

# 简锋视觉组学习路线与指南

---

——更适合简锋宝宝体质的学习指南

沈阳建筑大学 机械工程学院 简锋实验室 2024 视觉组 ©

孟睿豪 <https://mengruihao.github.io/>

黄周莹

# 前言

---

**这句话存在时，证明本指南仍处于持续更新状态!!!**

---

本学习路线指南用于沈阳建筑大学简锋实验室视觉组学习与参考，在 GitHub 上持续更新：  
<https://github.com/mengruihao/Update-List>。

欢迎来到沈阳建筑大学简锋实验室视觉组学习指南！本指南最大的特点是以我个人在简锋的学习为立足点出发，在每一部分都会附上我学习时所用的资源和踩过的坑，以达到减少新生们搜索资源的时间和走弯路的概率。在使用本指南时一定要与实践相结合。

由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正！

作者个人主页：<https://mengruihao.github.io/>

作者 CSDN 主页：[https://blog.csdn.net/weixin\\_73701209?type=blog](https://blog.csdn.net/weixin_73701209?type=blog)

# 目 录

0. 开始之前 .....	2
0.1. 视觉组需要的数学基础 .....	2
0.2. 视觉组需要的编程基础 .....	2
0.3. 视觉组常用的环境与软件 .....	3
1. 全新的操作系统——Ubuntu .....	5
1.1. 了解与安装 Ubuntu .....	5
1.1.1 Windows 与 Linux .....	5
1.1.2 Ubuntu 的安装 .....	7
1.2. 视觉组需要的编程基础 .....	6
1.3. 视觉组常用的环境与软件 .....	3

## 0. 开始之前

### 0.1. 视觉组需要的数学基础

---

视觉组的学习需要有高等数学基础、线性代数基础、概率论与数理统计基础。高数至少需掌握定积分与不定积分；线代至少要掌握矩阵性质及其运算、向量组的性质；概率论我也没学呢。



高数、线代、概率三件套

---

### 0.2. 视觉组需要的学习特点

---

对于视觉组的具体介绍请看由湖南大学编写的《了解 CV 和 RoboMaster 视觉组——你的最后一本计算机视觉入门手册》的前三章，在此我不做过多阐述。下面我为大家介绍我个人对视觉学习的感受。

我认为视觉组学习的特点是内容多且杂，难度大，需要有一定的数学知识的储备(我们在 0.1 中介绍过)。在学习“回头看”的情况很常见。有的知识我们在第一次学习时认为已经学会了，然而在学习其他知识时突然间发现之前的理解有错误，这时就需要我们进行“回头看”，去再学一遍。

直白的讲，我们在学习的过程中大多数时间都是沮丧的。会遇到很多困难，这些困难学长们可能也无法为你解答，甚至在网上也找不到有效的解决办法。

---

### 0.3. 视觉组需要的编程基础

---

在本指南里，我默认你已经有了了一定的编程基础。当然，如果你没有基础也可以阅读本指南，但我依旧建议你尽快去补足编程基础，这对后续的学习很重要！

我推荐的编程语言学习路线是 Python  $\rightarrow$  C  $\rightarrow$  C++。这个学习路线是由易到难逐渐递进的。但在实际中，我们没有那么多的时间将上面提到的语言全部学精、学透。我个人是在高考结束的暑假至大一上学期结束这段时间内学习 Python，在大一寒假学

习 C++。在我们学校，大多数专业会在大一下开 C 语言课，你可以跟着课堂去学习 C 语言。在你拥有了 Python 与 C++ 的基础后，你在课堂上学习 C 语言时会很轻松。

我个人认为编程语言是互相有联系的。在学习过一门语言且经过一些实战后，再去学习其他语言时速度会变得很快。我个人推荐的学习方法是在**实战中学习**。我们可以先看一些基础教程，以 C 语言为例，我们需要先掌握**数据类型、运算符表达式、顺序结构、选择结构、循环结构、数组与函数**。可以自行寻找一些资料去学习，也可以看我在本小节末尾推荐的资料。在学习这些内容时一定要将资料中的例子去实现——不用追求完全背来，哪怕你照着抄一遍都会有很大提升。在我们学习这些内容之后就遇到 C 语言学习的一座大山——**指针**。但是学习指针的原则还是在**实战中学习**。学习时可以先看一些基础的视频教程，第一次看完你也许会很懵，这是正常的。在初步学习后可以去找一些开源实例，尝试读懂该程序的指针部分的逻辑与作用进行复现。在第一次读程序时你可能会很慢，并且发现会忘记之前的部分知识。不用担心，我们又不是在考试，不需要你去全部记住，可以去浏览器搜索或者翻翻书复习一下，反正没人关心程序怎么写出来的，我们只看结果（笑）。在看程序时如果有无论怎么研究都无法理解的地方，那我们就需要去问 Chat GPT，详情请看 0.2.2 中有关 Chat GPT 使用的介绍。

---

## 0.4. 视觉组常用的环境与软件

---

本节会对我们视觉组常用的操作系统、软件和 IDE 进行介绍。从这节开始，你会看到本指南的最大特点——每一部分都会附上我学习时所用的资源和踩过的坑——减少小白们搜索资源的时间和走弯路的概率。因此，本指南在食用时**要将有关部分通读一遍后再去操作**。此外，在本节也会补充一些我认为好用的插件。

- **Ubuntu**

*Ubuntu 是一种基于 Linux 操作系统的免费、开源的操作系统。是一款强大、稳定、易用且免费的操作系统，适用于各种用途，从个人计算机到服务器，是最受欢迎的 Linux 发行版之一。*

你现在可以将 Windows 和 Ubuntu 的关系类比为手机上安卓（Android）和苹果（iOS）的关系，即使这个类比很不严谨，但是可以帮助你更好的理解。



- **Vim**

Vim (Vi Improved) 是一款高度可定制的文本编辑器，是 Unix 和类 Unix 系统中广泛使用的一种编辑器。它是 Vi 编辑器的改进和扩展版本，提供了许多增强功能和改进，以提高编辑效率。Vim 安装教程：CSDN 链接：

<http://t.csdnimg.cn/XByj1>



- **NoMachine**

NoMachine 是一款高性能的远程桌面工具，它允许用户从任何地方通过联网（本地网络或互联网）访问自己的电脑桌面环境。NoMachine 的远程桌面体验非常流畅和响应迅速，特别适合需要远程访问高分辨率图形界面的用户。



- **Clion**

CLion 是一款由 JetBrains 公司开发的集成开发环境 (IDE)，专为 C 和 C++ 编程而设计。它提供了一套强大的工具和功能，旨在提高开发人员的效率，减少编码时的重复性工作，以及简化调试和项目管理。它适用于各种项目规模，从小型项目到大型复杂的企业级应用。但是，它收费！不过用教育邮箱可以申请免费使用。详情请看《I.教育邮箱》中《二、使用教育邮箱完成 JetBrains 教育认证》。



