

# 第六届中国研究生人工智能创新大赛

[用于图像质量评估的多维度特征学习算法]

项目文档

[1.0.0]

[2024.07.10]

[形影向队]

[企业赛题——图像质量评估算法设计]

# 目录

<b>1</b>	<b>项目概况.....</b>	<b>1</b>
1.1	背景和基础.....	1
1.2	场景和价值.....	2
1.3	所需支持.....	4
<b>2</b>	<b>项目规划.....</b>	<b>5</b>
2.1	整体目标.....	5
2.2	技术创新点.....	5
<b>3</b>	<b>实施方案.....</b>	<b>5</b>
3.1	技术可行性分析.....	5
3.2	技术细节.....	5
3.3	计划和分工.....	5
<b>4</b>	<b>参考资料.....</b>	<b>6</b>

## 记录更改历史

[illegible]

# 1 项目概况

## 1.1 背景 and 基础

简单阐述项目起因和已有工作基础，包括项目灵感、团队构成等。

目前国内移动互联网建设持续深入推进，以 5G 为代表的移动通信技术的普及和智能拍照手机的广泛应用，手机镜头逐渐成为人们记录生活和创造艺术的方式，人们在聚餐和旅行时候拍摄的人像和风景照片通过社交媒体的传播，可以享受拍照和分享带来的快乐，用户生成内容（User-Generated Content, UGC）和图像数据在互联网上呈爆炸式增长。在这种趋势下，人们对拍照成像后的图像质量和图像清晰度也提出了越来越高的要求。图像是人眼视觉感知的重要信息来源，在获取、处理、压缩、传输和记录图像的过程中，由于图像成像技术、图像处理方式以及图像信号的传输介质不够完善，加之周围的光强影响等因素，不可避免地引入一些干扰因素，比如噪声、模糊和数据丢失等，这些都会造成图像的降质和失真，因而图像质量评价（Image Quality Assessment, IQA）的研究也在近几十年来受到了广泛的重视。

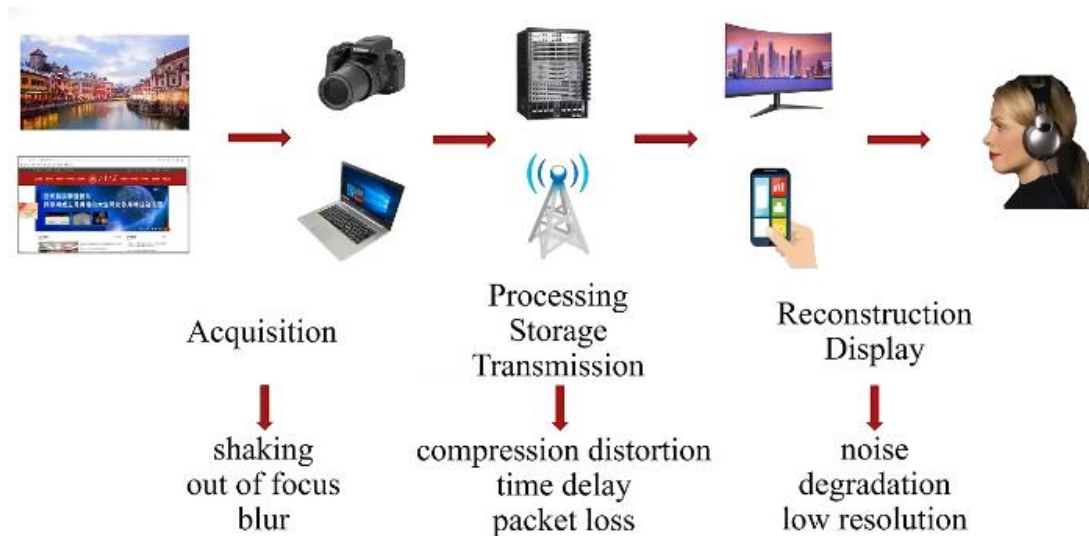


图 1 研究背景，多媒体数据传输过程。

图像质量评价是利用人工或者算法的方式对图像的质量给出综合性的评价，并以数值的形式量化图像质量优劣的方法，从而可以评估图像的失真和降质程度，在诸多领域如新闻媒体、安防监控、线上医疗和远程教育等都有着广泛的应用，可作为衡量图像的人眼感知质量需求的客观计算方法，研究合理评价图像质量的方法具有重要的研究价值。

