



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

# 基于深度学习的金属表面缺陷 自动检测技术

指导老师：张 荻

成员：柴凯昕 邱 卓 朱颜泽 舒瀚林 刘郑涛

项目中期答辩 2020年11月

# 目录



**一、研究背景与意义**

**二、方法原理与过程**

**三、结果展示**

**四、后期计划**

# 研究背景与意义

## 一、热轧带钢的应用场景

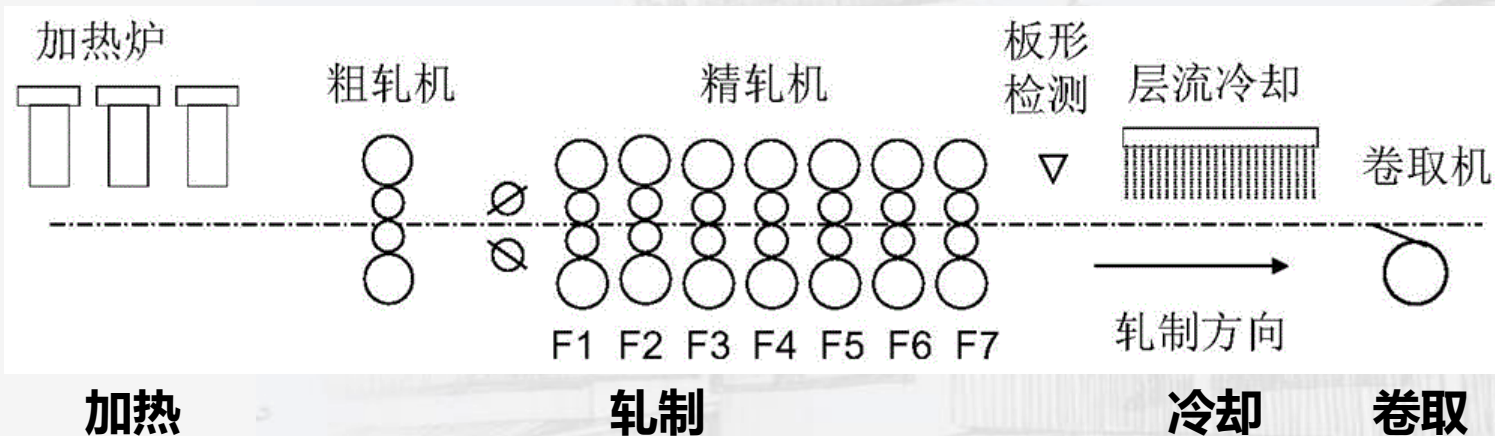


板材



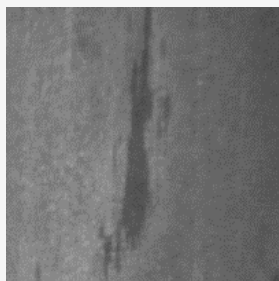
结构件

## 二、热轧带钢的生产过程

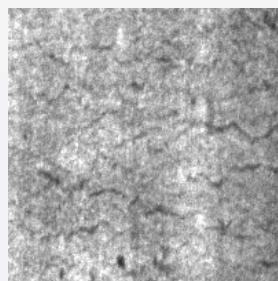


## 三、热轧带钢表面缺陷的产生[1,2]与主要类别[2]

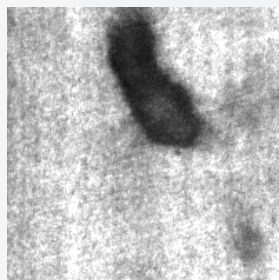
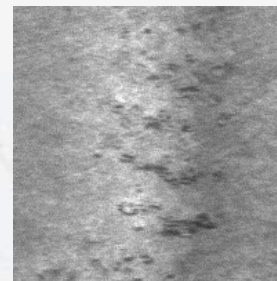
inclusion 夹杂



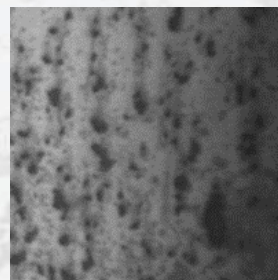
crazing 龟裂



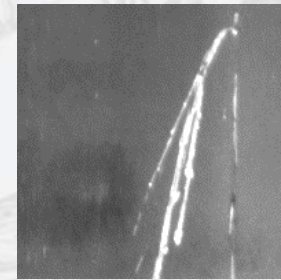
rolled-in 压痕



patches 结疤



pitted 麻点



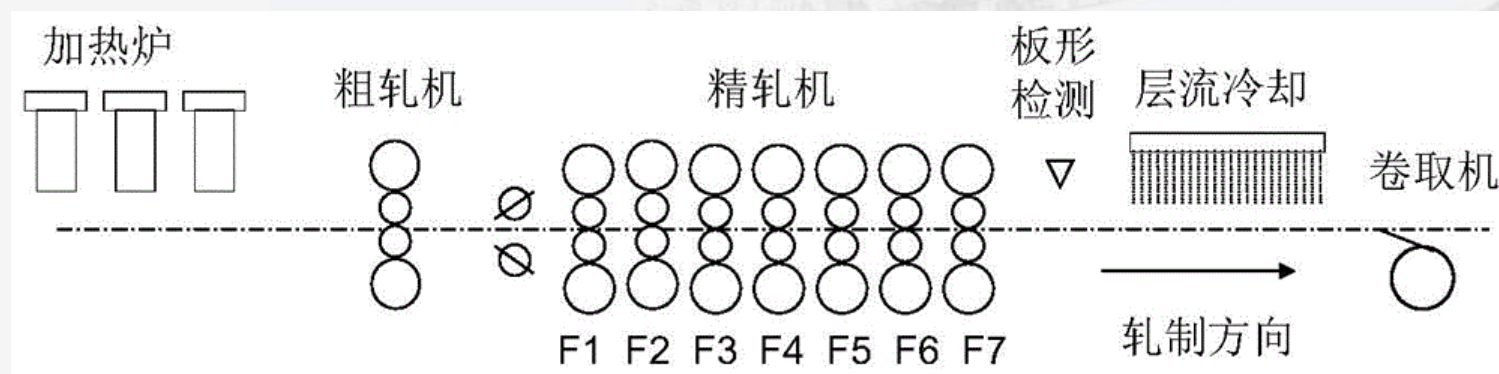
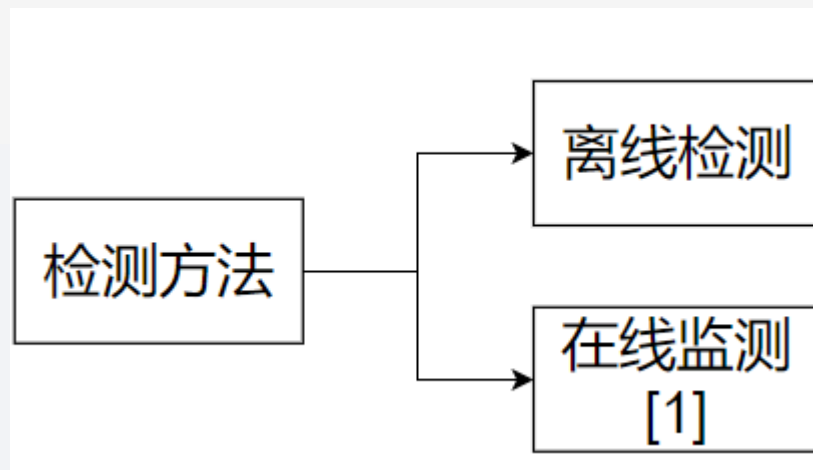
scratches 划痕