- **Systemback**

*Systemback 使创建系统和用户配置文件的备份副本变得容易。若出现问题，您可以轻松地还原系统的先前状态。它还可以复制操作系统，安装操作系统和以实时格式创建操作系统。*

在我们日常使用 Ubuntu 时可以使用 **Systemback** 创建一个系统副本，以便我们遇到可能出现的问题时能够及时恢复系统，不至于丢失整个系统。此外还可以使用它制作系统安装盘的功能，制作一个我们自己 Ubuntu 系统的启动盘。这样我们就可以在新电脑上安装上和我们之前一样的 Ubuntu 系统。



- **Ventoy**

简单来说，Ventoy 是一个制作可启动 U 盘的开源工具。有了 Ventoy 你就无需反复地格式化 U 盘，你只需要把 ISO/WIM/IMG/VHD(x)/EFI 等类型的文件直接拷贝到 U 盘里面就可以启动了，同时还不影响 U 盘的日常使用。Ventoy 支持大部分常见类型的操作系统如 Windows 和 Linux。



- **Chat GPT**

*ChatGPT 到底解决了什么本质科学问题，才能变得如此强大并受到广泛的关注呢？我们认为，ChatGPT 是继数据库和搜索引擎之后的全新一代的“知识表示和调用方式”。*

(选自哈尔滨工业大学 Chat GPT 调研报告)

我们应该善于使用 Chat GPT。Chat GPT 对于我们来说就像一个近乎无所不知的老师，有什么问题都可以问它。有人会说搜索引擎不也差不多吗？但是它与搜索引擎最大的区别就是不需要我们自己从搜索出的繁杂信息中总结，而是直接告诉我们答案。下面我向 Chat GPT 询问一段代码的解释，可以看到 Chat GPT 为我们解释了关键位置的代码，大幅地提高了我们读代码的效率。



# 1. 全新的操作系统 —— Ubuntu

## 1.1. 了解与安装 Ubuntu

*Ubuntu 是一种基于 Linux 操作系统的免费、开源的操作系统。是一款强大、稳定、易用且免费的操作系统，适用于各种用途，从个人计算机到服务器，是最受欢迎的 Linux 发行版之一。*

在介绍 Ubuntu 前我们需要了解一下 Linux，并且梳理一下它和 Windows 的关系。在前面我说过，他们两个的关系不严谨的说有点像手机上的安卓（Android）系统，与苹果（IOS）系统。下面进行详细介绍。

### 1.1.1. Windows 与 Linux

我们在电脑上最常用的操作系统就是 Windows。Windows 是由 Microsoft 公司开发和维护的操作系统，是目前最广泛使用的桌面操作系统之一。Windows 有以下特点：

1. 用户界面：Windows 操作系统提供直观的**图形用户界面（GUI）**，用户可以通过鼠标和键盘轻松进行操作。
2. 商业软件支持：Windows 平台上有许多商业软件 and 应用程序的支持，尤其是一些专业设计软件（如：**CAD、SolidWorks** 等）和办公软件。
3. 兼容性：Windows 通常拥有良好的硬件和软件兼容性，因为许多硬件和软件制造商都优先支持 Windows。
4. 游戏支持：Windows 是最主流的游戏平台之一，许多游戏首先发布 Windows 版本。

Linux 是一个开源的操作系统内核，有很多不同的 Linux 发行版，如 **Ubuntu**、Fedora、Debian 等。Linux 有以下特点：

1. 开源和自由：Linux 是一个开源的操作系统内核，有很多不同的 Linux 发行版，如 Ubuntu、Fedora、Debian 等。用户可以自由使用、修改和分发 Linux。
2. 多样性：由于 Linux 的开放性，有许多不同的发行版，适用于各种用途，从桌面到服务器再到嵌入式系统。
3. 安全性和稳定性：Linux 以其高度的安全性和稳定性而著称，特别适用于服务器环境。
4. 终端和命令行：Linux 系统更强调于使用命令行界面，这对于系统管理员和开发人员来说是一个强大的工具。
5. 性能：Linux 通常在资源利用和性能方面表现得很好，特别适用于服务器和嵌入式系统。

可以看到 Windows 和 Linux 最大的区别就是在 Windows 上能玩更多的游戏！



Windows 和 Linux 在使用上最大的区别是，Windows 为用户提供直观的**图形用户界面（GUI）**，可以通过鼠标和键盘轻松进行操作。而 Linux 系统更强调于使用**命令行界面（CLI）**。下面我们来介绍**图形用户界面（GUI）**与**命令行界面（CLI）**。

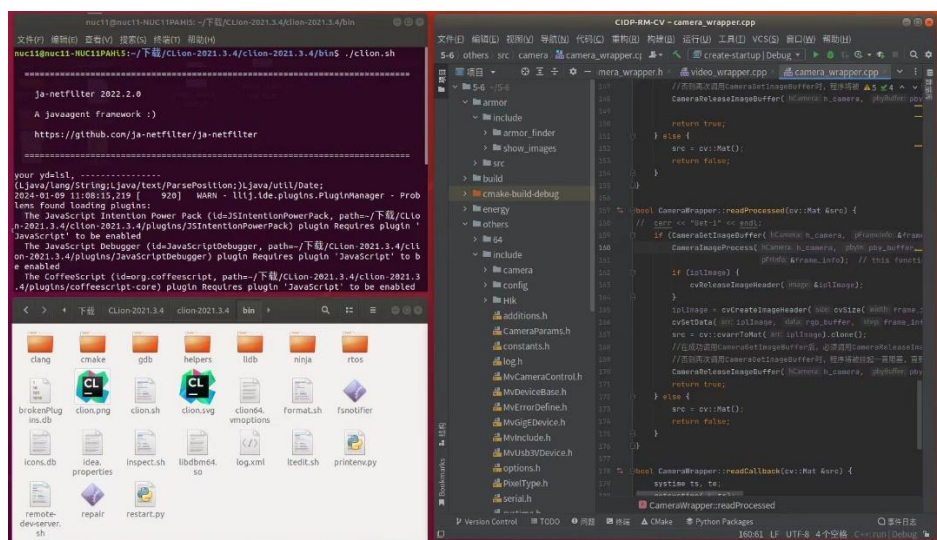
**图形用户界面（Graphical User Interface，简称 GUI）**是一种计算机用户界面，用户通过**图形元素（如图标、窗口、按钮）**和鼠标操作来使用户与计算机系统进行交互。与命令行界面相比，GUI 更加直观、用户友好，并且通常更容易学习和使用。



