

东北大学

# 综合实训报告

接受实习单位: 东北大学

实习日期: 2021 年 5 月 14 日~2021 年 6 月 15 日

计算机学院人工智能专业2019 年级1901 班

姓名: 刘寒 学号 20195221

实习分配班级: 医学影像智能分析班

实习类型: ☐金工实习 ☐认识实习 ☒生产实习 ☐毕业实习

## 实习报告撰写的内容与要求

1. 实习任务：介绍实习的目的、意义、任务及实习单位的概况等内容。通常以前言或引言形式表述，不单列标题及序号。
2. 实习内容：先介绍实习安排概况，包括时间、地点、内容等，然后逐项介绍具体实习流程与实习工作内容，以及专业知识与专业技能在实习过程中的应用。本部分内容应以记叙或白描手法为基调，在完整叙述的基础上，对自己认为有重要意义或需要研究解决的问题进行重点叙述，其它内容则可简述。
3. 实习结果：围绕实习任务要求，对实习中发现的问题进行分析、思考，提出解决问题的对策、建议等。分析问题、解决问题要有依据（如有参考文献可在正文后附录）。分析讨论的内容、推理过程及所提出的对策与建议作为实习报告的重要内容之一，是反映或评价实习报告水平的重要依据。
4. 实习总结或体会：对实习效果进行综合评价，着重介绍自身的收获与体会，内容较多时可列出小标题，逐一列举。总结或体会的最后部分，应针对实习中发现的自身不足，简要地提出今后学习，努力的方向。
5. 将实习日记按照时间顺序以附件形式放在实习报告正文后面。
6. 实习报告正文一律采用计算机排版、A4纸**双面**打印，正文字体为**小四号**宋体，**1.35倍**行距，正文页数不低于15页，一般不超过35页（其中专家报告一共不超过3页，**中文字数**不少于5000字）。每章标题为小三号黑体字居中。全文要求语句通顺、论述严谨规范。
7. 请注意封面页、扉页、评语页等的打印及装订顺序。分别为①封面页（其背面为扉页“实习报告的内容与要求”）、②目录、③正文、④附录-实习日记、⑤其他附件（如校外实习单位的鉴定材料、专利、获奖证书等）、⑥评语页。

目 录

1. 引言 ..... 1

    1.1 实习目的和要求 .....1

    1.2 实习内容 .....2

    1.3 实习单位概况 .....2

2. 基于人工智能方法的计算机视觉处理 ..... 4

    2.1 糖尿病视网膜病变级别分析 .....4

        2.1.1 模型分析 .....4

        2.1.2 图片的预处理 .....4

        2.1.3 模型的训练和调优 .....5

    2.2 心室分割与心脏病分级 .....5

        2.2.1 所给数据的分析 .....5

        2.2.2 分割模型的选择 .....5

        2.2.3 模型的调参与设计 .....6

        2.2.4 分类模型的设计 .....6

        2.2.5 基于 Pyqt 的图形界面 ..... 7

    2.3 低剂量 CT 图像质量优化 ..... 7

        2.3.1 数据的提取与处理 .....7

        2.3.2 模型的尝试与选择 .....8

        2.3.3 大数据集下的模型训练策略 .....9

        2.3.4 模型的调参和优化器 .....10

        2.3.5 模型效果 .....10

3. 实习总结 ..... 11

    3.1 实习内容的复杂性评价 .....11

    3.2 实习体会、收获与建议 .....11

4. 参考文献 ..... 12

附录 实习日记 ..... 13

## 1. 引言

### 1.1 实习目的和要求

#### 1.1.1 实习目的

- (1) 通过计算机系统的设计与开发，验证和扩展本科前三年所学相关课程的理论知识，在实践中深入理解其中的重点和难点，提高基本理论水平，巩固基础知识体系，掌握计算机系统设计与开发的基本技能，培养灵活运用理论知识分析和解决实际问题的能力。
- (2) 通过团队合作开发，培养团结协作的能力。
- (3) 通过专家讲座，了解本学科的科学前沿及进展，拓宽知识面，拓展学术和国际视野，培养创新精神。
- (4) 通过到企业参观与交流，学习课堂以外的实践知识，了解所学专业在社会经济建设中的地位、作用和发展趋势，以及社会对本专业毕业生的素质要求，为最后一学年的课程学习和毕业设计打好基础。
- (5) 通过撰写设计需求文档、实习报告和答辩文档，培养学生查阅中英文文献的能力、锻炼口头和书面的表达能力和沟通能力。

