

# 基于 CycleGAN 的图像风格迁移

马赫<sup>1</sup>, 张涛<sup>2</sup>, 卢涵宇<sup>3</sup>

(1. 山东科技大学 测绘科学与工程学院, 山东 青岛 266000; 2. 贵州力创科技发展有限公司, 贵州 贵阳 550018; 3. 贵州大学大数据与信息工程学院, 贵州 贵阳 550025)

**摘要:** 随着深度学习的不断发展与应用, 图像到图像的风格迁移成了计算机视觉领域的研究热点之一。该文运用 CycleGAN 网络对图像进行风格迁移, 能够在无匹配的源图像和风格图像的情况下进行。使得 CycleGAN 网络中的生成器由编码器、转换器及解码器组成, 能起到保留原始图像特征和转换图像数据的作用。该文尝试通过 Inception 与 ResNet 进行结合, 并与原 CycleGAN 网络进行对比训练, 结果表明, 修改后的 CycleGAN 能够比 CycleGAN 训练后得到更加逼真的图像, 具有更佳的视觉效果。

**关键词:** CycleGAN; 图像风格迁移; 转换器; ResNet 模块; 深度学习

中图分类号: TP183 文献标识码: A

文章编号: 1009-3044(2020)27-0018-03

DOI: 10.14004/j.cnki.ckt.2020.2855

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Image Style Migration Based on CycleGAN

MA He<sup>1</sup>, ZHANG Tao<sup>2</sup>, LU Han-yu<sup>3</sup>

(1. School of Surveying and Mapping Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266000, China; 2. Guizhou Lichuang Technology Development Co., Ltd., Guiyang 550018, China; 3. College of Big Data and Information Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** With the development and application of deep learning, image to image style transfer has become one of the research hot-spots in the field of computer vision. In this paper, we use the cyclegan network to transfer the style of image, which can be done without matching source image and style image. The generator in cyclegan network is composed of encoder, converter and decoder, which can keep the original image features and transform image data. In this paper, we try to combine perception with RESNET and train in the original cyclegan network. The results show that the modified cyclegan can get more realistic images and better visual effects than cyclegan after training.

**Keywords:** CycleGAN; image to image translation; converter; resnet modules; deep learning

随着计算机技术和人工智能技术的发展, 深度学习应用越来越广, 其中计算机图形学与深度学习的结合, 产生了许多优秀的算法, 并在后来的图像风格迁移、图像分割、自然语言生成等诸多领域得到广泛应用<sup>[1-4]</sup>。

随着 GAN 网络的应用也产生了一系列如难以收敛、训练不稳定、模型不可控等问题, 促使了大量学者对该类问题的研究, 如 MARTIN 等<sup>[5]</sup>针对 GAN 网络训练不稳定的问题, 提出了 WGAN(Wasserstein GAN), 该方法使用 Earth-Mover 距离代替 JS 散度作为判别器 D 的目标函数, 使得训练稳定性得到有效提升。Zhu 等<sup>[6]</sup>人为解决 GAN 网络的一些限制, 提出了循环一致

性对抗网络(CycleGAN)网络, 该网络能够根据不成对的数据集训练出能够满足不同风格的图像的转换; 随后, 刘哲良等<sup>[7]</sup>针对采用 CycleGAN 网络进行图像风格迁移中, 表现出泛化能力差等问题, 提出了一种 FCN-CycleGAN 的图像风格迁移方法, 结论证明该方的网络在稳定性法具有较好的表现能力。杜振龙等<sup>[8]</sup>针对 GAN 网络进行图像风格迁移中收到数据集限制的问题, 对 CycleGAN 进行了改进, 通过利用 DenseNet 来代替 CycleGAN 网络中的 ResNet, 改进、收敛速度及对减少数据集的限制等方面都有很大进步。

本文运用 CycleGAN 网络对图像进行风格迁移, 通过 Incep-

收稿日期: 2020-03-19

基金项目: 贵州省人才平台资助项目(黔科合[2017]5305; 5788)

