

# 东北大学

## 毕业设计（论文）手册

起止时间：2018 年 11 月 28 日 ---2019 年 6 月 14 日

学 院： 计算机科学与工程学院

专 业： 计算机科学与技术

学 号： 20154369

姓 名： 闫润格

指导教师： 栗伟 副教授

东北大学教务处印制

2019 年 6 月 14 日

## 毕业设计（论文）任务书

毕业设计（论文）题目：

基于树莓派平台的实时人脸表情识别系统设计与实现

设计(论文)的基本内容：

1. 查阅资料，了解人脸表情识别技术的发展与最新方法
2. 通过 Raspberry 3 Model B+和 Camera Module 完成实时视频图像采集
3. 学习并改进已有人脸表情识别技术，并部署于树莓派上
4. 研究经典深度学习网络，在相关人脸表情数据集上尝试优化
5. 按要求撰写毕业设计论文，完成定额英文文献翻译，尝试写作英文论文

毕业设计（论文）专题部分：

题目： \_\_\_\_\_

设计或论文专题的基本内容：

学生接受毕业设计（论文）题目日期

第 3 周

指导教师签字：

2018 年 12 月 14 日

# 工 作 记 录

## 查 阅 资 料 目 录

- [1] Mehrabian, A. Communication without words[J], Psychology Today, 1968, 2 (4), 53-55.
- [2] T. Devries, K. Biswaranjan and G. W. Taylor, Multi-task Learning of Facial Landmarks and Expression[J], 2014 Canadian Conference on Computer and Robot Vision, Montreal, QC, 2014, pp. 98-103.
- [3] A. T. Lopes, E. De Aguiar, and T. Oliveira-Santos. A Facial Expression Recognition System Using Convolutional Networks[J]. Brazilian Symposium of Computer Graphic and Image Processing, 2015, 2015-Octob:273–280.
- [4] H. Jung, S. Lee, J. Yim, S. Park and J. Kim, Joint Fine-Tuning in Deep Neural Networks for Facial Expression Recognition[J], 2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), Santiago, 2015, pp. 2983-2991.
- [5] P. Viola and M. Jones, Rapid object detection using a boosted cascade of simple features[J], 2001, Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2001, pp. I-I.
- [6] Wikipedia. AdaBoost – Wikipedia[DB/OL].  
<https://en.wikipedia.org/wiki/AdaBoost>, 2019
- [7] P. Ekman, W. Friesen. Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement[J], 1978, Consulting Psychologists Press, Palo Alto.
- [8] Computer Vision Lab, University of Massachusetts. Labeled Faces in the Wild – Results[DB/OL]. <http://www.cs.umass.edu/lfw/results.html>, 2019
- [9] 龙鹏-言有三. [技术综述]人脸表情识别研究[DB/OL].

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/40572244>, 2018

- [10]周书仁. 人脸表情识别算法分析与研究[D]. 中南大学, 2009.
- [11]周书仁, 梁昔明, 朱灿,等. 基于 ICA 与 HMM 的表情识别[J]. 中国图象图形学报, 2008, 13(12):2321-2328.
- [12]何良华. 人脸表情识别中若干关键技术的研究[D]. 东南大学, 2005.
- [13]应自炉, 唐京海, 李景文,等. 支持向量鉴别分析及在人脸表情识别中的应用[J]. 电子学报, 2008, 36(4):725-730.
- [14]L. Ma, K. Khorasani. Facial expression recognition using constructive feedforward neural networks[J], in IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics), vol. 34, no. 3, pp. 1588-1595, June 2004.
- [15]X.Feng, M.Pietikäinen, A. Hadid. Facial expression recognition with local binary patterns and linear programming[J]. Pattern Recognition and Image Analysis, 2005, 15, 546-548.
- [16]付晓峰. 基于二元模式的人脸识别与表情识别研究[D]. 浙江大学,2008
- [17]Jabid T, Kabir M H, Chae O. Local directional pattern (LDP) for face recognition[C]//2010 Digest of technical papers international conference on consumer electronics (ICCE). IEEE, 2010: 329-330.
- [18]Y. Yacoob and L. S. Davis, Recognizing human facial expressions from long image sequences using optical flow[J], in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 18, no. 6, pp. 636-642, June 1996.
- [19]F. Tsalakanidou, S. Malassiotis. Real-time 2D+3D facial action and expression recognition. Pattern Recognition. 43. 1763-1775. 10.1016/j.patcog.2009.12.009.
- [20]J. Sung and D. Kim, Pose-Robust Facial Expression Recognition Using View-Based 2D+3D AAM[J], in IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans, vol. 38, no. 4, pp. 852-866, July 2008.

