

摘要

随着人们对公共安全的日益重视，以及监控摄像头的日益普及，如何对大规模的车辆数据进行处理、分析和利用成为了公安民警调查犯罪行为，维护安全稳定所面对的重要问题，这其中蕴藏着巨大的社会价值以及科研价值。而车窗图像的复原和增强更是其中重要的一环。这是因为对车窗图像的处理是车辆数据分析的先前步骤，车窗图像处理的好坏将直接影响到后续分类识别算法的稳定性和准确性。然而，在真实的卡口场景下，所面临的条件往往是极其复杂的，如：强烈的环境光带来的高光反射、复杂的图像噪声、夜间环境下的阴暗光照、以及车辆运动带来的图像模糊等等，都会给车窗图像的复原带来挑战。

车窗图像复原不仅受到复杂的卡口场景的影响，还面临着以下两个问题：一方面用于训练的真实配对数据难以获取，另一方面针对车窗的后续分析对车窗复原结果的可靠性要求很高。目前的主流图像处理方法都是通过合成图像或是限制条件下的图像摆拍来获得配对数据，但是真实场景下失真的车窗图像很难同时获取其高清图像，这会给复原方法的训练带来较大挑战。此外，我们在追求更好的视觉质量的同时，需要保证车窗图像的内容不能发生变化，否则会对后续识别分析任务产生较大影响。

本文针对真实场景下的车窗图像复原任务进行了由浅到深的研究。首先根据车窗本身玻璃材质的特性，本文提出了基于协同分合机制的图像去反射框架。然后进一步针对上述两个问题，提出了基于生成对抗网络和内容感知空间约束的技术解决方案，并在真实场景下采集的数据集上验证了其可行性。本文的主要研究成果如下：

第一，本文首次提出并定义了车窗复原研究任务，针对车窗复原给出了分析和评价指标。该任务的目的是解决真实监控场景中的图像失真问题，具有较高的研究价值。相比于普通的图像处理任务，其面对的场景更加复杂化和多元化，这给我们的研究带来了很大的挑战。

第二，本文采集并发布了一个大规模的车窗图像数据集，该数据集包括 176,425 张非配对车窗图像，其中分为低质量车窗图像和高质量车窗图像两部分。我们希望该数据集可以推动车窗图像复原任务的研究进展并为之后真实监控场景下车窗复原的应用提供坚实基础。

第三，基于车窗材料大多是玻璃材质，本文针对玻璃材质中最显著的图像反射问题提出了基于协同分合机制的图像去反射框架，将反射图像的生成和分离统一到同一框架中，从而达到相互促进的作用。该方法在基准数据集上取得了优异的性能。此外，本文分析了其在车窗复原领域的局限性，为后续方法的提出打开了思路。

第四，本文设计了一个高效鲁棒的车窗图像复原框架。该框架包含两个重要模块：基于生成对抗网络的弱监督学习模块和基于内容感知空间的内容约束模块。实验证明，本文的车窗图像复原框架在视觉质量和内容可靠性两方面要明显好于目前所有方法。

关键词：车窗图像复原，生成对抗网络，弱监督学习，内容约束