Windows 的图形界面

**命令行界面（Command Line Interface，简称 CLI）**或控制台，是计算机操作系统中一种通过键盘输入文本命令来与计算机系统进行交互的用户界面。在命令行中，用户通过输入一系列文本指令来执行系统操作、运行程序、管理文件等任务。

**命令行界面（Command Line Interface，简称 CLI）**相对于**图形用户界面（Graphical User Interface，简称 GUI）**来说，更加灵活和强大，尤其在系统管理、自动化脚本、远程连接等方面表现出色。一些操作系统，特别是类 Unix 系统如 Linux（我们之前说过 Ubuntu 是 Linux 的一种）和 macOS（就是苹果笔记本，之前说过大多数专业设计性软件在 Windows 上更适配，所以作为工科生 mac 简直就是灾难!），强调命令行的使用；而其他系统如 Windows 则同时支持图形用户界面和命令行。在命令行中，用户可以通过输入命令和参数来完成各种任务，这是许多开发者、系统管理员和高级用户的首选工具。



在 Ubuntu 系统中使用命令行打开 Clion，左上角第一行\$后 ./clion.sh 为输入的命令

值得注意的是命令行界面和图形用户界面并不是绝对独立的。在 Windows 中点击 Win + R 后输入 cmd 就可以进入 Windows 的终端。我们在使用 Windows 进行某些高级设置时会在终端用命令行进行操作。相应的，Linux 系统为了方便更多用户使用、降低上手难度也会有一些图形界面，如 Ubuntu（见上图）。



现在你已经知道 Linux 和 Windows 了，下面你将学会如何安装 Ubuntu。

## 1.1.2. Ubuntu 的安装

Ubuntu 的安装大体分为两种——双系统和虚拟机，个人推荐大家使用双系统进行安装。我的习惯是将 Ubuntu 载入一块单独的硬盘，而不是和 Windows 安装在一块硬盘里。回想我第一次装 Ubuntu 就是放在一个盘里，给我制造了很多意想不到的麻烦。本节仅对 Ubuntu 双系统安装进行介绍，如有安装虚拟机的需求请自行百度。

Ubuntu 的安装方法在互联网上已经有很多教程了。考虑到新手在看纯图文教程时可能会心生恐惧，在这里主要推荐两个视频以供学习参考。

- Bilibili 视频 BV 号：BV1554y1n7zv (0.2.2-1)  
从准备工作到实际操作，通过详细的步骤解说，手把手教你如何安装和卸载 Windows 和 Ubuntu 双系统。(选自 0.2.2-1 视频简介)。正如简介所说，视频内容很详细，非常适合小白食用。大家一定要有看评论区的好习惯，你的问题可能在评论区也有人遇到。
- Bilibili 视频 BV 号：BV1Cc41127B9 (0.2.2-2)  
0.2.2-2 补充了在 Win11 下安装双系统可能会遇见的问题，以及解决办法。观看时也要注意评论区。

### 【可能遇到的问题】

在 0.2.2-1 P4 制作 Ubuntu 启动盘中，3:40 秒让我们查看 U 盘内容。操作时系统可能提示 U 盘无法显示或者其他报错。不用理会它，正常进行下一步操作。大家在设置密码之后一定要记住!!! 这个用户密码在之后的使用中将会被大量提及。

### 1.1.3. 入门 Ubuntu

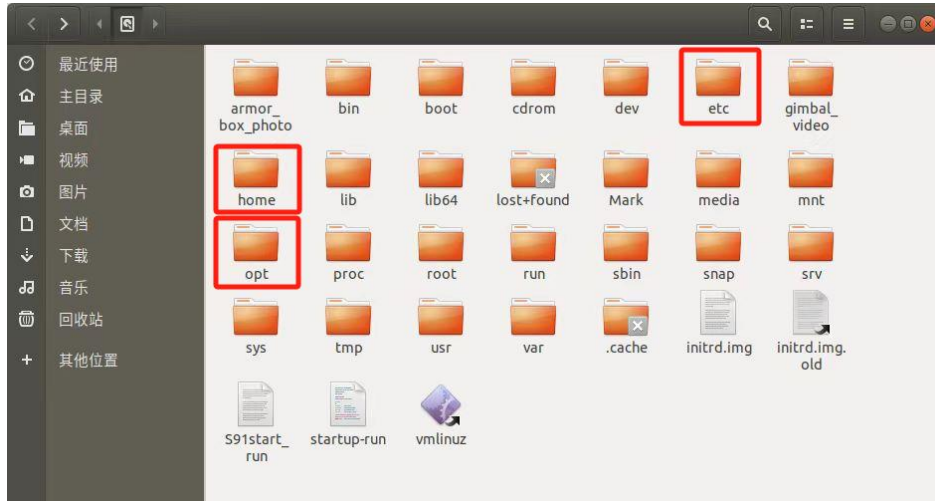
---

在本节开始时有提到过，Ubuntu 是一种基于 Linux 开发的操作系统。显而易见的是 Ubuntu 也继承了 Linux 操作系统的特点——更倾向于使用命令行。这与我们所熟悉的 Windows 有所不同。不用担心，在此部分将带你简单入门与熟悉 Ubuntu 的部分基本操作。

#### (一) . Ubuntu 的系统配置文件与目录

在 Windows 里我们都知道有 C 盘、D 盘。C 盘中又有 C:\Users、C:\Program Files 等目录。那 Ubuntu 是否有类似的结构呢？答案是肯定的！

Ubuntu 中我们常用的目录有/home（用户主目录）、/etc（系统配置文件）、/opt。我们可以看见这些目录前面都有“/”，按照 Windows 的思维来说，这些目录都应该在名为“/”的文件夹中，事实是这样的。我们把“/”叫做根目录，而这些**根系统目录**，如/home（用户主目录）、/etc（系统配置文件）和/opt 等。



文中所提到的/home、/etc、/opt 目录

## (二) . Ubuntu 的权限

如果你按照教程在 Ubuntu 里下载完成 Vim 后，你一定其中对 sudo 的操作有很深的印象。那什么是 sudo 呢？

### 1. sudo

**sudo** 是用于执行需要特殊权限的命令的工具。通过使用 sudo，用户可以在没有直接登录为超级用户（root）的情况下执行特权操作，执行 sudo 操作前需要我们输入密码。

### 2. chmod

在使用 Ubuntu 中，我们经常要去更改文件和目录的权限，这时就需要使用到 **chmod** 指令。假设我想把所有用户（所有者、所属组和其它用户）test.txt 赋予读写执行权限，我们需要在终端输入 chmod 777 test.txt。至于赋予权限的作用在后文会进行详细讲。