[1]尹宝良. 热轧板带表面质量缺陷分析[J]. 冶金管理, 2020, No.391(05):25-26.

[2]缺陷图片和本网络的基础训练数据集来自东北大学宋克臣老师及其团队

## 三、带钢检测的重要性与检测方法

及时了解生产带钢的品质，可以**调整**生产参数，**把控**产品质量



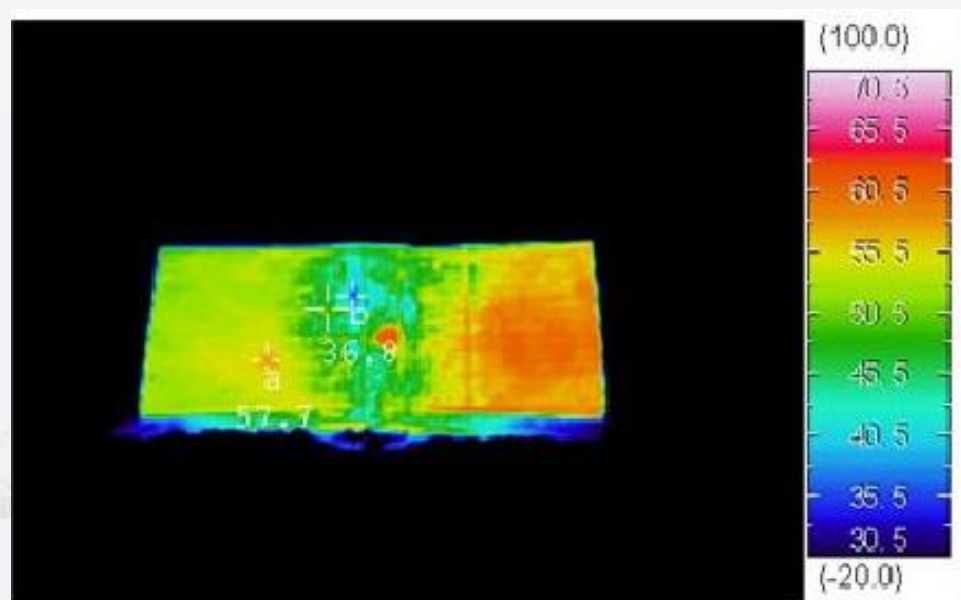
[1]王立辉. 热轧带钢表面缺陷在线检测方法[J]. 中国金属通报, 2017(6):79-79.



