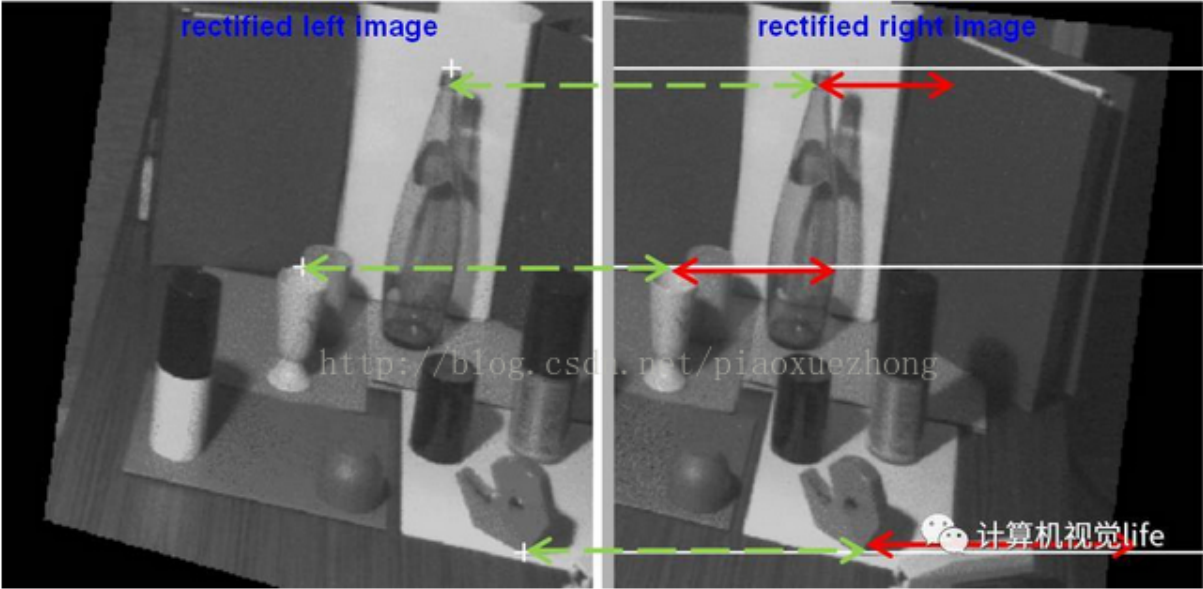
圖像矯正是通過分別對兩張圖片用單應性矩陣（homography matrix）變換得到，目的是把兩個不同方向的圖像平面（下圖中灰色平面）重新投影到同一個平面且光軸互相平行（下圖中黃色平面），這樣轉化為理想情況的模型。