- [21]I. Kotsia and I. Pitas, Facial Expression Recognition in Image Sequences Using Geometric Deformation Features and Support Vector Machines[J], in IEEE Transactions on Image Processing, vol. 16, no. 1, pp. 172-187, Jan. 2007.
- [22]Cohen I, Sebe N, Garg A, et al. Facial expression recognition from video sequences: temporal and static modeling[J].Computer Vision & Image Understanding, 2003, 91(1-2):160-187.
- [23]cs231n, Stanford University. K-Nearest Neighbors Demo[EB/OL].  
<http://vision.stanford.edu/teaching/cs231n-demos/knn/>.2018
- [24]徐文晖,孙正兴.面向视频序列表情分类的 LSVM 算法[J].计算机辅助设计与图形学学报,2009,21(04):542-548+553.
- [25]徐琴珍,章品正,裴文江,杨绿溪,何振亚.基于混淆交叉支撑向量机树的自动面部表情分类方法[J].中国图象图形学报,2008(07):1329-1334.
- [26]Li S, Deng W. Deep facial expression recognition: A survey[J]. arXiv preprint arXiv:1804.08348, 2018.
- [27]Wikipedia. Raspberry Pi – Wikipedia.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)[DB/OL], 2019
- [28]Raspberry Pi Foundation. Camera Module V2.  
<https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>[EB/OL], 2019
- [29]Spoony. 3000 核！用 750 张树莓派挑战最经济超算.  
<http://shumeipai.nxez.com/2017/11/22/750-raspberry-pi-challenge-the-most-economical-super-computing.html>[DB/OL], 2017
- [30]B. Alex, AIY Projects 2: Google's AIY Projects Kits get an upgrade[EB/OL].  
<https://www.raspberrypi.org/blog/google-aiy-projects-2/>, 2018
- [31]Nair V, Hinton G E. Rectified linear units improve restricted boltzmann machines[C]//Proceedings of the 27th international conference on machine learning (ICML-10). 2010: 807-814.

[32]Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton G E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks[C]//Advances in neural information processing systems. 2012: 1097-1105.

[33]Stanford Vision and Learning Lab. cs231n[EB/OL].  
<http://vision.stanford.edu/teaching/cs231n/2017/>, 2018

# 学 生 工 作 记 录

毕业实习（调研）

月 日— 月 日 （第 周一第 周）

单位：\_\_\_\_\_

完成任务情况：

## 学 生 工 作 记 录

设计工作与图纸绘制 (实验研究、论文工作)	完成日期:	5 月 17 日 (第 16 周)
设计说明书 (论 文)	完成日期:	6 月 3 日 (第 19 周)
专题部分完成日期:	月	日 (第 周)
毕 业 设 计 (论 文)	送交评阅人日期:	6 月 6 日 (第 19 周)
指导教师签字:	2019 年 6 月 6 日	
上机 (实验) 地点: 东北大学		
累计上机时数: 480 小时 (12 周, 每周 5 日, 8 小时)		
答辩日期:	6 月 11 日 (第 20 周)	
答辩委员会主任签字:	2019 年 6 月 11 日	



# 学 生 工 作 记 录

## 答 疑

### 内容提要:

问：树莓派在此类任务上有哪些优势？又有哪些不足？

答：其最大的优势是较小的体积，这使得树莓派的部署提供了便利；另外还有其逐年提升的计算能力，这为其上开展深度学习任务提供了可能性。同时，树莓派上搭载的 CPU 依然是较弱的，目前来说有人尝试过简单的深度学习任务，但进行训练依然比较难。

**12 月 14 日（第 3 周）**

### 内容提要:

问：树莓派上跑模型究竟会在多大程度上受到计算能力的限制？

答：树莓派的计算资源十分宝贵，若模型运行时 CPU 占用过高也是一个不太好的现象，应确保该数值低于 50%。长时间占用大部分计算资源代表着设备应用多样性的缺失。同时，CPU 不是唯一的限制，cache，RAM 均会导致严重的延迟和卡顿。在设计时和运行时应有具体的策略进行优化。