## 四、目前缺陷检测方法

### 红外技术

物体由于其内部的损伤、缺陷,会造成不同区域导热性能的变化,进而引起表面温度的变化



缺陷->热特征

**优点：**原理简单，直观

**缺点：**易受干扰，精度不够高，设备贵

## 四、目前带钢检测的目的与方法

### 超声波探伤

根据反射波形的特征，判断工件内部缺陷。



缺陷->反射波特征

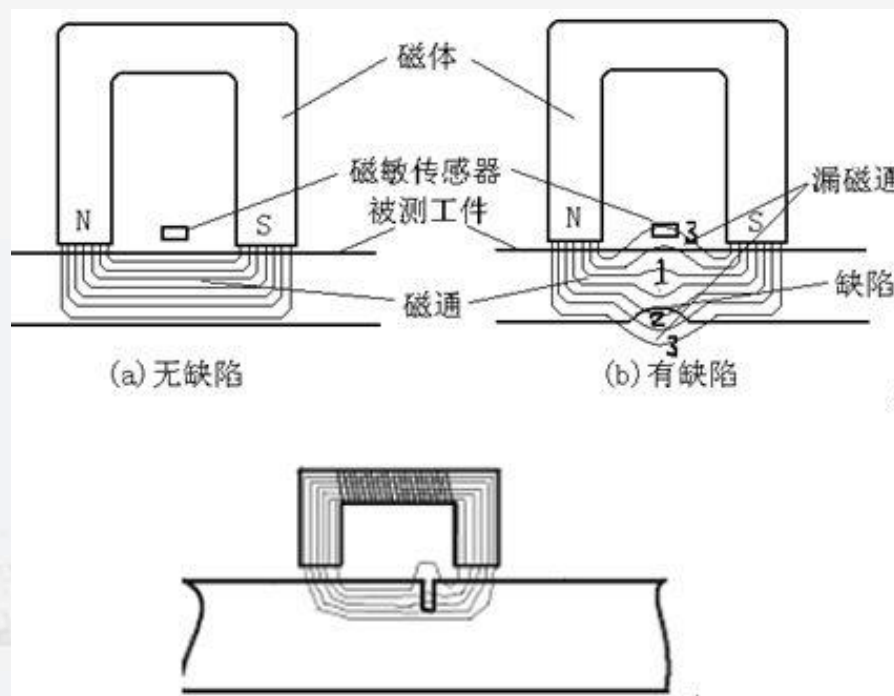
**优点：**技术成熟，灵敏

**缺点：**需要有经验的人操作，人工速度慢

## 四、目前带钢检测的目的与方法

### 漏磁检测

利用磁源对被测材料局部磁化，存在缺陷时，局部区域的磁导率降低、磁阻增加，磁化场将部分从此区域外泄，形成可检测的磁信号



缺陷->磁特征

**优点:** 不仅可以判断是否有缺陷，而且还可以评估缺陷程度，可以实现自动化

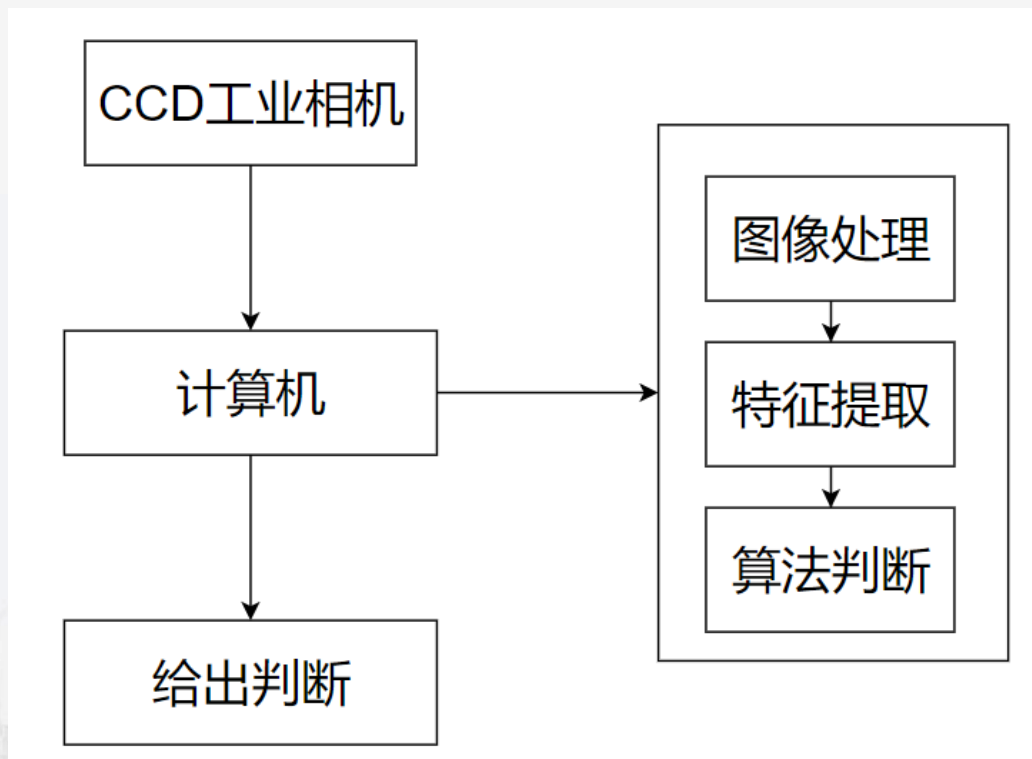
**缺点:** 只适合于铁磁性材料，对于温度较高的物体磁化有一定难度



## 四、目前带钢检测的目的与方法

### 图像检测

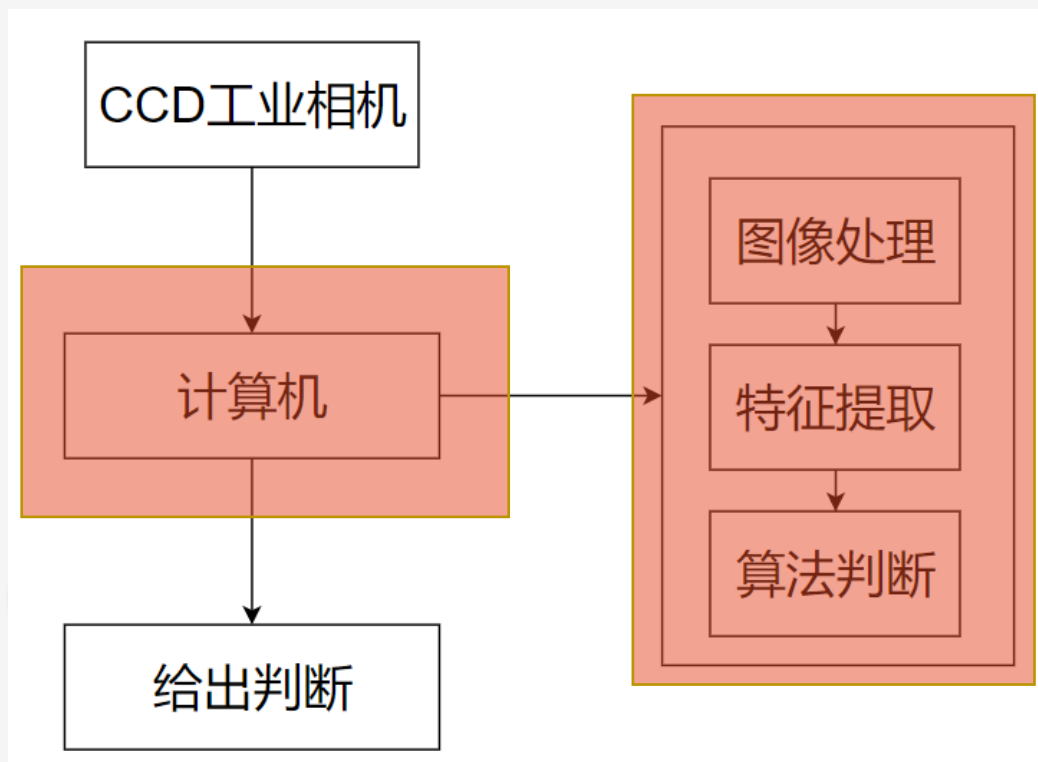
通过工业相机获取图片，然后让计算机自动进行检测，判断是否存在缺陷，并给出缺陷的类型。