#### 1.1.2 实习要求

##### 一般要求

- (1) 在掌握计算机基本程序设计语言的基础上，利用所学的数学知识、自然科学知识、工程基础知识以及计算机专业知识对所开发的系统进行软硬件分析和建模。
- (2) 在系统的分析与设计过程中，要多方面查阅资料，并利用形式化方法表达所开发系统中涉及的工程元素，采用适当的抽象模型予以合理的解决。
- (3) 要综合考虑系统涉及的各种因素，设计并开发出满足特定要求的软件系统或功能部件。在解决问题时，鼓励采用创造性思维方式解决问题。
- (4) 在设计开发与开发过程中，应选择主流的开发工具及相关资源，以保证系统的先进性、可兼容性和可扩展性。
- (5) 在完成功能完善、技术复杂的系统时，允许分组分工，但每个学生应努力完成自己的职责并彼此配合。
- (6) 应认真听取专家讲座，了解本专业的前沿知识，并写入生产实习报告。

- (7) 在企业参观与交流时,应严格遵守纪律,保证自身及企业生产安全,认真听取企业专家的介绍,仔细查看了解生产车间各要素的功能,并写入生产实习报告。
- (8) 验收时,在实验环境下回答指导教师的提问,力求准确、全面、流利。
- (9) 撰写依据可靠、方案完整、数据准确、格式规范的实习报告。

### 课题要求

初步掌握人工智能对于图像处理的方法,巩固深度学习和计算机视觉理论基础,能够使用 python 或其他编程语言对所给问题建立适当模型,并且保证一定指标的前提下解决所给任务,在可提交系统原型的基础上完善功能。

## 1.2 实习内容

- (1) 糖尿病视网膜病变分级:针对分级任务,主要目的是分析 2D 眼底图像的临床数据,根据视觉特征(病灶信息)区分糖尿病视网膜病变的严重程度。主要包括糖尿病视网膜病变以及糖尿病黄斑水肿。
- (2) 心室分割与心脏病分级:针对三类不同的心脏病人,建立原图像和 grand-truth 之间的联系,从而实现对陌生图像的心室分割,同时通过挖掘类与类之间不同的语义信息达到对不同病人的分类效果。
- (3) 低剂量 CT 图像质量优化:CT 扫描过程会对人体造成一定剂量的电离辐射,对患者的健康造成潜在的危害通过低电流或电压达到降低辐射剂量,直接导致图像噪声增加,降低图像质量,如何实现低放射剂量的同时保证 CT 成像质量是 CT 成像领域研究的重点。

## 1.3 实习单位概况

东北大学计算机实验教学示范中心是依托东北大学计算机学科建立和发展起来的。东北大学计算机学科创始人是中国计算机领域第一代著名学者、国务院学位委员会第一、二届学科评议组成员李华天教授。1957 年,东北大学成立计算机教研室并研制成功我国第一批模拟式电子计算机,1958 年研制了我国第一批数字式电子计算机;1972 年研制并生产了我国第一批工业控制小型机 DJS-130K;1980 年,在我国较早开展了局域网络研究并研制成功校园局域网;1995 年,研制成功我国第一台医用 CT 机;1996 年研制成功第一个大型国产数据库软件 OPENBASE;1981

年获批计算机应用专业博士点，2000 年获批计算机科学与技术一级学科博士点；1995 年建立我国首个计算机软件国家工程中心，2000 年以东北大学软件园为主体的东大科学园成为国家首批 15 家大学科学园试点建设单位之一。2001 年计算机应用技术学科被评为国家重点学科。本学科是国家“211 工程”、“985 工程”重点建设学科，在 2002 年和 2006 年全国一级学科整体水平评估中均名列第九、2012 年的评估中名列第十，2013 年国际基本科学指标（ESI）排名全球前 1%。

计算机实验教学中心现有教师 99 人，其中专职实验人员 22 人，专任教师 68 人，兼职教师和技术服务人员 9 人；实验中心面向全校 50 个专业，开设了 41 门实验课程，共 248 个实验项目，每年实验学生人数达 22000 多人，每年 981000 实验人时数；整个中心使用面积 3084m<sup>2</sup>，设备 3400 余台套，设备总价值 5170 余万元人民币，设备完好率 100%。

