

## 1. بارگذاری داده‌ها

### • داده‌های ورودی:

- فایل fer2013.csv شامل تصاویر چهره با وضوح  $48 \times 48$  به همراه برچسب‌های استفاده (Training, PrivateTest, PublicTest) است.
- هر تصویر به صورت یک آرایه از مقادیر پیکسل ذخیره شده است.

### • پیش‌پردازش داده‌ها:

- داده‌ها به سه مجموعه برای آموزش (Training)، اعتبارسنجی (Validation)، و آزمون (Testing) تقسیم می‌شوند.
- تصاویر از آرایه‌های پیکسل بازسازی شده، به ابعاد  $128 \times 128$  تغییر اندازه داده شده و نویز نمک و فلفل به آنها اضافه می‌شود.

## 2. پیش‌پردازش تصویر

### • بازسازی تصویر:

- تصاویر از فرمت تک‌کاناله (grayscale) به تصاویر سه‌کاناله (RGB) تبدیل می‌شوند.

- تمام مقادیر پیکسل‌ها به بازه  $[0, 1]$  نرمال‌سازی می‌شوند.

### • افزودن نویز:

- نویز "نمک و فلفل" با نسبت‌های مشخص به تصاویر افزوده می‌شود.

## 3. معماری مدل‌ها

### 3.1. مولد (Generator)

- معماری U-Net با بخش‌های زیر پیاده‌سازی شده است:

#### • بخش کدگذار (Encoder):

- شامل لایه‌های Conv2D، LeakyReLU، و

BatchNorm2D است.

- تصاویر ورودی را به نمایش‌های سطح پایین‌تر فشرده

می‌کند.

#### • بخش دیکدگذار (Decoder):

- از لایه‌های ConvTranspose2D برای بازسازی ابعاد اصلی تصاویر استفاده می‌کند.
- اتصالات مستقیم (Skip Connections) بین انکودر و دیکودر وجود دارد تا اطلاعات مکانی حفظ شود.
- **لایه خروجی:**
- یک لایه کانولوشنی برای تولید تصویر سه کاناله با مقادیر نرمال شده به بازه  $[0, 1]$ .

### 3.2. متمایز کننده (Discriminator)

- شبکه‌ای با معماری کانولوشنی شامل:
- چندین لایه Conv2D با کاهش ابعاد تدریجی ( $\text{stride}=2$ ).
- فعال‌سازی‌های LeakyReLU برای معرفی غیرخطیت.
- BatchNorm2D برای پایداری یادگیری.
- وظیفه این شبکه، طبقه‌بندی تصاویر ورودی به دو دسته "واقعی" و "جعلی" است.

### 4. فرآیند آموزش

- **تابع هزینه:**
  - از MSE Loss برای آموزش مولد استفاده شده است.
  - **بهینه‌ساز:**
  - Adam Optimizer با نرخ یادگیری 0.001 برای بهینه‌سازی پارامترهای شبکه.
  - **فرآیند آموزش:**
  - در هر اپوک:
1. تصاویر نویزی به مدل داده شده و خروجی بازسازی شده محاسبه می‌شود.
  2. خطای بازسازی بین تصاویر تمیز و بازسازی شده محاسبه و مدل به‌روزرسانی می‌شود.
- بهترین مدل ذخیره می‌شود.

## 5. معیارهای ارزیابی

- **PSNR (نسبت سیگنال به نویز پیک):**
  - محاسبه میزان شباهت بین تصاویر تمیز و بازسازی شده.
  - رسیدن به مقدار 37.19
- **SSIM (اندازه گیری ساختاری شباهت):**
  - ارزیابی شباهت ساختاری بین تصاویر.
  - رسیدن به مقدار 0.9774
- **MSE (میانگین مربع خطا):**
  - محاسبه خطای میانگین پیکسل ها بین تصاویر تمیز و بازسازی شده.
  - رسیدن به مقدار 0.000193