**优点：**在线监测、自动化、省人工、快速、准确

**困难：**计算机算法的编写有一定难度，数据集搜集困难

# 目录



**一、研究背景与意义**

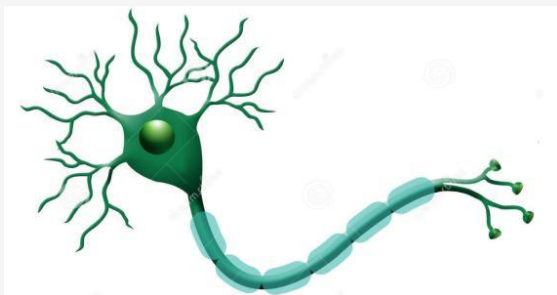
**二、方法原理与过程**

**三、结果展示**

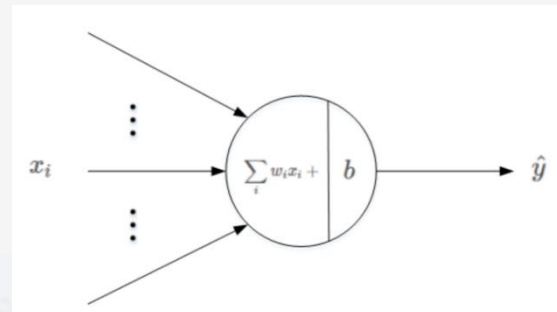
**四、后期计划**

# 方法原理与过程

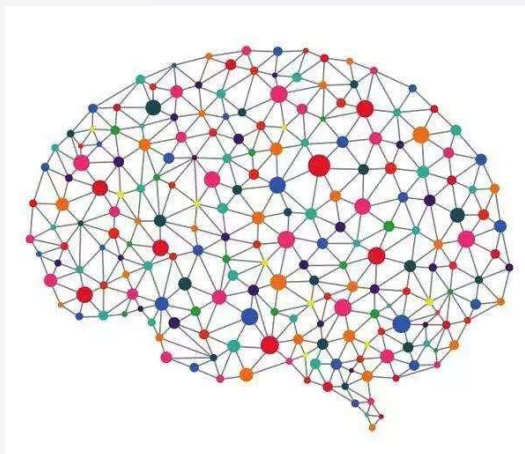
## 一、感知机与神经网络<sup>[1]</sup> 仿生原理



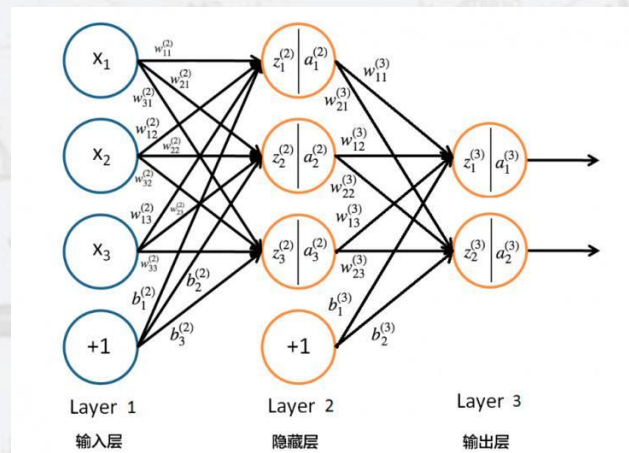
神经元



感知机



神经网络

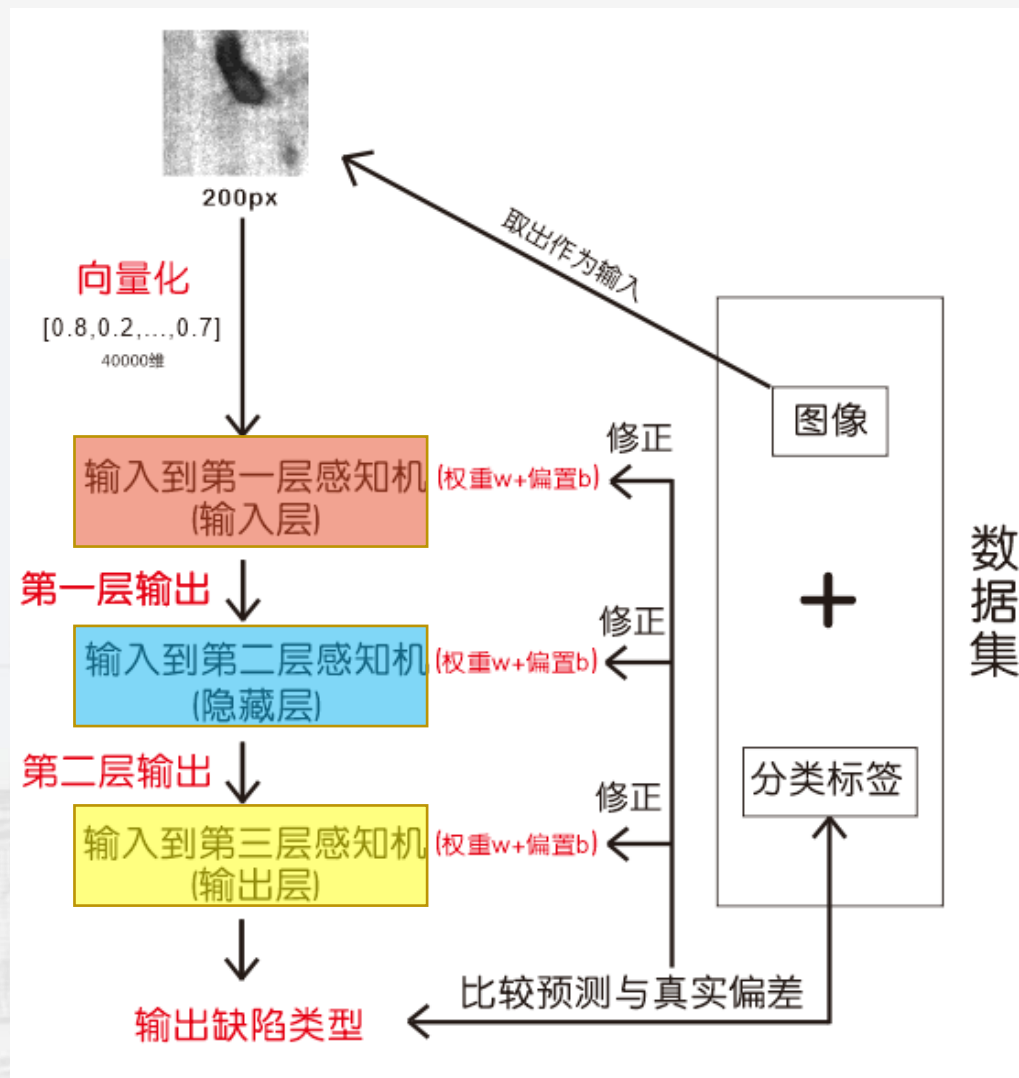
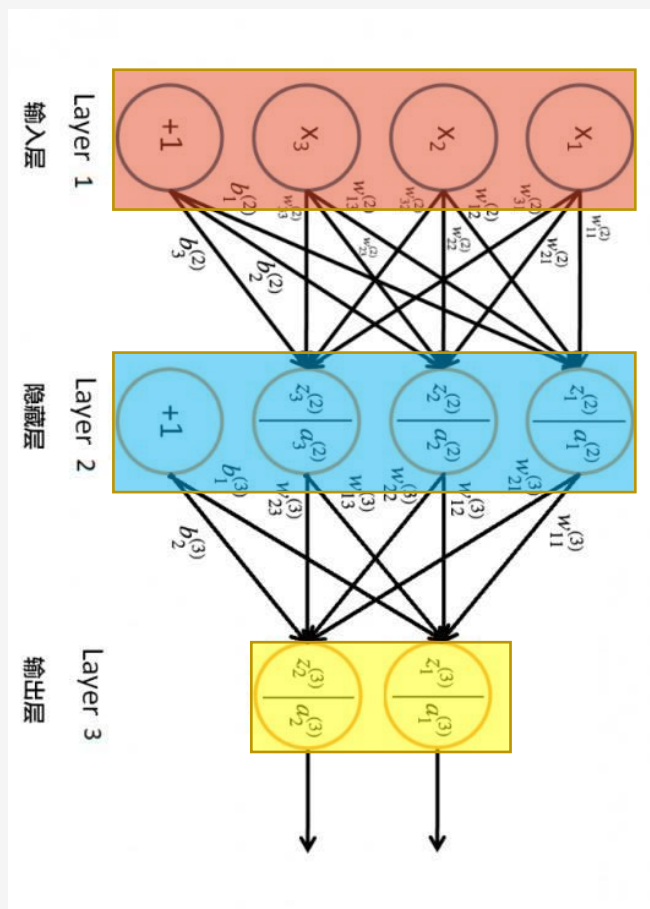