计算机实验教学中心有中组部“千人计划”入选者 1 人、“长江学者奖励计划”特聘教授 1 人、国家杰出青年基金获得者 2 人、国家“百千万人才工程”入选者 1 人、国家优秀青年基金获得者 1 人、教育部跨（新）世纪优秀人才 8 人，省级教学团队 1 个、省级教学名师 2 人、校级教学名师 3 人，专业带头人 1 人，并获批国家级规划教材 3 部、国家级精品课 4 门、省级精品课 3 门、省级精品资源共享课 2 门。近五年获省级教学成果一等奖 1 项，校级教学成果特等奖 1 项、一等奖 3 项，省级以上教改立项 15 项，校级精品课 7 项。

计算机实验教学中心已经形成了“强化基础、重视能力、面向应用、鼓励创新”的教学理念。一方面为全校各个专业的计算机教育提供教学和实验服务，另一方面为大学生课外科技活动、创新创业以及教师的科研活动提供实验环境和支撑服务。中心已经成为学校培养学生计算机创新能力和团队协作能力的重要实践和创新基地，成为全校师生进行高水平科研的基地，同时也为辽宁省许多企事业单位提供了计算机能力培训，成为了全省普及计算机先进技术的重要培训基地。

## 2. 基于人工智能方法的计算机视觉处理

### 2.1 糖尿病视网膜病变级别分析

#### 2.1.1 模型分析

本模型的论文至今已经发布一年有余，它的前身 Efficient Net 在 2019 年发布时就是本着寻找更好的网络架构的目的，通过同时增加网络的宽度、网络的深度以及输入网络的分辨率来提升网络的性能。在当时实验团队也是耗费了巨大的算力才搜索出一系列不同规模的网络（B0-B7）。它们的 FLOPs 更少，准确率更高。而在第二代中，团队又增加了一系列的改进措施来让模型在实际的训练速度上取得进步。

#### 2.1.2 图片的预处理

观察原始图像，由于图像实际拍摄的时间、地点、设备、操作人员不同，所以尺寸，颜色、亮度也各不相同。直接对原图进行训练增加训练的难度，不容易找到病变的特征。



图 2.1 “预处理前的图像”

基于图像的特点，我们对图像采用了 `resize`、特征增强和去除眼球部分三个操作，使得在增强特征的前提下一定程度上去除噪声，并且加入了一系列预处理，以增强模型的泛化能力。

在特征增强这一步，我们以原图减去高斯模糊图从而得到差异，也即特征，从而增强了图像。

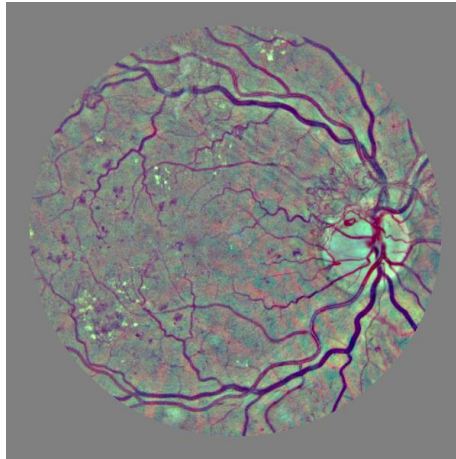


图 2.2 “预处理后的图像”