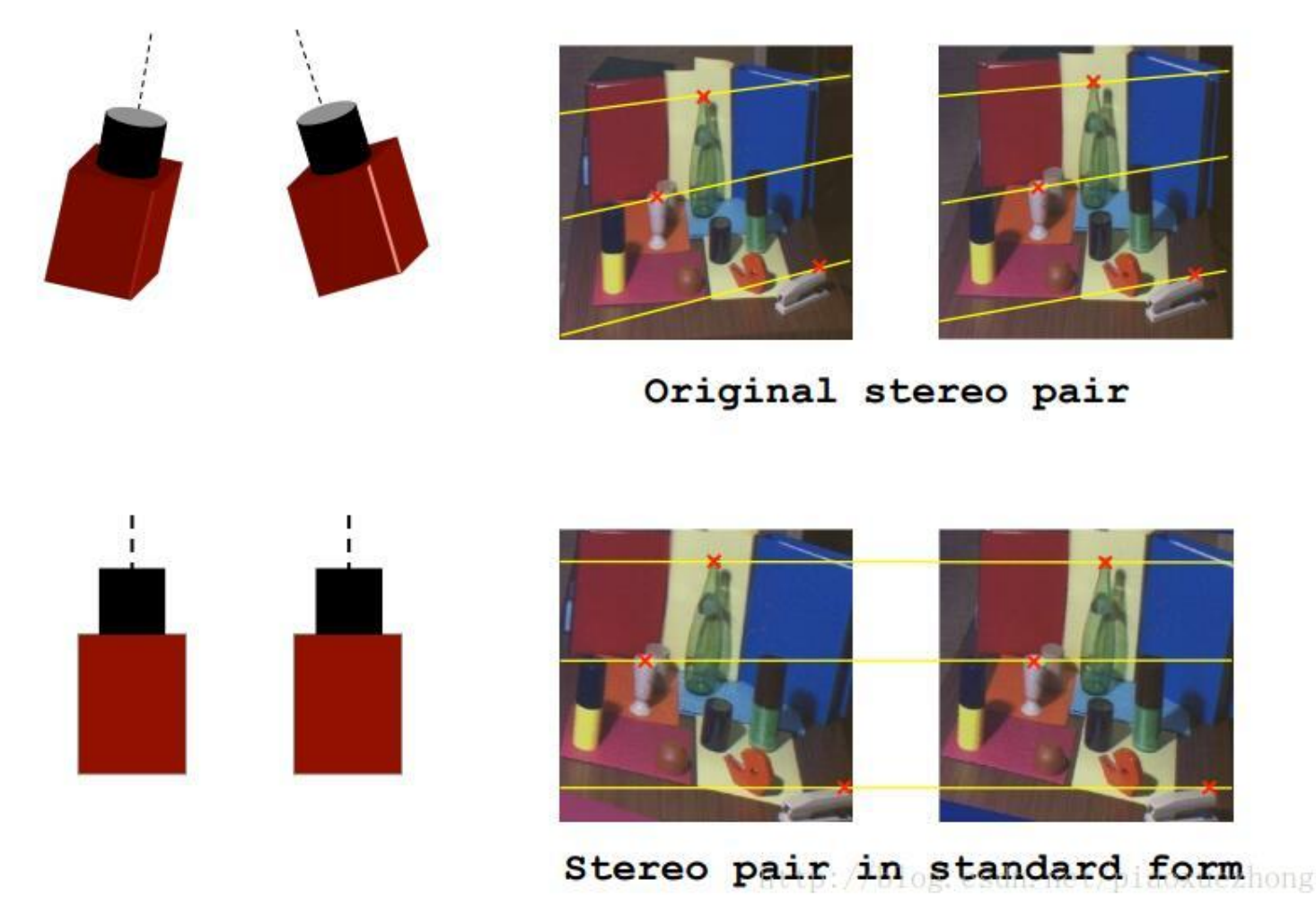
图像校正示意图

經過圖像矯正後，左圖中的像素點只需要沿着水平的極線方向搜索對應點就可以了。從下圖中我們可以看到三個點對應的視差（紅色雙箭頭線段）是不同的，越遠的物體視差越小，越近的物體視差越大。



