

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	学习 Burst Denoising with Kernel Prediction Networks 方法，配置边缘设备硬件	已完成
4	第四季度	完成边缘设备环境配置，在仿真数据集上训练，在真实数据集上测试，进行结果对比分析	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	学习 Burst Denoising with Kernel Prediction Networks 方法	研究报告
2	配置边缘设备硬件 (NVIDIA Jetson Orin NX)	配置文档

4) 项目季度报告

(一) Burst Denoising with Kernel Prediction Networks 方法

1. 核心思想

论文提出了一种基于卷积神经网络 (CNN) 的架构，用于预测空间变化的核 (kernel)，这些核能够同时对图像帧进行对齐和去噪。该方法通过合成数据生成和优化的退火损失函数来避免不良的局部最小值。

2. 主要贡献

数据生成方法：提出了一种将互联网上的后处理图像转换为具有真实相机原始线性数据特性的方法，从而可以生成大量训练数据，避免了从真实相机中获取地面真实数据的困难。

网络架构：设计了一个核预测网络 (Kernel Prediction Network, KPN)，该网络为每个输出像素预测一个独特的 3D 去噪核，能够同时对齐和去噪多个图像帧。这种方法不仅提高了性能，还允许可视化每个图像帧的使用情况。

训练策略：提出了一种退火损失函数，鼓励网络在训练初期分别对齐和去噪每个图像帧，随后再学习如何联合处理整个图像序列。

噪声感知：网络在训练和测试时接收输入图像的噪声水平作为输入，这使得网络能够泛化到更广泛的噪声水平。

3. 网络架构

核预测网络 (KPN)：采用编码器-解码器结构，输出每个像素的 3D 去噪核。这些核被应用于输入图像序列，生成去噪后的输出图像。

噪声估计：网络还接收每个像素的噪声估计作为输入，噪声估计基于信号依赖的高斯分布模型。

4. 训练过程

损失函数：基本损失函数结合了像素强度的 L2 距离和像素梯度的 L1 距离。为了鼓励网络使用多个图像帧，引入了退火损失项，逐步减少对每个帧单独对齐和去噪的约束。

优化：使用 Adam 优化器进行训练，训练时间约为 4-5 天。

5. 实验结果

合成数据测试：在合成数据上，该方法在广泛的噪声水平上匹配或超越了现有的最先进方法。

真实数据测试：尽管是在合成数据上训练的，该方法在真实手持相机拍摄的低光环境下图像序列上也表现出色，能够恢复细节并避免运动引起的伪影。

6. 主要优势

多帧联合处理：能够同时处理多个图像帧，利用多帧信息进行去噪。

噪声感知：通过输入噪声水平，网络能够适应不同的噪声条件，具有较强的泛化能力。

可视化：通过预测的核，可以直观地看到每个图像帧在去噪过程中的贡献。

7. 结论

这篇论文提出了一种基于卷积神经网络（CNN）的图像序列去噪方法，通过预测空间变化的去噪核，同时实现图像帧的对齐和去噪。该方法采用核预测网络（KPN），为每个输出像素生成独特的 3D 去噪核，并利用合成数据生成和退火损失函数进行训练，避免了仅使用参考帧的局部最优解。网络在训练和测试时接收噪声水平作为输入，增强了泛化能力。实验表明，该方法在合成和真实数据上均表现出色，尤其在低光环境下能有效恢复细节并避免运动伪影，显著超越了现有技术。

（二）边缘设备（NVIDIA Jetson Orin NX）硬件配置过程

1. NVIDIA Jetson Orin NX 简介

NVIDIA Jetson Orin NX 是 NVIDIA 推出的一款高性能、低功耗的边缘 AI 计算模块，专为边缘计算、机器人、自动驾驶、智能城市等应用场景设计。

它基于 NVIDIA Ampere 架构，继承了 Jetson 系列的高效计算能力和紧凑设计，同时提供了强大的 AI 推理和计算性能。

2. 硬件配置过程

(1) 准备工作

在开始配置之前，确保准备好以下硬件和工具：

- Jetson Orin NX 模块：核心计算模块。
- 载板 (Carrier Board)：如 NVIDIA 官方载板或第三方兼容载板。
- 电源适配器：支持 5V/4A 或更高规格。
- 存储设备：MicroSD 卡（至少 32GB）或 NVMe SSD。
- 显示器：支持 HDMI 或 DisplayPort。
- 键盘和鼠标：用于系统初始化和配置。
- 网络连接：以太网或 Wi-Fi 适配器。
- USB 闪存盘：用于存储 JetPack SDK 或其他工具。

(2) 硬件安装

安装 Jetson Orin NX 模块：

- 将 Jetson Orin NX 模块插入载板的 SODIMM 插槽中，确保对齐引脚并轻轻按压固定。
- 使用螺丝固定模块（如果有螺丝孔）。

连接电源：

- 将电源适配器连接到载板的电源接口。
- 确保电源适配器符合 Jetson Orin NX 的功耗要求（通常为 5V/4A）。

连接外设：

- 连接显示器（通过 HDMI 或 DisplayPort）。
- 连接键盘和鼠标（通过 USB 接口）。
- 连接网络（通过以太网或 Wi-Fi 适配器）。

安装存储设备：

- 如果使用 MicroSD 卡，将其插入载板的 MicroSD 卡槽。
- 如果使用 NVMe SSD，将其安装到载板的 M.2 插槽中。

(3) 系统初始化

上电启动：

- 接通电源，Jetson Orin NX 会自动启动。
- 如果首次启动，系统会进入初始化设置界面。

系统设置：

- 按照屏幕提示选择语言、时区、键盘布局等。
- 设置用户名和密码。
- 配置网络连接（Wi-Fi 或以太网）。

安装操作系统：

- 如果使用 NVIDIA JetPack SDK，可以通过 SDK Manager 安装 Ubuntu 操作系统和必要的驱动。
- 如果使用预装系统的 MicroSD 卡或 NVMe SSD，系统会自动启动。

5) 经费开支情况

名目	金额（元）	用途	备注
1. 业务费	0	无	无
（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	0	无	无
（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	0	无	无
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) 完成边缘设备软件 and 开发环境配置，在仿真数据集上训练，在真实数据集上测试，进行结果对比分析
- b) 撰写结题报告

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