

吴文俊人工智能科学技术奖提名公示内容

(2020 年度)

项目名称: 模型驱动与数据驱动相结合的深度学习单幅图像去雨方法研究

提名单位: 厦门大学

提名奖种: 自然科学奖

项目简介:

雨线对光具有折射和反射作用,导致雨天图像存在模糊、遮挡、形变等退化现象,极大影响人眼视觉质量和后续视觉分析系统的性能。因此,单幅图像去雨研究具有重要的价值。当前,图像去雨方法主要有模型驱动和数据驱动两类。模型驱动方法主要通过相关领域知识,由人工设计的特征构建去雨算法,受限于模型容量其去雨效果很一般。数据驱动的方法以深度学习方法为代表,从数据中直接学习有雨与无雨图像间的映射关系,去雨效果相对较好,但当测试域相对训练域具有较大偏移时,模型的泛化性能会急剧下降。本项目主要是利用图像处理中的领域知识驱动和引导深度学习方法,以便集成两种方法之所长,提出新的深度学习框架单幅雨天图像清晰化方法。具体为:

1. 本项目提出一种仅处理图像高频分量的去雨模型,通过利用领域知识,将训练过程中直接学习有雨无雨图像间的映射关系转化为学习两者图像高频之间的映射关系,这一过程能够极大地简化学习问题。同时,该去雨框架将雨线剔除与图像增强分开进行,可进一步提高去雨后的主观效果。本项目将所提出的相关去雨网络命名为 DerainNet (TIP2017),相比于同时期的基于模型驱动算法,DerainNet 在去雨后图像的主观效果和客观指标上,均有质的飞跃。

2. 本项目提出一种将领域知识与深度网络有机融合的去雨模型,有效克服 DerainNet 没有利用图像低频分量信息的不足。项目同时采用了全局和局部跨层连接结构,能够将浅层网络的信息无失真地传递到深层网络中,从而使得深度模型可以用于解决图像复原等底层视觉任务,突破之前的底层视觉任务仅能利用较浅的神经网络模型的认知偏差。另外领域知识的利用,可以一定程度解决由仿真数据训练学习的模型在实际去雨应用中的泛化能力不足问题,使得模型对真实雨天图像具有较优表现。本项目将所提出的相关去雨网络命名为 Deep Detail Net (DDNet, CVPR2017)。相关实验结果表明,所提出的 DDNet 在不增加参数数量的前提下,能够进一步地提升去雨的主客观视觉效果。

3. 本项目进一步将 DDNet 的思想用于解决多光谱图像 Pansharpening 问题,提出相应的 PanNet (ICCV 2017) 模型,该模型在保持多光谱图像谱分辨率的同时有效提高其空间分辨率。同时模型解决了深度学习 Pansharpening 方法跨星应用泛化能力不足的问题。

本项目的相关研究内容将经典的信号处理方法与深度学习有机结合,能够极大地简化学习问题,并能够有效地对深度神经网络的构建进行指导。据调研,DerainNet 被同行评价为第一篇将深度学习技术应用于单幅图像去雨的工作。CVPR2019 的一篇比较近年多种去雨模型泛化性能的论文认为,DDNet 在多种数据集上的泛化性能最佳。PanNet 则是首个可以跨星应用的深度学习 Pansharpening 方法。同时,对 DerainNet、DDNet 和 PanNet 的引用文献主要发表于 CVPR、ICCV、ECCV、TPAMI 和 TIP 等人工智能和图像处理领域顶级会议和期刊,谷歌总引用次数已接近 600 次,在相关研究领域已经产生较大的影响力。

主要完成人情况:

第一完成人:

丁兴号教授，厦门大学（工作单位），厦门大学（完成单位）。贡献：（1）提出了新的图像先验正则化项和图像增强算法；（2）揭示了对于图像先验信息的挖掘和利用，能够明显提升图像分解任务的性能；（3）揭示了融合思想能够有效地提升图像增强算法；（4）主要思想的提出者，是所有代表性论文的通信作者。

第二完成人：

傅雪阳副研究员，中国科学技术大学（工作单位），厦门大学（完成单位）。贡献：（1）提出了新的图像先验正则化项和图像增强算法；（2）揭示了对于图像先验信息的挖掘和利用，能够明显提升图像分解任务的性能；（3）揭示了融合思想能够有效地提升图像增强算法；（4）项目主要参与者，负责论文中的代码实现，是论文的主要撰写人，是7篇代表性著作的第一作者。

第三完成人：

黄悦副教授，厦门大学（工作单位），厦门大学（完成单位）。贡献：（1）项目主要参与者，负责项目论文中的部分代码的实现，参与项目论文的撰写。（2）5篇代表性著作的共同作者。

代表性论文专著目录：

- [1] Xueyang Fu (傅雪阳), Jiabing Huang, Xinghao Ding* (丁兴号), Yinghao Liao, and John Paisley. Clearing the Skies: A deep network architecture for single-image rain removal, *IEEE Transactions on Image Processing*, 26(6): 2944 - 2956, 2017. (CCF A 类期刊, Google Citations: 246 次)
- [2] Xueyang Fu (傅雪阳), Jiabing Huang, Delu Zeng, Yue Huang (黄悦), Xinghao Ding* (丁兴号) and John Paisley. Removing rain from single images via a deep detail network, *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Honolulu, HI, USA, 2017. (CCF A 类会议, Google Citations: 257 次).
- [3] Junfeng Yang, Xueuyang Fu (傅雪阳), Yuwen Hu, Yue Huang (黄悦), Xinghao Ding* (丁兴号), John Paisley. PanNet: A deep network architecture for pan-sharpening, *IEEE International Conference on Computer Vision 2017*. (CCF A 类会议, Google Citations: 69 次).
- [4] Xueyang Fu (傅雪阳), Delu Zeng, Yue Huang (黄悦), Xiao-Ping Zhang and Xinghao Ding* (丁兴号), A weighted variational model for simultaneous reflectance and illumination estimation, *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, p.2782-2790, Las Vegas, NV, USA, 27-30 June 2016 (CCF A, Google Citations: 168 次).
- [5] Xueyang Fu, Delu Zeng, Yue Huang, Yinghao Liao, Xinghao Ding* and John Paisley. "A Fusion-based Enhancing Method for Weakly Illuminated Images", *Signal Processing*, vol. 129, pp. 82-96, 2016. (JCR2 区, Google citations: 115 次)
- [6] Xueyang Fu (傅雪阳), Yinghao Liao, Delu Zeng, Yue Huang (黄悦), Xiao-Ping Zhang and Xinghao Ding* (丁兴号). "A Probabilistic Method for Image Enhancement With Simultaneous Illumination and Reflectance Estimation", *IEEE Transactions on Image Processing (TIP)*, vol. 24, no.12, pp.4965-4977, 2015. (CCF A 类期刊, Google Citations: 106 次)
- [7] Xinghao Ding* (丁兴号), Lihan He and Lawrence Carin, "Bayesian Robust Principal Component Analysis", *IEEE Trans. Image Processing (TIP)*, 20(12): 3419-3430, 2011. (CCF A 类期刊, Google Citations: 251 次)
- [8] Xueyang Fu (傅雪阳), Peixian Zhuang, Yue Huang (黄悦), Yinghao Liao, Xiao-Ping Zhang and Xinghao Ding* (丁兴号), "A retinex-based enhancing approach for single underwater image", *IEEE International Conference on Image Processing*, p. 4572-4576, Paris, France, Oct. 27-30, 2014 (CCF C, Google citations: 89 次).