

基于深度神经网络的图像分辨率增强技术研究

余萍

(江苏盐城师范学院 信息工程学院, 江苏 盐城 224002)

摘要 如安防监控、远程会议、医疗图像等。和绘制的图形不同的是, 由于采集设备的精度问题, 往往难以得到足够精度的图像。尤其在视频监控领域, 由于数据存储量大, 传输链路带宽有限, 以及 CCD 制造工艺和成本的限制, 摄像头的分辨率往往难以得到很好的改善。本文的目的是研究基于深度神经网络的图像分辨率增强技术。本文针对图像分辨率增强问题, 研究了超分辨率的相关理论和方法, 设计了针对实际图像进行分辨率增强的处理框架, 通过预处理提高分辨率增强方法的效果, 并提出了一个有效的光照归一化方法。针对图像分辨率增强, 提出了基于深度神经网络的分辨率增强方法, 通过对各种图像的增强, 有效的提高了实验结果的视觉效果。研究表明, 图像分辨率增强处理能够在一定程度上提高相同硬件条件下的图像的空间分辨率, 改善因为硬件条件不足而造成的图像退化及分辨率下降, 在一定程度上弥补了图像分辨率不足, 使图像更加清晰。

关键词 神经网络 图像分辨率 分辨率增强技术

中图分类号: TP751

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)01-0003-03

1 前言

随着大数据时代的到来和计算机运算能力的显著提升, 以深度学习为首的智能算法正在占据我们的日常生活。对于提高图像分辨率, 可以依靠提高拍摄系统的精度和稳定性来实现。但这样做的费用高, 且制作技术难以实现, 因此不能很好的解决提高图像分辨率的问题。然而卷积神经网络作为深度学习模型中的一种, 在图像识别领域的准确率很高, 比人类肉眼更加精准, 因此结合神经网络在图像分辨率增强技术的出色表现, 研究基于深度神经网络的图像分辨率增强技术具有重要的意义。图像信息在我们的日常生活中有着举足轻重的地位, 图像的分辨率大小是衡量图像质量的重要指标之一, 所以我们可以利用深度神经网络的优点, 将图像和相关的神经网络聚集到一起, 使它不仅让图像分辨率增强, 也可以广泛应用于图像处理的其他领域, 以得到我们需要的结果。

本文讨论的图像分辨率增强技术主要指超分辨率技术, 在 80 年代以前, 针对超分辨率提出过长椭圆波函数法、线性外推法、叠加正弦模板法等不同的方法, 但在实用中的效果并不好^[1]。80 年代以后, 超分辨率技术有了突飞猛进的发展, Huang 等在用多幅遥感图像恢复一张高质量的 Landsat 卫星图像时, 采用多幅卫星图像对一幅图像进行增强, 取得了较好的效果^[2]。随后, 基于重建的方法蓬勃发展, 形成了基于插值的方法、迭代反向投影法 (IBP)、最大后验概率法 (MAP)、凸集投影法 (POCS)、正则化方法等不同的方法^[3]。以上方法都是属于空间域的方法, 此外还有部分学者致力于频域方法的研究^[4]。频域方法的基本思想是通过在频域消除频谱混叠, 从而达到改善图像空间分辨率的目的, 其理论基础是傅里叶变换的平移特性^[5]。目前已经很少有学者对频域方法进行进一步的研究。相应的, 空间域方法则由于其灵活性而得到了很大的发展, 各种方法

百花齐放^[6]。针对图像质量下降的各种因素, 采用不同的数学方法来描述图像的成像和降质过程, 并可以运用很多成熟的数学方法进行求解, 需要克服的困难就是模型的复杂性和求解的困难性, 大量学者在该领域内做出了大量的工作^[7-8]。基于神经网络的方法是当前超分辨率研究领域的研究热点, 与传统方法相比, 该方法最大的不同就是指导图像分辨率增强的先验信息并非来源于学者的总结, 而是从大量作为参考的高分辨率图像的神经网络中得来^[9]。通过对参考图像的高频信息和低频信息之间的规律的学习, 从中总结出高频块和低频块对等不同形式的先验信息来指导低分辨率图像所缺失的高频信息的恢复^[10]。

本文基于神经网络针对实际的图像分辨率, 设计了一个图像分辨率增强框架, 引入了适当的预处理, 通过 Retinex 理论实现照度的归一化, 并针对传统的 Retinex 方法速度较慢, 不符合 Retinex 理论的先验约束等缺点, 设计了基于几何包络的 Retinex 方法, 通过对各方面的图像分辨率增强, 有效的提高了实验结果的视觉质量, 实验结果也与原始高分辨率图像更接近。