多层感知器

[1] Goodfellow I, Bengio Y, Courville A. Deep Learning[M]. The MIT Press, 2016.

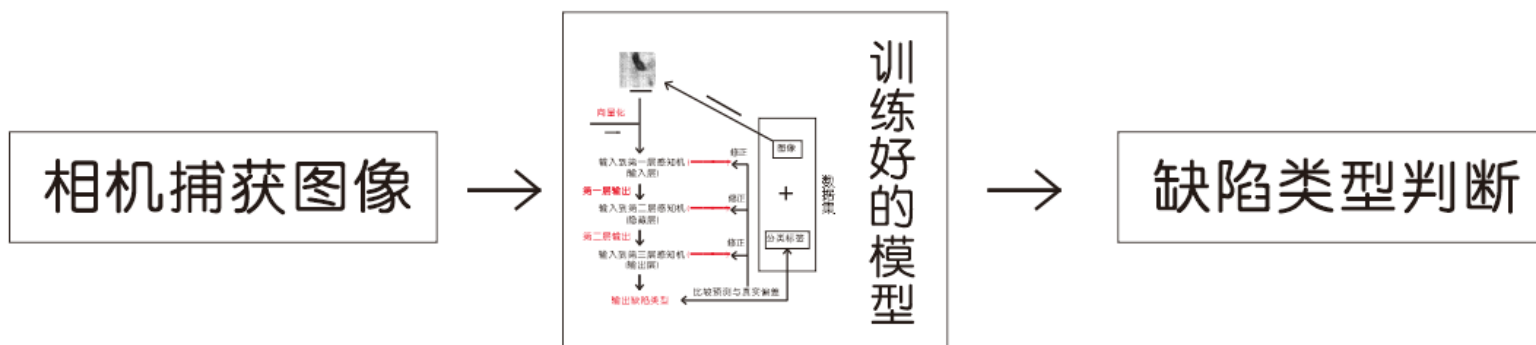
## 二、使用神经网络实现缺陷检测的原理

## 模型的训练



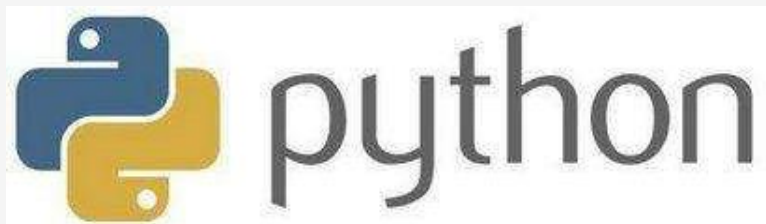
## 二、使用神经网络实现缺陷检测的原理

### 模型的使用





### 三、借助已有框架实现上述过程



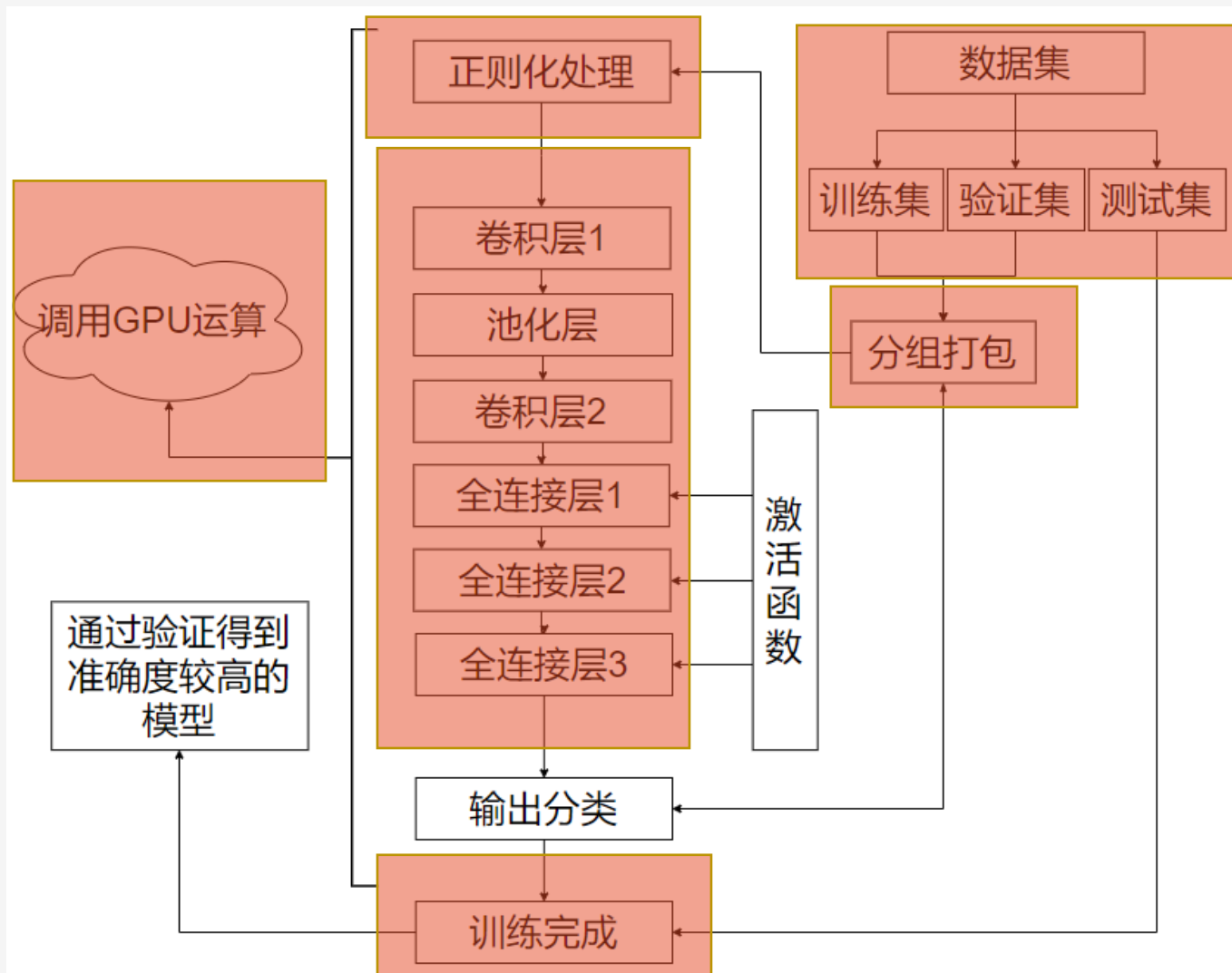
**一种语言，使用方便，用于与PYTORCH架构交互**



**一种深度学习架构，快速实现神经网络的搭建**

# 方法原理与过程

## 四、网络设计



# 目录



**一、研究背景与意义**

**二、方法原理与过程**

**三、结果分析**

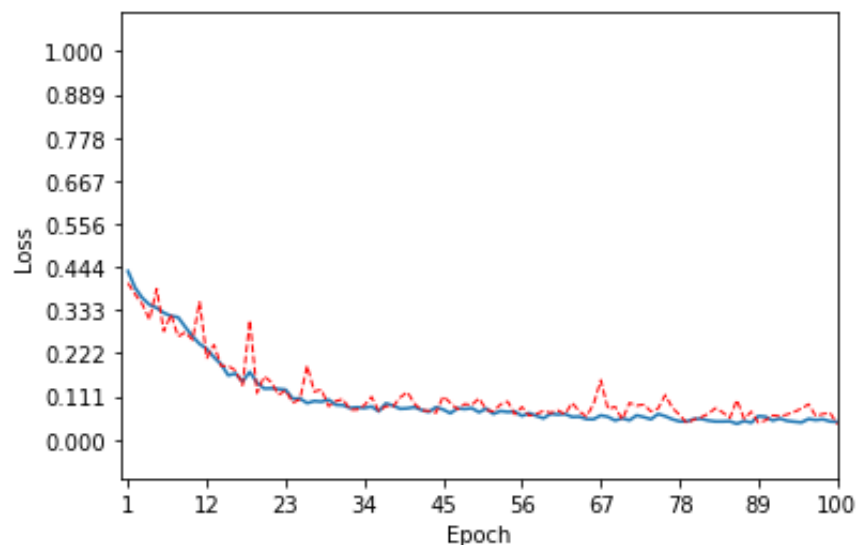
**四、后期计划**

# 研究过程与结果分析

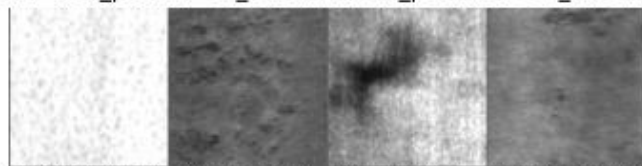
```
GeForce GTX 1060
[1  100] loss: 0.084
[1  200] loss: 0.084
[1  300] loss: 0.079
[1  400] loss: 0.075
[2  100] loss: 0.075
[2  200] loss: 0.073