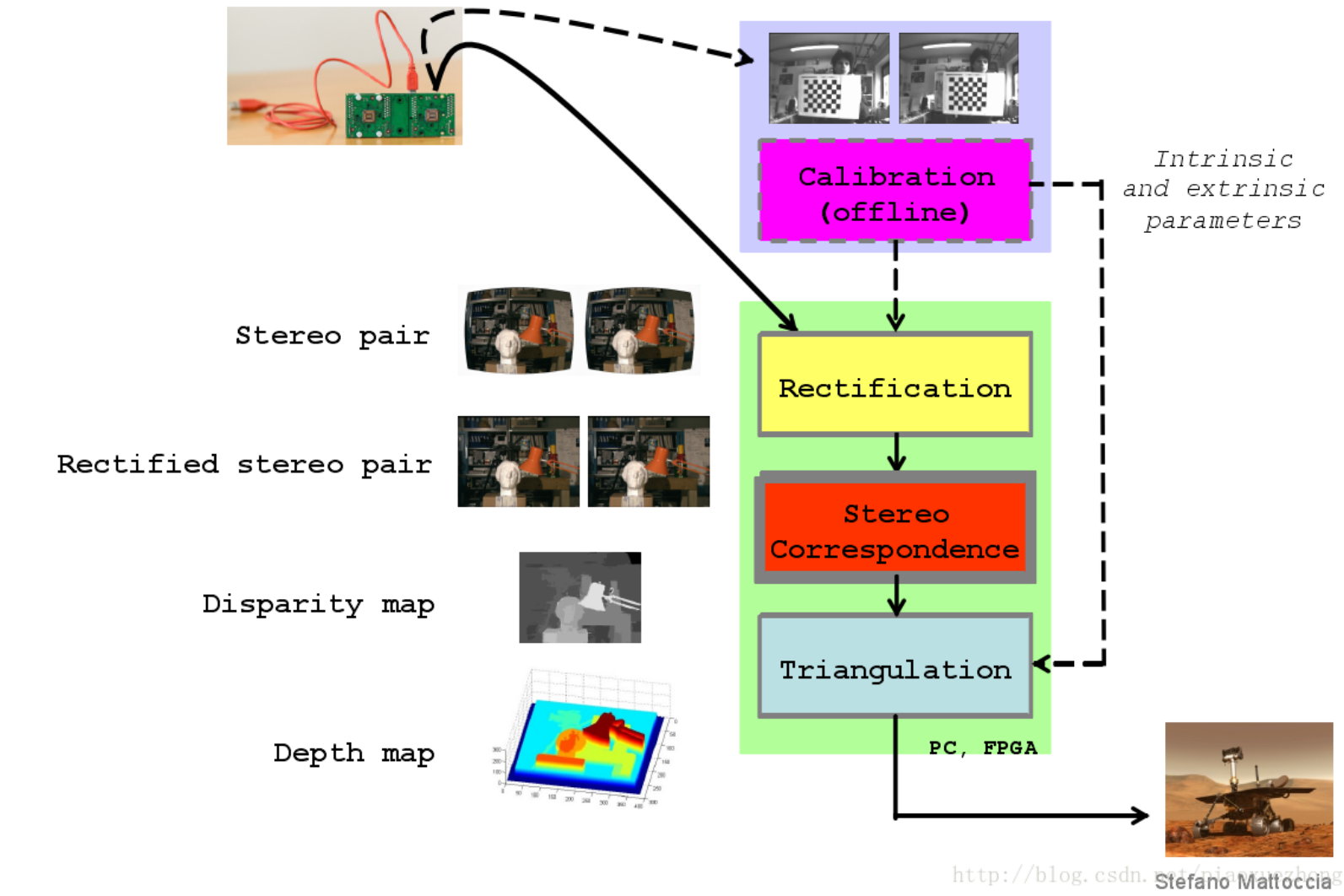


图像校正后的结果。红色双箭头线段是对应点的视差



上面的主要工作是在極線上尋找匹配點，但是由於要保證兩個相機參數完全一致是不現實的，並且外界光照變化和視角不同的影響，使得單個像素點魯棒性很差。所以匹配工作是一項很重要的事情，這也關係着雙目視覺測距的準確性。

## 雙目視覺的工作流程



相機鏡頭畸變校正原理及方法，之前介紹過，這個基本是通用的，可以用張正友校準法。

## 雙目測距的優點與難點

從上面的介紹看出，雙目系統優勢：（1）成本比單目系統要高，但尚處於可接受範圍內，並且與激光雷達等方案相比成本較低；（2）沒有識別率的限制，因為從原理上無需先進行識別再進行測算，而是對所有障礙物直接進行測量；（3）直接利用視差計算距離，精度比單目高；（4）無需維護樣本數據庫，因為對於雙目沒有樣本的概念。

