







考数据样本  $s(y)$  和真实数据样本  $r(x)$  的差别尽可能小.

② 训练生成器, 在不干涉判别器的情况下, 使得参考数据样本  $s(y)$  和真实数据样本  $r(x)$  的差别尽可能大.

(5) 判断: 利用 Sigmoid 函数, 当对  $s(y)$  返回 1, 而  $r(x)$  返回 0 时, 重复进行 (4), 直至分类器对两者都判为真.

(6) 验证: 当训练结束后, 观察输出结果, 验证是否具有一定的迷惑性.

用数学表达式表示为:

$$\min_G \max_D D = E_{x \sim P_{data}(x)} [\log D(x)] + E_{y \sim P_Y(y)} [\log(1 - D(G(y)))] \quad (14)$$

$E_{x \sim P_{data}(x)} [\log D(x)]$  中,  $x$  表示真实样本,  $D(x)$  表示  $x$  通过判别网络判断其为真实样本的概率;  $E_{y \sim P_Y(y)} [\log(1 - D(G(y)))]$  中,  $y$  表示输入生成样本的噪声,  $G(y)$  表示由生成网络由噪声  $y$  生成的样本,  $D(G(y))$  表示生成样本通过判别网络后, 判断其为真实样本的概率.

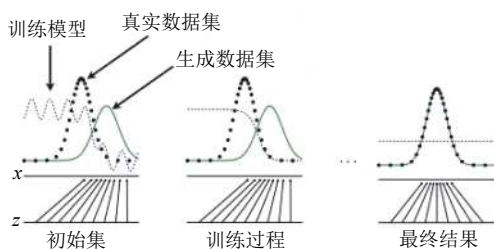


图2 生成对抗网络 (GAN) 模型图

#### 4 实验及结果分析

在上述滤波实验后, 我们发现单纯使用传统方式处理模糊图像, 并未得到较清晰的效果, 考虑到可能是由于无法判定拍摄装置的移动方位, 使得图片的还原不够精准, 故使用生成对抗网络模型 (GAN), 通过类生成器和类判别器得到在原图像上由于位移的影响重叠和损失的有效点, 并由此得到更加清晰的图像. 对于本题图像去模糊的流程如图3.

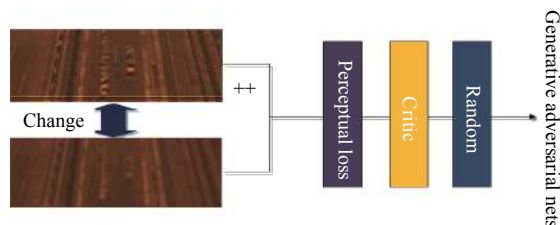


图3 图像去模糊效果图

利用这种方式可以在一定程度上解决了图像在限定条件下, 无法判断模糊缘由导致的滤波误差, 在这种

近似“机器学习”的基础上, 通过“点找点”的方式较好的还原了模糊的图像. 将这种模糊轨迹定义为“模糊核”, 这使得每一幅图像按照各自定义的特殊模糊核进行还原, 因而具有可识别性以及较高的还原度, 如图4.

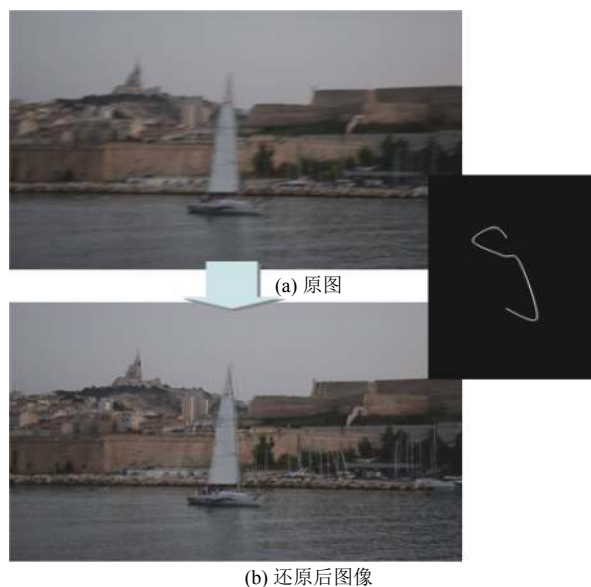


图4 “模糊核”图像处理图

从图4(a)可以看出在帆船周边和山体的轨迹不一致, 通过做出“模糊核”的轨迹, 再进行复原得到图4(b), 此时尽管由于复原后仍存在一定程度的边缘模糊情况, 但图像清晰度明显得到改进. 我们再通过选择其他数据集, 利用指标对于复原后的一些图像进行对比, 用三个评价指标对这些图像进行客观评价——峰值性噪比  $PSNR$ 、模糊系数  $KBlur$ 、质量因素  $Q$ , 下面分别给出三个评价指标的定义:

峰值性噪比  $PSNR$ ,  $MSE$  为原图像与处理图像的均方误差, 假设图像大小为  $W \times H$ .