[2  300] loss: 0.072
[2  400] loss: 0.068
[3  100] loss: 0.067
[3  200] loss: 0.066
[3  300] loss: 0.062
[3  400] loss: 0.058
```

模型训练

模型使用



('Pred', "['C4\_pitted', 'C5\_rolled-in', 'C2\_patches', 'C5\_rolled-in']")



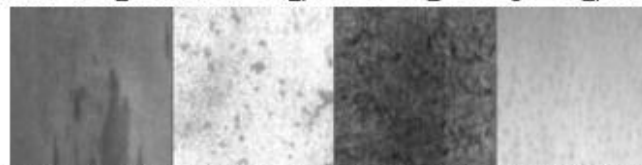
('Truth', "['C4\_pitted', 'C5\_rolled-in', 'C2\_patches', 'C5\_rolled-in']")

('Pred', "['C3\_crazing', 'C5\_rolled-in', 'C2\_patches', 'C3\_crazing']")



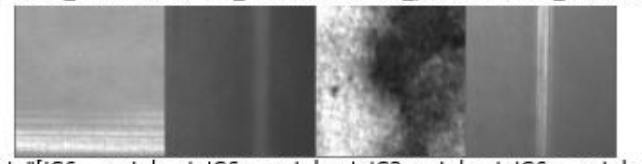
('Truth', "['C3\_crazing', 'C5\_rolled-in', 'C2\_patches', 'C3\_crazing']")

('Pred', "['C1\_inclusion', 'C4\_pitted', 'C3\_crazing', 'C4\_pitted']")



('Truth', "['C1\_inclusion', 'C4\_pitted', 'C3\_crazing', 'C4\_pitted']")