### 3. 权限位

每个文件和目录有三组权限位，分别对应于**所有者、所属组和其他用户**。这三组权限分别是读（r）、写（w）、执行（x）。

读权限（r）：允许查看文件或目录中的文件列表。

写权限（w）：允许修改文件或内容或在目录中创建、删除文件。

执行权限（x）：对文件而言，允许执行；对目录而言，允许进入目录。

权限也有数字表示法。每一组三个权限位使用一个八进制数表示，分别对应读、写、执行权限。八进制数的每一位的值分别是 4（读权限）、2（写权限）、1（执行权限）的组合，也就是：

## (三) .Ubuntu 的基本操作

这里提供一篇 CSDN 上的文章，里面基本囊括了我们所常用的指令。

- CSDN 链接：

[Linux Ubuntu 入门基本命令整理\\_ubuntu 命令行入门-CSDN 博客](#)

## 1.2. Ubuntu 的备份

---

*Systemback 使创建系统和用户配置文件的备份副本变得容易。若出现问题，您可以轻松地还原系统的先前状态。它还可以复制操作系统，安装操作系统和以实时格式创建操作系统。*

在这里我给出一篇 CSDN 上的文章供参考，**我们仅需要参考使用镜像制作启动盘部分的内容**，文章后面安装部分（第五部分之后）的内容在我们的 NUC 上并不适用。至于安装镜像系统，我在 **1.3.Ubuntu 的还原与复制** 中会进行介绍。

- CSDN 链接：

[ubuntu20 使用 Systemback 克隆系统\\_ubuntu clone 系统-CSDN 博客](#)

文章中有提到两个软件——Systemback 和 Ventoy——在实验室所有的 NUC 上均已安装。此外，我已经将成熟的自瞄系统制作启动盘了，你们可以直接使用，不需要再进行制作。

## 1.3. Ubuntu 的还原与复制

---

在 1.2 中我们已经将原有的系统经过 Systemback 生成镜像文件，并使用 Ventoy 写入到 U 盘中制作了启动盘。接下来我们要使用启动盘在新电脑上安装镜像系统，自瞄安装盘请联系学长获取。

- CSDN 链接：

[使用 Systemback 制作启动盘以及安装到新电脑-CSDN 博客](#)

## 1.4. Ubuntu 的开机自启

---

Ubuntu 的开机自启常用写法有两种：使用 rc.local 和 Ubuntu 自带的 Gnome。我个人建议大家使用 Gnome 去实现开机自启，不过在本节我会都进行介绍。

### 1.4.1. rc.local

---

使用 rc.local 实现的自启动不能进入桌面进行操作。如果我们开机自启的源文件有问题，不能通过 shell 文件成功运行源文件，这会导致 Ubuntu 系统堵塞。直接体现的现象就是系统卡住，不会正常执行开机。如果你在写自启动的时候不幸遭遇这种情况，详情请看 **1.4.3**。

- CSDN 链接：

[Ubuntu rc.local 的开机自启与配置-CSDN 博客](#)



```

<MSG>: Load para success!
MV_CC_StopGrabbing fail! nRet [80000000] ,If it's initializing now, ignore it please.
<MSG>: Enable save video!
<MSG>: Enemy target: BLUE
<MSG>: data receive start!
MV_CC_EnumDevices fail! nRet [80000006]
No data! Don't GetOneFrame [0x80000000]
MV_CC_StopGrabbing fail! nRet [80000000] ,If it's initializing now, ignore it please.
terminate called after throwing an instance of 'int'
nuc11 3194 1463 0 12:36 tty1 00:00:00 /home/nuc11/5-6/build/run --match-blue
set done!
<MSG>: Port set successfully!
<MSG>: Load para success!
MV_CC_StopGrabbing fail! nRet [80000000] ,If it's initializing now, ignore it please.
<MSG>: Enable save video!
<MSG>: Enemy target: BLUE
<MSG>: data receive start!
MV_CC_EnumDevices fail! nRet [80000006]
No data! Don't GetOneFrame [0x80000000]
MV_CC_StopGrabbing fail! nRet [80000000] ,If it's initializing now, ignore it please.
terminate called after throwing an instance of 'int'
nuc11 3219 1463 0 12:36 tty1 00:00:00 /home/nuc11/5-6/build/run --match-blue
set done!
<MSG>: Port set successfully!
<MSG>: Load para success!
MV_CC_StopGrabbing fail! nRet [80000000] ,If it's initializing now, ignore it please.
<MSG>: Enable save video!
<MSG>: Enemy target: BLUE
<MSG>: data receive start!
MV_CC_EnumDevices fail! nRet [80000006]
No data! Don't GetOneFrame [0x80000000]
MV_CC_StopGrabbing fail! nRet [80000000] ,If it's initializing now, ignore it please.
terminate called after throwing an instance of 'int'
nuc11 3243 1463 0 12:36 tty1 00:00:00 /home/nuc11/5-6/build/run --match-blue
^Cnuc11@nuc11-NUC11PAH15:~$ _

```

使用 rc.local 开机自启时因源文件无法运行导致卡死

### 1.4.2. Gnome

与 rc.local 相比，我更推荐使用 Gnome 去实现自启动。Gnome 可以在 Ubuntu 打开图形界面后再去进行程序的自启动。这样我们就可以使用图形界面去随时修改代码并重新编译。

- CSDN 链接：

[Ubuntu20.04 通过 gnome-session-properties 实现开机自启动 shell 脚本](#)

我们对比 rc.local 和 Gnome 两种方式不难看出 Gnome 更加的便于我们调试，可以直接在 Gnome 中选择是否自启动，并且不会有卡死导致 Ubuntu 无法开机的情况。

### 1.4.3. rc.local 卡死的解决办法

如果在使用 rc.local 时真的遇到 1.4.1 中卡死的情况，下面我提供一种解决办法。

- CSDN 链接：

[Ubuntu 中使用 rc.local 开机自启卡死的解决办法-CSDN 博客](#)

## 2. 视觉组的战友 —— 工业相机

### 2.1. 在简锋常用的相机

---

实验室里最常用的摄像机有海康的**工业相机**和普通的**USB 相机**。普通的**USB 相机**通常使用在起重机比赛上，而**工业相机**则是使用在 Robomaster 上。下面你将对工业相机和 USB 相机有基本了解。

#### 2.1.1. 工业相机

---

工业相机设计用于长时间运行和在恶劣环境下工作，如高温、震动和尘土环境。它们通常有更坚固的外壳和更好的防护措施。同时能提供更高的图像质量和更高的帧率。此外它们能够进行精确的曝光控制和同步，适用于机器视觉和自动化应用。还支持更广泛的传感器和接口选项，如 GigE Vision、Camera Link 和 CoaXPress 等，这些标准支持长距离传输和高数据传输速率。但是工业相机的使用相对来说更为麻烦一些，需要下载对应 SDK 进行二次开发。在后面我们会学习如何使用 SDK 调用工业相机。