作者简介: 马赫(2001—), 男, 山东日照人, 山东科技大学遥感科学与技术专业学生; 卢涵宇(1978—), 男, 河南周口人, 副教授, 博士后, 主要研究方向为智能信息处理、3S 技术应用。

tion与ResNet进行结合,并与原CycleGAN网络进行对比训练,结果表明,修改后的CycleGAN得到更加逼真的图像,具有更佳视觉效果。

## 1 图像风格转换

图像风格转换(又称作图像风格迁移)是深度学习领域内一中新兴的技术。由于图像风格概念非常抽象,计算机对图像的处理过程中仅是一些像素点,不能像人类一样对不同风格进行分辨,所以人们期望通过对图像进行风格特征的提取来解决这一问题。随着深度学习的发展,现已可以使用深度神经网络来学习图像里面的抽象风格特征。

Gatys等人开启了深度学习应用于图像风格迁移的先例,其论文中采用卷积神经网络对图像进行风格提取,虽然相对于传统非参方法来说能够对低层信息进行提取,但是对于高层的抽象特征而言并没有取得良好的效果。直到GAN网络的引入,该类问题得到很大的改进,该方法能够学习到大量样本之间的风格及其特征。比如实际应用中将黑白图像转为对应的彩色图像、苹果与橘子之间的转换等问题,需要对大量样本进行训练提取其中的风格,然后完成不同图像风格的转换。

## 2 网络结构

CycleGAN模型是从GAN网络发展而来,其原理是基于对偶思想的图像风格转换,该方法不需要对成对的数据集进行训练,就能完成对风格的迁移。

### 2.1 GAN

GAN由两个相互竞争的神经网络组成:一个是神经网络是生成器网络(Generator, G),用于生成样本图像;另一个神经网络是判别器网络(Discriminator, D),用于区分真实样本和生成样本。GAN网络其核心思想来源于博弈论的纳什均衡,该网络由生成器G和判别器D组成,其中G网络是通过将一个噪声矢量包装为与真实数据高度相似的样本,D网络是对输入的数据进行判断其来自真实样本还是通过G网络所生成的假数据;它们之间是一个动态的过程。图1展示了其基本原理,图中X表示是真实图片的概率。GAN网络的优化问题其实是一个极小-极大化问题,即先将生成器G进行固定,优化判别器D,使得D的判别准确率最大化;然后固定判别器D,优化生成器G,使得判别器准确率最小;当两者相等时,达到全局最优。其目标函数如公式(1)所示:

$$\min_G \max_D V(D, G) = E_{x \sim p_{data}(x)} [\log D(x)] + E_{z \sim p_z(z)} [\log (1 - D(G(z)))] \quad (1)$$

式(1)中: $x$ 表示图像数据, $z$ 为G的输入噪声, $G(z)$ 为生成器所生成的图像, $p_{data}(x)$ 为真实图像的数据分布, $p_z(z)$ 表示由噪声 $z$ 通过G网络后产生的噪声分布, $E$ 表示期望函数。

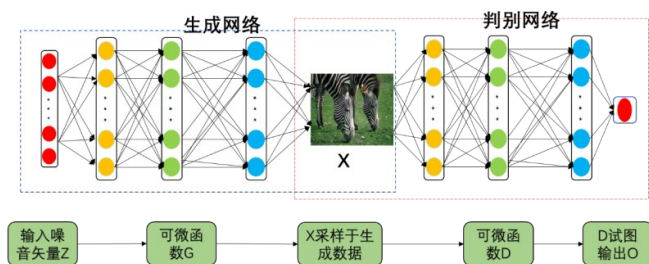


图1 GAN基本原理图

### 2.2 CycleGAN

CycleGAN使用两个生成器与两个判别器网络来实现对两个图片X与Y之间的相互映射,其原理图如图2所示。本质上是两个镜像对称的GAN所构成的环形网络。模型设计了两对生成网络和判别网络,通过训练后可以将不同的图像之间进行转换,但是在这个过程中要求循环的一致性,故而在其中设置了一个循环损失函数(Cyclic loss)。CycleGAN模型有两个生成网络和两个判别网络,共4个生成损失函数。