('Pred', "['C6\_scratches', 'C6\_scratches', 'C2\_patches', 'C6\_scratches']")



('Truth', "['C6\_scratches', 'C6\_scratches', 'C2\_patches', 'C6\_scratches']")

Accuracy : **94%**

# 目录



**一、研究背景与意义**

**二、方法原理与过程**

**三、研究过程与结果分析**

**四、后期计划**

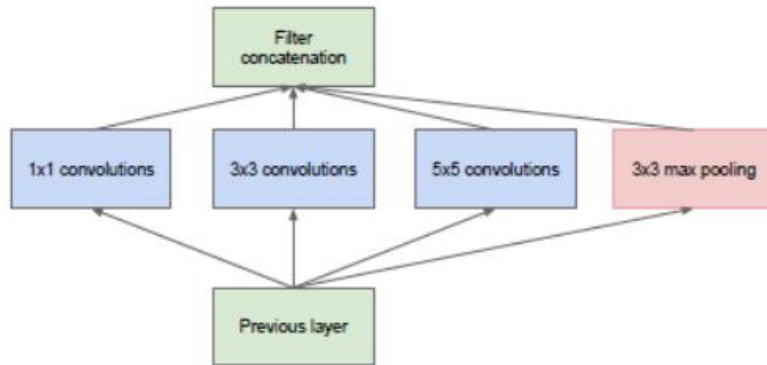
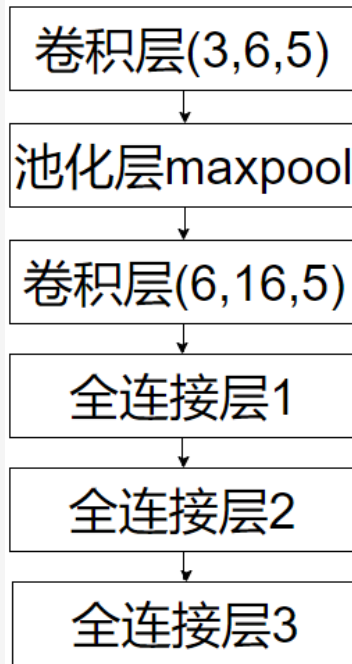




西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

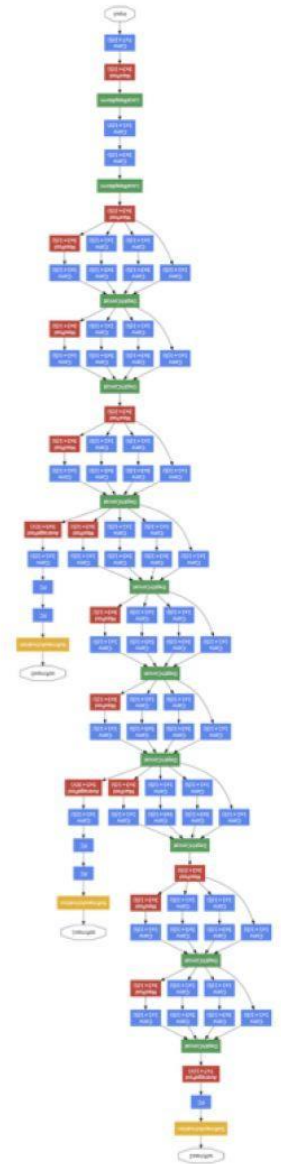
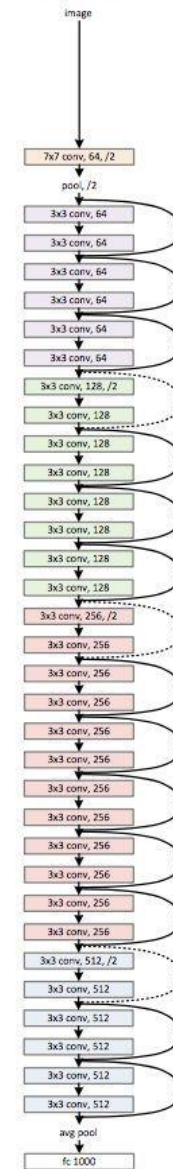
# 进一步提高识别精度

# 后期计划



(a) Inception module, naïve version

34-layer residual



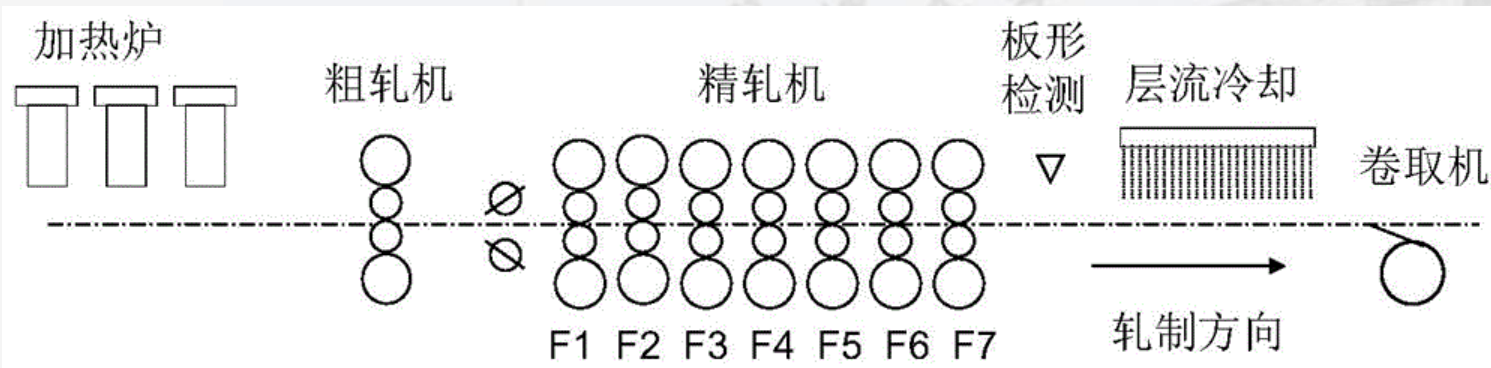
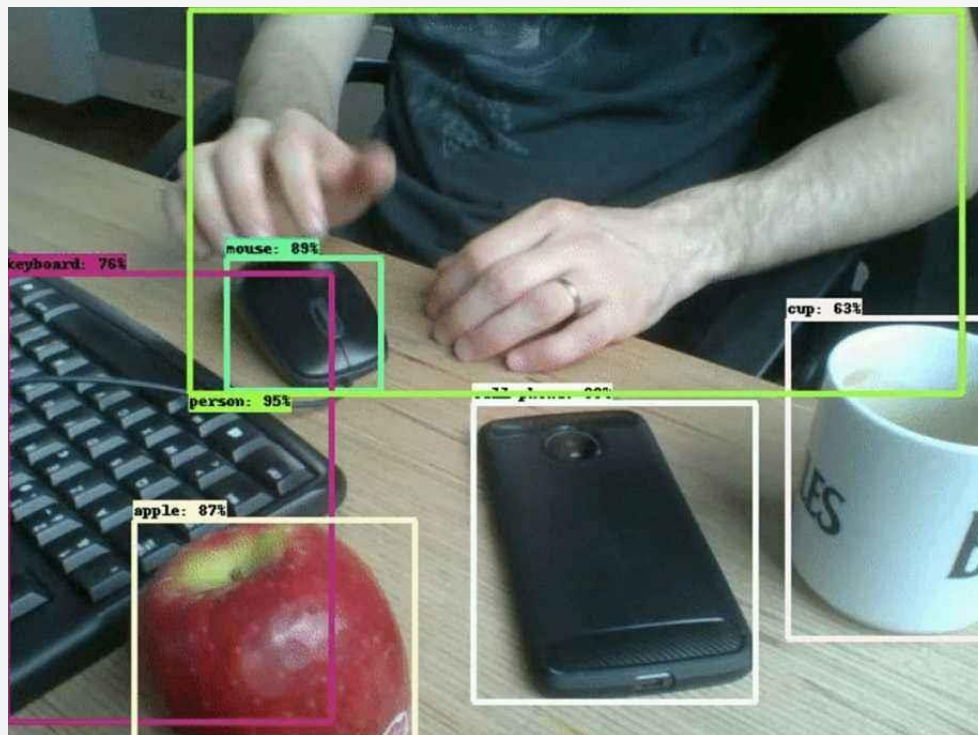
Convolution  
Pooling  
Softmax  
Other