### 2.1.3 模型的训练和调优

在明确目标模型后，我们在微调网络结构的基础上适当调参，取得了一定的准确率。

## 2.2 心室分割与心脏病分级

### 2.2.1 所给数据的分析

数据集的图像和标签均为灰度图，分割对应的灰度分别为 85、170、255，不同病人的心脏共有三类，并且类间特征不尽明显。

### 2.2.2 分割模型的选择

由于该任务的评价完全依赖指标且数据量较小，我们考虑尝试较多模型后择优而选，并在该模型基础上细致调参以取得我们能所达到的最好效果。

我们在 `pytorch-segmentation` 的基础上尝试了诸多模型和更换体量合适的 `encoder`。

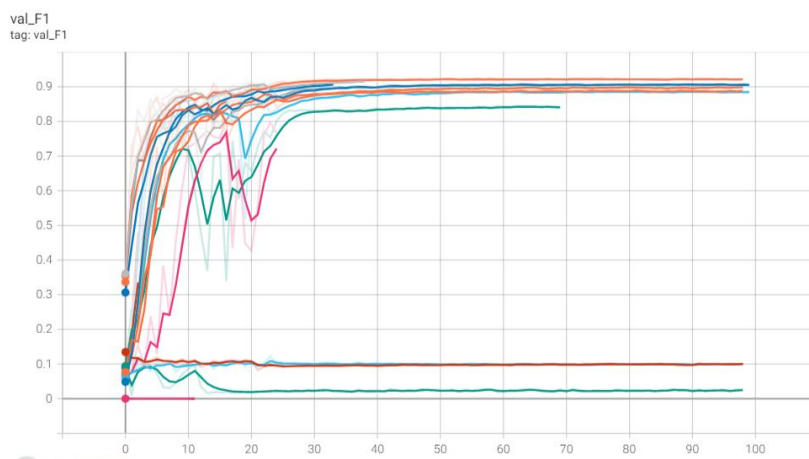




图 2.3 “对不同的模型所做的尝试”

最终我们选择了以 U-net++ 为 backbone, 以 Efficient Net V2 为 encoder 的分割模型。

医学影像的分割任务尤其注重宏观和微观层面特征的结合: 既要注重整体的结构完整, 也要在边界区域精准划分界线。而且由于医学图像本身难以采集且质量不如自然图片好的特点, 所使用的模型也不宜参数量过大 UNet++ 的优势是可以抓取不同层次的特征, 将它们通过特征叠加的方式整合, 加入更浅的 U-Net 结构, 使得融合时的特征图尺度差异更小。

在尝试过程中, sigmoid 激活函数表现要优于 softmax, 猜想可能是该三分类的图像分割的梯度较为适合 sigmoid 的梯度分布, 此外我们还尝试过 tanh, relu 等等主流激活函数。使得最终的 fscore 在我们的测试集上能达到 0.92。

### 2.2.3 模型的调参与设计

考虑到以 f-score 为评价指标, 先前我们只采取了 diceloss 为损失函数, 此后加入交叉熵损失函数后发现效果较好。学习率以 [1, 0.02, 0.005, 0.001, 0.0005] 逐步调整, 尝试了两种规划器: step 和余弦, 并且由于所给样本数量较少, 我们加入了翻转, 缩放, 高斯噪声等等一系列的图像增强和剪裁以增强模型的泛化能力, 同时也能起到扩充数据集的效果。

### 2.2.4 分类模型的设计

在分类模型中, 我们延用了之前分类效果较好的 Efficient Net, 同时考虑将分割后的结果和原图按照比例混合, 以取得较好的分类效果。最终我们经过尝试后以 2:8 确定混合比例

表 2.1 混合结果

混合比例	性能
10:0	68
5:5	80
3:7	86
2:8	88
0:10	76

### 2.2.5 基于 Pyqt 的图形界面

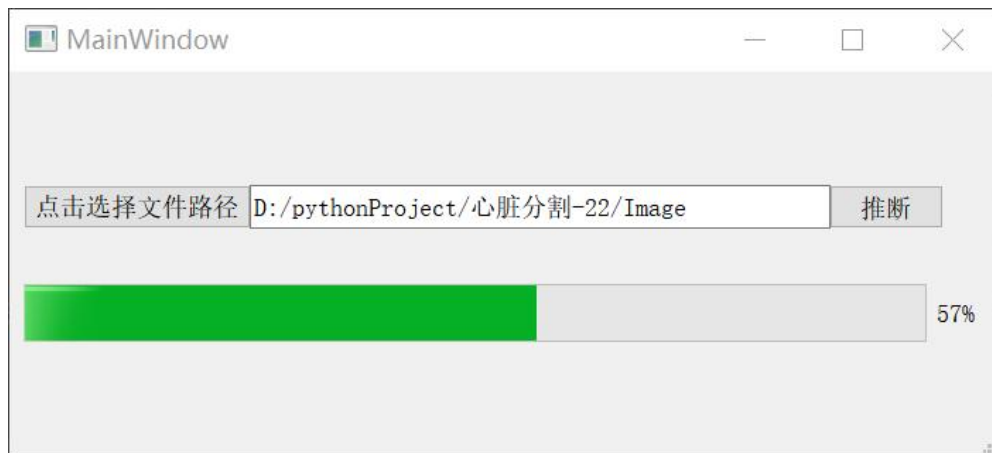


图 2.4 “带有进度条的 UI 界面”