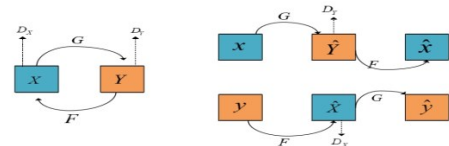


图2 CycleGAN模型原理图(彭鹏, 2019)

上图中表示X通过映射G实现X中的图片x到Y中图片G(x)的映射关系,对应生成判别器为 $D_y$ ,由于CycleGAN是基于对偶思想的原理,故而Y需要通过一个映射F实现Y中的图片y映射到X中的F(y)的映射关系,对应生成判别器为 $D_x$ ;如果 $G(F(x)) \approx x$ 和 $F(G(y)) \approx y$ 则CycleGAN模型的转换过程就完成。

### 2.3 CycleGAN的改进

原CycleGAN生成器中采用残差网络,通过全卷积连接,由编码器、转换器和解码器组成。残差网络在图像识别领域尤其是目标检测方面具有很大的优势,但是更大的优势需要在很深的网络结构中才能够展现,而传统的CycleGAN网络其生成器网络对于大小为 $256 \times 256$ 的图像采用的是9层的残差模块,并未有很深的网络。

本文尝试对CycleGAN网络进行改进,使用Inception模块来代替原来单一的ResNet模块,并进行组合保持了原来CycleGAN的层结构,其网络结构图如图3所示。

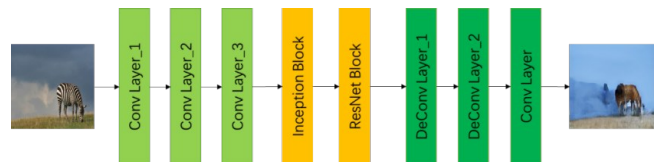


图3 改进后CycleGAN结构图

## 3 实验与结果分析

本文实验使用计算机配置为ADM2600X处理器,核心3.6GHz,一块GTX1660TI GPU, RAM 16GB,操作系统为Win10,采用TensorFlow1.11开源深度学习框架作为实验环境。数据集采用Horse2zebra数据集,分为数据集A(马)和数据集B(斑马)。

本文在相同配置下,用本文提出的改进CycleGAN网络及原始CycleGAN网络中去,最终实现斑马与马之间的风格互换及网络性能之间的对比。仅比较训练150000次后的生成结果,通过图4和图5可以看出,在15万次以后网络能够提供较好的风格迁移效果。改进的CycleGAN从一定程度上得到更加逼真的图像。

## 4 结论

本文对原始CycleGAN网络结构进行了改进,在图像迁移中能够保留图像更多的图像细节,表明在对原有网络进行改进以后,能够提升对生成图像的质量。结果证明本文所提出的改进型CycleGAN在风格迁移方面具有更好迁移效果,同时也为下一步继续完善改进本文所改进的网络具有指导作用。