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

# OPENCV实现在线监测

# 后期计划





西安交通大学

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

# 加上友好的GUI

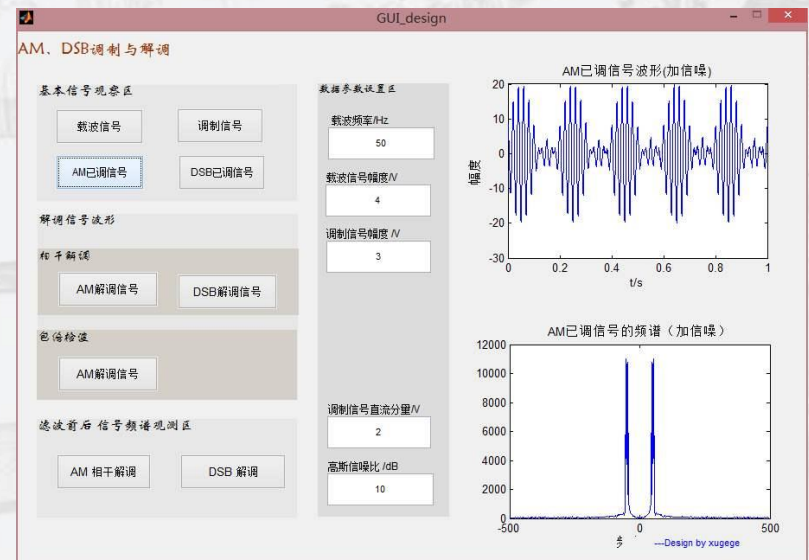


# 后期计划

```
Spdyer (Python 3.7)
文件(F) 编辑(E) 查找(F) 源代码(S) 运行(R) 调试(D) 控制台(O) 项目(P) 工具(T) 查看(V) 帮助(H)

C:\Users\OHH0000000\Desktop\热轧带钢表面缺陷数据集【2020大创与项目设计用】\测试代码(可视化).py
训练测试合并代码.py x 训练代码02.py x 测试代码(可视化).py x

1 import os
2 import torch
3 import torchvision
4 from torchvision import transforms, datasets
5 import torch.nn as nn
6 import torch.nn.functional as F
7 import numpy as np
8 import matplotlib.pyplot as plt
9 from torch.utils.data import Dataset, DataLoader
10 import torch.optim as optim
11
12 #运行设备
13 device = torch.device('cuda' if torch.cuda.is_available() else 'cpu')
14 print(torch.cuda.get_device_name(0))
15
16 #图像数据可视化
17 def imshow(inp, title=None, text_truth=None):
18     inp = inp.numpy().transpose((1, 2, 0))
19     mean = np.array([0.4, 0.4, 0.4])
20     std = np.array([0.2, 0.2, 0.2])
21     inp = std * inp + mean
22     inp = np.clip(inp, 0, 1)
23     plt.imshow(inp)
24     if title is not None:
25         plt.title(title)
26     if text_truth is not None:
27         plt.text(-100, 230, text_truth, fontdict={'size': '11.5'})
28     plt.pause(0.001)
29
30
31 #数据归一化
32 normalize = transforms.Normalize(mean=[0.4, 0.4, 0.4], std=[0.2, 0.2, 0.2])
33 transform = transforms.Compose([
34     transforms.RandomResizedCrop(200),
35     transforms.RandomHorizontalFlip(),
36     transforms.ToTensor(),
37     normalize
38 ])
39
40 #加载数据集
41 train_dataset = datasets.ImageFolder('MyDataset/train', transform=transform)
42 test_dataset = datasets.ImageFolder('MyDataset/test', transform=transform)
43
44 train_loader = DataLoader(dataset=train_dataset, batch_size = 4, shuffle = True, num_workers = 0)
45 test_loader = DataLoader(dataset=test_dataset, batch_size = 4, shuffle = True, num_workers = 0)
46
47 #卷积网络
48 class Net(nn.Module):
49     def __init__(self):
50         super(Net, self).__init__()
51
52         self.conv1 = nn.Conv2d(3, 6, 5)
53         self.pool = nn.MaxPool2d(2, 2)
54         self.conv2 = nn.Conv2d(6, 16, 5)
55         self.fc1 = nn.Linear(16*4*4, 2048)
```





西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

# 谢谢大家





西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

# 提问环节