## 2.3 低剂量 CT 图像质量优化

### 2.3.1 数据的提取与处理

所给数据集为两类 CT 值的不同表现 10 组临床低剂量扫描图像和常规剂量扫描数据，低剂量和常规剂量图像通过扫描不同的患者，其中 8 组为训练集，2 组数据作为测试集。这里我们使用 SimpleITK 库读取 CT 图片文件,并以 png 图片的形式保存(归一化)。并且以三维数据（ $300 * 512 * 512$ ）的切片形式保存为多个二维 png 图片。得到数据后我们做了两种尝试：归一化、抛弃过高和过低的 CT 值。

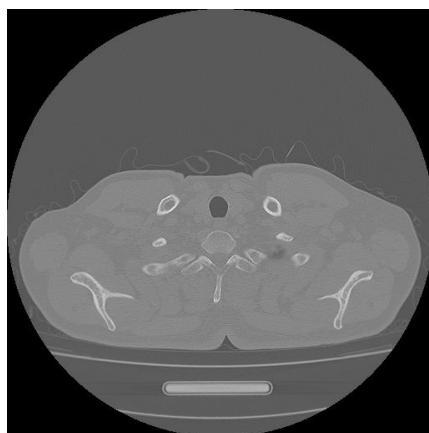


图 2.4 “归一化 CT 图”



图 2.5 “抛弃异常值 CT 图”

最终我们还是采取了效果较好且较容易观察的归一化的手段，将 CT 值调整肺窗范围后映射到 0-255 范围内，并且将 B 类样本中较暗的图像增强对比度以增强目标样本的一致性，基于老师所给的约两千三百张肺部 CT，我们以 4:1 划分训练集和测试集，对于图片预处理，我们调整合适的窗口和加入随机剪裁以及适当的噪声以此增加模型的泛化能力和防止过拟合。

### 2.3.2 模型的尝试与选择

在初始的尝试阶段，我们尝试了 attentionGan 和 CVPR 最新的 Restormer 等模型以及扩充训练集的 pix2pix 模型，但 attentionGan 对于灰度图像不太敏感且收敛速度太慢，Restormer，pix2pix 在该数据集上效果一般，经尝试后均被否定。

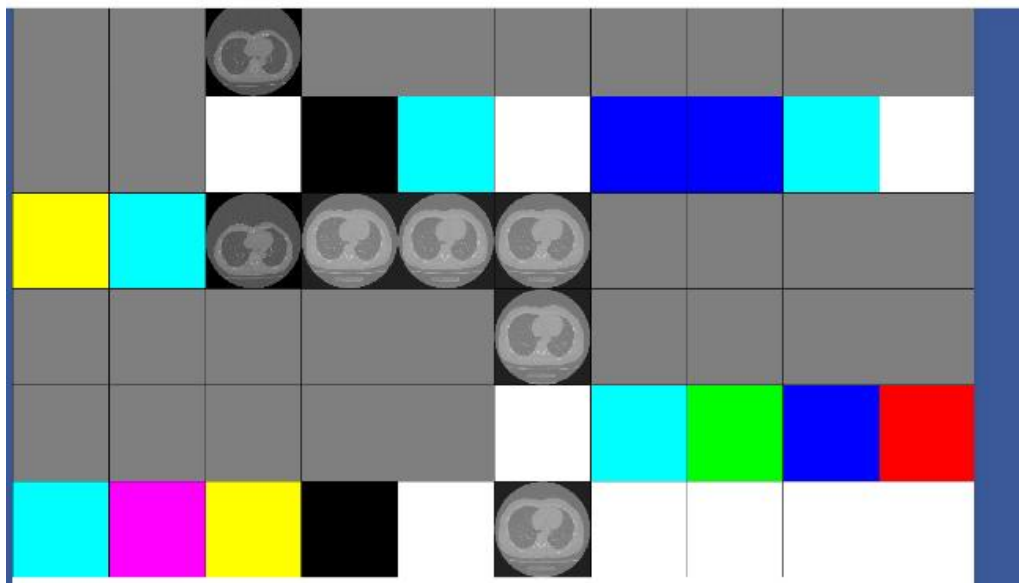


图 2.6 “attentionGan 效果”

现实生活中，要找到两个域(画风)中成对出现的图片是相当困难的，这也是 CycleGAN 诞生的重要原因之一，它只需要两种域的数据，而不需要他们有严格对应关系，这使得 CycleGAN 的应用更为广泛。