华为公司在 2017 年底发布了 HiAI[1]移动计算平台 SDK，提供了在 Kirin SoC 内集成的硬件资源上执行深度学习模型的 API，提供了多种计算机视觉算法的实现，包括人脸识别、

物体识别、图像超分辨率重建以及美学评分（Aesthetic Scoring）等功能。在旅途中，用户经常会拍很多照片，希望能捕捉到美丽的风景作为记忆，但是由于缺乏专业的摄影知识，人们很难准确判断拍摄的照片的质量高低，总是怀疑照片是否拍出了最好的效果。因此，提高图像质量已成为众多用户的诉求。通过访问 HUAWEI HiAI Engine 的美学评分功能，智能手机能够自动将图像的离焦、抖动等技术因素与偏度、色彩、构图等主观美感相结合，对图像进行评价和评分。用户可以通过评分等级快速了解照片质量，解决疑虑，并进行相应调整，从而拍出最美的风景。

我们形影向队组成的项目团队来自国内重点高校的影像实验室，主要从事计算机视觉和图像分析任务的相关研究，受到华为 HarmonyOS 中美学评分功能和 DXOMARK 影像测试基准的启发，将研究和设计图像质量评估算法作为本项目的目标，旨在通过对图片质量科学评价，得到与人眼观测感受一致的结果，为人们提供一种更好的用户拍照体验，也为研究人员提升智能手机的拍摄性能提供参考。

## 1.2 场景和价值

简单阐述该项目适用的应用场景及潜在社会价值，包括市场调研、对比性分析等。

图像在诸多领域发挥着巨大的作用，比如医学中的 AI 辅助诊断、车辆自动驾驶、人脸识别和自动化视频监控等领域。在智能医疗领域，计算机需要高质量的医学图像来辅助医生进行精确的诊断；在自动驾驶领域，汽车需要采集到高质量的环境图像进行路线规划；在智能监控领域，同样需要高质量的监控画面来保证监控系统可靠，在日常生活中，消费者也希望使用相机或者智能手机拍摄高清的影像画面。本项目的图像质量评价（IQA）方法是一项涉及计算机视觉、模式识别和人工智能的技术，主要关注对图像的处理、分析和理解，可以协助图像处理算法的优化，可以实时监督图像处理系统的性能，也可以依据图像质量好坏对大规模的图像进行筛选，具有许多重要的应用场景。

- ⇒ medical images, underwater images, optical images, etc.
- ⇒ check the quality level of various aspects of image processing.
- ⇒ measure and enhance the effectiveness of image processing algorithms.
- ⇒ test the quality of multimedia services and improve user experience.

