

同济大学大学生创新训练项目

季度报告

一、项目基本信息

项目名称	三维图像传感器信号增强网络的轻量化方法		
项目编号	X2024492	项目级别	国家级
起止时间 (年月)	2024 年 3 月 至 2025 年 3 月		
项目负责人	林继申	所在院系	计算机科学与技术学院
学号	2250758	专业	软件工程
手机号	15143305542	邮箱	2250758@tongji.edu.cn
指导老师	曾进	所在院系	计算机科学与技术学院

二、季度报告内容

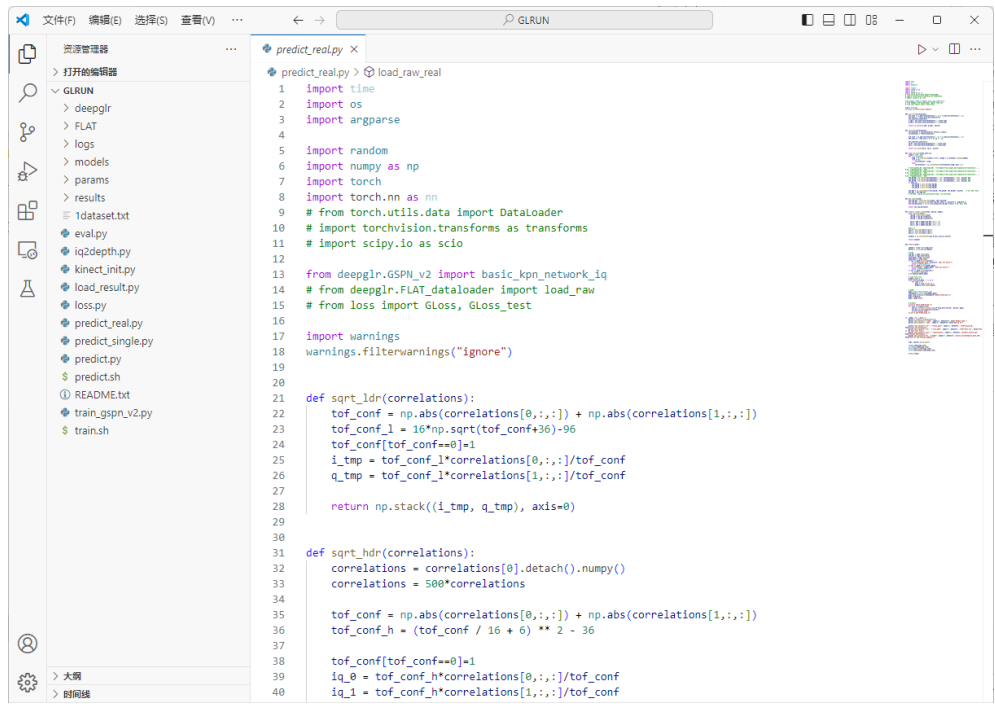
1) 项目进展情况			
<input checked="" type="checkbox"/> 按计划进行 <input type="checkbox"/> 进度提前 <input type="checkbox"/> 进度滞后			
2) 项目主要研究			
序号	研究阶段	研究内容	完成情况
1	第一季度	文献调研	已完成
2	第二季度	分析现有方法，记录精度及复杂度	已完成
3	第三季度	将 LRRU+GLRUN 用于 ToF Denoising 并在仿真数据集上训练，在真实数据集上测试，并与 baseline 进行比较	进行中
4	第四季度	结果对比分析与论文撰写	待完成