雙目系統的難點：

- （1）計算量非常大，對計算單元的性能要求非常高，這使得雙目系統的產品化、小型化的難度較大。所以在芯片或FPGA上解決雙目的計算問題難度比較大。國際上使用雙目的研究機構或廠商，絕大多數是使用服務器進行圖像處理與計算，也有部分將算法進行簡化後，使用FPGA進行處理。
- （2）雙目的配準效果，直接影響到測距的準確性。

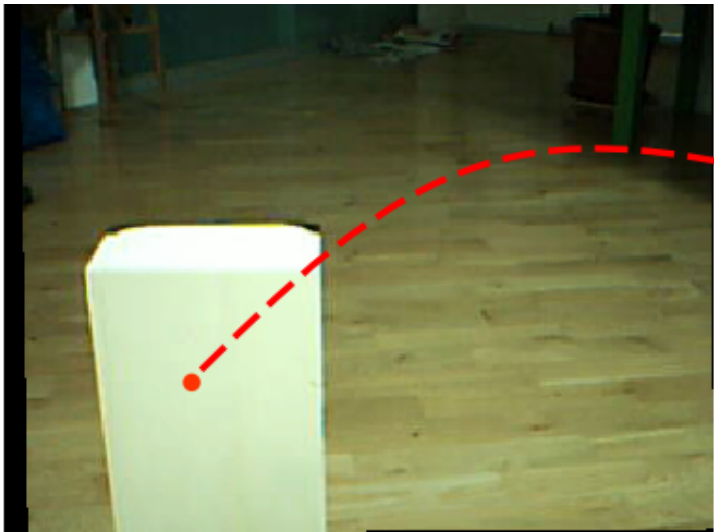
2.1、對環境光照非常敏感。雙目立體視覺法依賴環境中的自然光線採集圖像，而由於光照角度變化、光照強度變化等環境因素的影響，拍攝的兩張圖片亮度差別會比較大，這會對匹配算法提出很大的挑戰。







2.2、不適用於單調缺乏紋理的場景。由於雙目立體視覺法根據視覺特徵進行圖像匹配，所以對於缺乏視覺特徵的場景（如天空、白牆、沙漠等）會出現匹配困難，導致匹配誤差較大甚至匹配失敗。



2.3、計算複雜度高。該方法需要逐像素匹配；又因為上述多種因素的影響，為保證匹配結果的魯棒性，需要在算法中增加大量的錯誤剔除策略，因此對算法要求較高，想要實現可靠商用難度大，計算量較大。

2.4、相機基線限制了測量範圍。測量範圍和基線（兩個攝像頭間距）關係很大：基線越大，測量範圍越遠；基線越小，測量範圍越近。所以基線在一定程度上限制了該深度相機的測量範圍。

-----項目開源：-----

卡內基梅隆大學 雙目實驗室

Oxford大牛：Andrew Zisserman，<http://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/hzbook/code/>，主要研究多幅圖像的幾何學，該網站提供了部分工具，相當實用，還有例子

Cambridge：<http://mi.eng.cam.ac.uk/milab.html>，劍橋大學的機器智能實驗室，裏面有三個小組，Computer Vision & Robotics, Machine Intelligence, Speech



stanford：<http://ai.stanford.edu/~asaxena/reconstruction3d/>，主要對於單張照片的三維重建



caltech：[http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib\\_doc/](http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/)，這是我們Computer Vision老師課件上的連接，主要是用於攝像機標定的工具集，當然也有涉及對標定圖像三維重建的前期處理過程