海康 MV-CA016-10UC 工业相机（左）和 海康 USB 相机（右）

#### 2.1.2. USB 相机

---

大多数 USB 相机设计用于一般消费者和办公环境，不适合极端条件。虽然一些高端 USB 相机也能提供良好的图像质量，但它们的性能通常不如工业相机，尤其是在帧率和曝光控制方面，但是它的使用相较于工业相机来说更简单一些。它的接口主要使用 USB，易于安装和使用，但传输距离和数据速率受限于 USB 标准。总的来说，USB 相机更多用于一些基本的图像处理应用。

---

### 2.1. 相机的成像原理

---

相机是我们视觉组在实验室日常工作中相伴时间最长的、最密不可分的好朋友。因此，我们必须要了解相机的成像原理。正所谓“磨刀不误砍柴工”，这对我们后续的学习有着很大的作用！

- Bilibili 视频 BV 号：[BV1rK4y1C7bQ](#) (2.1-1))

2.1-1 虽然以手机摄像头为例，但是其成像原理与工业相机相同，大家要重点了解掌握。

- Bilibili 视频 BV 号：**BV18h4y1z73H** (2.1-2)

2.1-2 是介绍工业相机成像原理，但较为简短。

---

## 2.3. 相机标定

---

相机标定是我们计算机视觉入门的必学项目之一，在学习相机标定之前大家一定要了解上文的相机工作原理，观看完相应视频。下面，我们开始进入相机标定。

- Bilibili 视频 BV 号：**BV1KL41147En** (2.2-1)  
在看完 1.2-1 后你也许对视频末尾的**齐次坐标**有疑问，我们接着看下面的视频。
- Bilibili 视频 BV 号：**BV1LS4y1b7xZ** (2.2-2)  
在看完 1.2-2 后相信你已经对**齐次坐标**有所了解了，下面我们再来看一篇文章，进一步了解相机成像原理。
- 知乎文章地址：[相机标定究竟在标定什么？ - 知乎 \(zhihu.com\)](#) (2.2-3)

在 2.2-3 中我们详细的了解了**相机标定**的过程与原理。其中涉及**消畸变模型**部分内容需要我们反复观看，彻底理解。

---

## 2.4. 相机的参数

---

请看《了解 CV 和 RoboMaster 视觉组》4.1.相机 部分，里面对相机硬件介绍的非常详细，在这里我不做赘述。



## 3.视觉组的第一个专业课 —— OpenCV

*OpenCV(Open Source Computer Vision Library), 是一个跨平台的计算机视觉库。OpenCV 可用于开发实时的图像处理、计算机视觉以及模式识别程序。*

### 3.1. 初识 OpenCV

---

可以说 OpenCV 是你进入视觉组学的第一个“专业课”，同时也是视觉组的基础。它提供了丰富的图像处理和计算机视觉的函数和工具，广泛应用于实时计算机视觉应用中。下面这个视频将使你对 OpenCV 有一些基本的认识

- Bilibili 视频 BV 号: **BV1iG4y1s7jQ** (3.1)

### 3.2. 学习 OpenCV

---

相信在你看完 3.1 中提供的视频后已经对视觉有一些基本的概念，现在跑路还来得及 (*bushi*)。OpenCV 是由一系列 C 函数和少量 C++ 类构成的，同时它还提供了 Python 的接口。因此我们可以使用 C++、Python、Java 甚至是 MATLAB 去编程，在本指南里我仅介绍使用 Python 和 C++ 这两种语言的开发。

有人可能会问，我们有必要学习 Python 和 C++ 两种语言下 OpenCV 的使用吗？答案是有必要！我们在 RoboMaster 中所使用的视觉代码由传统视觉和深度学习两部分所组成（具体内容在之后章节我会介绍）。传统视觉我们使用的是 C++ 语言，因为 C++ 的性能要明显优于 Python；但是深度学习部分我们使用的是 Python 语言，因为现在深度学习最常用的语言就是 Python，一些著名的模型例如 YOLO 系列都是在 Python 环境下运行。所以我们要学习两门语言，并且了解其 OpenCV 的调用。下面我们将开始真正的走入视觉，学习 OpenCV。

#### 3.2.1. OpenCV For Python

---

在学习本节前你需要有 Python 语言的基础。

### 3.2.2. OpenCV For C++

---

## 4. 初试深度学习——YOLOV5 的配置

在将深度学习与传统机器视觉方法进行比较时，最大的区别在于特征提取的方式。使用传统方法，视觉工程师必须决定寻找哪些特征以检测图像中的特定对象，并且为每个类别选择正确的特征。当可能的类别数量增加时，该方法将变得十分复杂。需要寻找哪些信息？颜色？边缘？质地？根据所使用功能的数量，工程师还必须手动微调许多参数。与此相反，深度学习使用“端到端学习”的概念。在这里，仅需要告诉算法去学习注意每个特定类的特征。通过分析样本图像，它可以自动得出每个类/对象的最突出和最具描述性的特征。

### 4.1. 相机的成像原理

---



## I . 教育邮箱

---

### 一、邮箱的注册

需要携带证件有：身份证，校园卡

办理地点：图书馆六楼 603

进入图书馆时需要刷校园卡进入，之后左转进入楼梯间叫电梯至六楼。出电梯后左转，你会看到如下图



(出电梯左转)

直走进入六楼大厅你将会看到“服务大厅”字样标牌，即是 603 室



(603 服务中心)

进入 603 即可办理教育邮箱。办理时需要填写一张申请表。注意!!! 所属单位为要写到你的学院, 如: 沈阳建筑大学机械工程学院! 我们只需要填写“学生”一栏, 不用填写“教工”一栏! 我们的邮箱用户名是可以自定义的, 建议大家用自己的名字缩写, 但密码我们不能自定义! 此外, 本张表会留在服务中心, 所以我们需要拍照留存, 你的密码会写在此张表的左上角, 如下图所示。

沈阳建筑大学电子邮箱申请表 (个人用户)

姓 名	孟嘉豪	性 别	男	出生年月	2005.11
校 院 号	[redacted]		身份证号	[redacted]	
所属单位	沈阳建筑大学机械工程学院				
邮箱用户名 (教工)	—@sjzu.edu.cn		邮箱用户名 (学生)	mjh@stu.sjzu.edu.cn	
备 注:					

填写说明:

1. 办理电子邮箱须以《沈阳建筑大学校园网管理规定》、《沈阳建筑大学网络信息安全管理办法》等有关规定为依据。
2. 学校电子邮箱仅供校内使用, 在放假正期学生离校前, 每人只能办理一个电子邮箱账户, 教工离岗或退休后, 其邮箱账户予以销户, 学生可终身使用。
3. 教工电子邮箱名为 @sjzu.edu.cn, 学生电子邮箱名为 @stu.sjzu.edu.cn。
4. 个人用户办理学校电子邮箱服务须持本人校园卡和学生证到网络中心现场办理。
5. 邮箱用户名只能以字母或数字开头, 可包含字母、数字、下划线(\_), 减号(-)和点(.)。