**12 月 20 日（第 4 周）**

### 内容提要:

问：应当选取怎样的数据集进行训练？

答：数据集的大小适中，不应太少，这样得出的模型无法很好适应实际应用场景中的各种变化；也不应太多，确保训练时间短，模型规模小，便于其在树莓派上的部署和运行。数据集应选用较为常用的，并无明显缺陷的，一方面减少数据集本身对预测的影响，另一方面也可将模型性能进行横向比较。

**12 月 27 日（第 5 周）**

# 学 生 工 作 记 录

## 答 疑

### 内容提要:

问：针对此特定任务，设计卷积神经网络时应该有哪些注意事项？

答：卷积神经网络模型层数不能太多，参数不能太多，不必要的层应当删除，对模型准确率贡献较小的部分也应该取舍一下决定要不要保留。近年来一些新的技巧不一定能用上，一切以简洁为主。若同样的准确率能用简洁的网络和繁琐的网络达成，则果断选择前者。

**3 月 5 日（第 6 周）**

### 内容提要:

问：作为表情识别的输入，人脸识别应采取怎样的方法去实现？

答：尽力减少此部分在整个系统中的消耗，可以尝试使用最普遍的计算机视觉库 OpenCV，其中有如 haar-cascade classifier 这样的利器，能够在计算代价较小的情况下完成人脸的识别与抓取。同时，作为一个视觉相关系统，前期输入和后期处理，结果显示等部分同样可以用到 OpenCV 中的其他函数和类。

**3 月 12 日（第 7 周）**

### 内容提要:

问：如何完成网络的搭建？自建函数还是调用已有框架？什么框架好？

答：调用框架更好，目前成熟的深度学习框架除了包装好搭建网络的各层函数外，还很好地完成了参数的存储，模型的存储与调用，训练可视化等一系列操作的包装，调用与再包装结合效率更高。作为有计算能力限制的任务，应选用支持最好的框架，如此能够最大程度调动起机器的计算资源。

**3 月 19 日（第 8 周）**

# 学 生 工 作 记 录

## 答 疑

### 内容提要:

问：在各模块代码合作方面，有什么需要注意的？

答：将每一个模块的代码放在一块，灵活地把功能包装起来，确保一定的整体性和独立性，提供较好的复用体验和单独调用时的便捷操作。将系统运行时的不同选项提出为运行时的超参数，避免一次调用过多资源。

**3 月 26 日（第 9 周）**

### 内容提要:

问：本系统的 CNN 应有怎样的特点？

答：卷积神经网络模型层数不能太多，参数不能太多，不必要的层应当删除，对模型准确率贡献较小的部分也应该取舍一下，决定要不要保留。精度和模型大小是最重要的两个因素，应综合考虑。一些组成部分，应结合具体情况选择，目前许多最佳选择往往意味着较大的计算开销。

**4 月 2 日（第 10 周）**

### 内容提要:

问：应当选取怎样的数据集进行训练？

答：数据集的大小适中，不应太少，这样得出的模型无法很好适应实际应用场景中的各种变化；也不应太多，确保训练时间短，模型规模小，便于其在树莓派上的部署和运行。数据集应选用较为常用的，并无明显缺陷的，一方面减少数据集本身对预测的影响，另一方面也可将模型性能进行横向比较。

**4 月 9 日（第 11 周）**

# 学 生 工 作 记 录

## 答 疑

### 内容提要:

问：重训练 Inception v3 为什么效果并不好？

答：一方面，Tensorflow 重训练脚本仅对整个网络模型最后一层进行重训练，模型的规模依然很大，对于树莓派来说很难流畅运行。另一方面，表情分类本就属于人脸这一大类的内类分类，而 fer2013 数据集本身的特点就是像素尺寸小，各类内变化大，因此并不适合使用已有网络重训练。

**4 月 16 日（第 12 周）**

### 内容提要:

问：如何将系统界面排布得较为友好？

答：作为主要的三个输出，视频输入应作为背景，在其上框出识别到的人脸作为第一步输出；各表情类别得分应作为辅助信息，放在左上，左下，右上，右下四角之一；emoji 替换作为直接输出应放在界面左侧或右侧，其大小应大于等于实验中正常人脸大小。

**4 月 23 日（第 13 周）**

### 内容提要:

问：系统识别速度并不慢，但每次通过单击空格键命令系统识别时都会卡顿？

答：若基础状态为非识别，则每次点击识别命令都属于调用模型，造成卡顿。应尝试将基础状态设置为识别，空格键作为截图键，一方面对实验结果截图分析，另一方面也对转瞬即逝的识别结果做一个延时，从而更好地提供系统识别结果，提升用户体验。