2 方法

2.1 数字图片成像和降质模型

超分辨率的目的是要从观测得到的低分辨率图像还原出“原始”高分辨率图像, 本质是观测过程的逆过程, 所以首先需要建立一个简洁又符合事实的成像模型和降质模型。首先, 假设高分辨率图像为 $L_1N_1 \times L_2N_2$ 的矩阵。将该矩阵写成行接向量的形式为 $X=[x_1, x_2, x_3, \dots, x_n]^T$, 其中 $N=L_1N_1L_2N_2$, 即将图像的每一行所构成的行向量按照顺序首尾相接组成一个一维的向量。这里, x 是一个“理想”图像, 即它是从原始连续场景在 Nyquist 采样率或更高采样率上采集得到的, 包含了原始场景的全部信息, 可以完整的恢

复出原始信号。采样得到的“理想”高分辨率图像并不能直接被人所观测到或者被仪器所记录下来,因为这仅仅是观测过程中的一个中间结果。由于光线在空气中传播的不均匀性、镜头和场景的相对运动、镜头的透光缺陷等因素,“理想”的高分辨率图像又经过了平移旋转等空间变换、散焦运动等模糊因素的影响,投影到 CCD 感光板上。由于 CCD 颗粒度的密度有限,它的采样过程是一个降采样过程,即图像的大小又进一步缩小。最后,在光电转换和传输的过程中又有模糊因素的加入,这才是完整的一个观测过程。完整的观测过程可以用以下公式进行表达。

$$y_k = DB_k M_k x + n_k \quad (1)$$

其中, y_k 为观测到的第 k 帧图像, x 为“理想”图像, M_k 为 $L_1 N_1 L_2 N_2 \times L_1 N_1 L_2 N_2$ 的空间变换矩阵, B_k 为 $L_1 N_1 L_2 N_2 \times L_1 N_1 L_2 N_2$ 的模糊矩阵, D 为 $N_1 N_2 \times L_1 N_1 L_2 N_2$ 的降采样矩阵, n_k 为第 k 帧图像的噪声。

在人脸图像的超分辨率领域,大部分文献没有考虑如此复杂的观测模型,而是简化为:

$$y = Dx \quad (2)$$

即忽略了模糊和噪声因素,并事先做好人脸图像的配准,即令 $M_k = I$, I 为 $L_1 N_1 L_2 N_2 \times L_1 N_1 L_2 N_2$ 的单位矩阵。

2.2 Retinex 光照模型

基于深度神经网络的超分辨率技术是通过神经网络输入图像和训练库中图像的相似性来指导低分辨率图像的增强,但在实际图像中,哪怕是同一场景在不同的光照条件下也会呈现完全不同的灰度分布。所以如何使图像的照度归一化,也是基于神经网络的超分辨率领域的一个研究问题。Retinex 理论从人眼的观测原理出发,较好的解释了光照、颜色等视觉理论问题,是解决照度归一化问题的一个突破口^[11]。传统的颜色理论认为,人眼感知光照是通过感应物体反射光线的性质决定的。这个理论和人们日常生活中的某些现象不一致,如同一个物品在不同的光照环境下其反射光线明显不同,但人眼可以大致感应出物体的颜色并没有改变^[12]。Land 对此提出了不同的看法,他认为人类感知颜色不仅仅通过眼睛视网膜的感光,而且有大脑皮层的参与^[13]。他认为通过感知长、中、短波长的不同比例,在大脑中经过一定的运算形成了不同颜色的感知,据此提出了 Retinex (Retina+Cortex, 视网膜皮层) 理论,并将之用于图像增强等研究领域^[14]。Retinex 理论认为,一幅自然图像是由景物的反射系数和入射光照两部分形成的,用公式表示为:

$$S(x,y) = R(x,y) \times L(x,y) \quad (3)$$

其中 R 为景物的反射系数分布图像, L 为光照强度分布图像, S 为形成的自然图像。本文提出了基于几何包络的 Retinex 算法,在时间效率和实验结果上都取得了良好的效果,并将之应用于图像分辨率增强的预处理,取得了较好的效果。