办理人签字: 孟嘉豪 2025年11月9日

(填写示例)

至此, 教育邮箱办理完毕。可以在沈阳建筑大学官网登陆邮箱, 选择“学生邮箱”, 输入邮箱用户名与密码即可登录。



(登陆页面)

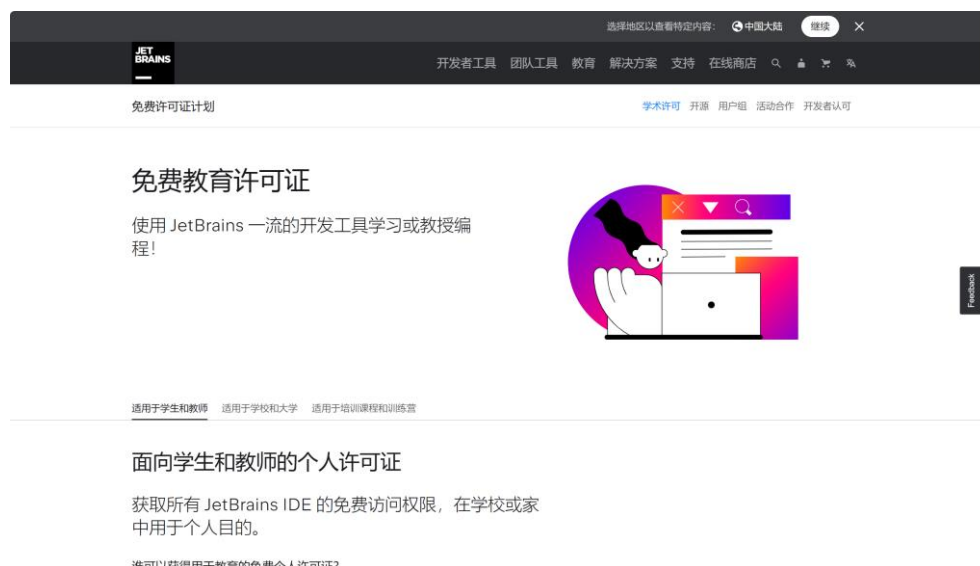
## 二、使用教育邮箱完成 JetBrains 教育认证

在教育认证后可免费使用 JetBrains 出品的所有开发者工具 JetBrains“全家桶”！但是只能用于非商业教育目的，不能用于任何组织的产品或服务的开发，也不能与任何第三方共享。只要还是学生，就可以免费续订！值得注意的是 JetBrains 教育认证的**有效期仅有一年**，一年之后你需要再次申请!!!

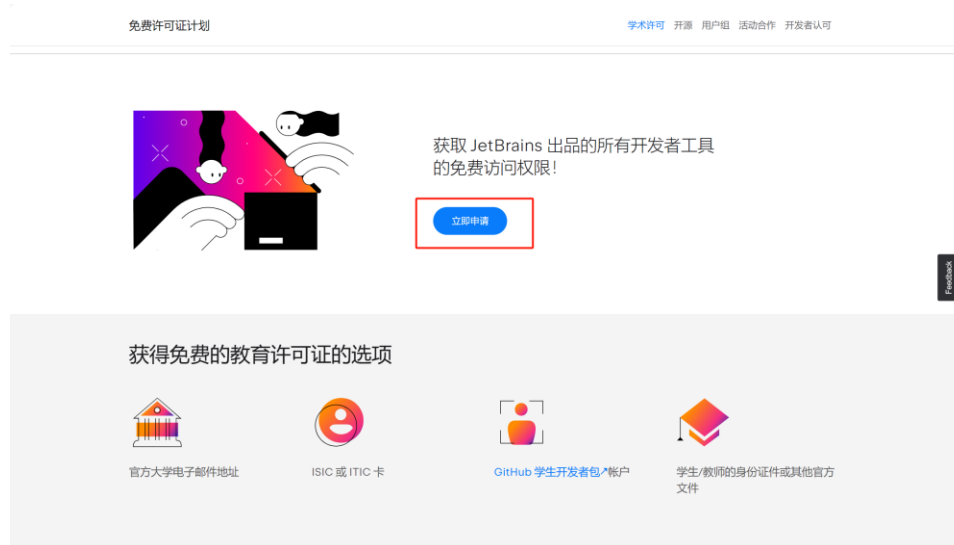
### 1.打开认证网址

免费教育许可证 - 社区支持 (jetbrains.com) （超链接）

<https://www.jetbrains.com/zh-cn/community/education/> （网址）



### 2.下翻找到“立刻申请”并点击



3.填入个人信息，注意选择“我是学生”，完成后点击“申请免费产品”

JetBrains 学习产品

在应用之前，请阅读[教育订阅条款](#)和[常见问题解答](#)。

申请方式: [大学电子邮件地址](#) | [ISIC/ITIC 成员](#) | [官方文件](#) | [GitHub](#)

状态: ☒ 我是学生 ☐ 我是教师

教育程度:

计算机科学或工程学是您的主要研究领域吗?  
☒ 是 ☐ 否

电子邮件地址:   
本人保证以上提供的大学电子邮件地址有效并归属于本人。

姓名:

国家 / 地区:

☐ 我不到 13 岁

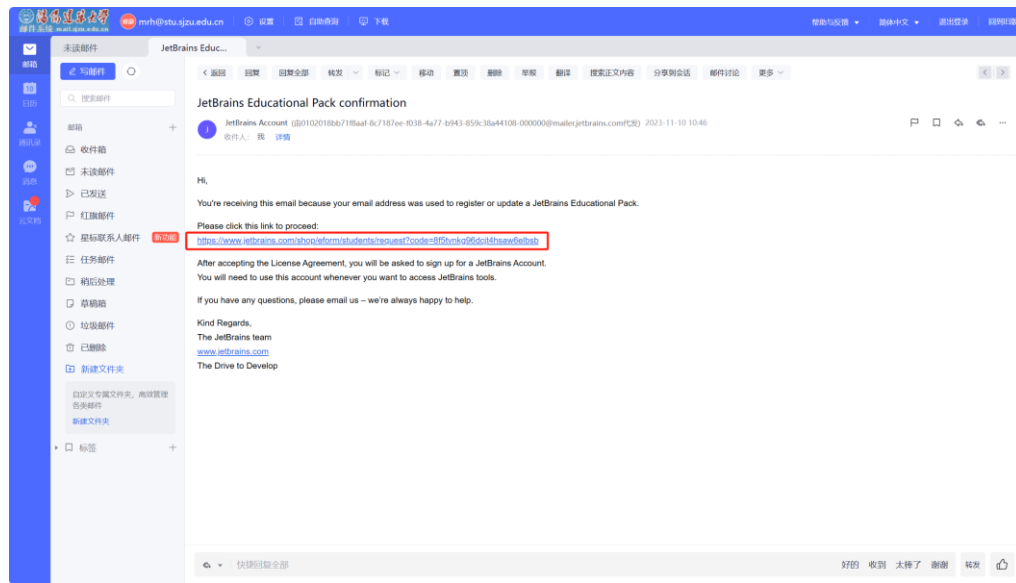
☒ 我已阅读并接受 [JetBrains Account 协议](#)