**4 月 30 日（第 14 周）**

# 学 生 工 作 记 录

## 答 疑

### 内容提要:

问：如何解决识别过于“实时”的问题？

答：如果识别间隔过小导致许多表情间的转换状态被投入模型中，可以尝试人为扩大识别间隔——在每次识别后让系统“暂停”，或随机在一小段时间选取表情进行识别。同时，过于“实时”代表着系统拥有可提升空间，可以尝试提升网络结构的复杂度来提升预测准确度。

**5 月 7 日（第 15 周）**

### 内容提要:

问：实验过程中发现系统对光照要求很严格，如何解决？

答：分组完成实验，确保光照情况为各组间唯一变量，如自然光和台灯光，光源偏左，正中和偏右等。记录各种情况下的实验结果并予以分析。最主要的还是想清楚如何能够在之后的调整中减少光照对系统准确度的影响，并进行有效地调整，无论是数据集还是对于图像的处理。

**5 月 14 日（第 16 周）**

### 内容提要:

问：反复调整后，我的代码量浓缩到了不足 1000 行，是否有点少？

答：Python 自身的特点就是简洁，可以通过简短几行实现其他语言中较为繁琐的功能。若代码确实紧凑凝练，且系统功能实现较好则不必担心代码数量。除了已经完成的代码调整之外，还应补充格式规整的注释，一方面能够提升一部分总代码量，另一方面便于代码复用和未来的扩展。

**5 月 21 日（第 17 周）**

# 学 生 工 作 记 录

## 答 疑

### 内容提要:

问：我的论文还有什么要改进的地方？

答：继续充实系统实现和实验部分，把这些作为重中之重。格式完全按照要求来调整，缩进、目录、行距等对文字类型进行调整而不是选中一点一点改。摘要中的叙述性语言要更为严谨，突出本系统的新颖之处。一些较长的表没必要调整上下文顺序，可以做成绩表的形式。

**5 月 28 日（第 18 周）**

### 内容提要:

问：我的论文还有什么不足？

答：对于树莓派的介绍可以适当缩减，保留与计算能力，系统所需外设部分相关的介绍，舍去其他无关介绍。实验部分的结果图要全面，结合充分的分析和必要的说明，引出最终的结论。设计与实验部分还有掺入一些背景知识，可以省去或提前到前面部分总结着叙述。

**6 月 3 日（第 19 周）**

### 内容提要:

问：答辩时有什么要注意的地方？经常被忽略的那种？

答：ppt 足够简洁，别总想着搞个模板，简单就是最好的，传递最清晰的信息就够。主要陈述系统的设计与实现，实验与结论部分，体现工作量。答辩过程中保持自信和谦虚，大胆展示已有成果，仔细倾听评委意见。享受答辩的过程，做好最后一次展示！

**6 月 6 日（第 19 周）**

# 学 生 工 作 记 录

## 记事：

1 月 1 日至 1 月 31 日，阅读开题报告中的参考文献，针对关键问题做笔记继续研究；购置系统硬件设备；完成硬件的组装

2 月 1 日至 2 月 25 日，学习 Stanford University cs231n 课程前半部分，完成课后任务；学习《Python 机器学习基础教程》40 页

2 月 26 日至 3 月 5 日，学习《Python 机器学习基础教程》20 页；进一步熟悉树莓派及 Raspbian 上的操作

3 月 6 日至 3 月 21 日，完成 numpy, sklearn 的安装；实现书上例程；了解深度学习框架，并选择 TensorFlow 作为本系统框架

3 月 22 日至 4 月 3 日，完成 OpenCV 的安装，实现视频输入输出的测试；开始搭建卷积神经网络

4 月 4 日至 4 月 11 日，反复调整神经网络组成与结构，尝试同一层的多种实现方法并比较其利弊

4 月 12 日至 4 月 20 日，重训练 Inception v3 及其他成熟 CNN，将训练好的模型放置在树莓派上运行，记录实验数据。

4 月 21 日至 5 月 1 日，阅读文献，借鉴调参经验，在保证模型规模基本不变的前提下不断冲击更高准确度

5 月 2 日至 5 月 10 日，调整用户界面布局，尝试不同方案对用户带来的体验：调整柱状图大小，emoji 大小以及各部分配色

5 月 11 日至 5 月 20 日，进行大量实验，分析结果并记录；撰写论文摘要和提纲，反复调整论文撰写思路

5 月 21 日至 6 月 1 日，完成论文的撰写与修改；进一步调整各部分顺序，完成格式的规范