3) 项目研究成果

序号	季度报告成果名称	成果形式
1	分析现有方法，记录精度及复杂度	分析报告

4) 项目季度报告

(一) GLRUN 代码环境配置



```
1 import time
2 import os
3 import argparse
4
5 import random
6 import numpy as np
7 import torch
8 import torch.nn as nn
9 # from torch.utils.data import DataLoader
10 # import torchvision.transforms as transforms
11 # import scipy.io as scio
12
13 from deepglr.GSPN_v2 import basic_kpn_network_iq
14 # from deepglr.FLAT_data_loader import load_raw
15 # from loss import GLoss, GLoss_test
16
17 import warnings
18 warnings.filterwarnings("ignore")
19
20
21 def sqrt_ldr(correlations):
22     tof_conf = np.abs(correlations[0,:]) + np.abs(correlations[1,:])
23     tof_conf_l = 16*np.sqrt(tof_conf+36)-96
24     tof_conf[tof_conf==0]=1
25     i_tmp = tof_conf_l*correlations[0,:]/tof_conf
26     q_tmp = tof_conf_l*correlations[1,:]/tof_conf
27
28     return np.stack((i_tmp, q_tmp), axis=0)
29
30
31 def sqrt_hdr(correlations):
32     correlations = correlations[0].detach().numpy()
33     correlations = 500*correlations
34
35     tof_conf = np.abs(correlations[0,:]) + np.abs(correlations[1,:])
36     tof_conf_h = (tof_conf / 16 + 6) ** 2 - 36
37
38     tof_conf[tof_conf==0]=1
39     iq_0 = tof_conf_h*correlations[0,:]/tof_conf
40     iq_1 = tof_conf_h*correlations[1,:]/tof_conf
```

(二) loss.py 类分析

1. 概述

该代码主要实现了两个用于训练深度学习模型的损失函数类 GLoss 和 GLoss_test，并提供了一个名为 iq2d 的函数，用于将 IQ 数据（复数信号的实部和虚部）转换为深度信息。这些功能用于估计输入和目标数据之间的差异，特别是在训练涉及深度预测的任务时，通过比较生成的 IQ 数据和深度数据计算损失。

2. 函数和类解析

2.1. iq2d 函数

1) 功能：该函数将输入的 IQ 数据（实部和虚部）转换为角度（ θ ）并进一步转换为深度值。

2) 步骤

a. `torch.atan2`: 根据 IQ 数据中的两个通道（表示实部和虚部），计算对应的角度 `theta`。

b. 角度调整: 将负角度值调整为正数范围（通过加上 2π ）。

c. 深度计算: 角度 θ 除以 2π 以归一化为深度值范围。

该函数在损失函数中用于将网络输出的 IQ 数据转换为深度值，以便与真实深度进行对比。

2.2. Gloss 类

1) 该类继承自 `torch.nn.Module`，实现了一个自定义的损失函数，主要用于比较网络的输出（IQ 数据）和真实标签（理想 IQ 数据和深度值）的差异，并进行最小化处理。

2) forward 函数

该函数执行损失计算，包含以下步骤

a. 输入拆分: 输入的 `ideal_IQ` 被拆分为三部分 (`ideal_IQ_0`, `ideal_IQ_1`, `ideal_IQ_2`)，每部分对应网络输出的三个 IQ 值。

b. 掩码生成

`d_mask`: 用于掩盖无效的深度值，要求深度不为 0 且小于 10。

`iq_mask`: 基于 `d_mask` 生成的掩码，用于筛选有效的 IQ 数据。

c. IQ 损失计算

分别计算网络输出 (`out_0`, `out_1`, `out_2`) 与对应的理想 IQ 值 (`ideal_IQ_0`, `ideal_IQ_1`, `ideal_IQ_2`) 之间的损失。

通过 `torch.min` 函数将损失限制在 `max_range_iq` 范围内，从而避免极端损失值影响。

d. 深度损失计算

使用 `iq2d` 函数将 IQ 数据转换为深度值，分别计算转换后的深度输出与理想深度之间的损失。

e. 总损失计算: 最终损失为 IQ 损失和深度损失的加和。

`forward` 函数定义了具体的损失计算逻辑，涵盖了 IQ 数据和深度信息的双重约束，通过多次计算和限制损失值，确保模型的训练稳定性。

2.3. Gloss_test 类

1) 功能: `Gloss_test` 类与 `Gloss` 类非常相似, 但在损失计算上有所简化, 主要用于测试阶段的损失评估。它移除了对极端值的控制 (`torch.min` 约束), 直接计算绝对误差。