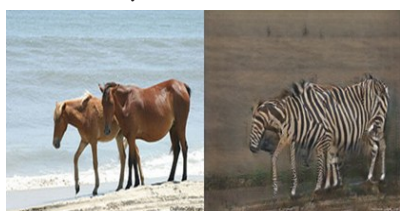




a. CycleGAN 马变斑马



b. CycleGAN 斑马变马

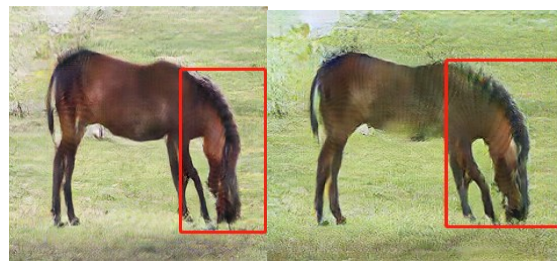


c. 改进 Cycle GAN 马变斑马



d. 改进 Cycle GAN 斑马变马

图4 图像风格迁移结果比较图



a、改进 CycleGAN 图像细节

b、CycleGAN 图像细节

图5 细节对比展示图

## 参考文献:

- [1] 杨宏宇,王峰岩.基于深度卷积神经网络的气象雷达噪声图像语义分割方法[J].电子与信息学报,2019,41(10):2373-2381.
- [2] 孙旭,李晓光,李嘉峰,等.基于深度学习的图像超分辨率复原研究进展[J].自动化学报,2017,43(5):697-709.
- [3] 刘勘,陈露.面向医疗分诊的深度神经网络学习[J].数据分析与知识发现,2019,3(6):99-108.
- [4] 彭鹏.基于CycleGAN的图像风格转换[D].成都:电子科技大学,2019.
- [5] MARTINA, SOUMITH C, LON B. Wasserstein gan[R]. Arxiv Preprint Arxiv:1701.07875, 2017.
- [6] Zhu J Y, Park T, Isola P, et al. Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks[C]. IEEE International Conference on Computer Vision, 2017: 2242-2251.
- [7] 刘哲良,朱玮,袁梓洋.结合全卷积网络与CycleGAN的图像实例风格迁移[J].中国图象图形学报,2019,24(8):1283-1291.
- [8] 杜振龙,沈海洋,宋国美,等.基于改进CycleGAN的图像风格迁移[J].光学精密工程,2019,27(8):1836-1844.

【通联编辑:光文玲】

(上接第14页)

## 5 结束语

本系统能够辅助高校教师快速管理学生信息,对学生信息的提取、查找更加方便快捷,减少辅导员对学生信息文档的操作时间,提高了工作效率,减轻了工作负担。能对班级、学生、学科成绩等信息进行自动分析处理,为辅导员等教师及时掌握学生的日常状态及学习成绩提供支持,进而有利于帮扶差生,提高班级的学习氛围。

本系统在郑州轻工业大学建筑环境工程学院已进行实际测试,系统运行稳定,实际应用价值较高,切实帮助辅导员等教师解决了在管理班级中的一系列问题,具有较高的推广价值。

## 参考文献:

- [1] 陈政霖,夏青.高校在校生数量影响因素分析——以中国大陆地区为例[J].经贸实践,2018(8):331.
- [2] 张莉,李美清.高校辅导员队伍职业化建设的问题与对策[J].思想理论教育导刊,2018(1):156-159.
- [3] 焦艳.高校优秀辅导员培育机制研究[J].学校党建与思想教育,2018(2):94-96.
- [4] 肖立中,胡婷,刘云翔,等.基于杂交聚类算法的学生状态分析系统研究[J].计算机应用研究,2012,29(6):2168-2171.

- [5] 冯润民.基于SSH的高校学生管理系统设计与实现[J].计算机工程,2009,35(6):280-282.
- [6] 黄敏.基于B/S架构的学生公寓管理系统设计与实现[J].电脑知识与技术,2019,15(21):72-74.
- [7] 杨小国.基于B/S模式的实践性教学管理平台的构建和应用[J].电脑知识与技术,2019,15(18):173-174.
- [8] 李阳,毛世峰,叶民友.基于依赖管理的CFETR文档管理系统的设计与实现[J].计算机应用与软件,2018,35(11):112-117,172.
- [9] 蒋有为,于存.基于EXCEL服务器的设备档案管理系统[C]//天津市电子工业协会2018年年会论文集.天津,2018:141-143.
- [10] 刘文.“互联网+”时代高校辅导员工作的思路与创新研究[J].电脑知识与技术,2020,16(16):126-127.
- [11] 王倩,许成鹏,惠小强.基于node.js的学习管理系统的设计与实现[J].电子设计工程,2018,26(4):24-28.
- [12] 王克朝,王甜甜,王知非,等.基于遗传编程的学生程序修正方法[J].计算机应用研究,2018,35(6):1773-1777.
- [13] 杨军,管群英.以“互联网+”视角打造辅导员工作系统[J].科教文汇(下旬刊),2018(5):137-138.

【通联编辑:谢媛媛】