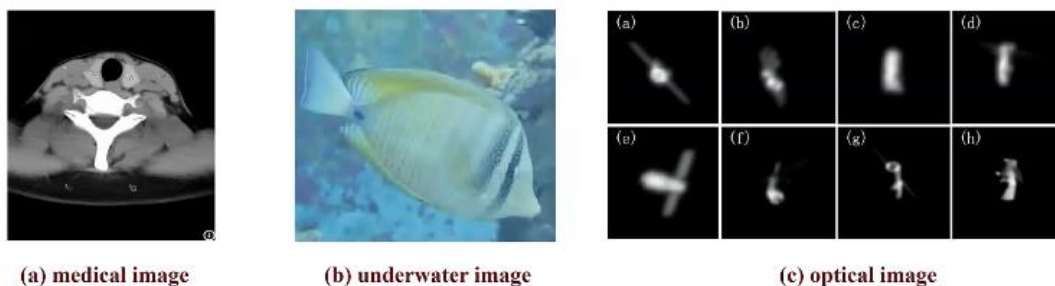


图 2 图像质量评估的应用领域。

根据图像质量分析软件行业的研究报告[2, 3]可知, 2021 年全球图像质量分析软件市场规模大约为 28 亿美元, 预计将从 2023 年 30.2 亿美元, 增长到 2030 年的 55 亿美元, 预测期内 (2023-2030 年) 以大约 7.8% 的复合年增长率 (CAGR) 增长。全球市场主要图像质量分析软件生产商包括 Imatest、Image Engineering、3DRobot Ltd.、Accurate Automation 和 Airelectronics 等等, 2023 年前五大厂商占据国际市场大约 60% 的份额, 中国市场在过去几年发展较快, 市场规模超 2 亿美元, 在全球市场占比约为 31.50%, 同期北美和欧洲市场分别占比为 37.81% 和 23.63%。未来几年, 亚太地区将扮演更重要角色, 除中美欧之外, 日本、韩国、印度和东南亚地区, 依然是不可忽视的重要市场。

Imatest 软件[4]是图像质量行业应用非常广泛的像质分析软件, 全功能的图像质量分析软件, 具有强大的图像质量高度自动化测试功能, 涵盖了分析 30 多种具有不同特征的流行测试图表, 可测试参数包括 MTF, 色彩还原, 噪声, 灰阶, 畸变, 动态范围等, 可对图像的分辨率、色彩、清晰度、噪声等多个方面进行测试, 此外还提供了图像处理与分析工具, 帮助用户对图像进行优化和调整。Imatest 软件的优点在于全面的图像测试功能、高度的自动化测试流程和适用于多种设备和场景。然而, 软件的缺点也不容忽视, 如较高的系统要求、需要一定的专业技能等。

Image Engineering 公司开发的 iQ-Analyzer 软件

研鼎开发了 RIQA 图像质量分析软件

[https://rdbuy.com/product/productdetail?model\\_id=1393](https://rdbuy.com/product/productdetail?model_id=1393)

imatest 软件功能介绍

Imatest 是常用的图像质量测试软件，可用于分析数字相机、摄像机、工业相机拍摄的图像质量和视频质量，可测试参数包括 MTF，分辨率测试，色彩还原，噪声，灰阶，畸变，动态范围等。支持超过 30 多种标准测试卡和测试图案，支持包括 ISO 标准，CPIQ 标准等多种国际像质测试标准。

Imatest Ultimate 结合了 Imatest Master 的分析套件，实现了 Imatest IS 的实时图像采集能力和 Imatest IT 的自动化测试。这使得工程师在将 Imatest 的软件库与工厂或实验室控制系统集成时，无需处理多个许可证或计算机，就可以优化设置。

北京博米科技有限公司开发的 imatest 是一款简单实用的图像质量分析软件。imatest 软件主要功能包括图像质量分析、相机检测、镜头检测，并且可以对检测的数据进行详细的分析，生成报表，



图 3 图像失真类型

医学图像，水下图像和光学图像

用来检查各方面的质量水平和图像处理，调整感知不良以提高图像质量，检验服务质量，提升用户体验

### 1.3 所需支持

请阐述项目实施过程中所需支持，如算力、硬件、相关培训等。

## 2 项目规划

### 2.1 整体目标

简单阐述参赛期间本项目的整体目标，比如可展示原型系统、在行业中初步验证等。

### 2.2 技术创新点

通过相关技术对比调研，简单阐述项目的主要技术创新点。

## 3 实施方案

### 3.1 技术可行性分析

请阐述项目所需的数据如何采集、行业知识如何获取，是否有足够的算力、硬件支持保证项目顺利进行等可行性分析。

### 3.2 技术细节

请阐述项目相关技术细节，并结合可行性分析对核心技术进行论证及预期技术指标。

### 3.3 计划和分工

结合参赛时间点，简单阐述本项目的整体计划和团队分工。



## 4 参考资料

- [1] Huawei Technologies, Inc. HUAWEI HiAI Engine Introduction [EB/OL]. [2018-09-30]. <https://developer.huawei.com/consumer/en/devservice/doc/2020315>.
- [2] Global Info Research. Global Image Quality Analysis Software Market 2024 by Company, Regions, Type and Application, Forecast to 2030 [R/OL]. <https://www.globalinforesearch.com/reports/1906112/image-quality-analysis-software>.
- [3] QYResearch. Image Quality Analysis Software Report 2024, Global Revenue, Key Companies Market Share & Rank [R/OL]. <https://cn.qyresearch.com/reports/3277523/image-quality-analysis-software>.
- [4] <https://www.imatest.com/>