2) `forward` 函数: 与 `Gloss` 类中的 `forward` 函数相似, 该函数也包含 IQ 和深度损失计算, 不过不使用约束, 直接计算输出和真实值之间的 L1 损失。

(三) 执行流程

1. `iq2d` 函数: 该函数负责将 IQ 数据转换为深度值, 供损失计算时使用。

2. 损失函数计算

1) 训练时使用 `Gloss` 类, 通过双重损失 (IQ 损失和深度损失) 来对网络输出进行评估, 并对极端损失值进行约束。

2) 测试时使用 `Gloss_test` 类, 采用较为直接的损失计算方法, 评估网络的输出性能。

(四) 总结

该代码实现了两个用于训练和测试阶段的自定义损失函数, 重点在于对 IQ 数据和深度数据的双重监督, 通过限制极端损失值来提升模型的训练稳定性。代码还使用 `iq2d` 函数实现了从 IQ 数据到深度数据的转换, 为深度预测任务提供了有效的损失计算机制。

这种三维图像传感器信号增强网络的方法采用了基于 IQ 数据与深度信息的双重监督机制, 通过自定义损失函数计算网络输出与真实数据之间的误差。这种方法的精度体现在以下方面:

1) IQ 与深度双重损失计算: 同时考虑了 IQ 数据 (信号的实部和虚部) 和由此推导的深度信息的误差, 使得网络可以更精确地优化对传感器信号的增强, 保证信号和空间信息的准确性。

2) 掩码机制: 通过掩码机制有效剔除无效数据 (如深度为 0 或超出合理范围的数据), 进一步提升了模型在有效数据上的表现。

3) 损失约束: 通过对极端损失值的限制 (如在 IQ 损失上施加最大范围限制), 避免了训练过程中可能出现的过大梯度波动, 提高了模型的稳定性和精度。

在复杂度方面，该方法具有以下特点：

1)三重输出计算：对同一数据进行三次独立的输出预测（out_0， out_1， out_2），增加了计算量。

2)损失函数的多次调用：损失函数不仅对每个输出单独计算，还需对其深度转换后的结果再次计算，增加了运算复杂度。

3)轻量化潜力：虽然方法涉及多次计算，但由于损失函数是基于简单的L1 范数进行的，且采用了掩码机制限制数据范围，因此在模型轻量化设计上仍有优化空间，例如通过减少计算步骤或简化模型架构来降低复杂度。

总结来说，该方法在保证精度的前提下有一定的计算复杂度，但通过合理的约束与损失设计，仍能为轻量化提供优化空间。

5) 经费开支情况

名目	金额（元）	用途	备注
1. 业务费	1090.00	交通卡充值	交通费
（1）计算、分析、测试费	0	无	无
（2）能源动力费	0	无	无
（3）会议、差旅费	1090.00	交通卡充值	交通费
（4）文献检索费	0	无	无
（5）论文出版费	0	无	无
2. 仪器设备购置费	1278.99	租赁服务器/购买设备	仪器设备购置
3. 实验装置试制费	0	无	无
4. 材料费	0	无	无

6) 项目后期具体工作计划

- a) 将 LRRU+GLRUN 用于 ToF Denoising 并在仿真数据集上训练，在真实数据集上测试，并与 baseline 进行比较
- b) 结果对比分析与论文撰写

三、项目组成员签名

林继申 刘垚 刘淑仪 梁斯凯 杨宇琨

四、指导老师意见

导师签字：
年 月 日

五、院系意见

教学负责人（签章）：
年 月 日

六、学校大学生创新创业训练计划专家组意见

负责人（签章）：
年 月 日