$$PSNR = 10 \lg \left( \frac{255^2}{MSE} \right) \quad (15)$$

$$MSE = \frac{1}{WH} \sum_{i=1}^{WH} (x_i - x_j)^2 \quad (16)$$

模糊系数  $KBlur$ :

$$KBlur = \frac{S_{i,put}}{S_{i,in}} \quad (17)$$

$$S_i = \sum_i \sum_j y_f(i, j, k) \quad (18)$$

质量因素  $Q$ :

$$Q = \frac{4\delta_{xy}\bar{x}\bar{y}}{(\delta_x^2 + \delta_y^2)((\bar{x})^2 + (\bar{y})^2)} \quad (19)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \quad (20)$$

$$\delta_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (21)$$

$$\delta_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \quad (22)$$

$$\delta_{xy} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (23)$$

对 roma, outdoor, lion, girl, flower, building, boat 等 7 组图片进行处理, 每组中选出三个样本, 选取其中比较清晰的图片作为参照, 通过 MATLAB 程序计算其余各图片的 *PSNR*, *Kblur*, *Q* 指标, 得到以下结果:

表 1 指标对比图

样本集	样本名	PSNR	KBlur	Q
Boat	Boat1	13.5203	1.6115	0.0085
	Boat2	16.3161	0.3220	0.0215
Building	Building1	11.5057	0.9030	0.0088
	Building2	13.1274	0.3935	0.0082
Flower	Flower1	7.0297	0.6771	-0.0038
	Flower2	7.5016	0.3128	-0.0026
Girl	Girl1	9.8908	1.7846	0.0325
	Girl2	9.7225	0.3946	0.0133
Lion	Lion1	12.0530	0.8322	-0.0069
	Lion2	19.8746	0.3783	0.0055
Outdoor	Outdoor1	12.7865	2.0662	0.1555
	Outdoor2	12.9077	0.9074	0.1879
Roma	Roma1	15.9552	0.8488	-0.0061
	Roma2	17.9141	0.1866	-0.0060

在上述图表中可以看出, 通过生成对抗网络 (GAN) 的还原, 图片的 *PSNR*, *Q* 指标上升, *Kblur* 指标下降, 因而得出图像还原较为成功的结论.

### 5 结束语

在科技进步的时代背景下, 人们对于清晰照片的渴望日益增强, 本文提出了一种基于维纳滤波器和生成对抗网络的动态模糊图像处理方式, 通过选取最优正则化因子以及类生成器模拟数据样本从而对模糊图像进行复原, 并对评定图像清晰度的影响因素指标进行测量, 进而得到图像复原较为成功的结论. 由于模糊图像的复原涉及到很多不可定因素的影响, 故本文限制前提条件为: 图像的模糊是由于拍摄设备移动因素

造成的. 然而实际生活中, 因受所拍物体移动的影响, 导致图像中的全部物体并非按照同一频率、同一方向模糊, 此时可以对各类影响因素之间的协同变化做进一步研究.



图 5 实验对比图

## 参考文献

- 1 徐大宏. 基于正则化方法的图像复原算法研究[博士学位论文]. 长沙: 国防科学技术大学, 2009.
- 2 高如新, 李雪颖. 双边滤波的改进高光去除. 中国图象图形学报, 2018, 23(1): 9-17.
- 3 黄文辉, 陈仁雷, 张家谋. 数字视频图像质量客观测量方法的改进与实现. 北京邮电大学学报, 2005, 28(4): 87-90.
- 4 Wang Z, Sheikh HR, Bovik AC. Objective video quality assessment. In: Furht B, Marqure O, eds. *The Handbook of Video Databases: Design and Applications*. Boca Raton: CRC, 2003. 1041-1078.
- 5 唐贤伦, 杜一铭, 刘雨微, 等. 基于条件深度卷积生成对抗网络的图像识别方法. 自动化学报, 2018, 44(5): 855-864.
- 6 徐一峰. 生成对抗网络理论模型和应用综述. 金华职业技术学院学报, 2017, 17(3): 81-88.
- 7 兰妙萍, 李朝锋. 基于混合神经网络的图像复原方法. 计算机工程与应用, 2018, 54(9): 201-206.
- 8 梁晓萍. 运动图像去模糊算法研究[硕士学位论文]. 桂林: 广西师范大学, 2017.
- 9 吴秋峰. 面向散焦图像的去模糊与深度估计研究[博士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2013.
- 10 张玉叶, 周胜明, 赵育良, 等. 高速运动目标的运动模糊图像复原研究. 红外与激光工程, 2017, 46(4): 0428001.
- 11 Zikmund T, Kvasnica L, Týč M, *et al.* Sequential processing of quantitative phase images for the study of cell behaviour in real-time digital holographic microscopy. *Journal of Microscopy*, 2014, 256(2): 117-125.
- 12 Chaira T, Ray AK. *Fuzzy Image Processing and Applications with MATLAB*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2009. 257-265.
- 13 袁飞, 黄联芬, 姚彦. 视频质量客观评价技术研究. 电视技术, 2007, 31(3): 91-94.
- 14 Druckmüller M, Druckmüllerová H. A noise adaptive fuzzy equalization method with variable neighborhood for processing of high dynamic range images in solar corona research. *Proceedings of the 16th International Workshop on Combinatorial Image Analysis*. Brno, Czech Republic. 2014. 262-271.