一般情况下,图像质量评价可以分为以 HVS 感知为基础的主观图像质量评价和以机器视觉处理数字信息的客观图像质量评价两种方法[4]。主观图像质量评价方法是通过主观感受来评价 图像质量。常见的评价方法包括单一值评分法、双数值评分法以及对称比较评分法等。由于主观图像质量评价方法需要人类观察者通过人眼观察图像,并利用 HVS 对图像失真的主观感受进行评价,因此主观图像质量评价的结果通常被认为是可靠的[5]。然而,由于主观图像质量评价需要进行双盲测试,需要消耗大量成本;同时主观图像质量评价结果也可能因为受到个体差异、环境因素等主观因素的影响,存在一定的误差和不确定性,也因评价结果的可靠性和有效性取决于参与评价的被试者数量和水平,因此可能存在抽样偏差等问题,也无法直接应用于自动化图像质量评价系统的开发和优化。客观图像质量评价采用机器视觉获得数字信息,通过计算机算法或工具对图像进行分析和处理,从而得到一系列数值化的评价指标,以量化地描述图像质量,不依赖于 HVS 主观

图像质量评价 (Image Quality Assessment, IQA) 是评估数字图像在获取、传输、处理等过程中质量损失的重要手段。随着计算机视觉技术的快速发展,图像质量评价在诸多领域如医疗影像分析、安防监控、智能交通等都有着广泛的应用。本文将介绍图像质量评价的常见方法,包括全参考方法、半参考方法和无参考方法,并探讨实践应用中的挑战和应对策略。

全参考方法是最早提出的图像质量评价方法,其基本思想是通过比较失真图像与原始图像的差异来评估图像质量。全参考方法需要原始图像作为参考,因此在实际应用中存在局限性。常见的全参考方法包括均方误差(Mean Squared Error, MSE)、峰值信噪比(Peak Signal-to-Noise Ratio, PSNR)和结构相似性(Structural Similarity Index, SSIM)等。

半参考方法是一种折衷的方法,它只需要失真图像的部分信息与原始图像进行比较。半参考方法通常利用图像的某些特征,如小波变换系数的概率分布、多尺度几何分析和对比敏感函数等,来评估图像质量。半参考方法的优点在于可以在一定程度上减少计算复杂度,同时保留对图像质量的评估能力。

无参考方法是近年来研究的热点之一,它不需要原始图像作为参考,直接从失真图像中提取特征进行质量评估。无参考方法在实际应用中具有更大的优势,因为很多情况下我们无法获得失真图像的原始图像信息。常见的无参考方法包括自然场景统计(Natural Scene Statistics, NSS)、盲/半盲图像质量评估(Blind/Semi-blind Image Quality Assessment, BIQA)和机器学习方法等。

在实际应用中,我们需要根据具体需求选择合适的图像质量评价方法。例如,在医疗影像分析领域,由于难以获取大量的原始影像数据,无参考方法可能更适合;在安防监控领域,由于需要实时监测视频流的质量,全参考方法和半参考方法可能更为合适。

此外,针对不同的应用场景和需求,我们还需要考虑如何优化算法性能、降低计算复杂度以及提高评估准确性等方面的问题。例如,可以采用并行计算、优化算法结构等方式来提高评估速度;通过改进特征提取算法、引入深度学习等方法来提高评估准确性。

总之,图像质量评价技术在实际应用中面临着诸多挑战和机遇。随着计算机视觉技术的不断发展,我们相信图像质量评价技术也将不断完善和进步。在未来,我们期望能够看到更多的优秀研究成果应用于实际场景中,为各个领域的发展提供有力支持。

最后,我们希望本文能够帮助读者更好地理解和应用图像质量评价技术。在实际应用中,我们需要根据具体需求选择合适的评价方法,并根据场景特点进行算法优化和改进。同时,我

们也鼓励读者积极探索新的方法和思路，为图像质量评价技术的发展做出贡献。