☐ 我同意 JetBrains 可以在有关我或我的组织持有的 JetBrains 产品或使用的服务的电子邮件通信中使用我的姓名、电子邮件地址和位置数据。我了解，我可以随时在我的个人资料中撤回此同意。此外，每封电子邮件中都包含一个取消订阅链接。（可选）

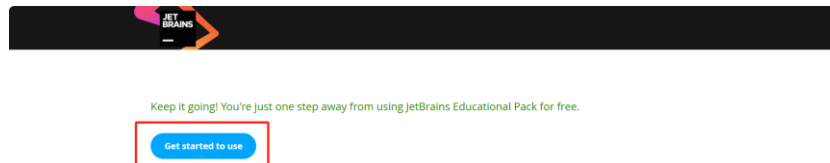
提交此表格，即表示您确认我们将使用此表格中所述的个人数据来处理您的申请。为此目的处理您的数据，保护我们并履行我们的法律义务。我们可以使用第三方服务来帮助我们进行处理。有关详细信息，请参阅[隐私政策](#)（[中文](#)）[隐私政策](#)。



#### 4.登录你的教育邮箱，查看收信箱，点击链接



#### 5.点击“Get started to use”



## 6.一直向下翻，翻到末尾点击“I Accept”

Customer actually receives it), (iii) upon personal delivery, (iv) one (1) day after deposit with an express courier, or (v) five (5) days after deposit in the mail, whichever occurs first.

13.10. **Governing Law.** This Agreement is governed by the laws of the Czech Republic, without reference to conflict of laws principles and specifically excluding the United Nations Convention on Contracts for the International Sale of Goods. The Parties to the agreement constituted by this Agreement undertake to use best commercial efforts to amicably settle any disputes arising hereunder ("Dispute").

13.11. **Dispute Resolution.** Should the Parties to this Agreement fail to settle a Dispute amicably, the Dispute will be excluded from the jurisdiction of general courts and the Dispute will be finally decided by the Arbitration Court attached to the Czech Chamber of Commerce and the Agricultural Chamber of the Czech Republic, by three arbitrators in accordance with the Rules of that Arbitration Court, and the language of the proceedings will be English; if you are a consumer, we both agree that any Dispute-related litigation may only be brought in, and shall be subject to the jurisdiction of, any competent court of the Czech Republic, unless provided otherwise by applicable consumer law. Consumer Disputes can also be settled out of court through the Czech Trade Inspection Authority ([www.col.cz](http://www.col.cz)) or the European Commission's online platform for dispute resolution ([ec.europa.eu/consumers/odr](http://ec.europa.eu/consumers/odr)).

13.12. **Data Privacy.** By accepting this Agreement, Customer acknowledges that JetBrains will process personal data in accordance with JetBrains' Privacy Policy (available at <https://www.jetbrains.com/company/privacy.html>). Unless you have signed an individual data processing addendum with JetBrains, the JetBrains data processing addendum available at <https://www.jetbrains.com/legal/dpa> applies.

13.13. **Force Majeure.** Neither Party shall be in breach of this Agreement, or otherwise liable to the other, by reason of any delay in performance, or non-performance, of any of its obligations under this Agreement (except payment obligations), arising directly from an act of God, fire, flood, natural disaster, act of terrorism, strike, lock-out, labor dispute, public health emergency, civil commotion, riot, or act of war.

13.14. **Children and minors.** If you are under 18 years old, then by entering into this Agreement you explicitly stipulate that (i) you have legal capacity to conclude this Agreement or that you have valid consent from a parent or legal guardian to do so and (ii) you understand the JetBrains Privacy Policy available at <https://www.jetbrains.com/legal/docs/privacy/privacy.html>. You may not enter into this Agreement if you are under 13 years old. IF YOU DO NOT UNDERSTAND THIS SECTION, DO NOT UNDERSTAND THE JETBRAINS PRIVACY POLICY, OR DO NOT KNOW WHETHER YOU HAVE THE LEGAL CAPACITY TO ACCEPT THESE TERMS, PLEASE ASK YOUR PARENT OR LEGAL GUARDIAN FOR HELP.

The previous version of this agreement is available [here](#).

For further information, please contact us at [legal@jetbrains.com](mailto:legal@jetbrains.com)

Please review and accept this license agreement to proceed with product activation.

[I Accept](#)

Copyright © 2000–2023 JetBrains s.r.o. | [Help](#) | [Support](#) | [JetBrains Privacy Policy](#) | [JetBrains Account Agreement](#) | Build #2023.11-3323

支持

## 7.将教育资质绑定到账户上，如果之前没有注册过直接在下方“Create JetBrains Account”中输入想注册账户的邮箱，再点击“Sign Up”

**Welcome to JetBrains Account**

Link your JetBrains Educational Pack to a new or an existing JetBrains Account.

You will need to use this account whenever you want to access JetBrains tools.

**Sign in with existing account**

Email address or Username

Password

[Sign In](#) [Forgot password?](#)

Or sign in with:

[Google](#) [Apple](#) [Microsoft](#) [Twitter](#)