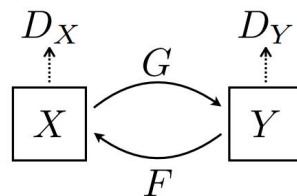


图 2.7 “Domain Adaptation”

综上所述，该模型十分契合我们的数据集，即在缺少像素集配对数据集的基础上实现域到域的迁移。

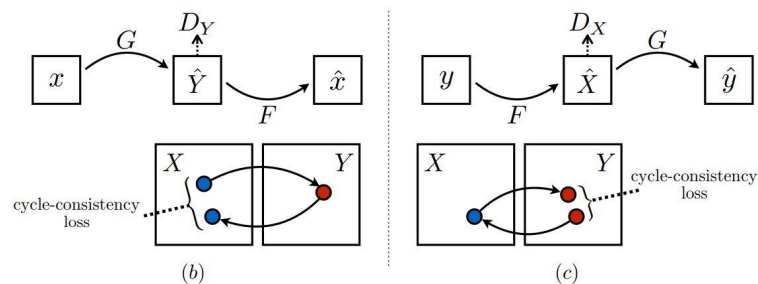


图 2.8 “cycleGan 原理”

### 2.3.3 大数据集下的模型训练策略

由于图片数量巨大,一个 epoch 约需 14 到 20 分钟,且 batchsize 最大值只能取 2(24GB 显存 3090GPU)因此我们调整不同的学习率与规划器等等，观察前 30 个 epoch(八到九个小时)的 Loss 下降情况和图片的迁移效果,并以此决定是否继续训练。

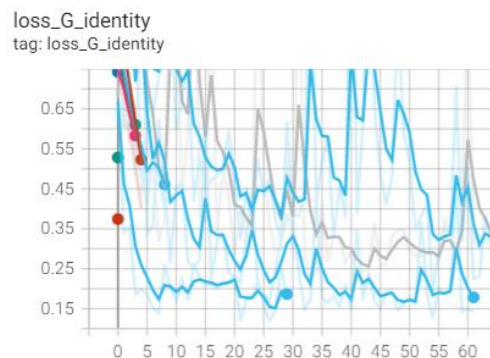


图 2.9 “部分训练的 loss\_G\_identity”

2.3.4 模型的调参和优化器

同上所述，学习率以[1,0.02,0.005,0.001,0.0005]逐步迭代以取得较好的效果，经过多次调参，我们找到了如下两套效果较好的参数。

表 2.2 模型参数的选择

优化器	优化器参数	规划器	规划器策略
Adam	betas=(0.5, 0.999)	LambdaLR	50epoch 后学习率随时间减小
SGD	lr = 0.01,momentum=0.9	ReduceLROnPlateau	学习率随 loss 动态调整

2.3.5 模型效果

在经历了 100epoch（28 小时）的训练后，各项 loss 已降的足够低且有很好的收敛效果我们将测试集的图片输入模型，在保证一定图像细节的基础上能够去除噪声和实现分割的迁移。

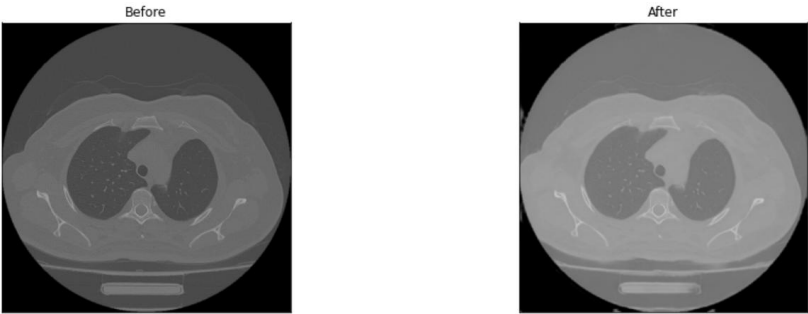


图 2.10 “推断结果”



图 2.11 “相关 loss”

