

摘要

随着拍摄设备的普及与通信技术的快速发展，互联网上的图像视频数据量呈指数式增长，对传输和存储提出了空前挑战，压缩算法因此得到了学术界和工业界的高度重视。传统编码方法经过三十多年的发展已经标准化，并被广泛应用。在压缩场景中，为了节省成本，最常用的策略是降低压缩码率，这会使重建信号中的各种压缩伪影愈发显著，从而影响其视觉质量。为了更好地权衡码率和用户体验，压缩图像视频的质量评价问题随之产生。客观质量评价模型的研究需要以数据集为基础，然而当前数据集研究局限于无失真压缩源以及传统压缩失真，没有考虑源信号本身可能包含的拍摄失真以及新兴的神经网络编码方法造成的压缩失真。此外，在压缩过程中，源信号是完全可获取的，相比于无参考方法，全参考质量评价方法通过合理地利用参考信息，可以提供更加准确和鲁棒的预测结果。本文对压缩图像视频的质量评价问题进行了更深入的研究，从不同方法编码图像视频的主观特点入手，提出了多个全参考客观质量评价方法，也构建了多个数据集用于验证方法的有效性并推动后续研究。本文的主要创新点包括以下三个方面：

- **基于多阶段结构失真结合的视频质量评价方法：**针对当前有参考模型未考虑源视频本身可能包含拍摄失真的弊端，提出了一个结合多阶段结构失真的全参考质量评价方法。首先，对源视频本身的失真进行预测，在构建的无标注失真图像数据集上，训练生成网络学习从失真图像到局部结构失真强度的映射，并将该模型应用于源视频帧从而预测其内在失真，即第一阶段失真。其次，通过压缩视频相对源视频的结构相似度衡量压缩过程引入的失真，即第二阶段失真。最后使用一个池化网络对不同阶段失真的交互进行联合建模，预测压缩视频的主观分数。为了验证所提出方法的有效性，本文构建了一个包含不同质量源视频的压缩视频质量评价数据集，相比之前的工作，该数据集更加契合实际压缩场景。实验结果验证了所提出方法在压缩视频的质量预测上，尤其是参考视频质量不完美时，相比已有方法具有显著性能优势，该方法也为质量评价研究的实际应用做出了新的贡献。
- **基于层级特征和自注意力模型的图像质量评价方法：**针对当前质量评价模型在神经网络编码图像上无法提供准确预测结果的问题，提出了结合卷积神经网络和自注意力网络的质量评价方法，利用自注意力模型构建局部层级特征和整体质量分数间的依赖关系。首先，探究了不同层次特征对神经网络编码图像质量评估性能的影响，其次，利用自注意力模型整合完整图像的局部失真特征并对

整体感知质量进行建模。本文也构建了首个包含典型神经网络编码方法的数据集用于性能验证，并对神经网络编码图像的主观质量进行了系统性研究。实验结果验证了在这类压缩图像的质量评价上传统结构特征的不足和深度特征的高效性，所提出的方法在预测准确度上表现出了显著性能优势，不同特征提取网络和训练方式的对比实验则验证了该方法的通用性和实用性。

- **基于感知特性和保真度权衡的图像质量评价方法：**针对生成式压缩图像的感知质量和保真度相关性较弱的特点，提出了分别评估感知和保真特性并将两方面度量结合的质量评价方法，研究了感知质量和保真度与主观质量判断间的内联关系。本文提出的基于感知特性和保真度权衡的图像质量评价方法包含感知质量评估和保真度评估两个子模块，首先，根据压缩图像与源图像在分布上的距离来衡量人在多大程度上认为它是自然样本，即感知质量，接下来计算压缩图像与源图像在逐空间位置上的差异来评估信号层面的保真度。最后将感知分数和保真度分数结合，从而提供更加符合人主观感受的预测结果。该方法可以将不同的感知模型和保真度模型进行结合，且形式简洁，是对生成式压缩图像质量评价问题的有效探索。在多个数据集上的实验结果验证了该方法的灵活性和有效性。

综上所述，本文研究不同类型压缩图像视频的全参考质量评价方法，探究了源信号的内在失真和不同压缩失真对最终信号视觉质量的影响。为了应对源信号中的失真，提出了结合不同阶段失真信息的质量评价方法，为质量评价研究的实用化发展提供了指导；对于压缩失真，针对传统压缩方法、神经网络压缩方法和生成式压缩方法，分别基于手工结构特征、深度层级特征和分布特性设计了质量评价方法。本论文系统性地研究了压缩场景中不同失真对视觉质量的影响，研究工作为后续质量评价方法的学术探索和实际应用提供了新的思路。

关键词：图像视频质量评价，图像视频压缩，压缩失真，层级特征，感知特性