**Not registered yet?**

**Create JetBrains Account**

Your email address

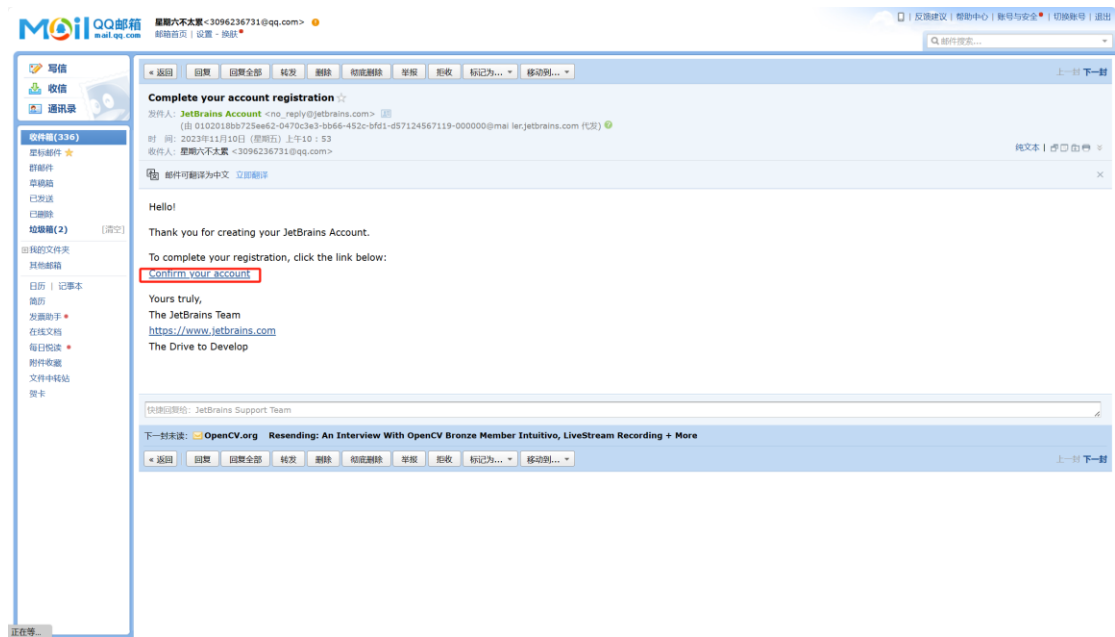
[Sign Up](#)

By using the JetBrains Account website, you agree to the [JetBrains Account Agreement](#). [Review now](#) [Remind me later](#)

Copyright © 2000–2023 JetBrains s.r.o. | [Help](#) | [Support](#) | [JetBrains Privacy Policy](#) | [JetBrains Account Agreement](#) | Build #2023.11-3323

支持

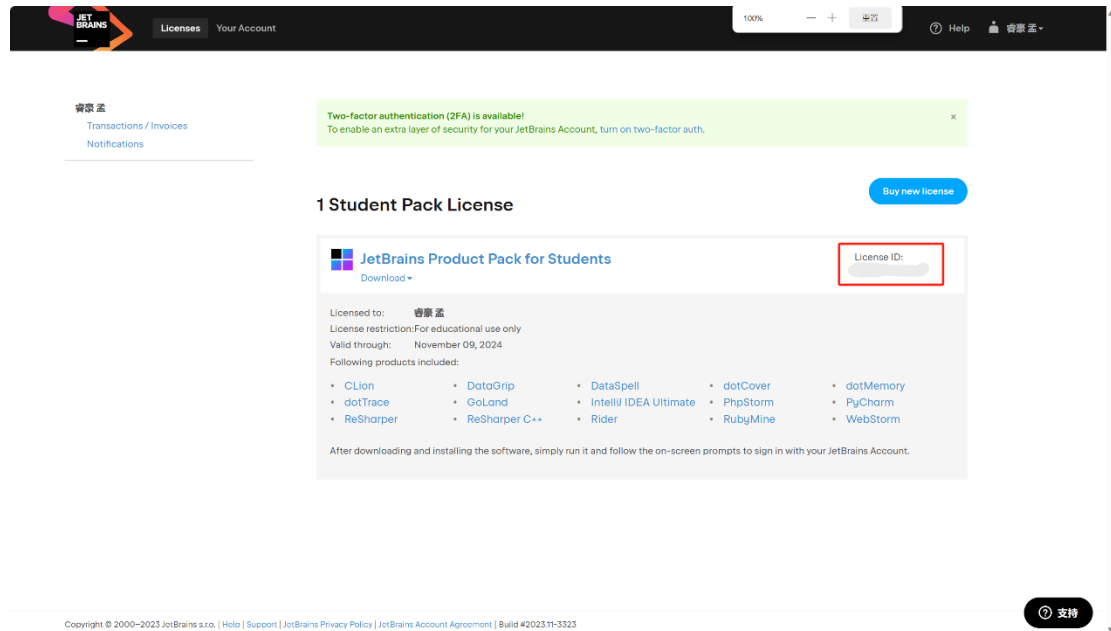
## 8.登录到所注册的邮箱里，查看收件箱，找到 JetBrains 所发的邮件，点击“Confirm your account”



## 9.填写个人信息， 点击“Submit”

The screenshot shows the JetBrains Account registration form. The form includes fields for Email address, First Name, Last Name, Username, Password, and Re-enter password. There are checkboxes for 'I have read and I accept the JetBrains Account Agreement' and 'I consent that JetBrains may use my name, email address, and location data in email communications'. A 'Submit' button is highlighted with a red box.

10. 右上角为许可证 ID，至此 JetBrains 教育认证完成。你可以在登陆 JetBrains 的开发者工具（如：PyCharm、IntelliJ IDEA、CLion 等）时进行激活。但要注意有效期只有一年，一年后你需要再次申请!!!



## II. 急救

在 RM 中，我们写自瞄自启动时通常使用 shell 文件。然而写 shell 文件时容易出现死循环的情况——开机后会一直黑屏。这时我们会戏称自己写了一个“病毒文件”，如果你真的遇到了这种情况，请放轻松，并大叫：“完了，我写出一个病毒文件了！”

造成“病毒文件”的原因是我们已经做到了自启动，但是启动的源程序有错误造成启动失败，于是我们的 shell 文件会一直去尝试自启动，结果造成了系统阻塞，我们就在开机登陆时卡住了。如果遇见了这种情况不要慌，我们已经有一套完整的方法去处理了（自豪）。

```
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 搜索(S) 终端(T) 帮助(H)
终端
#bin/bash
## BEGIN INIT INFO
#Provides: auto_start_red.sh
#Required-Start: $network $syslog
#Default-Start: 2 3 4 5
#Default-Stop: 0 1 6
#Short-Description: start auto_start_red.sh
#Description: start auto_start_red.sh
## END INIT INFO
#开机后自动视情况自我代码并检测，可调整sleep后的数字来调整监测周期(单位：秒)
#(请根据实际路径自行替换)
while true
do
    ps -ef | grep -v grep | grep "/home/nuc11/5-6/build/run -match-blue" || /home/nuc11/5-6/build/run -match-blue
    sleep 2
done
exit 0

~/桌面/auto_start_red.sh 19L 568C
1.1 全部
```

(病毒源码大放送)

(“病毒文件”在日志中的显示)

我们在启动时疯狂按 `ctrl + alt + F1/F2/F3`（三个中先选一个）会分别进入三个虚拟终端（`TTY1`/`TTY2`/`TTY3`）。现在我们可以用命令行进行操作了，我们先按下 `ctrl + c` 终止病毒程序，之后进入病毒文件所在的文件夹打开病毒文件，再删除 `shell` 文件里面的内容，保存退出，输入 `reboot` 重启。经过这一套流程我们的 `Ubuntu` 就可以恢复正常了！