### 3. 实习总结

#### 3.1 实习内容的复杂性评价

本次实习的工程复杂性评价如表 4.1 所示：

表 4.1 工程复杂性评价表

	复杂工程问题特征	问题描述及解决方案（方法）
1	必须运用深入的工程原理，经过分析才可能得到解决	任务 3 在缺少配对数据集的情况下，考虑使用风格迁移的 cyclegan
2	涉及多方面的技术、工程和其它因素，并可能相互有一定冲突	在分割模型是显示时，库函数的版本冲突，重写相关类得以实现
3	需要通过建立合适的抽象模型才能解决，在建模过程中需要体现出创造性	神经网络的修改和建立需要熟悉计算机视觉相关领域和数学知识
4	不是仅靠常用方法就可以完全解决的	Cyclegan 中加入了 identity_loss
5	问题中涉及的因素可能没有完全包含在专业工程实践的标准和规范中	Pyqt 的界面设计是否足够美观，另外考虑加入动态显示功能
6	问题相关各方利益不完全一致	在模型的体量设计时，推断的速度和模型的准确性需要很好的折中
7	具有较高的综合性，包含多个相互关联的子问题	在模型的建立与训练过程中，需要考虑数据的预处理，重写 Dataset，引入合适的优化器和规划器等等以达到期望效果

#### 3.2 实习体会、收获与建议

经过此次实习，我对目前主流的人工智能方法有了更深刻的认识，而且在调试代码和搭建模型的能力上有了进一步提升，熟悉了主流的 pytorch 框架和诸多深度学习模型。在实习的过程中，我深刻体会到阅读代码和论文对于我们该专业学生有多么重要，同时也体会到了团队合作的魅力，对于一些未接触过的事务，刚开始时总有一些期待和陌生，对于任务的决心和和勇气是实现成功的先决条件。另外，实践与理论的结合是必不可少的，实践是也检验理论的重要方法深度学习上耳熟能详的方法在实现时却没有那么熟练，这充分暴露了我们实践不足的能力。总之，这次实习取得了重大收获。但是，在此次实习时，教师的指导有些缺少（可能是任务式实习的关系），希望以后的实习中老师的教导能多一些。

## 4. 参考文献

- [1] Zhu J Y, Park T, Isola P, et al. Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks[C] Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. 2017: 2223-2232.

## 附录 实习日记

- 5 月 14 日 初步了解任务 1，揣摩任务 1 的要求
- 5 月 15 日 和小组成员商讨建立合适的模型
- 5 月 16 日 和小组成员商讨建立合适的模型。并初步尝试
- 5 月 17 日 对图片进行数据预处理，剪裁，增强等
- 5 月 18 日 搜索开源代码，并在次基础上修改
- 5 月 19 日 尝试训练我们的模型 resnet，同时调整参数
- 5 月 20 日 训练我们的模型 resnet，同时调整参数
- 5 月 21 日 训练我们的模型 efficient-net，同时调整参数
- 5 月 22 日 训练我们的模型 efficient-net，同时调整参数
- 5 月 23 日 训练我们的模型 efficient-net，同时调整参数
- 5 月 24 日 训练我们的模型 efficient-net，同时调整参数
- 5 月 25 日 训练我们的模型 efficient-net，同时调整参数
- 5 月 26 日 训练我们的模型 efficient-net，同时调整参数
- 5 月 27 日 上午 3 对项目进行了全面检查和完善，下午并提交给老师进行程序验收。
- 5 月 28 日 初步了解任务 2，揣摩任务 2 的要求
- 5 月 29 日 和小组成员商讨建立合适的模型
- 5 月 30 日 对图片进行数据预处理，剪裁，增强等
- 5 月 31 日 训练模型获得 baseline，初步产生结果
- 6 月 1 日 在已有模型 UNET 的基础上调整参数
- 6 月 2 日 编写界面程序，准备第一次提交
- 6 月 3 日 确认代码无误后执行第一次提交



- 6月4日 在cg上搭建环境，方便老师验收，训练我们的模型，同时调整参数
- 6月5日 继续尝试多种encoder，以获得最佳效果，在提交前微调模型，准备验收
- 6月6日 上午对项目2进行了全面检查和完善，下午并提交给老师进行程序验收。
- 6月7日 初步了解任务3，揣摩任务3的要求，和小组成员商讨建立合适的模型
- 6月8日 对已有图片进行切片和划分，并初步尝试
- 6月9日 对图片进行数据预处理，剪裁，增强等
- 6月10日 搜索开源代码，并在次基础上修改
- 6月11日 尝试训练我们的模型attentionGan，同时调整参数
- 6月12日 训练我们的模型Restormer，同时调整参数
- 6月13日 训练我们的模型cyclegan，同时调整参数
- 6月14日 训练我们的模型cyclegan，同时调整参数，制作ppt
- 6月15日 上午对项目3进行了全面检查和完善，下午获得测试集，晚上并提交给老师进行程序验收。

