

## 摘要

伴随着多媒体行业的蓬勃发展以及图像质量的不断提升，图像数据量呈现爆炸式增长，这使得图像存储和传输面临严峻的挑战，亟需设计一种更高效的图像压缩方法。近年来，端到端图像压缩技术利用海量数据进行有监督学习，展现了巨大的性能潜力。然而，现有的端到端图像压缩方法主要进行网络结构的优化，在先验信息利用方面存在局限性，限制了率失真性能的提升。端到端图像压缩方法主要存在空域相关性利用不足，不同通道间信息无法充分感知，网络量化后率失真性能损失高的问题。在此背景下，本文针对图像压缩场景充分挖掘先验信息并进行建模，发挥先验信息在图像压缩任务中的引导作用，探索并去除图像和编解码器网络中存在的信息冗余，提升端到端图像压缩方法的率失真性能。围绕先验信息的生成和应用，本文提出基于先验建模的高效图像压缩算法。本文的主要创新点总结为以下三个方面：

第一，提出了基于空域先验的双分支注意力图像压缩算法。现有图像压缩算法对空域相关性利用不足，紧凑特征表示中存在较多的空域信息冗余，限制了率失真性能的提升。为解决该问题，本文引入注意力机制对空域相关性建模，生成注意力图作为空域先验来建模图像不同区域的重要性，充分去除空域局部和非局部信息冗余，以较低的复杂度实现自适应码率分配，从而提升率失真性能。具体来说，该方法提出了基于注意力的信息保持模块（Information-Preserving Module, IPM）。IPM 一方面利用双分支结构实现不同分量信息提取特征的分离，防止编码过程中原始信息分布的改变以及不同分量提取信息的相互干扰；另一方面，IPM 设计特征注意力模块对图像的空域相关性进行建模，基于局部和非局部的方式生成空域先验，利用空域先验指导编码过程从而实现自适应码率分配，有效地丰富解码图像的纹理细节，提升重建图像的主客观质量。实验证明所提方法相比于编码标准 VVC，在通测序列平均取得 2.62% 的码率节省。

第二，提出了跨分量先验引导的图像压缩算法。现有方法对颜色通道之间的相关性利用不足，缺少对通道间相关性的显式建模，不同通道间信息无法充分感知，颜色通道间存在较多信息冗余。基于通道间相关性理论和亮色度信息分布特性，本文利用自注意力机制对亮度和色度的相关性进行建模，生成跨分量信息先验，去除颜色通道间信息冗余，从而提升率失真性能。本文将跨分量先验图像压缩方法同时应用于 RGB 和 YUV420 颜色空间，所提出的方法利用通道间相关性建模跨分量先验，实现通道间信息相互感知，有效去除了通道间信息冗余，提升图像压缩效率，具有较好的

可扩展性和泛化性。实验证明所提方法相比于编码标准 VVC，平均取得超过 10% 的编码增益，编解码复杂度明显低于同期方法。

第三，提出了基于分布先验的权重差分网络量化算法。图像压缩方法受限于端到端图像压缩模型复杂度高以及跨平台解码错误的问题，需要应用网络量化方法降低复杂度和转换定点操作，以解决上述问题。然而，传统网络量化方法缺少对多个码率点模型分布相关性的利用，导致模型量化后出现明显的性能损失。本文通过差分方法对不同码率点模型之间分布相关性进行建模，利用分布先验来减少模型的率失真性能损失。实验证明所提方法在量化场景下平均取得 3% 的率失真性能提升，在损失不超过 1% 性能的前提下实现图像压缩模型的 8 比特量化。所提方法已被国际标准 IEEE 2941 采纳，为多模型压缩任务贡献了超过 2 倍的网络压缩率提升和 30% 的计算复杂度降低。

**关键词：**图像压缩，先验建模，深度学习，网络量化