3 实验

1. 图像数据的获取。对数据进行获取记录,分析模式

的机理,通过对机理的分析,找出基于深度神经网络的数字图片成像和降质模型在构建过程中需要注意的问题。

2. 模型的构建与检测。运用基于深度神经网络的数字图片成像、降质模型和 Retinex 光照模型的数学算法,对图像的各个层级与类型进行计算与相关分类。

3. 模型的设计与应用。针对上述实验结果数据以及图像分辨率的特点,对图片成像、降质模型和 Retinex 光照模型进行设计,并对相关设计进行实际的应用检测。

4 结果

方法对比分析:

Retinex 理论对人眼和图像间的相互作用进行了深入的研究,并且其理论基础就是将一幅输入图像分解为照度分量和反映物体本质属性的反射系数分量两部分。如果利用 Retinex 理论分离出图像的照度分量,仅保留反射系数分量,则可以起到很好的照度归一化效果。Retinex 理论的经典方法有基于路径比较的方法、基于卷积的方法、基于可变框架方法等。其中,目前比较成熟,效果较好的方法有 MSR 方法和 Kimmel 方法。MSR 方法属于基于卷积的方法, Kimmel 方法属于基于可变框架方法。本文提出了一种基于几何包络的方法,能够更好的符合 Retinex 理论的基本假设,取得了较好的实验效果,并且提高了时间效率。基于几何包络方法和 MSR 方法与 Kimmel 方法实验效果的对比,并从理论和实验两方面对三种方法的时间效率进行了对比。Retinex 方法常应用于薄云薄雾去除、颜色恢复、照度不均匀校正等领域。在本文中提出这种方法主要是用于修正薄云雾的干扰、颜色的失真和照度的不同。本文选取了薄云雾图像、颜色失真图像、低照度图像各 10 幅进行实验,这些图像来源包括自拍图像和 Retinex 的标准测试图像。从实验结果可以看出,MSR 方法对比度增强度有时不够,实验结果效果不明显,优点是图像恢复的结果比较自然,视觉效果较好。Kimmel 方法容易产生过增强的效果,无形中将噪声也放大了很多,对噪声很敏感,而且在亮点、光源和明暗交界处容易产生光晕现象,很多情况下实验结果的效果很差。本文方法则可以很好的起到对比度增强、颜色保持和恢复、照度补足等效果,可以在去除薄云雾的同时保持自然的颜色且视觉效果较好,很好的对因照度不足而损失的颜色进行恢复。

当一批处理的图像数量较大时,时间效率的提高有着重要的实际意义。多分辨率的基于几何包络方法在时间效率上与目前已经提出的效果较好的 MSR 方法和 Kimmel 方法相比有着明显的优势。

实验结果进一步验证了对三种方法实用性,MSR 方法尽管是非线性的时间复杂度,但增加的复杂度仅仅是对数项的相乘,很接近线性复杂度。而 Kimmel 算法由于需要大量的迭代运算,且每步迭代的计算公式较为复杂,所以速度较慢,所以本文提出的方法通过神经网络的设计,得出各方法的优劣性。

(下转第 7 页)

双腿发力伸直,使得弹簧拉伸,随后缓慢放松弹簧恢复形变,重复此动作,即可完成腿肌训练。^[8]

2. 仰卧起坐: 双腿固定在头部的勾脚海面上,即可做仰卧起坐训练。根据需要调节躺板下面的支撑杆角度决定躺板的角度。俯卧一头起: 双脚切忌不能乱动,需紧贴固定面。

3. 飞鸟: 坐在器材前端,双腿打开,保持上体正直,双手握住拉环,两臂由两侧平直抬起。可根据用户需要自由加减弹簧的数量,实现不同重量的飞鸟训练。

附加功能: 反躺于器材上,双手反向握住拉环,保持身体在躺板上的稳定以锻炼背阔肌。

7 结语

该健身器材的设计结构简单,工作性能好,功能多,实用性强,充分展现了现代化工具的特点,其发展前景十分良好。在人们生活水平日益提高的今天,人们对自己的身体健康与否也开始给予了高度关注,并且也越来越具备科学意识,意识到健身锻炼可以改善自身的健康状况,从会对健身方面也会提高关注度,而健身器材行业的发展也会得到推进,一个设计完善、安全系数高、方便使用的健身器材也成为了人民群众的健身需求之一,而本健身器材具备自身的科学性、先进性和创新性,在器材行业中具有巨大的市场潜力。^[9]目前市场绝大多数健身器材是独立的,无法就一个健身器材有效锻炼多个肌肉群。此设计的健身器材是集合多个健身设施于一体的健身器材。同时它可折叠收纳,既适用于健身房场所也适用于一般家庭,方便家