JP Tarel：<http://perso.lcpc.fr/tarel/jean-philippe/>，個人主頁

-----匹配與3D重建算法：-----

<https://www.cnblogs.com/polly333/p/5130375.html>

<http://blog.csdn.net/wangyaninglm/article/details/51533549>

<http://blog.csdn.net/wangyaninglm/article/details/51531333>

<https://www.zhihu.com/question/29885222?sort=created>

<http://blog.csdn.net/wangyaninglm/article/details/51558656>

<http://blog.csdn.net/wangyaninglm/article/details/51558310>

<https://www.cnblogs.com/mysunnyday/archive/2011/05/09/2041115.html>

<p><b>PCIe + PXIe digitizer cards - 5 MS/s to 5 GS/s</b></p> <p>廣告 spectrum-instrumentation.com</p>	<p><b>CCD視覺對位原理</b></p> <p>twblogs.net</p>	<p><b>火爆公測中 2020年必玩之作</b></p> <p>廣告 新墨魂Online</p>	<p><b>影像組學學習筆記</b></p> <p>twblogs.net</p>
<p><b>智商測試: 你的智商是多少？</b></p> <p>廣告 International IQ Test</p>	<p><b>OpenCV+Python車牌字符分割和識別入門...</b></p> <p>twblogs.net</p>	<p><b>OpenCV–python 圖像相似度算法 ( dHash,...</b></p> <p>twblogs.net</p>	<p><b>基於Python Op</b> <b>車牌識別(一)---</b></p> <p>twblogs.net</p>

發表評論

登錄以後才評論...

登录



所有評論

還沒有人評論・想成為第一個評論的人麼? 請在上方評論欄輸入並且點擊發布.

相關文章

示例程序:關於雙目視覺,標定,立體匹配(視差算法),點雲,雙目三維重建的原理以及代碼

Evision雙目視覺關於雙目視覺的一些總結說明前言相機模型標定視差算法:立體匹配測量,三維重建示例程序參考文獻 關於雙目視覺的一些總結 說明 如果讀者對於本文或者Evision程序有任何問題,請儘量通過github的issue向

⌚ 安娜学姐 ⌚ 2020-06-20 15:32:11

論文閱讀筆記——StereoNet: Guided Hierarchical Renement for Real-Time Edge-Aware Depth Prediction

引言： 谷歌實時端到端雙目系統深度學習網絡 雙目匹配可以得到環境中的三維深度信息・進而為機器人・無人車・VR等現實場景下的應用提供有力信息・在對安全驗證比較高的人臉支付領域・三維人臉驗證也正在逐漸取代安全性較低的二維人臉驗證。

近年來・深度

⌚ www.flybird.xyz ⌚ 2020-06-16 10:20:01

cv2雙目調試總結

⌚ 太白醉客 ⌚ 2020-04-14 16:22:45

基於cv2x OSD視頻輸出分析

⌚ 太白醉客 ⌚ 2020-04-14 16:22:45

OSD視頻輸出分析

⌚ 太白醉客 ⌚ 2020-04-14 16:22:45

sdk開發環境搭建

⌚ 太白醉客 ⌚ 2020-03-05 23:16:20

Patch Match Stereo文獻+代碼

⌚ hhhliuye ⌚ 2020-03-01 22:19:42

論文閱讀筆記——Group-wise Correlation Stereo Network

⌚ www.flybird.xyz ⌚ 2019-10-26 04:29:35

論文閱讀筆記——Stereo R-CNN based 3D Object Detection for Autonomous Driving

⌚ alex\_lhx ⌚ 2019-08-29 03:46:44

Stereo Matching文獻筆記之（八）：《On Building an Accurate Stereo Matching System on Graphics Hardware》讀後感

⌚ 右手边的蓝天 ⌚ 2018-11-03 23:24:22

openGL在VS2013中使用

⌚ 金木2 ⌚ 2018-09-07 13:18:50

雙目視覺算法學習（一）：雙目定標

⌚ 雅可 ⌚ 2018-09-05 03:49:53

雙目立體匹配流程詳解

⌚ cyem1 ⌚ 2018-09-02 10:00:18

**Stereo Matching**文獻筆記之（一）：《On Building an Accurate Stereo Matching System on Graphics Hardware》讀後感

🕒 [cyem1](#) ⌚ 2018-09-02 10:00:16

**雙目測距數學原理詳解**

🕒 [cyem1](#) ⌚ 2018-09-02 10:00:15