庭的打扫收纳,在不使用时可折叠起来,省去了大量空间,方便清洁卫生。同时与其他健身器材相比质优价廉,在设计过程中既注意了它的器材选用和器材质地,还考虑了器材的最大承受能力和器材的使用年限,让器材得到最大化的提升,在相同产品中更能突出本身的优势。所以在健身器材行业市场上也具备较高的竞争能力。

参考文献:

- [1] 陶昱,孙亮波,伍正楷,余丽.一款家用多功能健身器材的创新设计[J].机械设计与制造工程,2019,48(06):75-79.
- [2] 朱莹莹.多功能家用健身器材的设计[J].火炮科技与市场,2018(04):197-198.
- [3] 宋正华.仿生设计在家用健身器材中的应用研究[J].包装工程,2016,37(04):84-87.
- [4] 黄青红,张书,曹亚萍.浅谈绿色家用多功能健身器的设计[J].中国高新技术企业,2013(28):24-25.
- [5] 熊小琴,刘怿凡,叶大萌.绿色环保型家用折叠式健身器的设计[J].机械工程师,2013(09):8-9.
- [6] 罗红萍,唐新标,吴明泰.一种家用环保健身器的设计[J].机械工程与自动化,2013(03):68-69.
- [7] 江冬冬,张舵,肖云.家用可折叠多功能健身器的设计[J].科协论坛(下半月),2012(04):115-116.
- [8] 佚名.家用折叠梯及多功能幼儿健身器[J].技术与市场,1998(01):29.
- [9] 许锡根.试谈现阶段家用健身器材的开发[J].体育科研,1995(04):43-45.

(上接第4页)

5 结论

图像分辨率增强技术是一个重要的研究课题,基于深度神经网络的图像超分辨率是本领域的一个研究重点和热点,可以广泛应用在安防监控、公安侦查、国家安全等领域。本文针对图像的分辨率增强技术,指出在实际应用中的输入图像往往和训练库中的图像存在照度和空间方位等的不一致性,降低了基于深度神经网络的效果,并设计了图像分辨率增强的方法框架,通过引入适当的预处理和相应的后处理,增强了算法的结合性,提高了图像分辨率的效果。

参考文献:

- [1] 朴智勋,金正浩,李大宇.基于多帧图像的超分辨率算法在无人机颜色识别中的应用[J].韩国航空航天科学学会杂志,2017,45(03):180-190.
- [2] YOU,C,Huang,K,Chae,H.移动边缘计算的能源效益资源分配[J].IEEE无线通信学报,2017,16(03):1397-1411.
- [3] 冯绍东,吴继刚.空间延伸光源无透镜同轴全息显微镜的分辨率增强方法[J].光学快报,2017,25(20):24735.
- [4] 伦缘瓦拉,法杜瓦.用在线和离线学术词典处理文本图像分辨率增强中的噪声[J].国际文件分析与识别杂志,2018,21(01-02):137-157.

- [5] 邱立荣,王云,吴汉虚.具有纳米轴向聚焦能力的三维分辨率增强分裂孔径相关差分共聚焦显微镜[J].光学快报,2018,26(03):2314.
- [6] 加尔比·迈克尔,陈嘉文,巴伦,乔纳森·t.深度双边学习实时图像增强[J].图形交易,2017,36(04):118.
- [7] 李标,胡斌,杨玉良,等.利用超透镜光刻系统中的掩模改进退倍成像[J].等离子体学,2017,12(03):735-741.
- [8] 权基哲,权基勋,额尔德内巴特.利用深度学习的整体成像显微镜的分辨率增强[J].光子学杂志,2019(99):1.
- [9] 陶曾,田张,田维明.基于重复通过相干融合的空间地面双基地sar图像增强[J].地球科学与遥感快报,2017,13(12):1832-1836.
- [10] 路易斯·西本,路易斯·洛伦佐,米歇尔·皮歇.利用贝塞尔-高斯光束增强共聚焦显微镜的分辨率[J].光学快报,2017,25(03):2162.
- [11] 江志龙,潘星辰,严空.数字全息部分饱和辅助分辨率增强[J].应用光学,2018,57(14):3884.
- [12] 健太郎,德卡.基于等离子体饱和和激发显微镜的深层组织纳米粒子成像的分辨率增强[J].急性髓细胞白血病光子学,2018,03(03):301.
- [13] 陈双泉,王阳华.利用频变小波尺度提高地震分辨率[J].地球科学与遥感通讯,2018(99):1-5.
- [14] 李在成.核心脏病学成像仪器的进展[J].核心脏病学杂志,2017,26(04):1-14.